

Kurs PK 3. Eng- og beitedyrking
INSTITUTT FOR PLANTEKULTUR, NLH

E N G- O G B E I T E D Y R K I N G

III. Overvintring hos eng- og beitevekstar

Av

O. H. Baadshaug og A. O. Skjelvåg

LANDBRUKSBOKHANDELEN

Ås-NLH 1986

(Kompendiet er under arbeid)

Kurs PK 3. Eng- og beitedyrking
INSTITUTT FOR PLANTEKULTUR, NLH

E N G- O G B E I T E D Y R K I N G

III. Overvintring hos eng- og beitevekstar

Av

O. H. Baadshaug og A. O. Skjelvåg

LANDBRUKSBOKHANDELEN

Ås-NLH 1986

(Kompendiet er under arbeid)

Forord

Dette kompendiet er ei revidert utgåve av det som har vore i bruk i undervisninga i eng- og beitedyrking (PK3) frå 1974. Revideringa er gjord etter oppmoding av professor B. Opsahl.

As-NLH, august 1986

O. H. Baadshaug

A. O. Skjelvåg

INNHALD

1.0 Innleiing	1
2.0 Vinterskedefaktorar	4
2.1 Innleiing	4
2.2 Frost	4
2.3 Isdekke	10
2.4 Vass-skadar	11
2.5 Oppfrysing	12
2.6 Uttørking.	16
2.7 Parasittåtak	16
3.0 Faktorar som modifierer vinterpåkjenningane	20
3.1 Klimatiske faktorar	20
3.1.1 Vinterklima og overvintringsskadar	20
3.1.2 Frost og snødekke	21
3.1.2.1 Fysiske verknader og skadar	21
3.1.2.2 Biotiske skadar	28
3.1.2.3 Samverknad mellom fysiske og parasittære faktorar	32
3.1.3 Isdekke	32
3.2 Edafiske og topografiske faktorar	37
3.2.1 Jordarten	37
3.2.2 Vassinnhaldet i jorda	39
3.2.3 Jordpakking	42
3.2.4 Topografi	44
4.0 FAKTORAR SOM PÅVERKAR OVERVINTRINGSEVNA TIL PLANTANE.	47
4.1 Innleiing	47
4.2 Genetiske eigenskapar.	47
4.2.1 Variasjon mellom sortar og artar i overvintringsevne	47
4.2.2 Overvintring og klimatisk tilpassing	51
4.2.2.1 Allment om adaptasjon	51
4.2.2.2 Døme på klimatisk adaptasjon i overvintringsevne	51
4.3 Fysiologisk tilstand hos plantane.	56
4.3.1 Herding	56
4.3.1.1 Allment om herdinga hos urtevorne vekstar	56
4.3.1.2 Resultat av ymse herdingsforsøk	58
4.3.2 Alder og utviklingssteg	65
4.3.3 Verknad av driftsmåten på overvintringsevna.	70

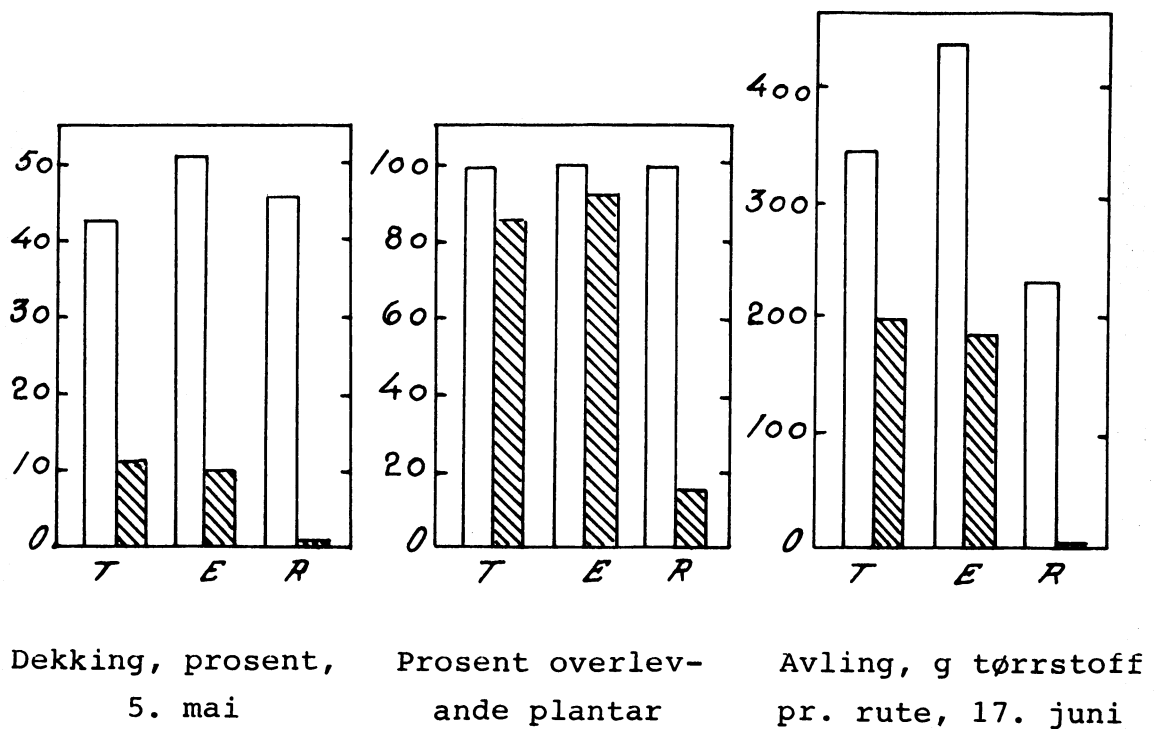
4.3.3.1	Hausting	70
4.3.3.2	Gjødsling	79
4.3.4	Fysiologisk grunnlag for sambandet driftsmåte- overvintring	86
5.0	Rådgjerder mot overvintringsskadar	93
5.1	Plantematerialet	93
5.1.1	Val av art og sort	93
5.1.2	Foredling	93
5.2	Jordkultur	94
5.2.1	Jordstruktur og vassinnhald	94
5.2.2	Overflatevatn	94
5.2.3	Kalking	95
5.3	Driftsmåten	95
5.4	Parasittåtak	95
6.0	Litteratur	99

