

Ny teknologi for dypdamping av jord utprøving av biologisk effekt

Sluttrapport om damping mot ugras, plantesjukdommer og
nematoder ved gulrottyrking 2001-03

Helge Sjursen, Arne Hermansen, Elisa Gauslaa, Ragnhild Nærstad, Berit
Nordskog, Christer Magnusson og Bonsak Hammeraas



Norsk institutt for planteforskning
Plantevernet

Ås, oktober 2004

Prosjekttittel: **Ny teknologi for dypdamping av jord - utprøving av biologisk effekt**

Sluttrapport om damping mot ugras, plantesjukdommer og nematoder ved gulrot dyrking

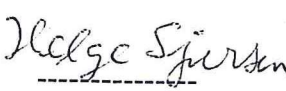
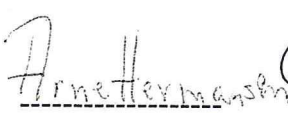


Tidsrom: 2001-03

Forfattere: Helge Sjursen, Arne Hermansen, Elisa Gauslaa, Ragnhild Nærstad, Berit Nordskog, Christer Magnusson og Bonsak Hammeraas

Forord

Vestfold Jorddamping DA (VJD) fikk i 1999 innvilget dette brukerstyrte prosjektet med midler fra SND, med en ekstrabevilgning i 2002. FoU-tjenestene er kjøpt hos Planteforsk Plantevernet. Det er tidligere skrevet en delrapport, som er innarbeidet i denne sluttrapporten. Vi takker VJD for at vi fikk utføre prosjektet og for godt samarbeid, spesielt ved Kjell Westrum. Takk også til feltvert Olav Wirgenes og Arvid Laksesvela, som også er deleiere i VJD. I tillegg til forfatterne av denne rapporten har blant annet følgende personer ved Planteforsk Plantevernet deltatt i prosjektet: forskningsteknikerne Irene Rasmussen og Kari Ann Strandenæs.

Ås, 22. oktober 2004

			
-----	-----	-----	-----
Helge Sjursen (prosjektleder)	Arne Hermansen (forskningsleder)	Christer Magnusson (forskningsleder)	Bonsak Hammeraas (fagkonsulent)

Innhold

Forord.....	1
Sammendrag.....	3
Innledning / bakgrunn.....	4
Materiale og metoder.....	5
A. Laboratorieforsøk: Varmebehandling av gulrotpatogener (<i>in vitro</i>)	5
B. Feltforsøk	5
Dampeutstyret	5
B1. Jorddamping av laboratorieprodusert inokulum	6
B2. Jorddamping av gulrotsenger på friland	7
Forberedelser høsten 2000	7
Sesongen 2001	7
Sesongen 2002	8
C. Statistisk analyse	9
Resultater.....	9
A. Laboratorieforsøk: Varmebehandling av gulrotpatogener (<i>in vitro</i>)	9
Klosopp	9
Gulhvitfleksopp	9
Grofleksopper (<i>Pythium spp.</i>)	10
B. Feltforsøk	11
B1. Jorddamping av laboratorieprodusert inokulum	11
B2. Jorddamping av gulrotsenger på friland	12
B21. Temperaturmålinger	12
B22. Effekter på plantesjukdommer og avling	14
B23. Effekter på ugrasfrøbank og ugrasframvekst	16
B24. Effekter på nematoder	18
Diskusjon / konklusjon.....	23
Varmebehandling/damping av jord mot plantesjukdommer og effekter på avling	23
Damping av jord mot ugrasfrøbanken	24
Damping av jord mot framvekst av ugras	25
Damping av jord mot nematoder	25
Generelt	25
Litteratur.....	26
Vedlegg.....	27

Forsidebilde: Dypdampingsutstyr montert på traktor (foto v/ Helge Sjørusen)

Sammendrag

Forsøkene i dette brukerstyrte prosjektet er utført i samarbeid med Vestfold Jorddamping DA, og med midler fra SND.

Laboratorieforsøkene (6 enkeltforsøk) med varmebehandling av gulrotpatogenene i vann viste at letaleksponering av mycelet til klosopp, gulrothvitfleksopp og gropflekksopper var inntil 10 minutter ved 48-50 °C og inntil 3 minutter ved 60 °C. Mycelet (inkludert klamydosporene) til klosopp tålte mest varme. Hvileknollene til gulrothvitfleksoppen måtte imidlertid behandles i minst 25 minutter ved 60 °C eller minst 3 minutter ved 70 °C for å bli drept.

Dampeforsøkene med nedgravd smitte av gulrotpatogenene ble gjennomført i to sesonger. Klosopp-mycelet var vanskeligere å bekjempe enn mycelet til de andre patogenene. Ved 3 minutters dampebehandling kom ikke jordtemperaturen opp i ønsket nivå og den sanerende effekten mot soppsmitten var dårlig. Ved 6 og 9 minutters dampebehandling var effekten svært god mot alle de fire testede organismene.

Feltforsøkene med damping av gulrotsenger ved 3, 6 og 9 minutter ble gjennomført i to sesonger, men bare i 2002 ble høsting og lagring tilfredsstillende gjennomført. Størst avling ble oppnådd ved 3 minutters behandling. Damping ved 6 minutter kom i en mellomstilling, mens det var tendenser til noe redusert avling i forhold til kontrollen ved lengste dampetid. Resultatene etter lagringssesongen 2002/2003 viste at det var flest friske røtter ved 6 minutters damping. Andel røtter med klosoppråte ble redusert til omtrent det halve ved 6 og 9 minutters behandling i forhold til kontrollen. Samme positive effekt ble ikke oppnådd for gropflekk.

Damping i 6 og 9 minutter reduserte ugrasfrøbanken til gjennomsnittlig ca. 9 % av kontrollen. Plantetettheten av framvokste ugrasplanter i felt ble redusert til ca. 5,3 % av kontrollen, mens dekningsgraden ble redusert til ca. 3,3 %. 3 minutters damping hadde ikke tilfredsstillende effekt. Ved 10 cm jorddybde ble det oppnådd 70 °C eller mer i minst 10 minutter ved de to dampetidene, som ifølge litteraturen er en letal varmedose for mange ugrasarter. Ved 20 cm var temperaturhevingen ikke alltid tilfredsstillende, men bedre i 2002 enn i 2001.

Statistisk sikre effekter på rotsår- og stuntnematoder ble registrert ved 6 og 9 minutters damping. De kontrollnivåer som ble oppnådd kan sammenliknes med effekter som er rapportert for solarisering og nematicidbehandling. Den økologisk viktige gruppen av mikrobivore nematoder ble ikke slått ut av dampingen. Det forventes at denne nematodegruppe lett kan reetableres i dampet jord.

Innledning / bakgrunn

Det henvises til ordinær søknad av 1999, og søknad av 2002 om tilleggsbevilgning.

Som vedlegg til søknaden av 2002 fulgte det med en prosjektbeskrivelse der det bl.a. står: "Etter å ha arbeidet oss (VJD) gjennom et år med prøvedydpamping av jord, har vi kommet til den erkjennelse at den valgte metode er gjennomførbar rent teknisk. Vi klarer å få dampvirkning ned på den ønskede dybde for om mulig å kunne eliminere de skadegjørere som er til stede i jorden. Det er dampet ned på plogdybde, tilsvarende 25-30 cm, for derved å forsøke å kvitte oss med uønskede organismer som lever i rotsonen på produkter i intensive grønnsakkulturer. Det er her snakk om en helt ny teknologi brukt til en helt ny dampingsteknikk på friland. Dette har resultert i realisering av samarbeidsprosjektet "Ny teknologi for dydpamping av jord".

Damping av jord er en gammel metode for bekjempelse av ugras, sopp, nematoder og virus. Desinfeksjon ved hjelp av damp ble fra begynnelsen av forrige århundre benyttet spesielt i veksthus. I motsetning til de kjemiske midlene, har damping en mer universell virkning både på ugrasfrø, nematoder, sopp og virus. Etter hvert overtok imidlertid de kjemiske midlene markedet for desinfeksjon i veksthus, og utviklingen av dampingsteknikken stoppet opp.

På oppdrag fra Vestfold Jorddamping DA, har Planteforsk Plantevernet i løpet av 2. og 3. kvartal 1999 gjennomført et forprosjekt med litteratursøk på det biologiske området. Rapporten konkluderer med at varmebehandling med damp er en aktuell behandlingsmetode mot mange av de viktigste sopp-, frøugras- og nematodeorganismer det her er snakk om (Bergjord et al. 1999). Det avgjørende for resultatet av å bruke en slik metode, er at en klarer å utvikle og tilpasse en riktig teknologi og bruke denne økonomisk optimalt. I tillegg er det i 2001 gjennomført biologiske undersøkelser på en del av de områdene som ble dampet for gulrot og de foreløpige resultatene er såpass lovende at det vil være av stor betydning for en videre utvikling i prosjektet om det blir gitt muligheter for videre undersøkelser i 2002.

Problemstilling:

Det er utviklet ny teknikk og teknologi for dydpamping av jord som skal kunne erstatte kjemisk plantevern mot skadeorganismer som sopp, frøugras og nematoder i vekstskiktet ned til 30 cm dybde, på en god økonomisk og konkurransemessig måte. Det er imidlertid viktig å følge opp med biologiske undersøkelser for å sikre at en bruker de mest hensiktsmessige temperaturintervaller for å sikre at de uønskede skadeorganismene blir uskadeliggjort samtidig som en ikke lager 'ørken' i dampearealene.

Spørsmål en ønsker å få besvart i prosjektet:

Er effekten av dette dydpampingsutstyret god nok, og bidrar dette til en god økonomi i produksjonen av frilandsgrønnsaker?

Prosjekts målsetting

Hovedmål:

Ny teknologi for dydpamping av jord skal sterkt redusere bruken av kjemiske plantevernmidler og gi tilstrekkelig reduksjon av forekomst av skadesopper, frøugras og nematoder i intensive grønnsakkulturer. Det forventes at behandlingen skal gi tilfredsstillende økonomi i produksjonene.

Delmål:

1 Ved behandling oppnå en effekt ned til 30 cm jorddybde på lett jord som gir minst like god økonomi i produksjonen som kjemiske behandlingsformer mot sopp, frøugras og nematoder.

2 Ved prosjektslutt skal det foreligge en brukermal for dypdampingsutstyret. Det skal fremgå hvilke jordarter metoden kan brukes på, med hvilke forventede effekter med kostnadsberegning for de ulike behandlinger og en god beskrivelse for optimal behandling.”

Planteforsk Plantevernet har i to sesonger (2001 og 2002) konsentrert seg om testing av den biologiske effekten av dampeutstyret på ugras, nematoder og plantesjukdommer. Vi har ikke gitt noen økonomiske kalkyler på metoden, siden vi anser dampeutstyret som en prototyp. Underveis har vi støtt på en del tekniske utfordringer, både med selve dampeutstyret og temperaturmålingene med dataloggerne. Forsøksarealet var plassert på gården til Olav Wirgenes i Kvelde/Lågendalen, Vestfold. Jordarten er siltholdig sandjord.

Materiale og metoder

A. Laboratorieforsøk: Varmebehandling av gulrotpatogener (*in vitro*)

Klosopp (*Mycocentrospora acerina*), gulrothvitflekkssopp (*Fibularhizoctonia carotae*) og gropflekkssopper (*Pythium violae* og *Pythium sulcatum*) fra Planteforsks kultursamling ble brukt som testpatogener.

Agarpluggen med mycel, helkorn (hvete) overvokst av soppmycel (Hermansen et al. 1997), knuste helkorn (med soppmycel) og sklerotier (fra rene kulturer av *F. carotae*) ble brukt som inokulum. Hver av disse smittetypene ble overført til 2 parallelle eppendorfrør og tilsatt 700 µl sterilt vann. De ulike smittetypene ble forberedt i detalj som følger:

Mycel; 5-6 mycelpluggen (ca 5 mm i diameter) ble tatt fra kanten av voksende kolonier på PDA skåler med de ulike patogener nevnt ovenfor.

Sklerotier; på grunn av varierende sklerotium-størrelse i rene kulturer, ble 2 små sklerotier (1,5-1,75 mm i diameter) og 2 store (2,0-2,5 mm i diameter) brukt per parallell.

Helkorn; 5-6 hvetekorn kolonisert av soppmycel ble plukket med pinsett i sterilbenken fra poser med inokulum.

Knuste korn; 4 hele hvetekorn kolonisert av soppmycel ble knust med steril morter og pestil.

Før varmebehandling av alle prøvene, ble varmeapparatets temperatur stabilisert. Prøvene ble plassert i apparatet, og temperatur og eksponeringstid notert. Etter behandling ble de ulike smitteprøvene lagt ut på selektiv agar. Klosopp ble innkubert ved 16 °C og gulrothvitflekkssopp ved 21 °C i 2 uker, og overlevelse (vekst) registrert hver uke. Gropflekkssoppene ble innkubert i 21 °C i 4 dager og overlevelse (vekst) ble registrert annen hver dag.

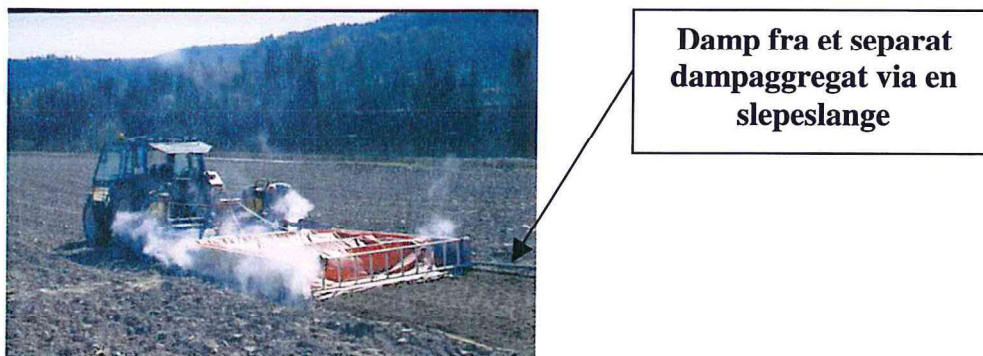
Forsøkene foregikk i temperaturintervallet 46° – 90° C. Totalt ble det gjennomført 6 ulike forsøk (se vedlegg 1). Laboratorieforsøkene foregikk parallelt med feltforsøkene.

B. Feltforsøk

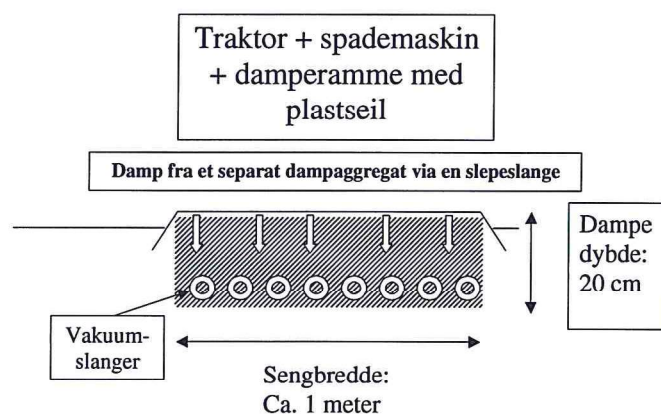
Dampeutstyret

Dampeutstyret er utviklet av Vestfold Jorddamping DA. Det består av en traktor, med en påmontert damperamme med plastseil, en industristøvsuger m/ strømaggregat som lager vakuüm, hvor det er påkoblet slanger som dras gjennom jorda, samt en slepeslange fra et

separat dampaggregat, plassert i åkerkanten (se figur 1 og 2). Bak på traktoren henger også en spademaskin som bearbeider jorda like før dampingen.



Figur 1. Bildet viser den traktormonterte damperammen som senkes ned under dampingen. Dampen blir tilført via en slepeslange fra et dampaggregat plassert i kanten av åkeren.



Figur 2. Skissen viser jordprofilen under dampingen. Det dannes undertrykk ved hjelp av en traktormontert industristøvsuger. Fra denne slepes det vakuumslange gjennom jorda. Derved blir dampen under plastseilet sugd ned i jordprofilen.

B1. Jorddamping av laboratorieproduisert inokulum

De samme soppene som ovenfor (klosopp, gulrothvitflekk-sopp og to gropflekk-sopper) ble også testet for overlevelse ved bruk av helkorn-inokulum (se ovenfor) og det aktuelle dampeutstyret. En skje (ca. 200-220 korn) av laboratoriedyrket inokulum ble fordelt i hver nylonpose (10x15 cm). Det ble benyttet 4 poser per ledd (sopp og eksponeringstid). Disse ble nedgravd til 15 cm i rader i jord som var bearbeidet med fres hos Olav Wirgenes.

Det ble lagd 4 parallelle rader (ca 20 cm brede og 15 cm dype) på tvers av kjøreretningen per behandling, med ca 70 cm avstand mellom radene. I hver rad (ca 1 m lang) ble det plassert en pose med smitte av hvert patogen og en kontroll (usmittet hvetekorn). Det var ca 15 cm

mellom posene i raden. En temperaturføler ble i 2002 plassert i hver rad, og deretter ble posene og følerne dekket til med jord. I 2001 ble det lagt ned følere i samme nivå i to av radene, og i tillegg ble det plassert følere i 10 og 20 cm jorddybde. Feltet som posene var nedgravd i ble deretter dampet med maskinen i 3, 6 eller 9 minutter. Dagen etterpå ble alle posene tatt opp og fraktet til laboratoriet ved Planteforsk Plantevernet. Kornet fra posene ble lagt ut på skåler med selektiv agar. Skålene med korn som opprinnelig var infisert med klosopp og gulrothvitflekk-sopp ble innkubert i 16 °C i 2 uker, og soppvekst ble registrert hver uke. Groflekpatogenene ble innkubert i 20-21 °C i 4 dager, og registrering av vekst ble foretatt annen hver dag.

B2. Jorddamping av gulrotsenger på friland

Forberedelser høsten 2000

22/9 i 2000 ble forsøksfeltet målt opp med 32 ruter + grenserader (totalt ca 1 dekar). Det ble tatt ut gulrotprøver (100 røtter pr. rute) som ble lagret i perforerte plastsekker ved ca 1 °C. Røttene ble tatt ut fra lager 2/4 i 2001 og vurdert for sjukdomsangrep. Klosopp (*Mycocentrospora acerina*) ble funnet i alle ruter, og i mer enn halvparten av rutene var det mellom 20-60 % røtter med klosopp.

Sesongen 2001

7/5 ble feltet målt opp for å sette i gang dampeforsøk. Det ble lagt opp til 4 ledd:

Ledd 1: Ubehandlet

Ledd 2: 50% dampestyrke (= 3 minutter)

Ledd 3: Normal dampestyrke/100 % (= 6 minutter)

Ledd 4: 150% dampestyrke (= 9 minutter)

Ett ledd = gulrotseng, som tilsvarte bredden på dampeutstyret. Innen hvert ledd var det 8 ruter (paralleller), totalt 32 ruter (se vedlegg nr. 2a).