1.0 INNLEIING

I einskilde år og på stader med særleg vanskeleg klima kan vinterskadar føra til store avlingstap i grasmark. Her i landet skjer overvintringsskadar oftast og i størst omfang i dei tre nordlegaste fylka. Det er t.d. rekna ut at slike skadar på eng og beite i Troms og Finnmark i 1967 førte til eit tap på 15 mill. kroner (Andersen 1967, 1985). Det er her oftast tale om verknader av is og vatn på grasmark etter vekslande frysing og tining. I Nord-Sverige fann Lomakka (1985) at profilering av jordyta i 15 m teigar, såleis at overflatevatnet rann bort, auka høavylinga med 16 prosent.

Det er ikkje berre på areal der heile plantedekket er dautt, at ein får avlingsnedgang. Også mindre synberr uttynning av plantedekket og nedsett vekstkraft hos plantar som er utarma av vinteren, reduserer avlinga meir eller mindre. Dette er m.a. vist av Baadshaug (1973b) som heldt snøen borte frå plantane på delar av forsøksarealet ved snøbur. Bura var laga av eit rammeverk av lekter med vegger av flugenetting, og plastdekte tak som vart lyfte av og gjorde reine etter kvart snøfall. Vinteren var noko kaldare enn normalt, med stabilt snødekke opp til 70 cm djupt (Figur 11).

Tidleg om våren var verknaden av berrfrost lett å sjå (Figur 1). Oppteljinga av plantane i slutten av mai synte likevel at det hos timotei og engsvingel var etter måten få plantar som var drepne. Utslaga i avling ved 1. slått den 17. juni var noko mindre enn utslaga i dekking om våren. Veksten hos dei plantane som hadde vore utsette for berrfrost, hadde da teke seg noko opp. Det var utan tvil berre reine frostskeadar som gav utslaget på dei snøfrie rutene. Plantane kan såleis ha sterkt og varig nedsett vekst etter frostpåkjenningar, enda om dei overlever. Fleirårig raigras tolerer mye mindre frost enn engsvingel, som er mindre motstandsfør enn timotei.



Figur 1. Verknad av berrfrost på overvintring av timotei (T), engsvingel (E) og raigras (R).



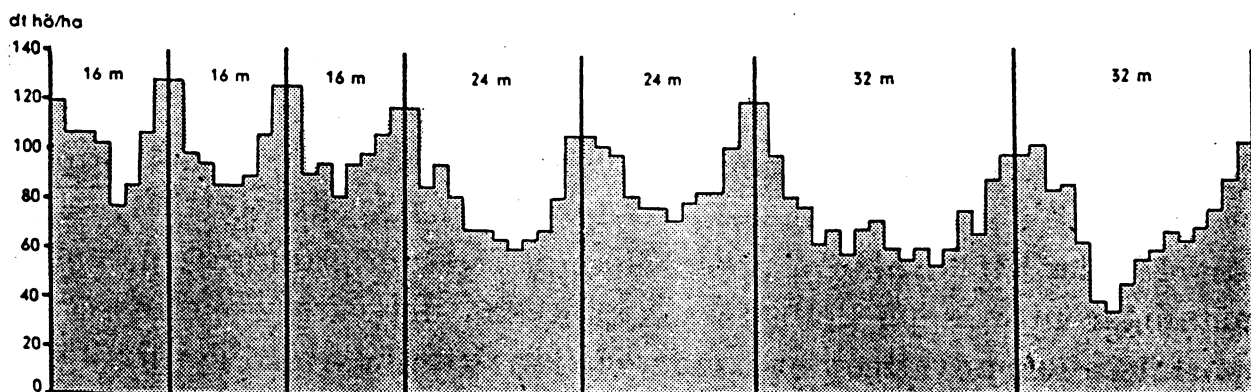
Atak av overvintringsparasittar, som lever av karbohydrata i grasplantane og armar dei ut om vinteren, kan òg svekkja og tynna ut plantedekket. Skadar kan hindrast ved rett-tidig sprøyting med quintozen. Utslaga for slik sprøyting viser kva tap ein må rekna med ved åtak av stor grasknollsopp og trådkølle i indre dal- og fjellbygder i Sør-Noreg og i indre Troms og Finnmark. Tala i tabell 1 gjeld bygdelag frå 300 til 850 m ø.h. i Sør-Gudbrandsdalen (Næss 1976).