Fra hver rute ble det før dampingen tatt ut representative jordprøver fra 0-20 cm jorddybde, til frøbank- og nematodeanalyser (se nedenfor).

Dampingen – uttak av jordprøver etter dampingen

9/5 og 11/5 ble selve dampingen utført av feltverten/Vestfold jorddamping.

9/5: Det ble en del tekniske problemer. Vakuumslangene som ble dradd gjennom jorden, klappet sammen. Dampingen ble stoppet etter at 3 senger/3 ledd var gjennomført (ledd 1, 2 og 3). På ledd 2 (50%) gikk maskinen gjennom jorden uten damp = ubehandlet. Slangene ble byttet, og dampingen fortsatte 11/5. Da ble rutene for ledd 4 (150%) delt i to, for å få kjørt ledd 3 (100%) om igjen. Den siste dampingen ble vellykket. De oppnådde temperaturene ble målt med dataloggere. Temperaturfølerne ble nedgravd på 10 og 20 cm jorddybde umiddelbart etter dampingen. 12/5 ble det tatt ut jordprøver etter dampingen, både fra 0-10 og 0-20 cm jorddybde, til frøbank- og nematodeanalyser (se nedenfor).

Sorten Yukon ble sådd

Frøbankanalyser og ugrasregistreringer

Jordprøvene ble så snart som mulig lagt på kjølelager, til frøbankanalysene kunne gjennomføres. Analysene ble utført i veksthus ved Planteforsk Plantevernet etter frøplanteframspiringsmetoden (Sjursen 2001). Registrering av framvokst ugras i felt ble utført 15/6. En ramme på 0,5 x 0,5 m² ble kastet 4 ganger i hver rute, og for hver ugrasart ble antall planteindivider og dekningsgrad notert.

Avlingskontroll og uttak av røtter for sjukdomsanalyser

I 2001 ble gulrota ved en feiltakelse høstet av feltverten 14. september. Storkassene med gulrot fra feltet ble imidlertid merket av verten og etter lagring til mai 2002 foretok verten registreringer av kvaliteten. Planteforsk Plantevernet hentet 18. september også noen røtter av de som var blitt liggende igjen etter feltvertens høsting i de aktuelle rutene. Disse ble lagt inn på kjølelager ved 0-1 °C og ble vurdert for sjukdom i mai 2002.

Nematoder

Prøveuttak i felt er gjort med jordbor med innvendig diameter 25 millimeter. Prøvene ble samlet i plastposer og samme dag som uttaket plassert på kjølerom i temperatur 3-4 °C. Alle nematodetall refererer seg til analysert mengde jord på 250 gram pr. prøve. Til ekstraksjon av nematoder benyttes Seinhorst elutriator. Nematodene telles i tellekammer.

Sesongen 2002

4/6 ble feltet ble målt opp 20 m til siden for feltet i 2001-sesongen (se feltkart i vedlegg 2b) og jordprøver tatt ut før dampingen til frøbank- og nematodeanalyser.

Dampingen – uttak av jordprøver etter dampingen

Selve dampingen ble utført samme dag. Temperaturfølerne ble gravd ned like før dampingen. Dampeutstyret ble kjørt på plass i riktig rute. Deretter ble damperammen løftet opp mens temperaturfølerne ble gravd ned. Rammen ble senket og dampen ble satt på. Jordprøver etter dampingen ble tatt ut den påfølgende dagen (5/6), etter at jorden var blitt kald.

Sorten Yukon ble sådd

Frøbankanalyser og ugrasregistreringer

Ugrasregistreringene i felt ble utført 27/6, på samme måte som i 2001.

Avlingskontroll og uttak av røtter for sjukdomsanalyser

Prøver av minimum 100 gulrøtter per rute ble høstet 7. oktober 2002 fra hver midtrad (1,5 X 3,0 m) og fraktet til Planteforsk Plantevernet. Røttene ble lagret i perforerte plastsekker ved ca. 1 °C. Neste vår (13. -15. mai 2003) ble alle røttene vasket og kontrollert for sjukdomsangrep. Råteskadde røtter ble gruppert som klosopp, grofleck eller "andre råter".

Nematoder

Nematoderegistreringene ble gjort på samme måte som i 2001.

C. Statistisk analyse

Plantesjukdomregistreringene

Tallene fra den siste registreringen av sopp-overlevelse ble brukt til statistisk analyse av laboratorieforsøkene. Varians- og regresjonsanalyse ble benyttet ved statistiske beregninger i de ulike forsøkene i laboratorium og felt.

Ugrasregistreringene

Variansanalyse (F-test) og LSD-test er utført på ugrasdataene ($p \leq 5 \%$).

Nematoderegistreringene

Statistisk analyse er utført med Students' T-test.

Resultater

A. Laboratorieforsøk: Varmerbehandling av gulrotpatogener (*in vitro*)

Tabell 1 viser gjennomsnittlig overlevelse av de fire test-patogenene; klosopp, gulrothvitfleक्सopp og de to grofleक्सoppene etter varmebehandling. Resultatene er også presentert i figur 1, der geometriske trendlinjer er tegnet inn for å prøve å angi laveste kombinasjon av tid og temperatur som dreper de ulike patogenene.

Figur 3 viser klart samme tendens for alle patogener, dvs. at det trengs lengst oppvarming ved lavest temperatur for å drepe disse.

Når helkorn ble knust og brukt som inokulum, var resultatet ikke overbevisende.

Veksthastigheten til soppkoloniene varierte mye, og flere av koloniene vokste sammen slik at tellinga ble usikker. Vi valgte derfor å utelate disse resultatene i rapporten.

Klosopp

Ved bruk av mycelplugg av klosopp ble det ikke observert noen signifikant forskjell i overlevelse (vekst) mellom kontroll (uten varmebehandling) og behandlingen ved laveste temperatur og kortest tid (46 °C i 5 min). Prosent overlevelse av klosopp ble imidlertid redusert når eksponeringstida økte fra 5 til 10 min, og ved 15 minutters behandling var soppen død ved 46 °C (se tabell 1). Ved 48 °C ble klosopp drept ved 10 minutters behandling. Forsøkene med helkorn som "smittestoff" viste omtrent de samme resultatene, bortsett fra at litt kortere eksponeringstid var nødvendig for å drepe denne type smitte (tabell 1, og vedlegg). Ved 60 °C var klosoppsmitten død ved 3 minutters behandling (tabell 1, figur 3).

Gulrothvitfleक्सopp

Mycelplugg med gulrothvitfleक्सopp (tabell 1, figur 3 og vedlegg 1) viser nær samme respons som klosopp, men tåler noe mindre varme enn denne. Når mycelplugg eller helkorn inokulert med gulrothvitfleक्स ble brukt som inokulum, var det ingen vekst ved 10 minutters eksponering ved 46 °C eller 2 minutter ved 60 °C. Sklerotier (hvilknoller) av gulrothvitfleक्सopp overlevde imidlertid 70 °C i 2 min.

Groffleक्सopper (*Pythium spp.*)

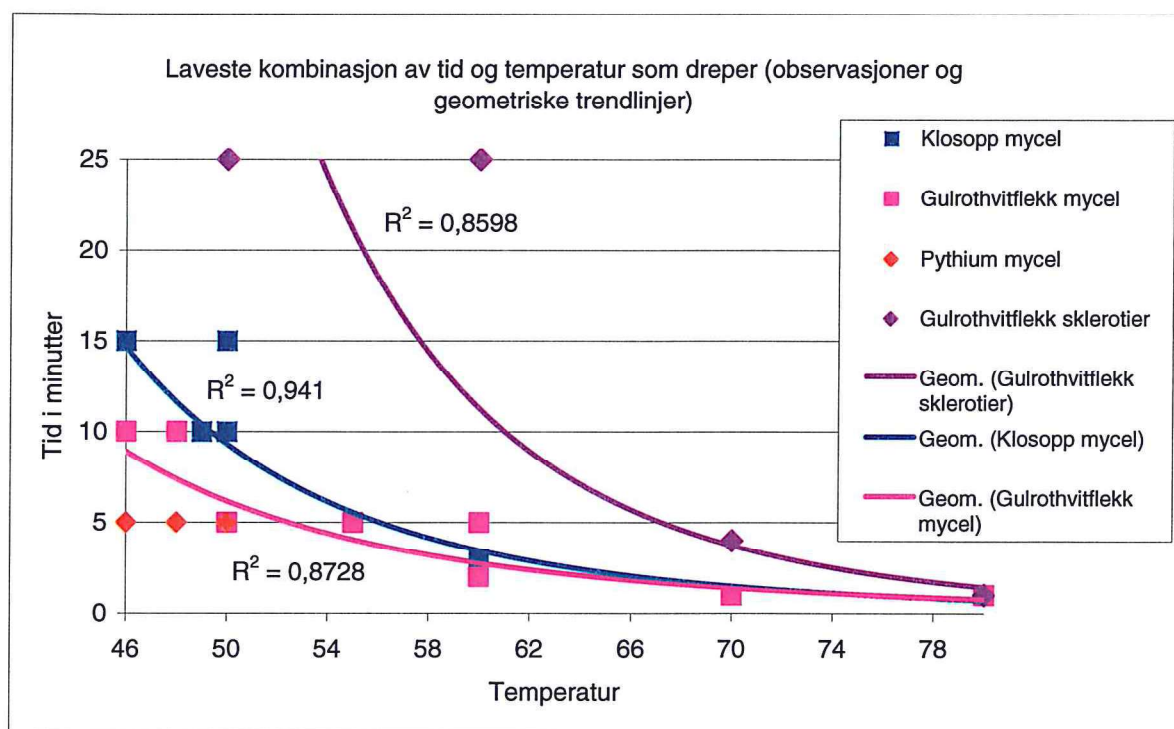
De to *Pythium* artene (tabell 1 og vedlegg 1) tålte selv ikke den laveste temperaturen (46 °C) og eksponeringstida.

Tabell 1. Vekst av klosopp, gulrothvitfleक्सopp og groffleक्सopper etter ulik varmebehandling. Gjennomsnittlig prosent overlevelse fra alle forsøkene i laboratoriet er angitt. For detaljer, se resultater fra enkeltforsøk i vedlegg 1.

Temp. °C	Tid i min.	Smitte/inokulum					
		Mycelplugger				Hele korn	Sklerotier
		Klosopp	Gulrothvitfl.	Grofflekk				Klosopp	Gulrothvitfl.
				<i>Pythium sulcatum</i>	<i>Pythium violae</i>		
Kontroll		100 (15)	100 (12)	100 (4)	100 (4)	77 (7)	83 (7)
46	5	100 (4)	100 (4)	0 (4)	0 (4)	-	-
	10	8 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	-	-
	15-30	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	-	-
48	5	65 (8)	58 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	-
	10-30	0 (8)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	-
49	5	80 (4)	-	-	-	0 (4)	-
	10-30	0 (4)	-	-	-	0 (4)	-
50	5	25 (11)	25 (4)	0 (4)	0 (4)	2 (8)	17 (3)
	10	0 (11)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (8)	17 (3)
	15	0 (11)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (8)	0 (3)
	20	0 (11)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (8)	8 (3)
	25-30	0 (11)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (8)	0 (3)
55	5-30	0 (3)	-	-	-	-	0 (3)
60	1	100 (4)	29 (8)	-	-	-	44 (4)
	2	25 (4)	0 (8)	-	-	-	50 (4)
	3	0 (4)	0 (8)	-	-	-	25 (4)
	4	0 (4)	0 (8)	-	-	-	39 (4)
	5	0 (7)	0 (11)	-	-	0 (4)	21 (7)
	6	0 (4)	0 (8)	-	-	-	13 (4)
	10	0 (3)	0 (4)	-	-	0 (4)	17 (7)
	15	0 (3)	0 (4)	-	-	0 (4)	0 (7)
	20	0 (3)	0 (4)	-	-	0 (4)	8 (7)
	25-30	0 (3)	0 (4)	-	-	0 (4)	0 (7)
67	5-30	-	-	-	-	0 (4)	-
70	1	0 (4)	0 (8)	-	-	-	25 (4)
	2	0 (4)	0 (8)	-	-	-	13 (4)
	3-6	0 (4)	0 (8)	-	-	-	0 (4)
80	1-6	0 (4)	0 (8)	-	-	-	0 (4)
90	1-6	0 (4)	0 (8)	-	-	-	0 (4)

Tallene i parentes er antall observasjoner/skåler

(-) ikke med i forsøket



Figur 3. Observasjoner og geometriske trendlinjer for laveste temperatur og eksponeringstid som dreper klosopp, gulrothvitflekkssopp og gropflekkssopper (*Pythium*). Dataene er hentet fra *in vitro* forsøkene.

B. Felteforsøk

B1. Jorddamping av laboratorieproduert inokulum

Tabell 2 nedenfor viser signifikante forskjeller i overlevelse mellom testsoppene; klosopp, gulrothvitflekkssopp og de to gropflekkssoppene ved 3 minutters eksponeringstid. Klosopp hadde størst overlevelsessevne og gropflekkpatogenene tålte minst varme. Gulrothvitflekkssopp var i en mellomstilling. Etter damping i 6 minutter var det meste av soppsmitten død, men det var spor av vekst hos klosopp og en av gropflekkpatogenene. Dette var også tilfelle for klosopp etter 9 minutters damping.

Temperaturmålingene i begge forsøksår viste at temperaturen i jorda i kontrollen (ubehandla) var ca 18 °C på behandlingstidspunktet. I 2001 kom ikke temperaturen i 15 cm skiktet høyere enn 23-24 °C i en av parallellene og litt over 40 °C i den andre parallellen ved 3 minutters behandling. Ved 6 og 9 minutters behandling var temperaturen over 70 °C i mer enn en time i jorda der posene med smitte lå. Temperaturmålingene fra feltet i 2002 viste at ved 3 minutters behandling kom aldri temperaturen over 55 °C, mens temperaturen holdt seg over 50 °C i ca en time i en av smitteradene. I en annen av de fire parallelle smitteradene (som var eksponert for samme behandling) kom ikke temperaturen over 34 °C. Ved 6 og 9 minutters behandlingstid var temperaturen over 70 °C i minst 50 minutter i alle de parallelle radene.

Tabell 2. Gjennomsnittlig prosent vekst av ulike sopper dyrket på helkorn etter ulik damping i jord (2 gjentak (år)) Totalt var det 80 observasjoner/skåler for 2 gjentak (år) med 5 korn per skål per behandling og per sopp.

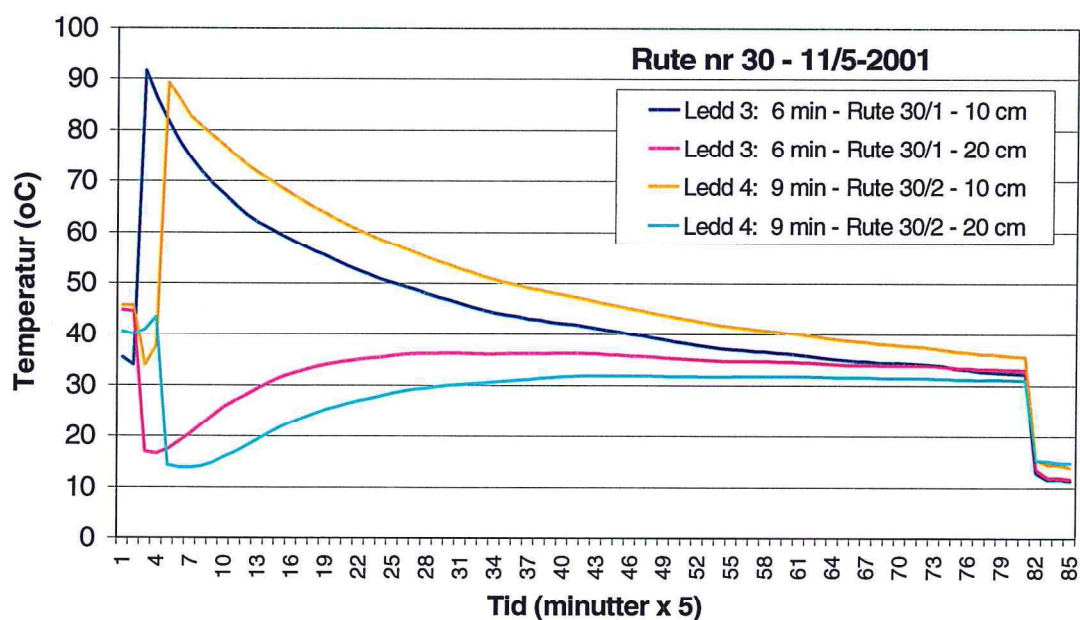
Patogener	Varighet av dampingen i min.			
	Kontroll	3	6	9
Klosopp	100	97 a	0,3	0,3
Gulrothvitfleksopp	100	60 b	0	0
Grofleksopp(<i>Pythium sulcatum</i>)	100	8,3 d	0	0
Grofleksopp(<i>Pythium violae</i>)	100	23 c	0,3	0
F-test, sign.nivå	i.s.		i.s.	i.s.
Patogen x varighet LSD (0.05)= 23,75				

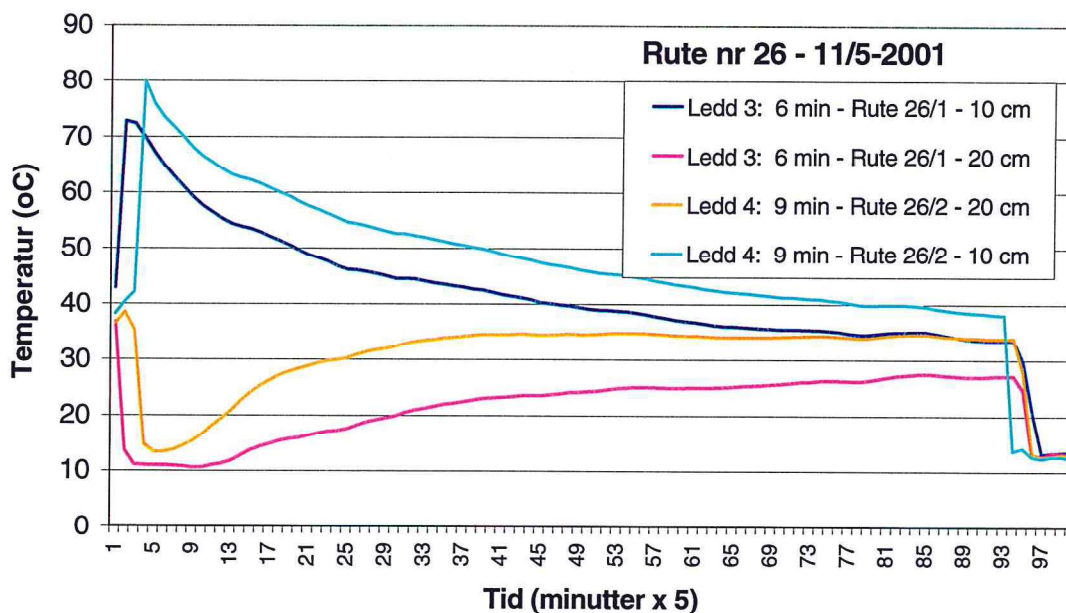
B2. Jorddamping av gulrotsenger på friland

B21. Temperaturmålinger

2001

De eneste vellykkete målingene ble gjort 11/5 der rutene ble delt i to, hvor det ble dampet 6 og 9 minutter i samme rute (se figur 4). Det var bare ved 10 cm jorddybde temperaturen ble hevet. I rute nr. 30 ble det for eksempel oppnådd 70 °C eller mer i ca. 25 og 45 minutter ved henholdsvis 6 og 9 minutters damping. I rute nr. 26 er disse periodene kortere, henholdsvis ca. 10 og 25 minutter. Måleresultatene fra de andre rutene er tatt med i vedlegg 3a.

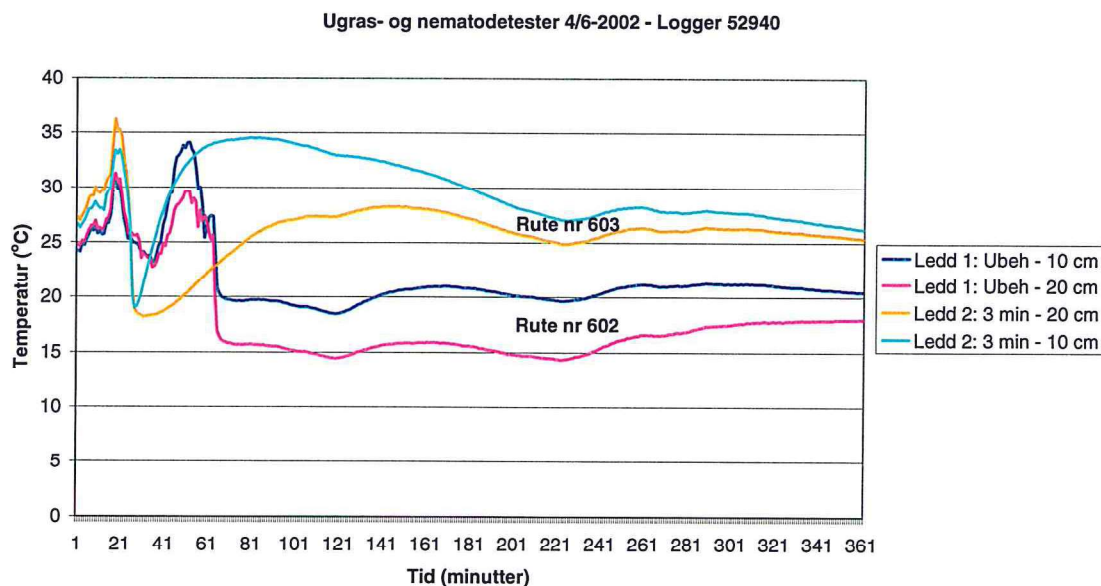




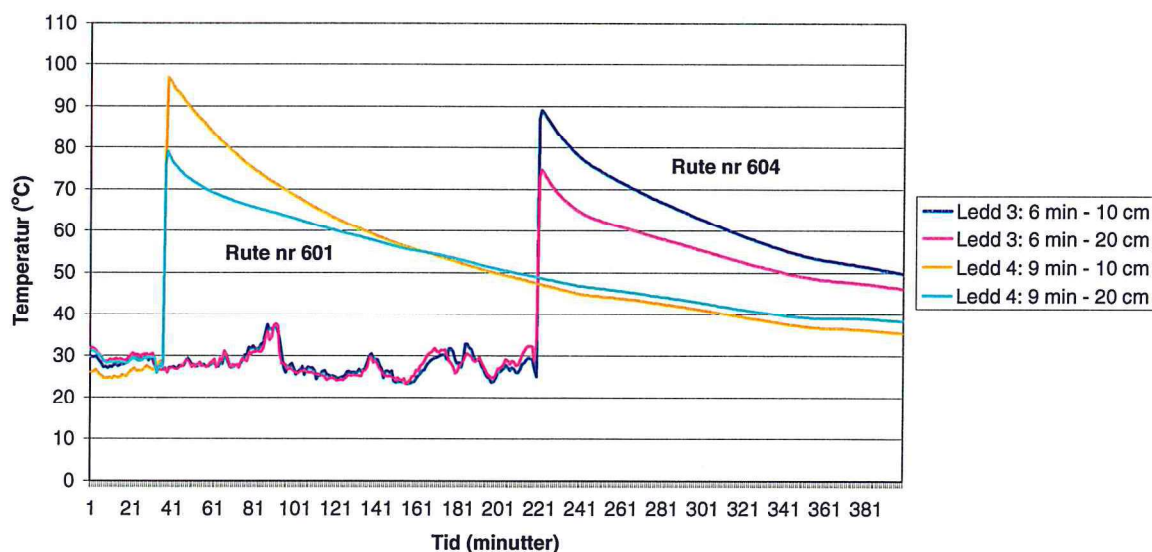
Figur 4. Temperaturdiagrammer for 2001 framstilt etter tall fra dataloggere der temperaturfølerne ble nedgravd på 10 og 20 cm jorddybde.

2002

I rute nr. 603, ved 3 minutters damping, kom temperaturen opp i nesten 35 °C ved 10 cm jorddybde, mens den ved 20 cm bare kom opp i ca. 27 °C (se figur 5). I kontrollruten (nr. 602) var temperaturen henholdsvis rundt 20° og 15° C ved de to dybdene. Ved 6 minutters damping (rute nr. 604) var temperaturen 70° eller mer 48 og 7 minutter ved henholdsvis 10 og 20 cm jorddybde. De tilsvarende tallene var 58 og 21 minutter ved h.h.v. 10 og 20 cm etter 9 minutters damping (rute nr. 601). Generelt kan en si at en oppnådde lengre perioder med varm jord i 2002 enn i 2001 ved de samme dampetidene. I tillegg ble også dypere jordlag oppvarmet. Den andre loggeren (nr. 52693) var dessverre i ustand da dampingen skulle foregå.



Ugras- og nematodetester 4/6-2002 - logger 52940



Figur 5. Temperaturdiagrammer for 2002 framstilt etter tall fra dataloggere der temperaturfølerne ble nedgravd på 10 og 20 cm jorddybde.

B22. Effekter på plantesjukdommer og avling

2001

Sjukdommer

Feltverten registrerte at klosopp ikke forsvant ved dampingen, men at angrepet ble sterkt redusert. I resten av gulrotåkeren, hvor det ikke var foretatt noen dampebehandling og som ble vasket og pakket ca 3 mnd tidligere, var det mye sterkere angrep av klosopp (data ikke tilgjengelige).

I de røttene som Planteforsk Plantevernet tok inn fra rutene og lagret ble det ikke funnet noen sikre forskjeller for noen av de aktuelle parametrene som ble undersøkt; friske, klosopp, gulrothvitflekk, gropflekk og andre råter. Det var imidlertid tendenser til noe mer friske røtter ved behandling enn i kontrollen (tabell 3).

Tabell 3. Friske og syke røtter registrert blant innsamla gulrot fra dampefelt hos O. Wirgenes, Kvelde i 2001. Felt/lagringsforsøk 2001/02

Forsøksledd	Friske		Ant. % klosopp				Vekt % klosopp
	Ant. %	Vekt %	Topp	Side	Rot	Totalt	
1. Kontroll – ubehandla	37,2	36,1	1,8	2,0	8,0	11,7	11,5
2. 6 min	48,7	47,6	3,2	2,0	6,3	11,6	12,3
3. 3 min	46,5	45,9	3,4	1,9	7,5	12,9	14,7
4a) 6 min	39,1	37,0	3,0	3,7	12,1	18,8	17,2
4b) 9 min	49,4	44,6	3,5	0,9	13,7	18,1	17,6
F-test, sign.nivå	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.
LSD 5%	-	-	-	-	-	-	-

Forsøksledd	Gulrothvitfleck		Gropfleck		Andre råter	
	Ant. %	Vekt %	Ant. %	Vekt %	Ant. %	Vekt %
1.	1,0	1,5	18,3	19,0	34,3	31,8
2.	0,4	0,5	19,4	18,6	20,5	21,1
3.	0,5	0,5	21,6	23,6	14,2	15,4
4a)	1,7	1,1	19,1	23,3	21,3	21,4
4b)	1,3	1,7	11,9	12,5	20,1	23,6
F-test, sign.nivå	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.
LSD 5%	-	-	-	-	-	-

2002

Avling

Størst avling ble oppnådd ved 50 % dampstyrke (3 min) (tabell 4). Det var også tendenser til økt avling i forhold til kontrollen ved normal dampestyrke, men det var ikke signifikante forskjeller mellom disse forsøksleddene. Ved 150 % av normal dampestyrke var det tendenser til redusert avling i forhold til ubehandla (kontroll), men forskjellene var ikke sikre.

Det var signifikant flere friske røtter etter lagring fra ruter som var behandlet med 100% dampstyrke enn fra de andre leddene. Andelen friske røtter var noe mindre ved 150 % dampestyrke, mens behandlingen med 50 % dampestyrke hadde minst friske røtter blant de ulike dampeleddene.

Sjukdommer

Klosopp var den dominerende sjukdommen i feltet, og det var i rotspissene det var mest klosopp. Antall røtter med klosopp og andre råter ble signifikant redusert ved bruk av damp i forhold til kontroll/ubehandlet. Innenfor kategorien "andre råter" var det mest bløt, udefinert råte og noe gråskimmel. Andelen røtter med gropfleck ble ikke redusert signifikant av dampingen. Det ble heller økt andel gropfleck ved lengst behandlingstid (150 % av normal dampestyrke) i forhold til ubehandlet (tabell 4).

Tabell 4. Avling og prosent friske og sjuke røtter fra dampefeltet hos *O. Wirgenes*, Kvelde i 2002. Felt/lagringsforsøk 2002/03

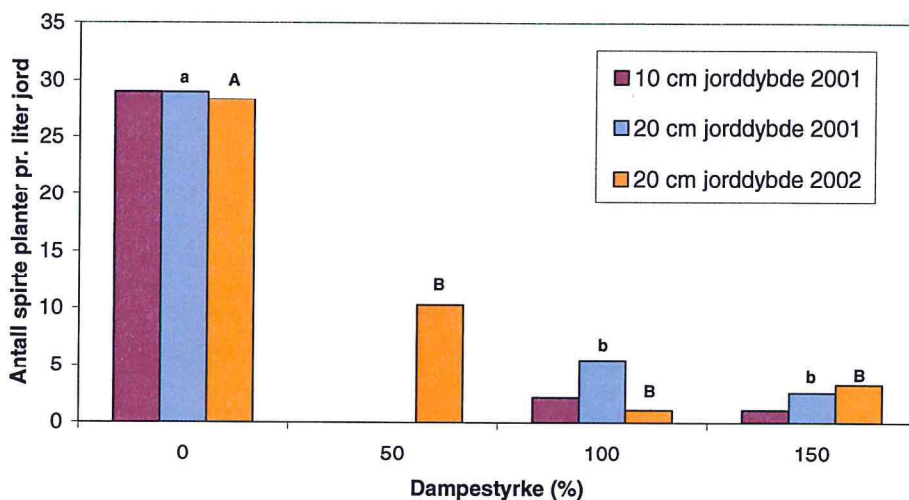
Forsøksledd	Dampetid	Avling kg per daa	Ant. % friske
1. Ubehandlet	-	3736 bc	25,9 c
2. 50 % dampestyrke	3 min	4713 a	39,0 bc
3. Normal dampestyrke (100 %)	6 min	4080 b	57,4 a
4. 150 % av normal dampestyrke	9 min	3346 c	43,6 b
F-test, sign.nivå, med kontroll		***	**
LSD 5%		527,0	13,2
F-test, sign.nivå, uten kontroll		***	*
LSD 5%		464,4	14,3

Forsøksledd	Ant. % klosopp i topp	Ant. % klosopp i side	Ant. % klosopp i spiss	Ant. % klosopp totalt	Ant. % gropflekk	Ant. % andre råter
1.	4,9	3,0	34,7 a	42,7 a	20,9 bc	10,6 a
2.	6,5	1,4	22,4 b	30,3 b	24,9 ab	5,8 b
3.	6,1	1,4	12,8 c	20,3 b	16,2 c	6,1 b
4.	4,9	1,1	14,5 bc	20,4 b	29,2 a	6,8 b
F-test, sign.nivå, med kontroll	i.s.	i.s.	***	**	*	*
LSD 5%	-	-	8,0	10,8	7,1	3,6
F-test, sign.nivå, uten kontroll	i.s.	i.s.	*	i.s.	**	i.s.
LSD 5%	-	-	7,3	-	7,0	-

B23. Effekter på ugrasfrøbank og ugrasframvekst

Frøbank

Gjennomsnittlig ble ugrasfrøbanken redusert til ca. 9 % av ubehandlet ledd ved damping 6 eller 9 minutter (gjennomsnitt av 10 og 20 cm jorddybde i 2001, 20 cm i 2002, og 6 eller 9 minutters damping, se figur 6). I 2002 ble også 3 minutters damping (50 % dampestyrke) vellykket, og ble med i beregningene. Denne dampestyrken klarte ikke å redusere frøbanken til mer enn ca. 36 % av ubehandlet.



Figur 6. Ugrasfrøbank etter damping. Søyler med ulike bokstaver er signifikant forskjellige.

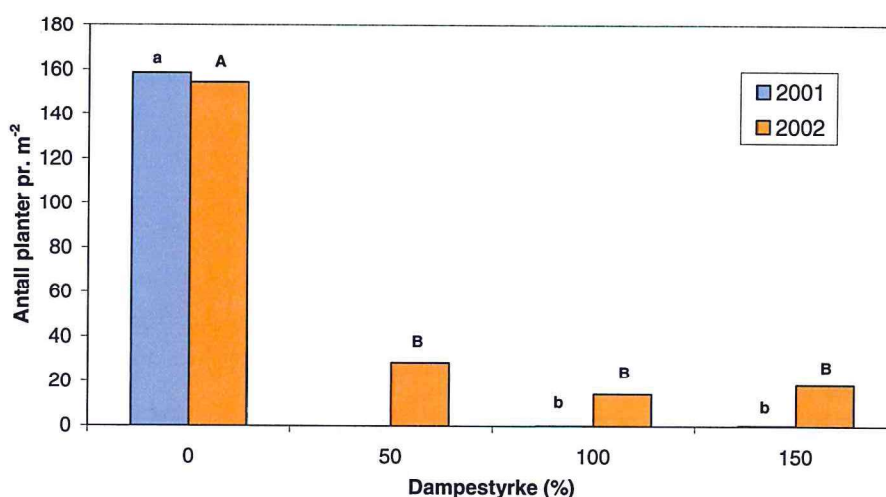
I 2001 ble det som nevnt foran tatt ut jordprøver fra både 0-10 og 10-20 cm jorddybde. Frøbanken i det grunneste jordlaget (0-10 cm) har blitt redusert mer enn i det dypeste (10-20 cm). Trolig ligger "dampfronten" i jordprofilen grunnere enn 20 cm, siden vi tross alt har fått redusert frøbanken i det dypeste jordlaget (10-20 cm), men ikke målt noen temperaturheving ved 20 cm (figur 4). Visuell observasjon i åkeren støtter denne teorien: I jordprøvehullene vokste det opp ugras som hadde spirt fra jordlag dypere enn dampefronten (se figur 7). De viktigste overlevende ugrasartene i frøbanken var åkergråurt, meldestokk og åkerstcmorsblom (flere arter er notert i tabell A1 og A6 i henholdsvis vedlegg 4 og 7).



Figur 7. Ugrasframvekst i ubehandlet rute (nr. 17) t.v. og i dampet rute (nr. 26-2 = 9 minutters damping = 150 % dampestyrke) t.h. Legg merke til ugrasveksten i jordprøvehullet nederst t.h. i den dampete ruten. Ugraset har vokst fram fra jordlag dypere enn "dampefronten" der ugrasfrøbanken er upåvirket. Begge bildene er tatt 15/6-2001.

Plantetetthet

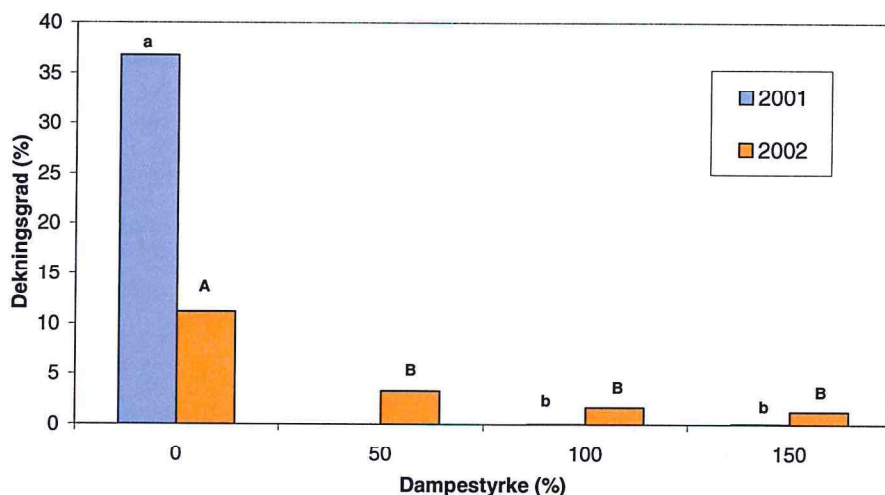
Gjennomsnittlig ble plantetettheten redusert til ca. 5,3 % av ubehandlet ledd ved damping 6 eller 9 minutter (gjennomsnitt av tallene i 2001 og 2002, og 6 eller 9 minutters damping, se figur 7 og 8). I 2002 ble også 3 minutters damping (50 % dampestyrke) med i beregningen. Denne dampestyrken reduserte plantetettheten til ca. 18 % av ubehandlet. I 2001 var dampingen særlig effektiv. De viktigste overlevende ugrasartene i framveksten var linbendel, meldestokk, tranehals og noe åkersvineblom (tabell A2 og A8 i henholdsvis vedlegg 5 og 8).



Figur 8. Plantetetthet etter damping. Søyler med ulike bokstaver er signifikant forskjellige.

Dekningsgrad

Gjennomsnittlig dekningsgrad av ugraset etter damping 6 eller 9 minutter (100 og 150 %) var 3,3 % av ubehandlet (se figur 9). Etter damping i 3 minutter (50 %) i 2002 overlevde ca. 14% av ugraset (se også tabell A9 i vedlegg 8).