Tabell 1. Avlingsutslag for sprøyting med quintozen mot overvintringssoppar i eng, kg høy pr. dekar.

År	1971	-72	-73	-74	-75	-76	Middel
Tal felt	1	3	3	3	2	1	
Timotei: 'Grindstad'	139	126	66	123	82	-2	96
'Engmo'	13	77	-8	34	57	-81	27
Hundegras: 'Leikund'	22	62	123	145	38	13	85

Det er stor variasjon i utslaga frå år til år. Jamvel om ein bruker ein hardfør sort, som er meir resistent, er avlingstap på 50-100 kg høy pr. dekar på utsette areal ikkje uvanleg. I Sverige fekk ein 80 kg høy per dekar større avling i førsteårseng etter sprøyting mot overvintringssoppar i attlegget hausten føre (Vestman 1971).

Vinterskade av oppfrysing kan setja ned høyavlinga sterkt. I Älvsborg län i Sverige var ei siltrik leirjord med førsteårs kløvereng grøfta med 16, 24 og 32 m mellomrom, og avlinga vart vegen for kvar 2 m frå grøftene (Håkansson 1954). Avlinga minka med aukande mellomrom og med avstanden frå grøftene (Figur 2). Årsaka til avlingsvariasjonen frå over 1200 til under 400 kg høy per dekar var i hovudsaka variasjonen i oppfrysing av kløverplantar.



Figur 2. Høyavling ved ulike grøfteavstand og i ulike avstand frå grøftene (Håkansson 1954).

2.0 VINTERSKADEFAKTORAR

2.1 INNLEIING

Ein skil mellom 6 hovudårsaker til vinterskade:

A. Frost		
B. Isdekke		
C. Vass-skadar		Abiotiske (fysiske)
D. Oppfrysing		
E. Uttørking		
F. Parasittåtak		Biotiske

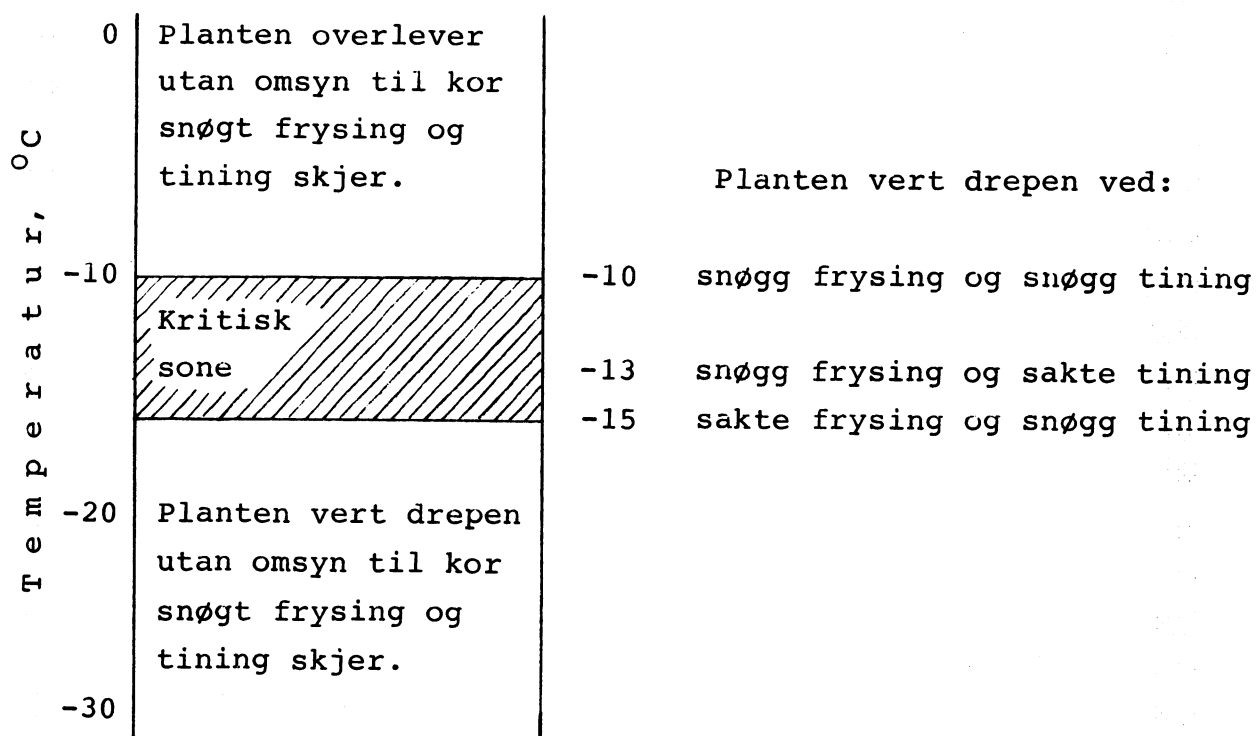
Skade som ein ser om våren, er oftast eit resultat av ymse slag påkjenningar, som kan verka samtidig eller etter kvarandre.