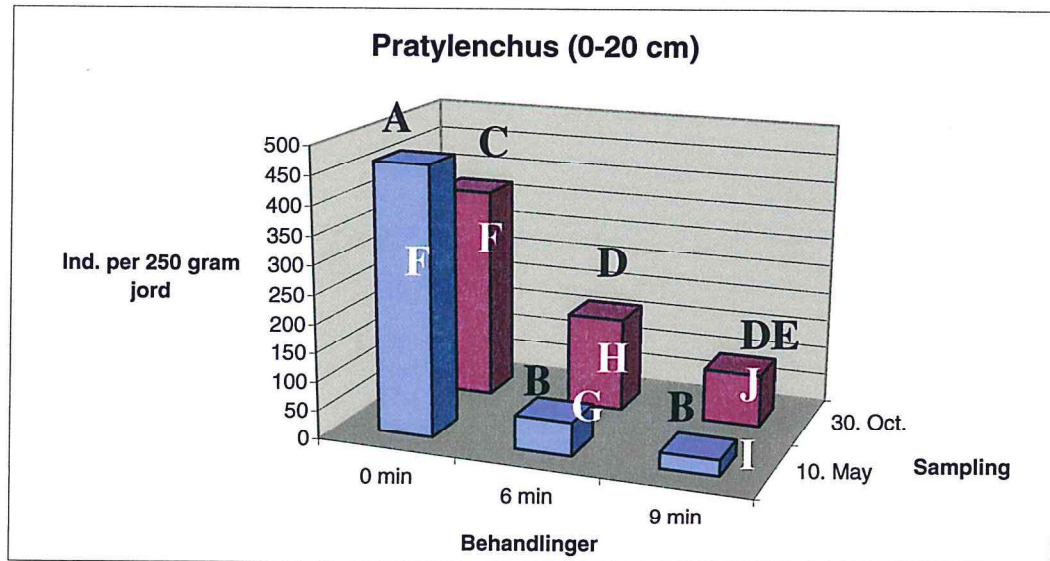


Figur 9. Dekningsgrad av ugraset etter damping. Søyler med ulike bokstaver er signifikant forskjellige.

B24. Effekter på nematoder

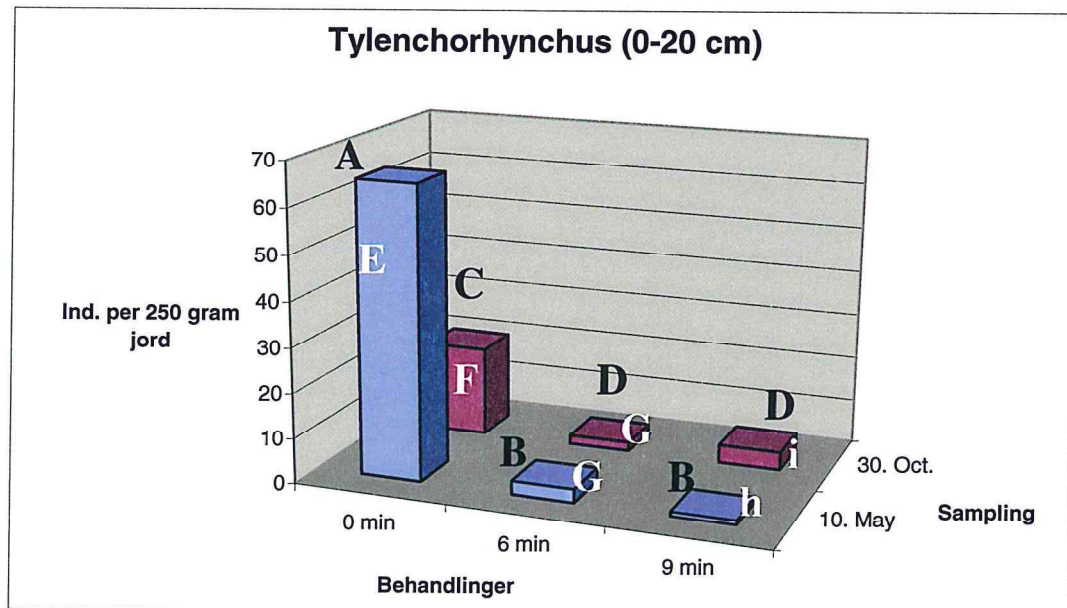
2001

Rotsårnematoder (*Pratylenchus*) hadde i mai før behandling en gjennomsnittlig populasjonstetthet (0-20 cm) på 467 individer pr. 250 gram jord (figur 10). Behandling med damp ga en sterk reduksjon i dette nivået. Damping i 6 minutter resulterte i gjennomsnittstetthet på 58 individer pr. 250 gram jord, en reduksjon på 87,6 %. Det tilsvarende nivået i 9 minutters behandlingen var 27 individer pr. 250 gram jord, en reduksjon på 94,2 %. Disse effektene var statistisk signifikante. Ved sluttprøvetakingen i oktober var det gjennomsnittlige populasjonsnivået i ubehandlet forsøksledd 371 individer pr. 250 gram jord. Denne endringen i forhold til nivået i mai er ikke statistisk sikker. Populasjonene i begge forsøksleddene med dypdamping er fortsatt gjennomsnittlig statistisk signifikant lavere enn kontroll, med tettheter på 164 og 91 individer pr. 250 gram jord for behandlingstidene 6 og 9 minutter, henholdsvis en reduksjon på 55,8 og 75,1 % sammenliknet med ubehandlet ledd. Damping i 9 minutter førte til statistisk signifikant lavere populasjonstetthet enn damping i 6 minutter. Populasjonsnivåene i forsøksledd med damping er statistisk signifikant høyere enn de nivåer som ble registrert etter de samme behandlingene i mai.



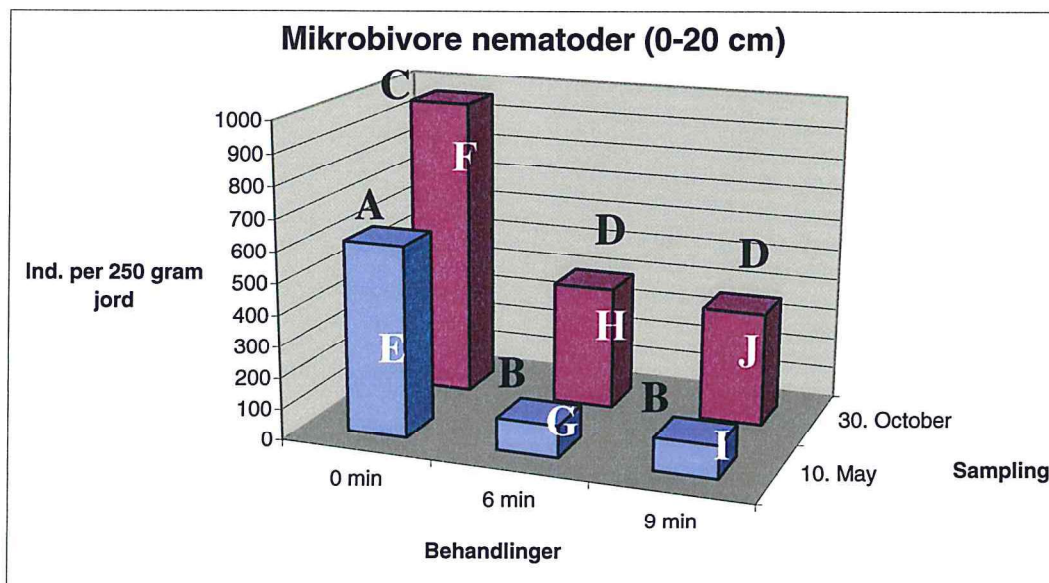
Figur 10. Effekter på rotsårnematoder (*Pratylenchus* spp) av damping og tidspunkt for prøveuttak i Kvelde i 2001. Mellom behandlinger og tidspunkter med ulik bokstav finnes statistisk signifikante ($p < 0,05$) forskjeller. A-E mellom behandlinger; F-J innom behandlinger.

Stuntnematoder (*Tylenchorhynchus*) ble i mai før behandling registrert i en gjennomsnittlig populasjonstetthet (0-20 cm) på 65 individer pr. 250 gram jord (figur 11). Behandlingen førte til statistisk signifikante nedganger i nematodetallene. Damping i 6 minutter resulterte i en gjennomsnittstetthet på 3 individer pr. 250 gram jord, en reduksjon på 95,4 %. Tilsvarende nivå i 9 minutters dampingen var så lavt som 1 individ pr. 250 gram jord, tilsvarende en reduksjon på 98,5 %. Ved sluttprøvetakingen var populasjonstetthetene i begge forsøksledene med dypdamping fortsatt statistisk signifikant lavere enn kontroll, og hadde gjennomsnittstettheter på 1,4 og 3,6 individer pr. 250 gram jord for behandlingstidene 6 og 9 minutter, som tilsvarer reduksjoner på 92 og 82 %. I oktober lå det gjennomsnittlige populasjonsnivået i ubehandlet forsøksledd på 20 individer pr. 250 gram jord, som var statistisk signifikant lavere enn i mai. Dette kan tyde på at gulrot ikke er en god vertsplante for *Tylenchorhynchus*. Mangel på en god vertsplante kan være en årsak til at nematodeoppformering stort sett er uteblitt i begge forsøksledene som blitt dampet.



Figur 11. Effekter på stuntnematoder (*Tylenchorhynchus* spp) av damping og tidspunkt for prøveuttak i Kvelde 2001. Mellom behandlinger og tidspunkter med ulike bokstaver finnes statistisk signifikante ($p < 0,05$) forskjeller. Liten bokstav viser tendens til forskjell ($0,10 > p > 0,05$) A-D mellom behandlinger; E-i innen behandlinger.

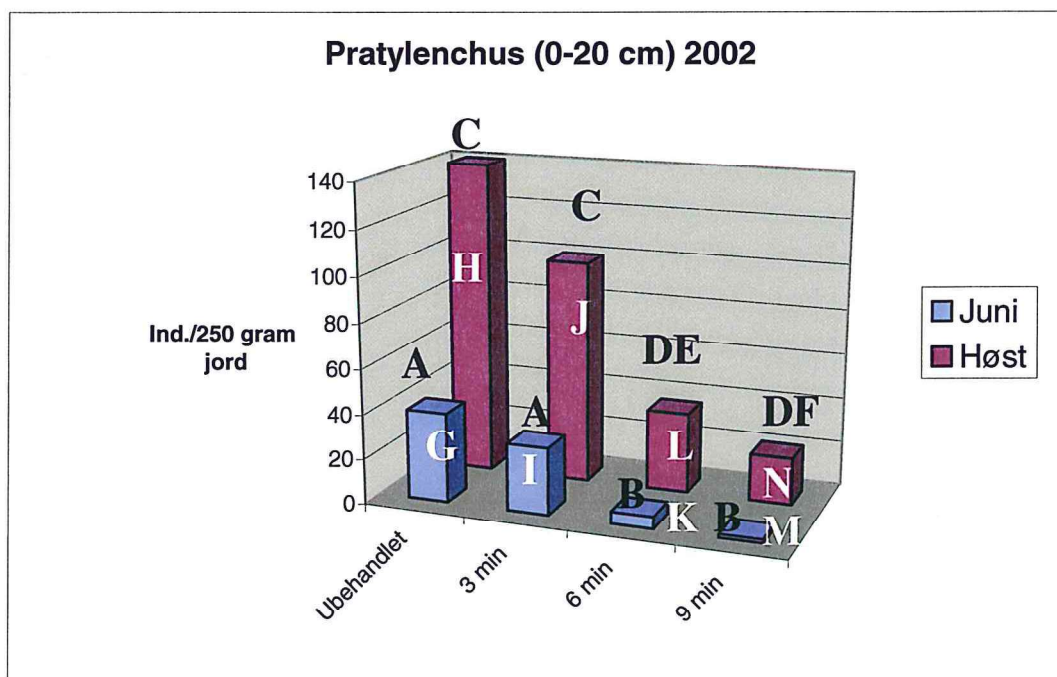
Mikrobivore nematoder (bakteriekonsumenter) hadde i mai før behandling en gjennomsnittlig populasjonstetthet (0-20 cm) på 613 individer pr. 250 gram jord (figur 12). Behandling med damp reduserte populasjonsnivået. Damping førte til en gjennomsnittstetthet på 103 individer pr. 250 gram jord i begge behandlingene, som tilsvarer en reduksjon på 83,2 % . . Reduksjonen var i begge tilfellene statistisk signifikant. Ved sluttprøvetakingen hadde det gjennomsnittlige populasjonsnivået i ubehandlet forsøksledd steget til 963 individer pr. 250 gram jord. Denne endringen er statistisk sikker. Populasjonene i begge forsøksleddene med dypdamping har fortsatt statistisk signifikant lavere gjennomsnittlig tetthet enn kontroll. De gjennomsnittlige tetthetene var her 394 og 393 individer pr. 250 gram jord, henholdsvis for behandlingstidene 6 og 9 minutter. Det tilsvarer en reduksjon av ca. 50 %. Disse populasjonsnivåene er imidlertid statistisk signifikant høyere enn de nivåer som ble registrert i mai.



Figur 12. Effekter på mikrobivore (bakteriekonsumerende) nematoder av damping og tidspunkt for prøveuttak i Kvelde 2001. Mellom behandlinger og tidspunkter med ulike bokstaver finnes statistisk signifikante ($p < 0,05$) forskjeller. A-D mellom behandlinger; E-J innen behandlinger.

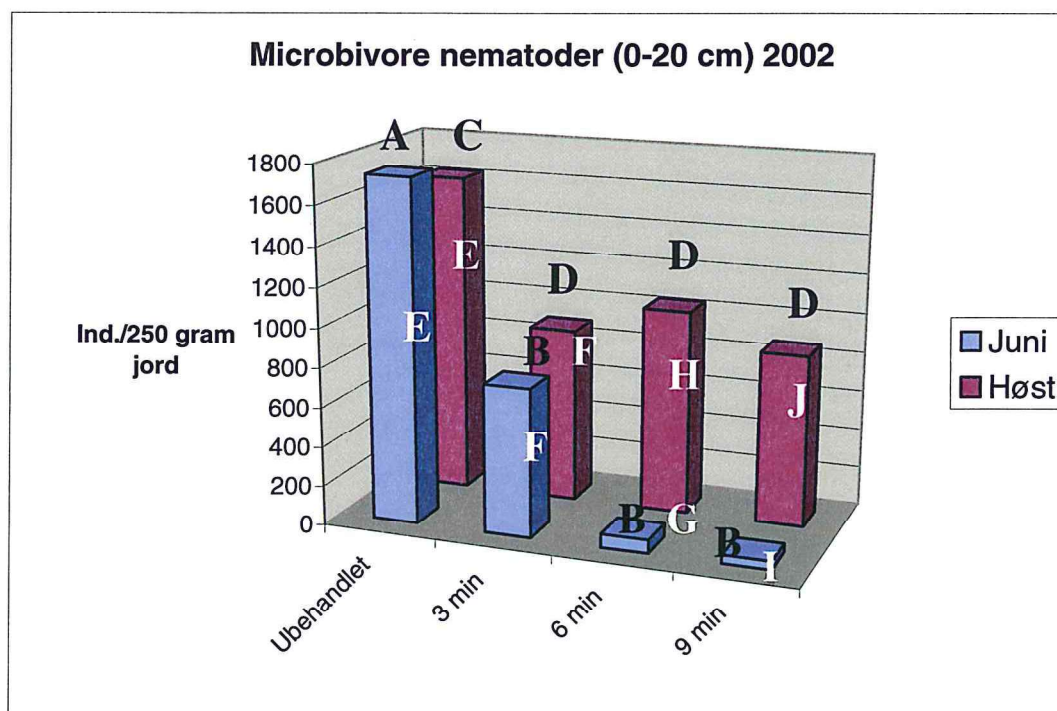
2002

I år 2002 ble analysearbeidet fokusert på rotsårnematoder (figur 13) og mikrobivore nematoder (figur 14). Tettheten av rotsårnematoder var betraktelig lavere enn i 2001. Gjennomsnittsnivået av nematodepopulasjonen i ubehandlet ledd var 5. juni 39,9 individer pr. 250 gram jord. Damping i 3 minutter hadde ikke statistisk signifikant effekt på rotsårnematodenes gjennomsnittstetthet, men damping i 6 og 9 minutter ga en statistisk signifikant reduksjon i nivået. Populasjonsnivået i forsøksledd med 6 og 9 minutters behandling var 5,3 og 1,5 individer pr. 250 gram jord, som tilsvarer reduksjoner av 86,7 og 96,2 %. I oktober lå det gjennomsnittlige populasjonsnivået i ubehandlet forsøksledd på 139,9 individer pr. 250 gram jord, som er statistisk signifikant høyere enn i juni. Ved sluttprøvetakingen lå populasjonstetthetene i ledd dampet for 6 og 9 minutter henholdsvis på 35,8 og 20,9 individer pr. 250 gram jord. Nematodepopulasjonen i disse behandlingene er fortsatt statistisk signifikant lavere enn ubehandlet kontroll, og damping i 9 minutter resulterte i statistisk signifikant lavere populasjonstetthet enn 6 minutter. Reduksjonene sammenliknet med ubehandlet ledd tilsvarer 74,4 og 85,1 % for 6 og 9 minutters damping.



Figur 13. Effekter på rotsårnematoder (*Pratylenchus* spp) av damping og tidspunkt for prøveuttak i Kvelde i juni og november 2002. Mellom behandlinger og tidspunkter med ulik bokstav finnes statistisk signifikante ($p < 0,05$) forskjeller. A-F mellom behandlinger; G-N innom behandlinger.

Mikrobivore nematoder hadde i juni før behandling en gjennomsnittlig populasjonstetthet (0-20 cm) på 1732 individer pr. 250 gram jord (figur 14). Behandling med damp reduserte populasjonsnivået. Damping i 3, 6 og 9 minutter førte til gjennomsnittstettheter på 752, 67,8 og 42,4 pr. 250 gram jord, som tilsvarer en reduksjon på henholdsvis 56,6, 96,1 og 97,6 %. Disse reduksjonene var alle statistisk signifikante. Ved sluttprøvetakingen i oktober tilsvarte populasjonsnivået i ubehandlet ledd nivået for juni. Dette kan også sies å gjelde for damping i 3 minutter, men tettheten er statistisk signifikant lavere enn for ubehandlet ledd. For de to sist nevnte leddene finnes derfor ingen statistisk signifikant endring i nematodetall over sesongen. Behandling i 6 og 9 minutter ga statistisk signifikant lavere populasjonstettheter enn ubehandlet kontroll. Reduksjonene i ledd med damping ligger på 36,1 og 46,1 % sammenliknet med ubehandlet ledd. Nematodetallene i de siste to leddene er imidlertid statistisk signifikant høyere enn nivåene som ble registrert etter behandling i juni. De mikrobivore nematodene er derfor ikke slått ut av dampingen.



Figur 14. Effekter på gruppen mikrobivore nematoder av damping og tidspunkt for prøveuttak Kvelde i juni og november 2002. Mellom behandlinger og tidspunkter med ulik bokstav finnes statistisk signifikante ($p < 0,05$) forskjeller. A-D mellom behandlinger; G-J innom behandlinger.