I somme høve vert driftsmåtar som fører til overvintringsskadar førte opp som eiga gruppe av vinterskadefaktorar, t.d. feil sortsva, sein såtid, ubalansert gjødsling, feil haustetid, for mange slåttar, m.m. Slikt verkar helst til å modifisera verkna-dene av dei nemnde, primære overvintringsfaktorane, og dei vert difor tekne inn i andre avsnitt.

2.2 FROST

Ein plante eller plantedel som vert utsett for temperaturar under frysepunktet (0°C), kan få frostskeadar. Temperaturen som fører til skade, rettar seg etter genetiske eigenskapar (art, sort), og etter fysiologisk tilstand hos planten. Det er òg skilnader mellom ymse delar av planten i motstandsevne mot frost. Skadeverk-naden av nedkjøling under frysepunktet heng mellom anna i hop med kor snøgt nedkjøling og etterfølgjande tining går. Innom visse grenser gir sakte avkjøling og tining mindre fare for skade enn snøgge brigde i temperaturen. Kor lenge planten er i frosen til-stand er òg viktig. Den kritiske temperaturen, dvs. der ein plante eller plantedel vert frostskeadd, kan difor ikkje setjast til eit visst gradtal, men heller til eit kritisk område på temperaturskalaen. Dette er vist skjematisk i figur 2 (e. Levitt 1966).

Over ein viss temperatur overlever planten anten kjøling og tining går snøgt eller sakte, og under ein viss temperatur vert han drepen i alle høve.



Figur 2. Kritisk sone ved frysing av plantar (e. Levitt 1966)

Det er ikkje låg temperatur i seg sjølv som skader plantane, men utfrysinga av is i plantevevet. I eksperiment der ein legg plantar eller delar av dei i flytande luft eller flytande nitrogen (ca. -200°C), får ein sær snøgg nedkjøling, men ikkje frysing til vanleg is. Vatnet i plantevevet får i staden ein "amorf" struktur (vitrifisering). I slike forsøk har levande plantar eller plantevev overlevd nedkjøling langt under det kritiske temperaturområdet ved meir normal måte å frysa på. Etter snøgg nedkjøling til svært låg temperatur er det turvande at jamvel tininga går svært snøgt, utan høve til omkrystallisering til vanleg isstruktur.

Reint vatn har frysepunkt på 0°C . Vatn med emne i ekte eller kolloidal løysing, som ein finn i levande plantevev, har lågare frysepunkt av di vassmolekyla er bundne til jonar eller kolloidar. I plantevev er vatnet også bunde til faste cellestrukturar. Såleis vert vassmolekyla hindra i å nå kvarandre og danna heksagonal

struktur, som er særmerkt for is. Ei løysing har også lågare damptrykk enn reint vatn. Den kinetiske energien går ned hos vassmolekyl som er bundne til emne i ei løysing. Såleis vert færre molekyl frigjorde ved yta av væska enn frå reint vatn. Damptrykket for ei løysing går ned med aukande konsentrasjon av løyste emne etter formelen:

$$(P_o - P)/P_o = n_1/(n_1 + n_2)$$

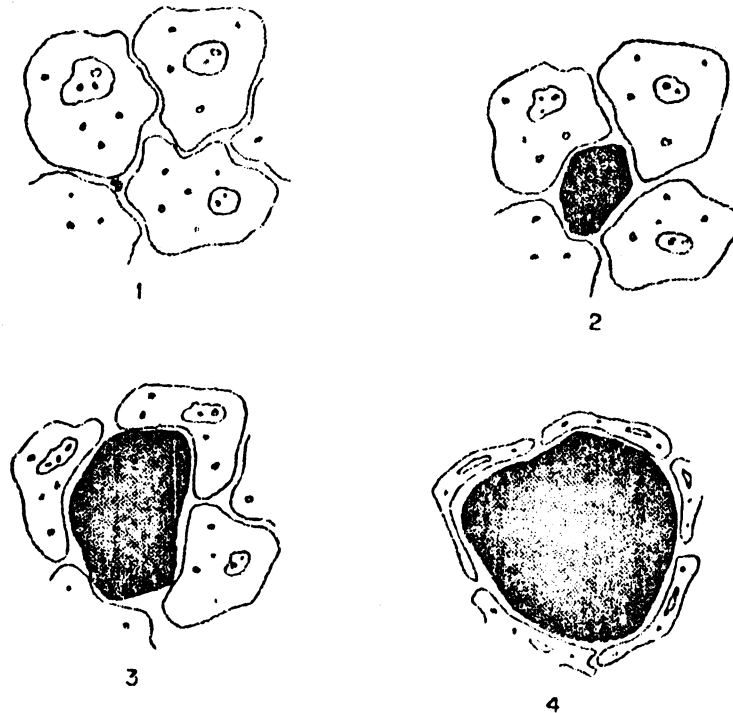
der P_o er damptrykket til løysingsmidlet og P damptrykket til løysinga. n_1 er tal mol av det løyste emnet og n_2 av løysingsmidlet. For ei 1-molar løysing i vatn vert nedgangen i damptrykk:

$$1/(1 + 55,49) = 0,0177$$

Damptrykket er såleis 1,77% mindre enn for reint vatn. Løysinga vil vera i damptrykk-jamvekt med luft med 98,23 prosent relativ råme. Avgjerande ved slik jamvekt i plantevev er at det ikkje frys ut is inne i cellene, jamvel om utfrysing skjer i romma mellom cellene. Ved slik tilstand er det viktig at innhaldet i cellene toler ei viss underkjøling og såleis unngår isdanning. Levande plantevev toler noko underkjøling, dvs. kjøling under frysepunktet, før det frys ut is. Nåler av furu og knoppar av ymse buskar og tre har vore underkjølte til -30°C , og gjærceller til -16°C . Dette er venteleg unntak, medan det vanlege er $2-3^{\circ}\text{C}$ under frysepunktet (Levitt 1966).

Det er enno uklårt korleis isdanning kjem i gang hos plantar ved låg temperatur. Hos høgare plantar tek utfrysinga av is truleg til i dei største vedrøra og trakeida i leidningstrengene. Her er det låg konsentrasjon av løyste emne, og frysepunktet ligg difor etter måten høgt. Frå leidningstrengene spreier isen seg gjennom cellemellomrom ut i ymse vev i plantane (Levitt 1966). Vatnet kan frysa til is inne i cellene (intracellulært), eller det kan diffundera ut og frysa i romma mellom cellene (ekstracellulært). Nett før det tek til å frysa ut is i mellomromma, må innhaldet i cellene vera i damptrykkjamvekt med celleveggen. Når utfrysinga av is mellom cellene tek til, fell damptrykket der. Celleinnhaldet kan underkjøl last i nokon monn, av di plasmamembranane verkar som eit stengsel mot poding frå isen utanfor. Men når celleinnhaldet vert meir eller mindre underkjølt, vert damptrykket høgare enn for den intercellulære

isen ved same temperatur. Jemvekta kan rettast opp att anten ved intracellulær frysing, eller ved at vatnet diffunderer ut og frys ekstracellulært. Den siste måten er den vanlege når avkjølinga skjer sakte. Etter kvart som vatnet trengjer ut or cellene, aukar konsentrasjonen av løyste emne inne i dei, medan damptrykket og frysepunktet til innhaldet vert sette tilsvarande ned. Så lenge cellene kan fri seg snøgt nok for vatn når temperaturen fell, er det liten fare for intracellulær utfrysing, som alltid fører til celledød.



Figur 3. Ekstracellulær frysing av is. Vatnet vert drege ut or cellene og frys til is i rommet mellom dei, slik at cellene skrumpar saman (Love 1966).

Når vatnet trengjer ut or cellene, og ismengda i mellomromma aukar på, skrumpar cellene saman. Dette er synt skjematisk i figur 3 (Love 1966).

Dersom temperaturen er lik i og utanfor cellene, vert det også ei utjamning av damptrykket. I slike høve vil celleinnhaldet vera ved frysepunktet, men likevel isfritt. Plantar kan såleis vera frosne i lang tid utan at det frys ut is inne i cellene dersom temperaturen er konstant. I slik tilstand har det meste av plan-

tevevet cellemellomrom som er fylte med is. Luftinnhaldet er lite av di dei strukturelle delane av vevet skrumpar, og isen trengjer lufta ut.

Dersom frysinga ikkje har øydelagt cellene, vil dei ta opp att vatn ved tining, og vinna att saftspenninga. Mellomromma vert også fylte med luft. Er cellene drepne, kan nok celleveggen ta opp vatn ved tining, og få same skapnad som før frysing. Men cytoplasmaet vil halda seg innskrumpa.