Diskusjon / konklusjon

Varmebehandling / damping av jord mot plantesjukdommer og effekter på avling

Laboratorieforsøkene viste at letaleksponering for mycelet til de ulike gulrotpatogenene klosopp, gulrothvitfleksopp og gropfleksopper er inntil 10 minutter ved 48-50° C og inntil 3 minutter ved 60 °C. Sklerotier (hvilkeknoller) av gulrothvitfleksopp måtte eksponeres i minst 25 minutter ved 60 °C eller minst 3 minutter ved 70 °C for å bli drept. Disse resultatene er på nivå med data om letalitet for andre sopporganismer i jord (Bollen 1985).

Så vidt vi kjenner til er dette de første undersøkelsene som er gjennomført med varmebehandling av disse gulrotpatogenene. Ved undersøkelser av mycelet tålte klosopp mest varme. Klosopp danner klamydosporer i mycelet som sannsynligvis er mer motstandsdyktige mot varme enn "vanlig" mycel. Sklerotiene til gulrothvitfleksoppen tålte imidlertid mest varme.

Laboratorieteknikken som ble benyttet gir en viss usikkerhet ved korte eksponeringstider. Eksempelvis overlevde mycel av klosopp ved 60 °C i 2 minutter. Mycelpluggene var plassert i eppendorfrør med 700 µl vann. Et eller to minutters oppvarming var sannsynligvis ikke nok for å gjennomvarme disse mycelpluggene.

I forsøkene med nedgravd smitte som ble dampet med det aktuelle utstyret, ble det ved den korteste behandlingstida (3 minutter) bare delvis oppnådd en temperatur som var effektiv. I 2001 ble det ikke oppnådd høyere temperatur enn ca 40 °C. I 2002 var det eksempelvis bare i en av radene at temperaturen kom over 50 °C, mens bare ca 35 °C ble oppnådd i en av de andre radene. Grunnen til ujevn temperatur mellom radene ved den korte dampetida er trolig at små ujevnheter i jorda er av stor betydning for hvordan fordelingen av dampen blir. Temperaturen i de ulike radene var svært jevn ved 6 og 9 minutters dampetid i begge forsøksårene. En kunne imidlertid forvente en noe bedre effekt av dampingen ut fra letaltemperaturene som ble registrert i laboratorieforsøkene. I laboratorieforsøkene ble imidlertid patogenene behandlet i vann, noe som gir en mer enhetlig behandling enn med tilføring av damp i jord.

I forsøk utført i Skottland var det i midlertid nok med 3 minutters dampbehandling ved 50 °C eller 60 °C med påfølgende 8 minutters "hvileperiode" for å drepe ulike patogener. Dersom smitten var tørr ved behandling måtte temperaturen heves til 80 °C for å drepe sklerotier av storknolla råtesopp (Mariska et al. 2003).

Dybdamping hadde ikke en entydig positiv effekt på totalavlingen. Kort dampetid førte til mer avling enn ubehandla, mens 150 % av normal dampestyrke hadde ikke samme effekt. Normal dampestyrke lå i en mellomstilling. Det kan være ulike årsaker til dette, men det mest nærliggende er å tenke at "sterk" damping også dreper mange av de nyttige organismene i jorda, og at dette kan påvirke veksten negativt.

Dybdamping reduserte prosent andel røtter med klosopp etter langtidslagring til omtrent det halve i forhold til kontrollen. Det var en tendens til mest sjukdomsreduksjon ved å øke dampestyrken fra 50 % til 100 %, og dette er også naturlig ut fra temperaturdataene. Det ble likevel betydelig angrep av klosopp på gulrøttene etter damping. Høy temperatur ble målt helt ned til 20 cm jorddybde. Levende smitte fra dypere jordlag kan ha påvirket resultatet, da klosopp overlever lenge i jord (Hermansen et al. 1997). Innsmitting av klosopp til feltet kan heller ikke utelukkes, men luftspredning av klosopp-sporer ser ut til å være ubetydelig under våre forhold (Hermansen & Amundsen 2000).

Det var betydelig med gropfleck etter ulike dybdampingsbehandlinger i 2002. Dette var uventet siden *Pythium* er blant de artene som er enklest å drepe med varme. Ved oppgjør av lagringsforsøket våren 2003 hadde imidlertid klosopp "prioritet" ved sjukdomsgraderingen. Det vil si at røtter som hadde klosopp ikke ble gruppert under kategorien gropfleck. Dette kan forstyrre resultatene noe. Det var imidlertid tendenser til redusert andel røtter med gropfleck ved 100 % dampestyrke i forhold til ubehandla ledd. Ved 150 % dampestyrke var det derimot signifikant mest gropfleck. Dette kan tyde på at sterk damping har drept konkurrerende organismer i en slik grad at en rekolonisering av gropflecksoppene (*P. sulcatum* og *P. violae*) har blitt enklere.

Damping av jord mot ugrasfrøbanken

Forsøkene i dette brukerstyrte prosjektet har vist at damping av jord i gulrot på friland er velegnet for å redusere ugrasfrøbanken (figur 6).

I danske forsøk ble arter som åkersvineblom, vassarve og tunrapp fullstendig bekjempet dersom jordtemperaturen ble hevet til 70 °C ned til 2,5 cm jorddybde, og ble fastholdt i 6-9

minutter (Bødker & Noye 1994). Effekten kan vare opptil flere måneder. Nyere stripedampingsforsøk i økologiske grønnsaker, også i Danmark, viser tilsvarende letale temperaturer for gjetertaske, meldestokk, balderbrå, hønsegras og grasugras (Melander *et al.* 2002). I Storbritannia har nye laboratorieforsøk vist at 60 °C dampebehandling i 3 minutter, fulgt av en 8 minutter hvileperiode, var nok til å drepe frø av meldestokk og kveke (Mariska *et al.* 2003).

Ifølge figur 4 og 5 synes kravet om temperaturer over 70 °C i minimum 6-9 minutter å være oppfylt, i 2002 også ved jorddybde mer enn 10 cm, dersom det dampes minimum 6 minutter. Hvor varig effekten av en damping er for de kommende år, kan bare nye forsøk vise.

Damping av jord mot framvekst av ugras

Den sanerende effekten av dampingen mot ugrasfrøbanken, bekreftes ytterligere ved den reduserte plantetettheten og dekningsgraden av ugraset i kulturen (figur 8 og 9). Det synes som om 3 minutters damping (50 %) er i snaueste laget for få bukt med ugraset. At bare 3,3 % av ugraset overlevde etter 6 og 9 minutters damping, dersom dekningsgrad ble lagt til grunn, er betryggende. Det er jo det ugraset som virkelig vokser fram og fortrenger kulturplantenes vekst som er problemet, ikke de uspirte frøene i frøbanken.

Damping av jord mot nematoder

Kontrollnivåene som ble oppnådd i disse forsøkene er statistisk sikre og høye. For rotsårnematoder (*Pratylenchus* spp.) sett over år lå reduksjonene på mellom 86,7 - 96,2 % etter behandling, og fortsatt på nivåer mellom 55,8 - 85,1 % ved høsting. For stuntnematoder (*Tylenchorhynchus* spp.) ble det i 2001 oppnådd kontrollnivåer på 95,4 - 98,5 % etter behandling og 82 - 92 % ved høsting. Disse reduksjonene er like bra eller bedre enn den grad av nematodekontroll som rapporterts oppnådd ved solarisering av nematodeinfiserte arealer på sydlige lokaliteter (Whitehead 1998), og i nivå med de kontrolleffekter som nås med nematicider (Yeates & Coleman 1982). Mikrobivore nematoder ble også redusert i tetthet, med effekter i størrelsesorden 83,2 - 97,6 % etter behandling, og viste fortsatt en reduksjon på 36 - 50 % ved høsting. Typisk for denne gruppen nematoder er at reduksjonene målt ved høsting er lavere enn for rotsår- og stuntnematoder. Det er viktig å notere at mikrobivore nematoder, som har viktige funksjoner i nedbrytingen av organisk material og nærstoffsirkuleringen i jord (Yeates & Coleman 1982), ikke er slått ut av damping. Dette tyder på at disse populasjonene i dampet jord lett kan reetableres og på normal måte oppformerer på sin næringsressurs.

Generelt

Feltforsøkene ble imidlertid bare gjennomført etter planen i 2002 siden feltverten høstet forsøksfeltet i 2001. Det vil derfor være en fordel om feltforsøkene kan gjentas for å trekke sikrere konklusjoner vedrørende effektene damping har på avling og skadegjørere i gulrot.

Resultatene fra prosjektet viser at bruk av dypdamping kan redusere sjukdommer forårsaket av jordboende patogener i gulrot. Damping er et miljøvennlig alternativ til kjemisk

bekjempelse av plantepatogener, ugras og skadenematoder, og kan være et viktig bidrag til at forbrukere kan tilbys produkter uten bruk av kjemiske plantevernmidler.

Litteratur

Bergjord, A.K., A. Engødegård, A. Hermansen, H. Sjørnsen, B. Hammeraas, C. Magnusson og L. Sundheim 1999. Damping av jord mot sopp, ugras og nematoder. *Grønn forskning* nr. 21/99: 1-21.

Bollen, G.J. 1985. Lethal temperatures of soil fungi. I Ecology and management of soilborne plant pathogens. Eds. Parker, C.A., Rovira, A.D., Moore, K.J., Wong, P.T.W., Kollmorgen, J.F., The American Phytopathological Society, USA, s. 191-193.

Bødker, L. og G. Noye 1994. Effekten af varmebehandling af overfladejord i nåletræssåbede over ukrudt og rodpatogene svampe. *11. Danske Planteværnskonference / Skadedyr og Sygdomme*, 239-248.

Hermansen, A., Amundsen, T., Taksdal, G., Dragland, S., Synnevåg, G., Flønes, M. & Sundheim, L. 1997. *Mycocentrospora acerina* in carrots; Effects of crop rotation on disease incidence. *Annals of Applied Biology* 131: 399-411.

Hermansen, A. & Amundsen, T. 2000. Records of air borne *Mycocentrospora acerina* conidia in and near carrot plots. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science* 49: 258-264.

Mariska, C.A. van Loenen, Y. Yzanne, C.E. Mullins, N.E.H. Feilen, M.J. Wilson, C. Leifert og W.E. Seel 2003. Low temperature-short duration steaming of soil kills soil-borne pathogens, nematode pests and weeds. *European journal of plant pathology* 109: 993-1002.

Melander, B., T. Heisel og M. Heide 2002. Stribedampning af ukrudt i økologiske grønsager. I Den nasjonale kongress for økologisk landbruk 2002 (Thomas Cottis red.), Rapport nr. 3 (Høgskolen i Hedmark): 9-16.

Sjørnsen, H. 2001. Change of the weed seed bank during the first complete six-course crop rotation after conversion from conventional to organic farming. *Biological agriculture & horticulture* 19(1): 71-90.

Whitehead, A. G. 1998. Nematode Control. CAB International (Wallingford, UK). 384 sider.

Vedlegg

- 1) Resultater av varmebehandlingsforsøk med gulrotpatogener på laboratoriet 2001-2003
- 2a) Feltkart 2001
- 2b) Feltkart 2002
- 3a) Temperaturmålinger ugras- og nematodetester 2001
- 3b) Temperaturmålinger sopptester 2001
- 3c) Temperaturmålinger ugras- og nematodetester 2002
- 3d) Temperaturmålinger sopptester 2002
- 4-8) Ugrasarter ved dypdamping

VEDLEGG 1 - Resultater av varmebehandlingsforsøk med gulrotpatogener på laboratoriet 2001-2003

Forsøk 1. Vekst (prosent) av ulike gulrotpatogen (mycelplugger) etter ulik varmebehandling. Gjennomsnitt av 4 gjentak med 6 enheter i hvert gjentak.

Temp.C	Tid i min.	Patogener			
		Klosopp	Gulrothvitflekk	<i>Pythium sulcatum</i>	<i>Pythium violae</i>
Kontroll		100a	100 a	100 a	100 a
46	5	100 a	100a	0 d	0 d
	10	3,33 d	0 d	0 d	0 d
	15	0 d	0 d	0 d	0 d
	20	0 d	0 d	0 d	0 d
	25	0 d	0 d	0 d	0 d
	30	0 d	0 d	0 d	0 d
48	5	62,5 b	29,17c	0 d	0 d
	10	0 d	0 d	0 d	0 d
	15	0 d	0 d	0 d	0 d
	20	0 d	0 d	0 d	0 d
	25	0 d	0 d	0 d	0 d
	30	0 d	0 d	0 d	0 d
50	5	33,33 c	0 d	0 d	0 d
	10	0 d	0 d	0 d	0 d
	15	0 d	0 d	0 d	0 d
	20	0 d	0 d	0 d	0 d
	25	0 d	0 d	0 d	0 d
	30	0 d	0 d	0 d	0 d
Temp X sopp LSD (0,05)= 21,31					

**Forsøk 2. Vekst (prosent) av klosopp (mycelplugger og helkorn) etter ulik varmebehandling.
Gjennomsnitt av 4 gjentak med 6 enheter i hvert gjentak for mycelplugger og
4 gjentak med 8 enheter (helkorn) per gjentak**

Temp. C	Tid i min	Mycelplugger	Helkorn	
Kontroll		100 a	62,63 a	
	5	41,67c	0 c	
48	10	0 d	0 c	
	15	0 d	0 c	
	20	0 d	0 c	
	25	0 d	0 c	
	30	0 d	0 c	
	5	79,17 b	0 c	
49	10		0 c	
	15	0 d	0 c	
	20	0 d	0 c	
	25	0 d	0 c	
	30	0 d	0 c	
	5	41,67c	3,13 b	
50	10	0 d	0 c	
	15	0 d	0 c	
	20	0 d	0 c	
	25	0 d	0 c	
	30	0 d	0 c	
mycelplugger		LSD (0,05) = 39,64		

**Forsøk 3. Vekst (prosent) av klosopp (helkorn) etter ulik varmebehandling.
Gjennomsnitt av 2 gjentak med 4 enheter (helkorn) per gjentak**

Temp. C	Tid i min.	Helkorn	
Kontroll		62,5 a	
50	5	0 b	
	10	0 b	
	15	0 b	
	20	0 b	
	25	0 b	
	30	0 b	
	5	0 b	
60	10	0 b	
	15	0 b	
	20	0 b	
	25	0 b	
	30	0 b	
67	5	0 b	
	10	0 b	
	15	0 b	
	20	0 b	
	25	0 b	
	30	0 b	
Temp LSD (0,05) =3,31			

Forsøk 4. Vekst (prosent) av gulrothvitflekk (mycelplugg og sklerotier) etter ulike varmebehandlinger. Gjennomsnitt av 3 gjentak med 5 enheter i hvert gjentak for mycelplugg og 3 gjentak med 4 enheter (sklerotier) per gjentak

Temp. C	Tid i min	Mycelplugg	Sklerotier
kontroll		100 a	91,67a
50	5	0 b	16,67b
	10	0 b	16,67b
	15	0 b	0 b
	20	0 b	8,33b
	25	0 b	0 b
	30	0 b	0 b
55	5	0 b	0 b
	10	0 b	0 b
	15	0 b	0 b
	20	0 b	0 b
	25	0 b	0 b
	30	0 b	0 b
60	5	0 b	16,67b
	10	0 b	16,67b
	15	0 b	0 b
	20	0 b	8,33b
	25	0 b	0 b
	30	0 b	0 b
mycelplugg LSD (0,05) =0			
sklerotier LSD (0,05) =16,94			

**Forsøk 5. Vekst (prosent) av gulrothvitflekk og klosopp (mycelplugger) etter ulik varmebehandling.
Gjennomsnitt av 4 gjentak med 6 enheter per gjentak**

Temp. C	Tid i min.	Klosopp	Gulrothvitflekk
kontroll		100 a	100 a
60	1	100 a	100 a
	2	50 b	0 c
	3	0 c	0 c
	4	0 c	0 c
	5	0 c	0 c
	6	0 c	0 c
70	1	0 c	0 c
	2	0 c	0 c
	3	0 c	0 c
	4	0 c	0 c
	5	0 c	0 c
	6	0 c	0 c
80	1	0 c	0 c
	2	0 c	0 c
	3	0 c	0 c
	4	0 c	0 c
	5	0 c	0 c
	6	0 c	0 c
90	1	0 c	0 c
	2	0 c	0 c
	3	0 c	0 c
	4	0 c	0 c
	5	0 c	0 c
	6	0 c	0 c
sopp LSD (0,05)= 6,36			

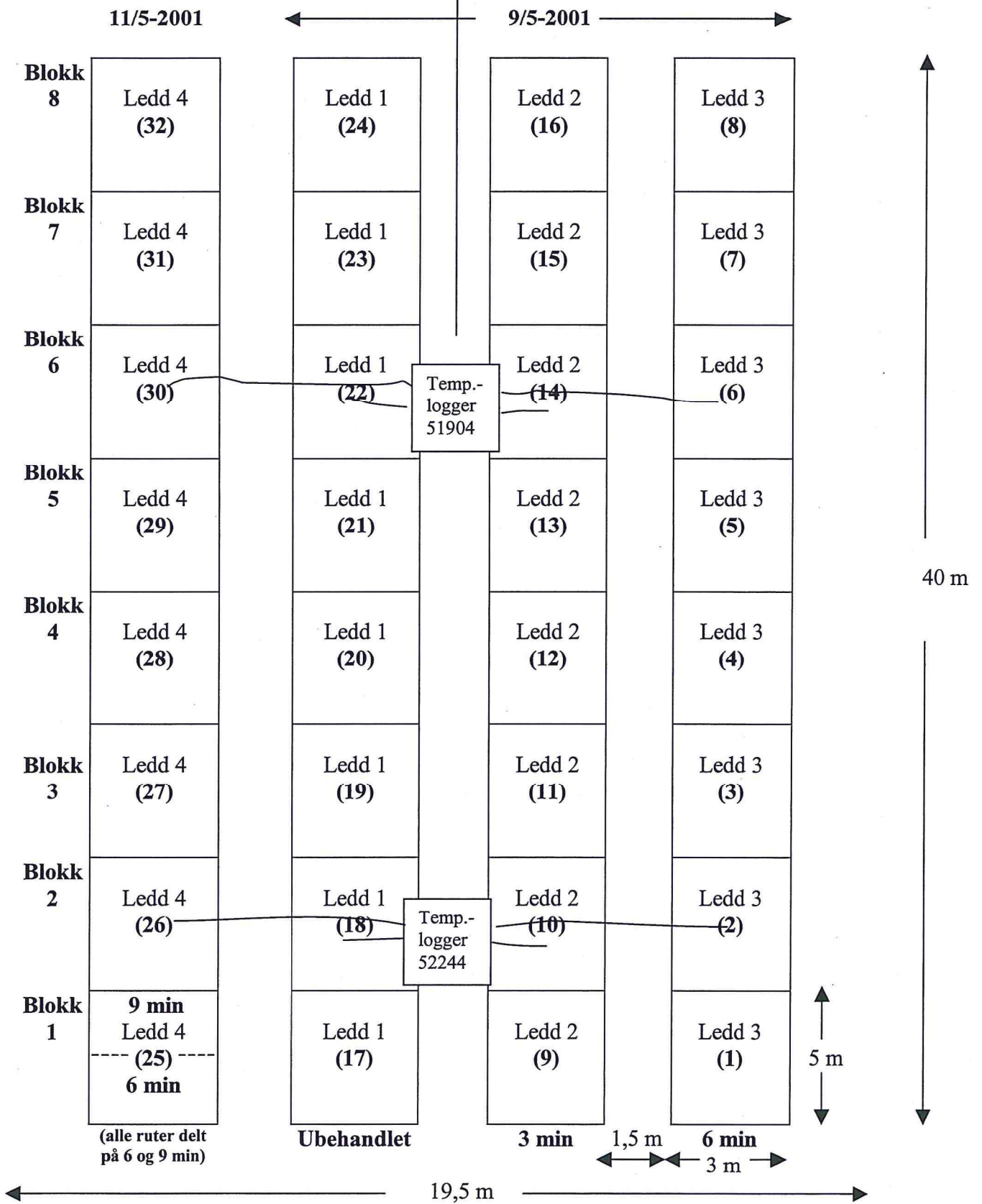
Forsøk 6. Vekst (prosent) av gulrothvitflekk (mycelplugg og sklerotier) etter ulike varmebehandlinger. Gjennomsnitt av 4 gjentak med 6 enheter per gjentak for mycelplugg og 4 enheter per gjentak for sklerotier

Temp. C	Tid i min	Mycelplugg	Sklerotier
Kontroll		100 a	75 a
60	1	58,33 b	43,75 b
	2	0 c	50 b
	3	0 c	25 b
	4	0 c	37,5 b
	5	0 c	25 b
	6	0 c	12,5 b
70	1	0 c	25 b
	2	0 c	12,5b
	3	0 c	6,25b
	4	0 c	0 b
	5	0 c	0 b
	6	0 c	0 b
80	1	0 c	0 b
	2	0 c	0 b
	3	0 c	0 b
	4	0 c	0 b
	5	0 c	0 b
	6	0 c	0 b
90	1	0 c	0 b
	2	0 c	0 b
	3	0 c	0 b
	4	0 c	0 b
	5	0 c	0 b
	6	0 c	0 b
mycelplugg LSD (0,05) = 11,00			
sklerotier (0,05) = 26,608			

VEDLEGG 2a

Kjøreretning

FELTKART 2001

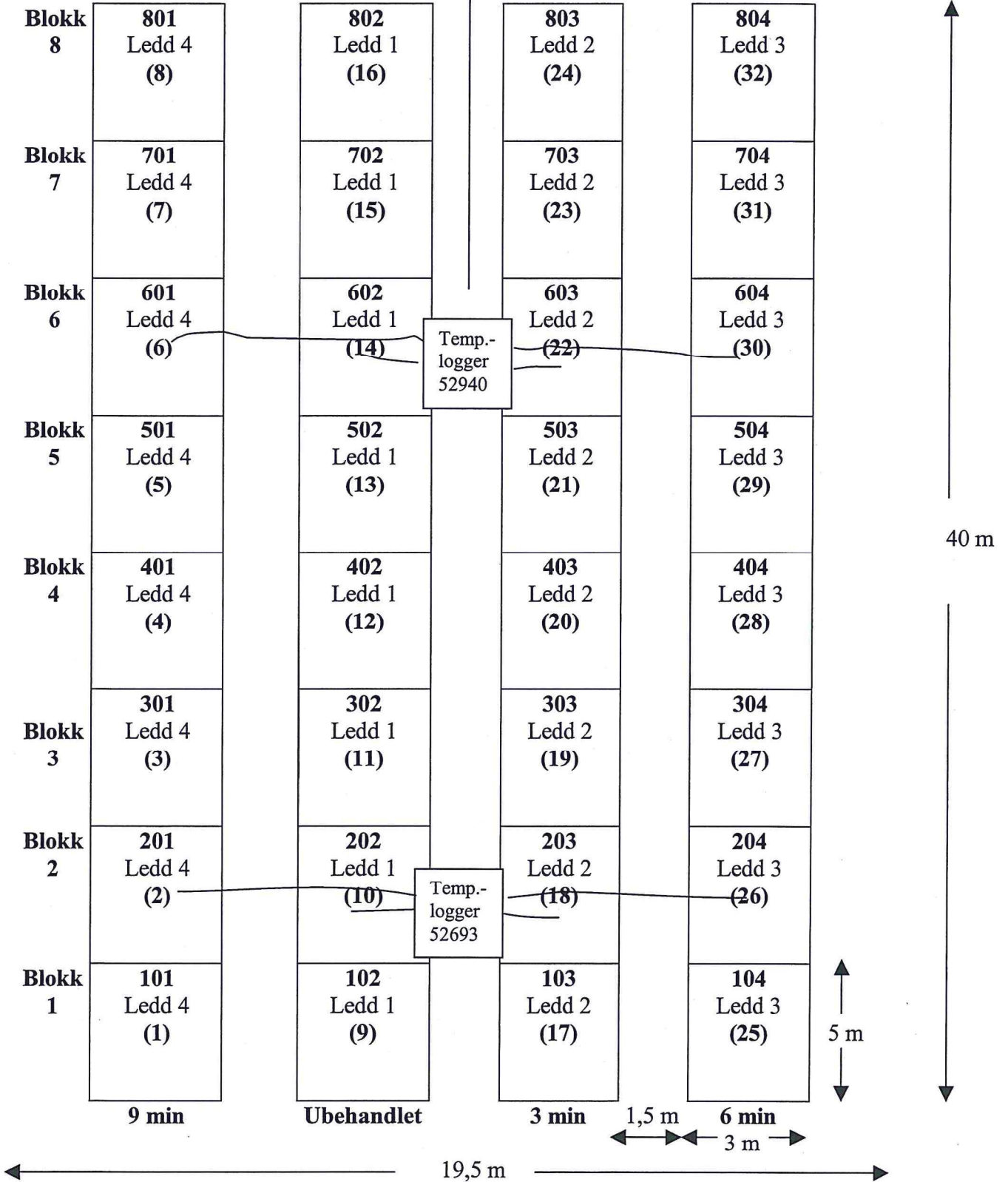


2 følere per rute, plasseres 10 og 20 cm over hverandre

VEDLEGG 2b

Kjøreretning

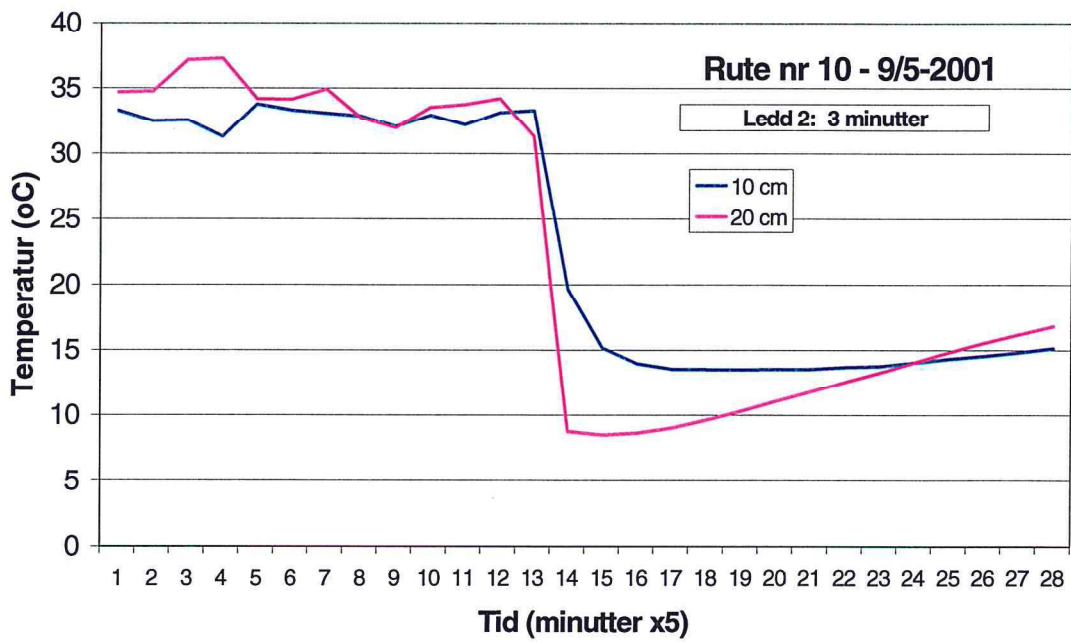
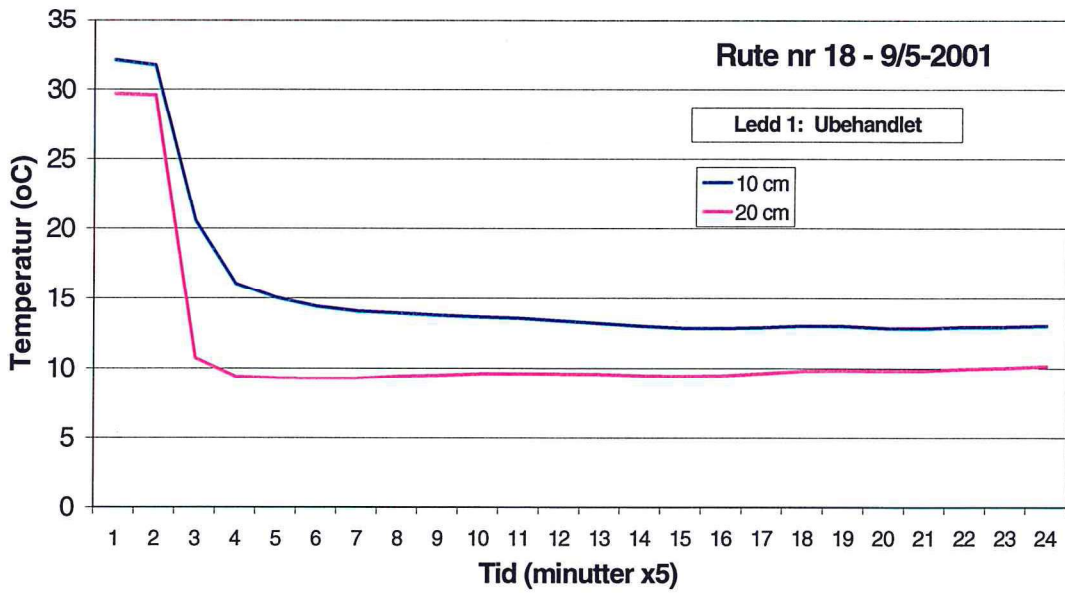
FELTKART 2002

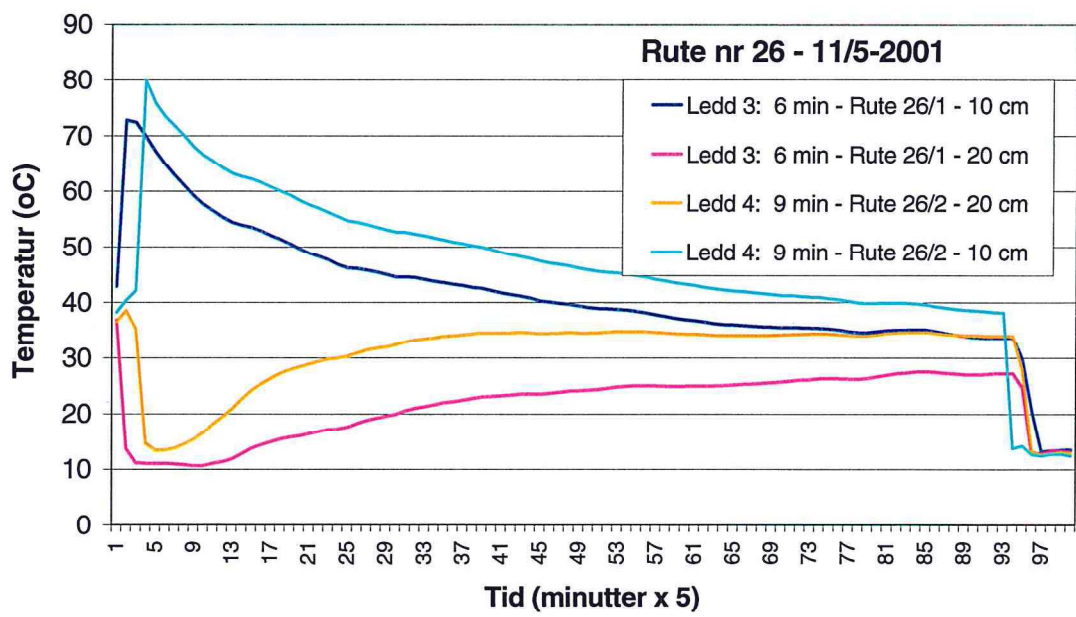
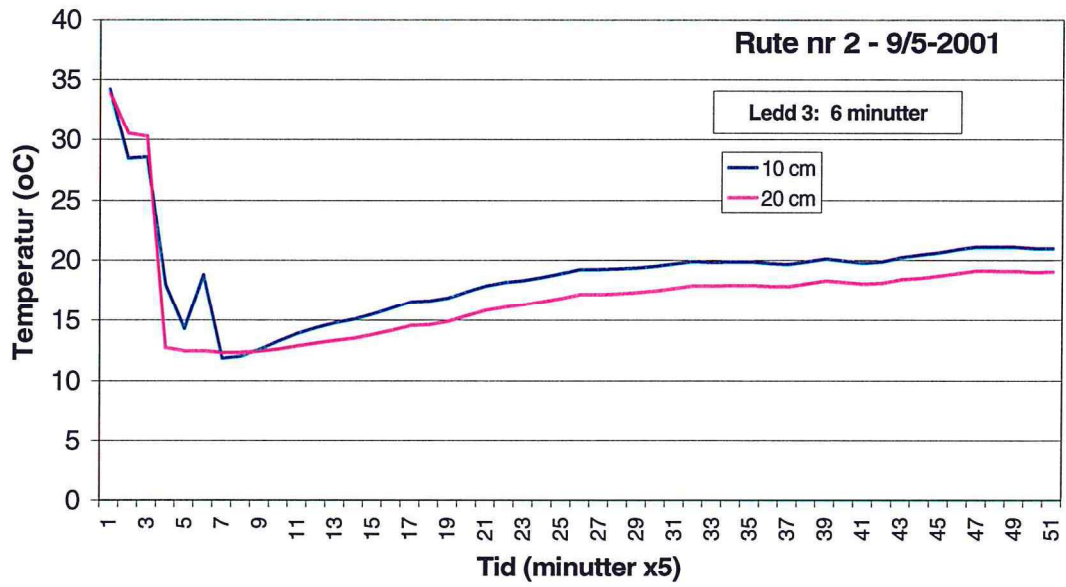


2 følere per rute, plasseres 10 og 20 cm over hverandre

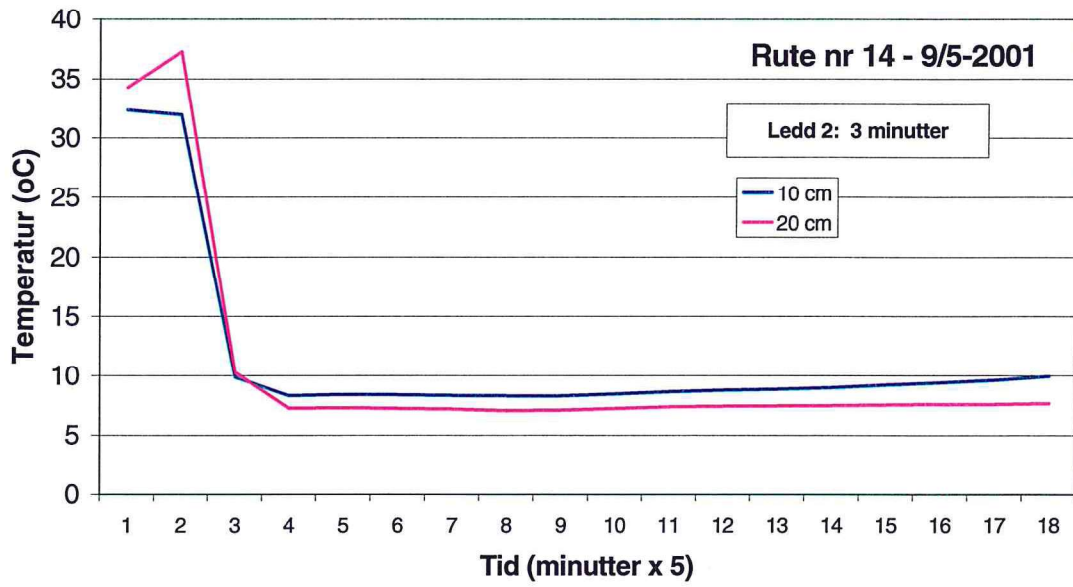
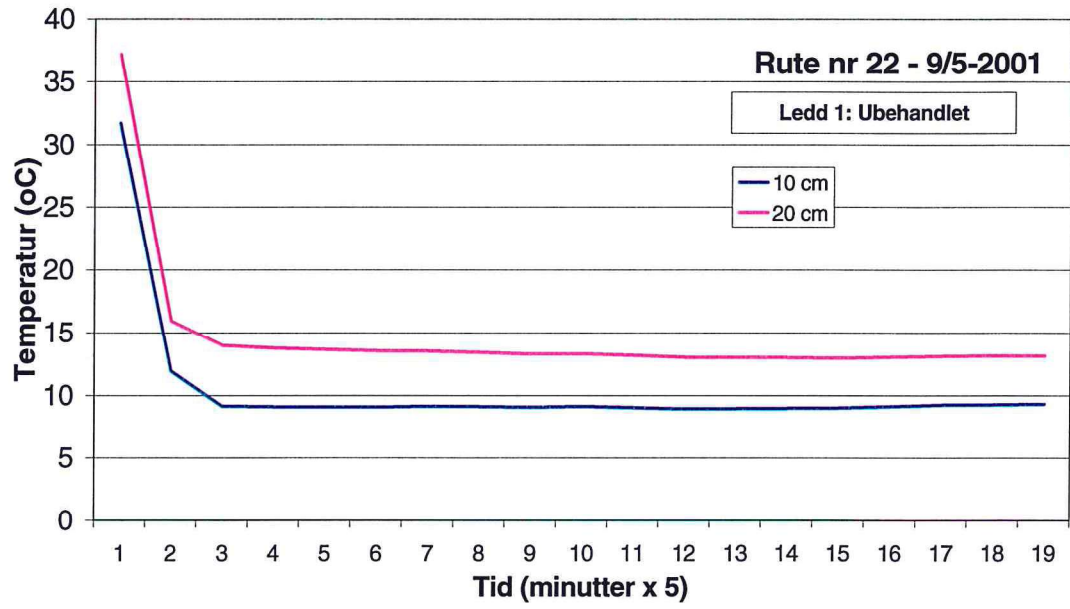
VEDLEGG 3a **Temperaturmålinger ugras- og nematodetester 2001**