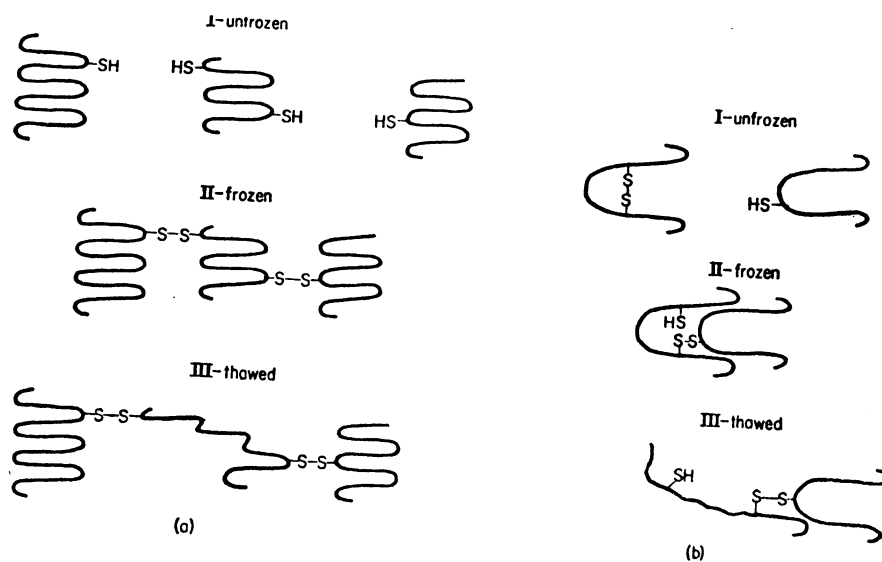
Intracellulær utfrysing av is er ikkje med visse påvist hos plantar som er frosne i naturen, men det kan venteleg skje, t.d. ved ekstreme strålingstilhøve, som brått og stort skifte i strålingsbalansen. Vassrike plantar, som ikkje er tilpassa frostpåverknad (potet, tomat), er utsett for slik frysing (Olien 1967).

Det er lagt fram ymse teoriar for å forklara kva som skjer når det vert frostskeidar på plantar, og det er framleis usemje når det gjeld detaljar. Skademekanismen kan venteleg ymsa noko, alt etter frysevilkår, planteslag og vev. Det tykkjest vera klart at sjølve isen som frys ut i romma mellom cellene, ikkje er den beinveges årsaka til skaden, men derimot dehydreringa av cytoplasmaet. Denne meir omveges verknaden av ekstracellulær utfrysing av is kan føra til varige brigde i plasmaproteinet, som ikkje kan bøtast etter tining. Såleis er protein i plasmamembranar (plasmalemma, tonoplast) og i membransystem, plastidar, mitokondriar og andre organellar særleg lite toluge for frost. Vassløyselege protein (enzym), nukleinsyrer og polymere karbohydrat tykkjest å tola frost betre (Santarius & Heber 1972).

Nedsetjing av frysepunktet ved dehydrering og auka konsentrasjon av cellesafta ved herdinga kan gjera at plantane unngår isdanning ved temperatur ned til -4°C . Utover dette vil evna til å tola frost vera avhengig av eit samspel mellom frysepunkt nedsetjinga og toleransen andsynes dehydrering av cellene. Levitt (1980) viser såleis at plantar med -4°C frysepunkt nedsetjing som toler 60 % dehydrering, vil tola kjøling til -10°C . Med same frysepunkt nedsetjinga og 80 % dehydrering vert planten drepent først ved -20°C . Ulik evne til å tola låge temperaturar hos overvinterande vekstar ligg såleis i evna til å tola dehydrering av pro-

teinet utan at det bryt saman (vert denaturert). Det kan tenkjast fleire mekanismar som er aktive her, t.d. at protein og membranar vert verna av prolin, sukker og organiske syrer, eller at proteinet bind vatn så sterkt at det held ekstracellulær frysing innanfor kritisk grense.

Olien (1967) brukar nemninga jamvektfrysing om ekstracellulær frysing, der det er tale om plantar som er tilpassa frost, og som er godt herda med lite vassinnhald. Vatnet vert drege sakte ut or cellene, og frysepunktet vert sett ned etter kvart, samtidig med dehydreringa.



Figur 4. Modell for frostskeidar på protein (Levitt 1966)

Levitt (1966) har sett fram ein teori for korleis protein vert skadd av frost (Figur 4). I normale celler ligg proteinet i eit sveip av vatn. Ved dehydrering i frost kjem proteinmolekyla nærare saman. SH-grupper frå ymse molekyl kan da verta oksyderte, slik at det vert laga disulfidband (S-S) mellom dei. Når cellene tek opp att vatn ved tining, vil den opphavelige proteinstrukturen ikkje attvinnast, av di molekyla vert deformerte og haldne saman av disulfidbanda. Proteinet kan da ikkje lenger halda oppe normale funksjonar, som er sterkt knytte til molekylstrukturen.