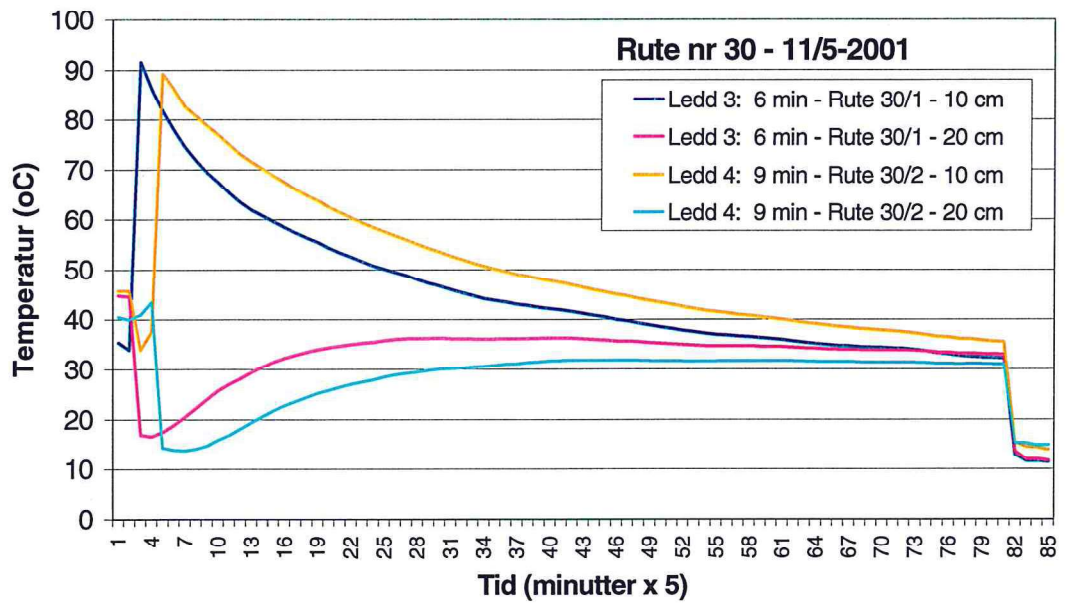
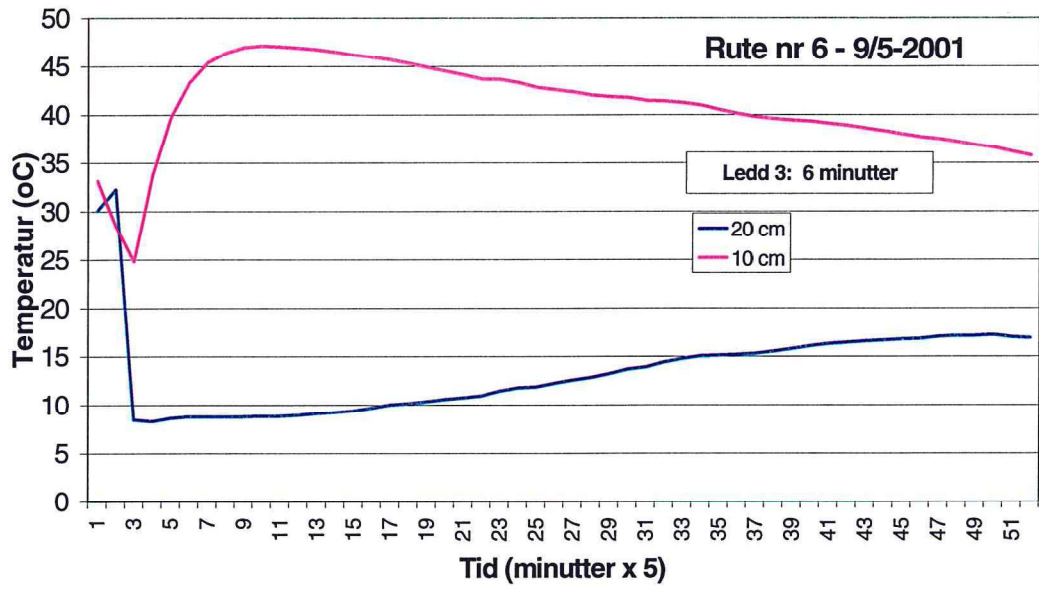
Temperaturlogger 52244:





Temperaturlogger 51904:

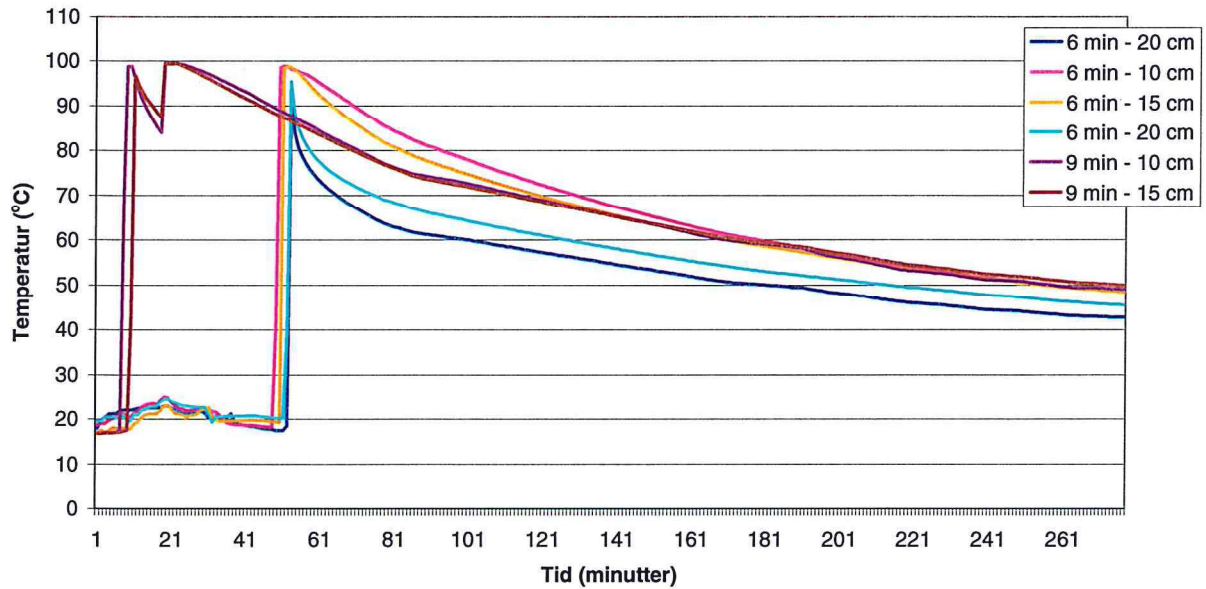




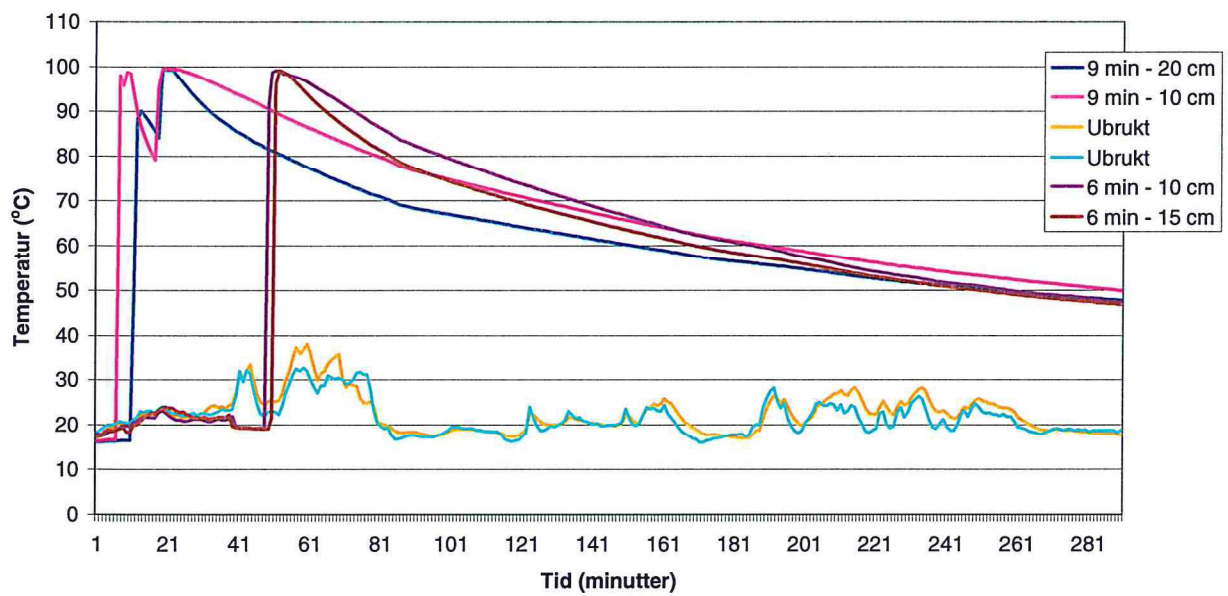
VEDLEGG 3b Temperaturmålinger sopptester 2001

Temperaturlogger 52244:

Sopptester - Logger 52244_B - 28/5-2001

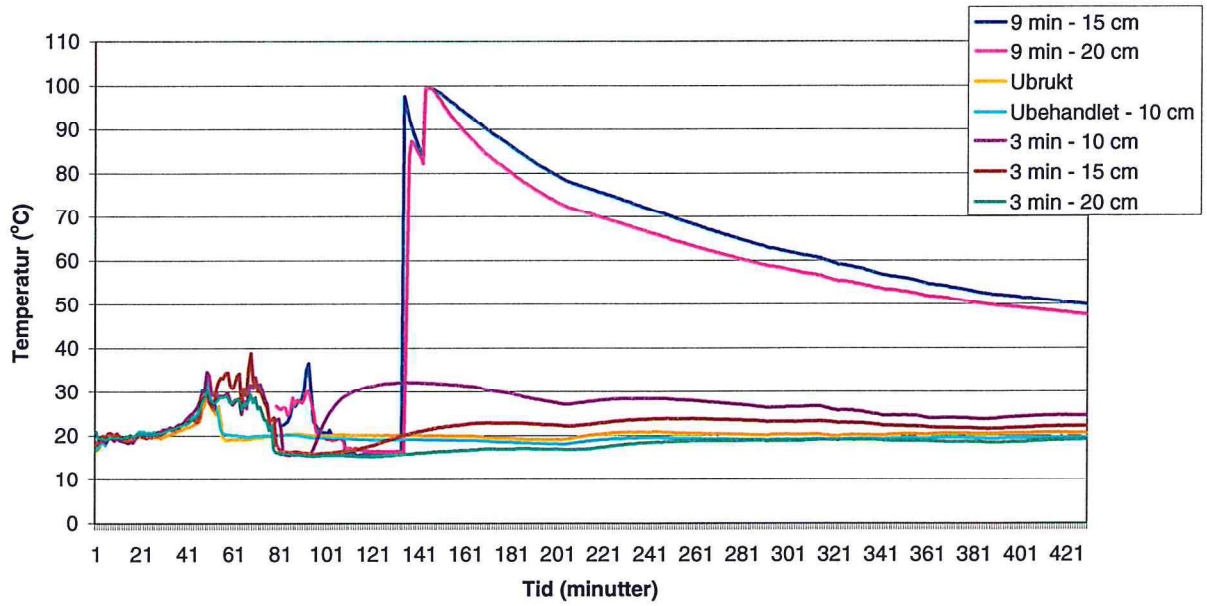


Sopptester - Logger 52244_B - 28/5-2001

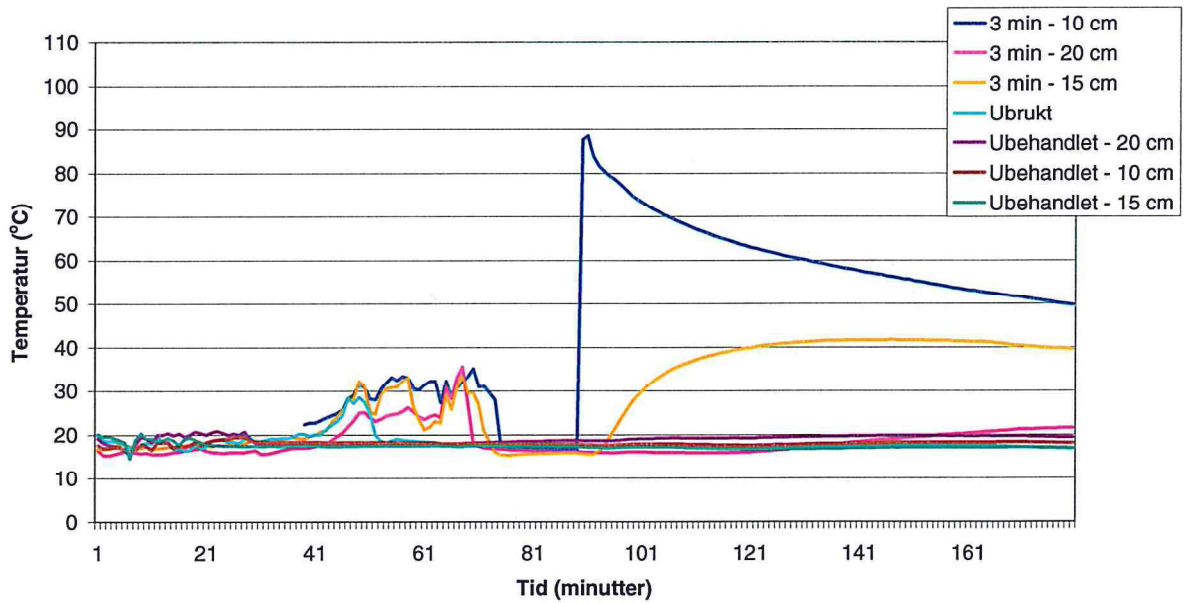


Temperaturlogger 51904:

Sopptester - Logger 51904_B - 28/5-2001



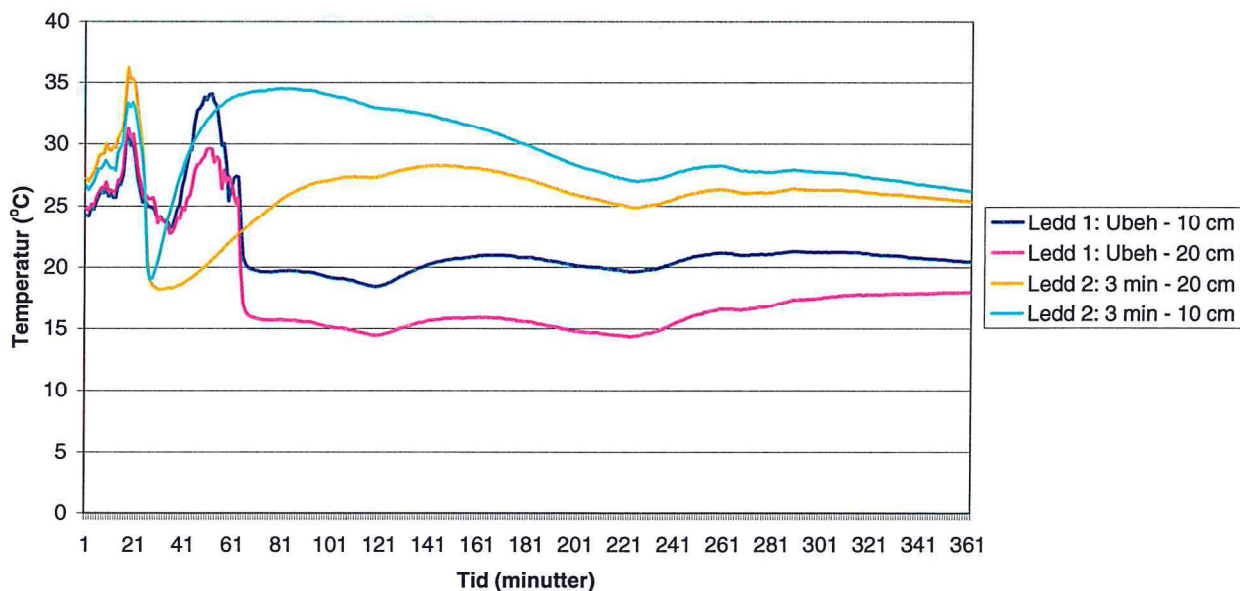
Sopptester - Logger 51904_B - 28/5-2001



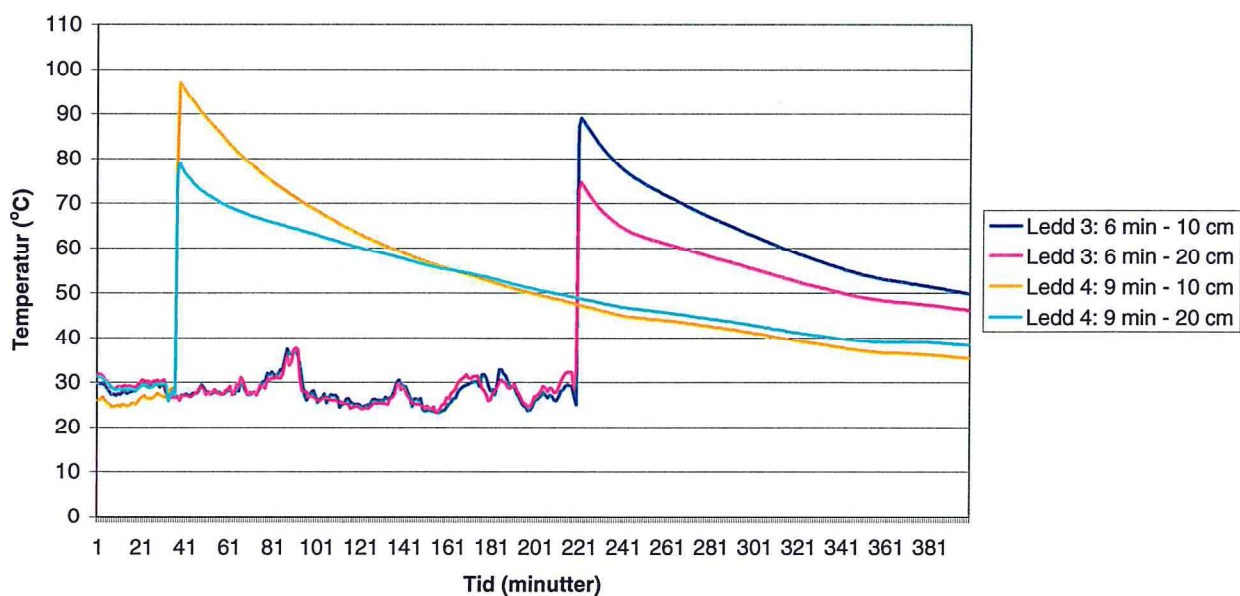
VEDLEGG 3c Temperaturmålinger ugras- og nematodetester 2002

Temperaturlogger 52940:

Ugras- og nematodetester 4/6-2002 - Logger 52940



Ugras- og nematodetester 4/6-2002 - logger 52940

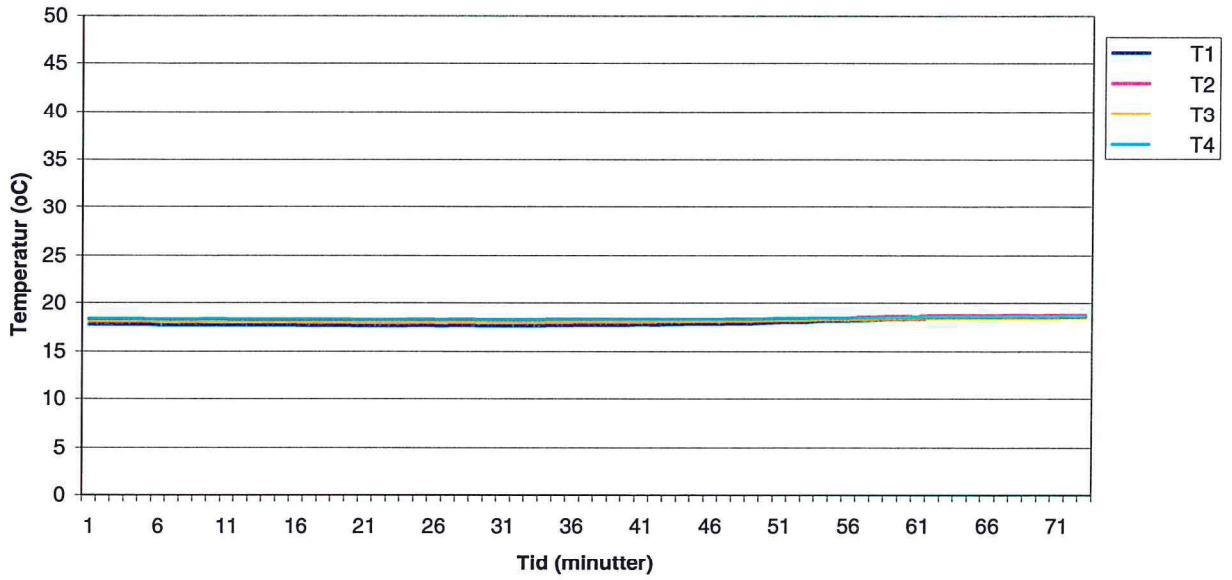


NB! Temperaturlogger 52693: i ustand.