2.3 ISDEKKE

I flatt lende eller i deld der vatnet samlar seg når det er mildvêr og nedbør, kan eng- og beitevekstane verta dekte av is i seinare frostperiodar. Isdekke kan òg leggja seg i hallande lende om snødekket smeltar til snø- eller issørpe og seinare frys til is.

I ei amerikansk gransking av årsaka til skadar av isdekket vart luserneplantar dyrka i tette kar. I nokre av kara vart jord og plantar dekte med is, og i desse prøvde ein å lata luft eller nitrogen strøyma gjennom jorda (Freyman & Brink 1967). I jordlufta under isdekket var O_2 -innhaldet lågt, medan CO_2 -konsentrasjonen var høg (Tabell 2). Verknaden av gjennomlufting syner at isdekket hindrar gasskiftet, medan den batelege verknaden av gjennomlufting med N_2 peikar ut opphoping av CO_2 , ikkje skort på O_2 , som skadeårsak. Det er rimeleg at oksygentilgangen ikkje er så viktig for stoffskiftet ved låg temperatur. Etter kvart som CO_2 -konsentrasjonen i jordlufta aukar, vil diffusjonen av andings- CO_2 ut frå plantane verta hindra, slik at konsentrasjonen i vevet aukar til eit nivå som har giftverknad. Dette forklarar også kvifor eit langvarig og tett isdekke gir størst skade.

Tabell 2. Verknader av isdekke og gjennomlufting på overlevinga av luserneplantar dyrka i kar. Alle tal i prosent. (Freyman & Brink 1967).

	I jordlufta		Overlevande plantar
	O_2	CO_2	
Utan isdekke	21,0	0,02	100
Med isdekke	4,0	8,7	0
Med isdekke, gjennomlufta, vanleg luft	-	-	100
Med isdekke, gjennomlufta, nitrogen	-	-	100

Gudleifsson (1986) hevdar at plantar som er innefrosne i is, snøgt går over til anaerob anding. Skadane kjem difor meir av aukande konsentrasjon av giftige andingsprodukt m.a. etanol, mjølkesyre og eplesyre i tillegg til CO_2 , enn av oksygenskort.

Tidlege symptom på skade av isdekke og påverknad av etanol og CO₂ er samanbrott i jonetransportsystemet hos plantane.

Skadar av isdekke på grasmark vert ofte kalla isbrann, og det kjem vel av at areal som er mye skadde på denne måten, ser meir eller mindre svarte og brende ut om våren. Namnet isbrann kan òg komma frå førestellinga at isdekket kan verka som brennglas. Dette er lite truleg enda om temperaturen stig under isen i solskin. Karlson (pers. oppl.) målte temperaturen på fem stader over og under 5-10 cm tjukt isdekke. Med snødekke på isen eller i skya vår var det inga temperaturstigning under isen. I solskin med frost i lufta 1 m over bakken, var det 0°C nett over isen og 4-5°C under. Slik oppvarming under isen kan auka den uheldige verknaden av isdekket på engplantane, i alle fall fram på vårparten når lufttemperaturen stig. Ein vil da få sterkare anding og snøggare og større opphoping av giftige emne.

Gudleifsson (1982) påviste ymse bakteriar, m.a. *Pseudomonas fluorescens*, i grasmark som hadde vore isdekt. Nokre av desse bakteriane produserer emne som gir dautt gras etter issmelting om våren ei lukt som av dårleg surfôr, men det er uvisst om dei verkar på overvintringa.

2.4 VASS-SKADAR

Ein stuttvarig flaum over grasmark om vinteren verkar truleg lite på overvintringa, for di plantane da har roa ned alle livsovrin-gane. Verre er det med ein slik flaum om hausten medan stoffskiftet går snøggare. Det vert da snøgt skadar av oksygenkort, som ytrar seg m.a. ved giftige emne frå anaerob anding, t.d. etanol, både i plantar og jord (Pulli 1986). Hos raudkløver, som er særst vår for overskott på vatn, var etanolproduksjonen høg under vatn (Pulli & Väisänen 1985). Men dei anaerobe respirasjonsprodukta som drep plantane under isdekke, kan verta vaska ut av vatn (Gudleifsson 1986). Ei anna årsak til vinterskadar på overflødd jord kan vera dårleg herding, for di anaerob anding gir mindre energi til herdingsprossessen (Pulli l.c.)