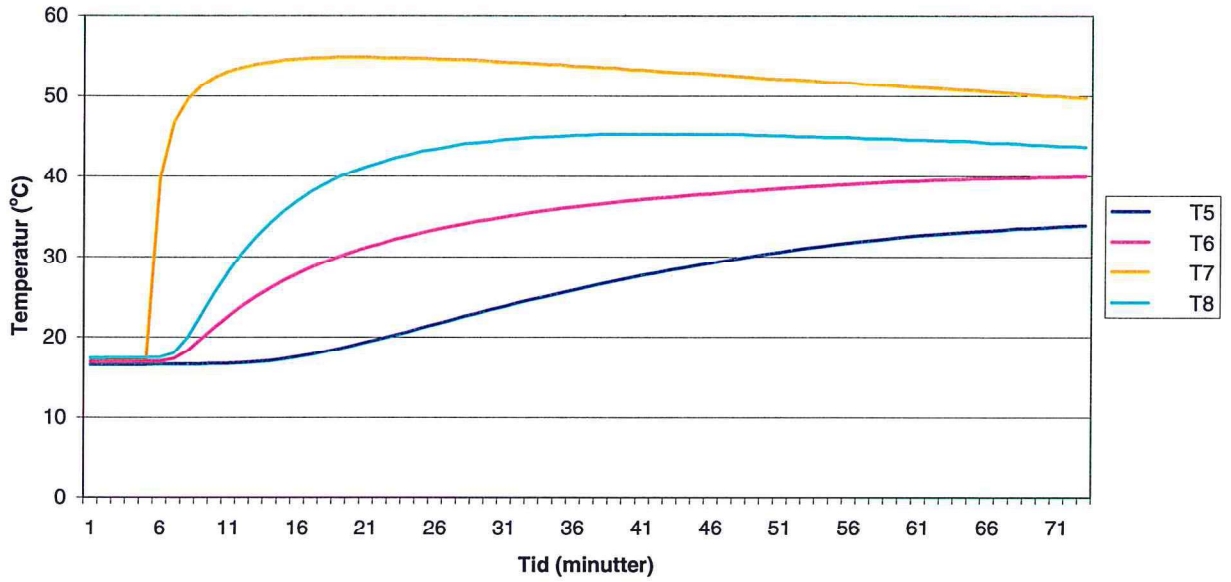
VEDLEGG 3d Temperaturmålinger sopptester 2002

Temperaturlogger 52940:

Sopptester 17/6-2002 - Ubehandlet / kontroll - Logger 52940

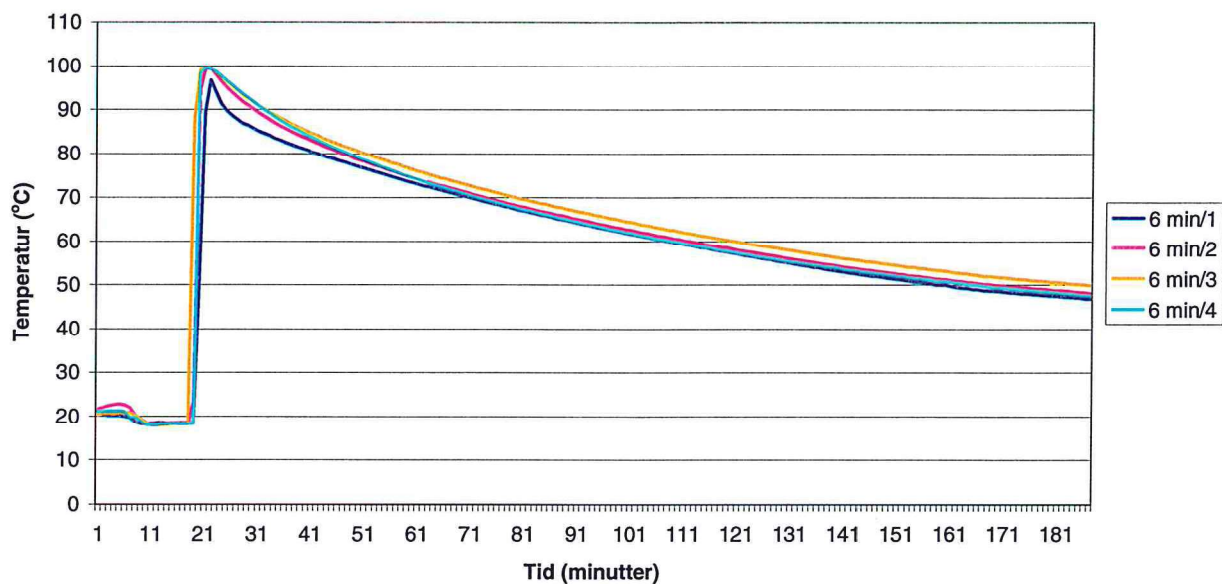


Sopptester 17/6-2002 - 3 minutters behandling - Logger 52940

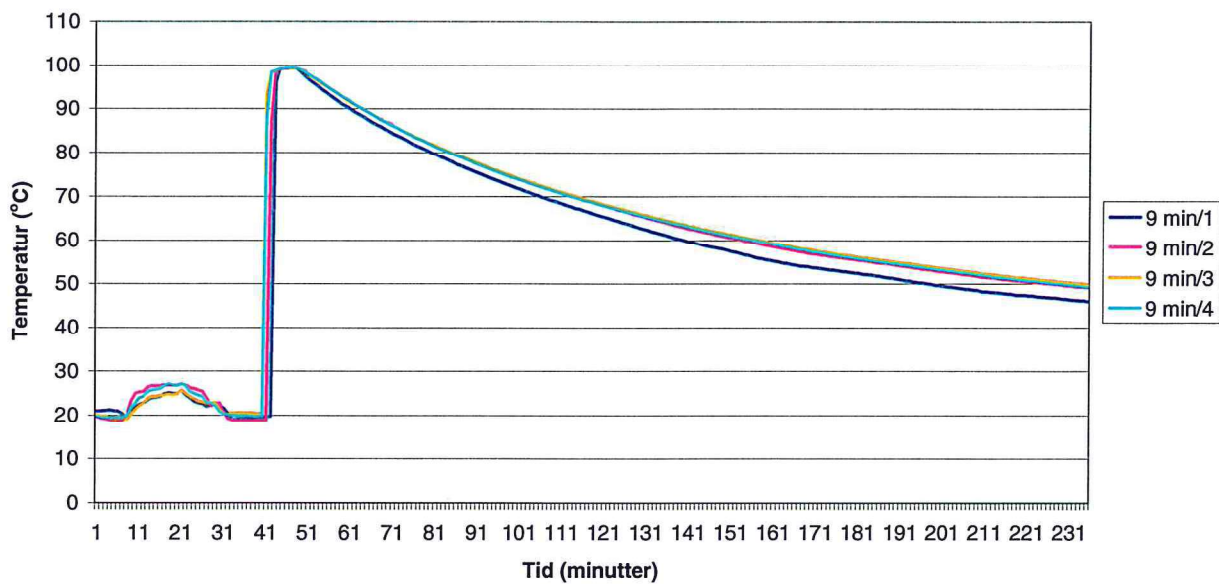


Temperaturlogger 52955:

Sopptester 17/6-2002 - Logger 52955



Sopptester 17/6-2002 - Logger 52955



VEDLEGG 4 – Ugrasarter dypdamping

Tabell A1. Gulrot hos Wirgenes i Kvelde 2001. Frøbank: Antall spirte planter i 1 liter jord i veksthus (n = 8).

a) REGTID 1 FØR DAMPING

	LEDD			
	1) Ubehandlet	3) 100% dampestyrke NORMAL	2) 50% dampestyrke	4) 150% dampestyrke
UGRASART				
Brunnkarse	.	0.7	.	.
Gjetartaske	.	.	0.4	.
Linbendel	1.1	5.9	0.4	1.1
Meldestokk	8.1	26.5	27.6	4.8
Norsk mure	1.8	0.4	0.4	.
Reinfann	0.4	.	.	.
Tranehals	.	0.4	.	.
Tunbalderbrå	.	0.4	.	0.4
Vassarve	.	.	0.4	.
Åkergråurt	7.4	4.0	19.9	12.1
Åkerstemorsblom	0.7	2.2	7.7	2.2
SUM ALLE UGRAS	19.5	40.4	56.6	20.6

b) REGTID 2 ETTER Damping - 20 cm jorddybde

	LEDD		
	1) Ubehandlet	3) 100% dampestyrke NORMAL	4) 150% dampestyrke
UGRASART			
Då-arter	0.4	.	.
Linbendel	3.7	1.1	.
Meldestokk	11.4	0.7	0.4
Tunbalderbrå	0.7	.	.
Åkergråurt	9.2	3.3	1.8
Åkerstemorsblom	3.7	0.4	0.4
SUM ALLE UGRAS	29.0	5.5	2.3

c) REGTID 2 ETTER damping - 10 cm jorddybde

	LEDD	
	3) 100% dampestyrke NORMAL	4) 150% dampestyrke
UGRASART		
Linbendel	0.4	.
Åkergråurt	1.5	1.1
Åkerstemorsblom	0.4	.
SUM ALLE UGRAS	2.2	1.1

VEDLEGG 5 – Ugrasarter dypdamping

Tabell A2. Gulrot hos Wirgenes i Kvelde 2001. **Framvekst:** Antall spirte planter pr. m⁻² med defekte vakuumsleger (n = 8).

	LEDD		
	1	3	2
	UBEHAN	NORMAL	50%
UGRASART			
Då-arter	2	0	1
Høsegras	2	1	1
Klengjemaure	0	.	.
Kveke	1	0	1
Linbende1	24	5	0
Meldestokk	88	19	26
Tranehals	13	1	0
Tunbalderbrå	1	.	0
Vassarve	0	.	.
Vindeslirekne	0	0	.
Åkergråurt	.	0	1
Åkerstemorsblom	28	1	7
Åkersvinerot	.	1	.
SUM ALLE UGRAS	159	29	37

Tabell A3. Gulrot hos Wirgenes i Kvelde 2001. **Framvekst:** Antall spirte planter pr. m⁻² med nye vakuumsleger (n = 8).

	LEDD		
	1	3	4
	UBEHAN	NORMAL	150%
UGRASART			
Då-arter	2	.	0
Høsegras	2	.	0
Klengjemaure	0	.	.
Kveke	1	.	.
Linbende1	24	.	.
Meldestokk	88	0	.
Tranehals	13	.	.
Tunbalderbrå	1	.	.
Vassarve	0	.	.
Vindeslirekne	0	.	.
Åkerstemorsblom	28	.	.
SUM ALLE UGRAS	159	0	0

VEDLEGG 6 – Ugrasarter dypdamping

Tabell A4. Gulrot hos Wirgenes i Kvelde 2001. **Dekningsgrad (%) inntil vakuumslagene kolapset (n = 8).**

	LEDD		
	1) Ubeh	3) 100%	2) 50%
UGRASART			
Då-arter	1	0	1
Høsegras	1	0	0
Klengjemaure	0	.	.
Kveke	0	0	0
Linbendel	5	1	0
Meldestokk	19	6	7
Tranehals	6	0	0
Tunbalderbrå	1	.	0
Vassarve	0	.	.
Vindeslirekne	0	0	.
Åkergråurt	.	0	0
Åkerstemorsblom	3	0	1
Åkersvinerot	.	1	.
SUM ALLE UGRAS	37	9	9

Tabell A5. Gulrot hos Wirgenes i Kvelde 2001. **Dekningsgrad (%) med nye vakuumslager (n = 8).**

	LEDD		
	1) Ubeh	3) 100%	4) 150%
UGRASART			
Då-arter	1	.	0
Høsegras	1	.	0
Klengjemaure	0	.	.
Kveke	0	.	.
Linbendel	5	.	.
Meldestokk	19	0	.
Tranehals	6	.	.
Tunbalderbrå	1	.	.
Vassarve	0	.	.
Vindeslirekne	0	.	.
Åkerstemorsblom	3	.	.
SUM ALLE UGRAS	37	0	0

VEDLEGG 7 – Ugrasarter dypdamping

Tabell A6. Gulrot hos Wirgenes i Kvelde 2002. Frøbank: Antall spirte planter i 1 liter jord i veksthus (n = 8).

	REGTID							
	1) Før damping				2) Etter damping			
	LEDD				LEDD			
	1) Ubeh	2) 50%	3) 100%	4) 150%	1) Ubeh	2) 50%	3) 100%	4) 150%
UGRASART								
Brunnkarse	0.4	.	.	.	.	.	.	.
Linbende1	3.3	2.6	0.7	7.4	4.0	2.2	.	1.8
Meldestokk	30.9	10.3	11.4	9.6	20.2	5.9	0.7	0.7
Transehals	0.4	.	.	.	.	.	.	.
Tunbalderbrå	0.7	0.4	.	0.7	.	0.4	.	0.4
Tungras	0.4	.	.	.	.	.	.	.
Tunrapp	.	0.7	.	.	.	.	.	.
Vindeslirekne	.	.	0.4	0.4	.	0.4	.	.
Åkergråurt	1.8	1.8	2.9	3.7	2.9	1.1	0.4	0.4
Åkerstemorsblom	0.7	.	0.7	1.1	1.1	0.4	.	.
SUM ALLE UGRAS	38.6	15.8	16.2	22.8	28.3	10.3	1.1	3.3

Tabell A7. Gulrot hos Wirgenes i Kvelde 2002. Frøbank: Antall spirte planter i 1 liter jord i veksthus FØR DAMPING (n = 8).

	ÅR							
	2001				2002			
	LEDD				LEDD			
	1) Ubeh	2) 50%	3) 100%	4) 150%	1) Ubeh	2) 50%	3) 100%	4) 150%
UGRASART								
Brunnkarse	.	.	0.7	.	0.4	.	.	.
Gjetartaske	.	0.4	.	.	.	.	.	.
Linbende1	1.1	0.4	5.9	1.1	3.3	2.6	0.7	7.4
Meldestokk	8.1	27.6	26.5	4.8	30.9	10.3	11.4	9.6
Norsk mure	1.8	0.4	0.4	.	.	.	.	.
Reinfann	0.4	.	.	.	.	.	.	.
Transehals	.	.	0.4	.	0.4	.	.	.
Tunbalderbrå	.	.	0.4	0.4	0.7	0.4	.	0.7
Tungras	.	.	.	.	0.4	.	.	.
Tunrapp	.	.	.	.	.	0.7	.	.
Vassarve	.	0.4	.	.	.	.	.	.
Vindeslirekne	.	.	.	.	.	.	0.4	0.4
Åkergråurt	7.4	19.9	4.0	12.1	1.8	1.8	2.9	3.7
Åkerstemorsblom	0.7	7.7	2.2	2.2	0.7	.	0.7	1.1
SUM ALLE UGRAS	19.5	56.6	40.4	20.6	38.6	15.8	16.2	22.8

VEDLEGG 8 – Ugrasarter dypdamping

Tabell A8. Gulrot hos Wirgenes i Kvelde 2002. **Framvekst:** Antall spirte planter pr. m² 3 uker etter damping (n = 8).

	REGTID			
	3			
	LEDD			
	1) Ubeh	2) 50%	3) 100%	4) 150%
UGRASART				
Då-arter	0	.	1	.
Høsegras	5	0	0	.
Kveke	1	.	.	.
Linbendel	14	4	1	12
Meldestokk	94	20	11	4
Tranehals	30	4	2	2
Tunbalderbrå	3	.	.	.
Vindeslirekne	0	0	.	0
Åkerstemorsblom	8	0	.	1
SUM ALLE UGRAS	155	29	14	19

Tabell A9. Gulrot hos Wirgenes i Kvelde 2002. **Dekningsgrad (%)** 3 uker etter damping (n = 8).

	REGTID			
	3			
	LEDD			
	1) Ubeh	2) 50%	3) 100%	4) 150
UGRASART				
Då-arter	0.1	.	0.2	.
Høsegras	1.1	0.0	0.1	.
Kveke	0.2	.	.	.
Linbendel	0.9	0.6	0.2	0.3
Meldestokk	4.7	1.7	0.9	0.5
Tranehals	2.9	0.9	0.4	0.4
Tunbalderbrå	0.3	.	.	.
Vindeslirekne	0.2	0.1	.	0.1
Åkerstemorsblom	0.8	0.1	.	0.1
SUM ALLE UGRAS	11.2	3.3	1.7	1.3