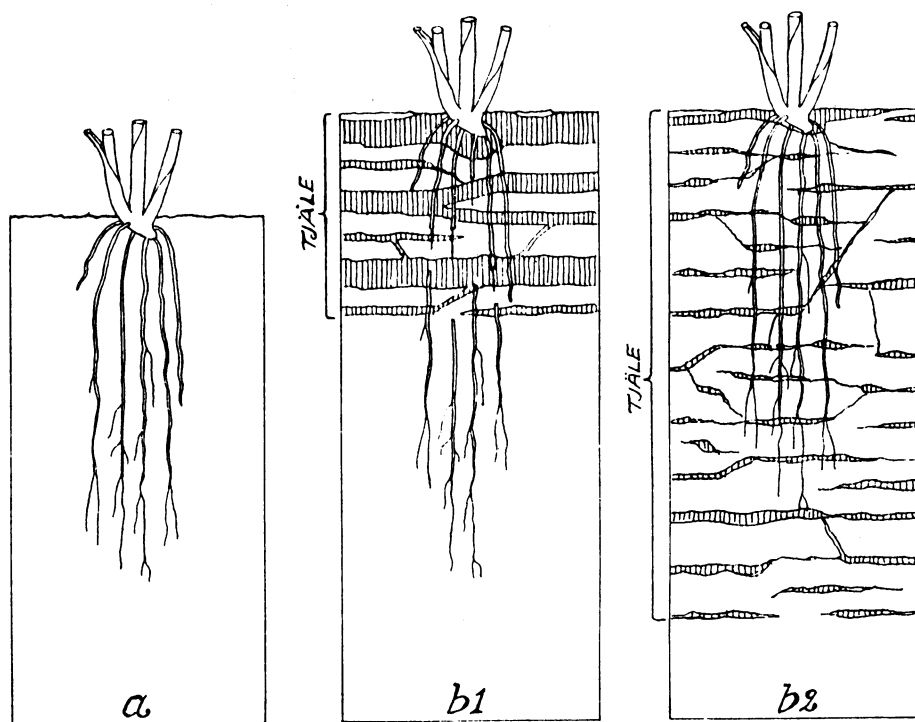
Særleg på tett jord der telen sit lenge ut over våren, kan smeltevatn eller regnvatn verta ståande i dammar i lang tid. Etter kvart som temperaturen stig og livsovringane i plantane aukar, kan dei verta skadde av giftige stoffskifte-produkt, på same måte som om hausten.

2.5 OPPFRYSING

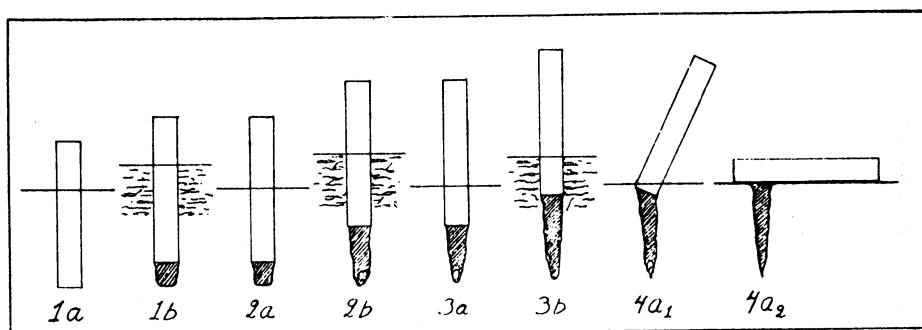
Oppfrysing av eng- og beiteplantar er vanleg på somme jordartar. Arsaka er telehiv, og skaden kan skje på ymse måtar. Ved frost frys jordvatnet ut til iskrystallar som legg seg i lag parallelt med jorddyta. Volumauken hos vatnet er om lag 10%, eller noko meir når isen er porøs. I lett mineraljord er det vanleg med eit vassinnhald om hausten opp til 35 volumprosent (35 mm/dm djupn), og om alt dette frys ut til is, vert jorda lyft 3,5 mm for kvar dm teledjupn. Det vanlege er om lag 2 mm, av di ikkje alt vatnet går over til is, og det er mye mindre enn grasrøtene kan tøyast utan skade. Eit vilkår for større telehiv er tilførsle av vatn nedanfrå. Lyftinga av jorddyta vil da auke, alt etter mengd tilført vatn.

Tilførsle av vatn nedanfrå heng saman med kapillær leiingsevne i jorda og vasskapasiteten. Etter dette vil oppfrysinga på ymse jordartar auke om lag i rekkjefølgda: sand < svært stiv leire < stiv leire, sandig lettleire, sandig mellomleire < mellomleire, lettleire < sandig mellomleire, sandig lettleire, sandig silt < silt. Mye omlaga, men ikkje for laus organisk jord er også særst utsett for oppfrysing.

Rotnett til plantane frys fast i telen og vert lyft med jorda. Røter som går lenger ned enn telelaget, kan anten verta dregne med eller rivne av (Figur 5, b1). Men når telen trengjer snøgt ned i jorda (Figur 5, b2), vert volumauken ved utfrysing av is fordelt på eit større jordvolum. Jorda vert ikkje lyft så mye nær yta, og røtene vert ikkje skadde (Beskov 1934).



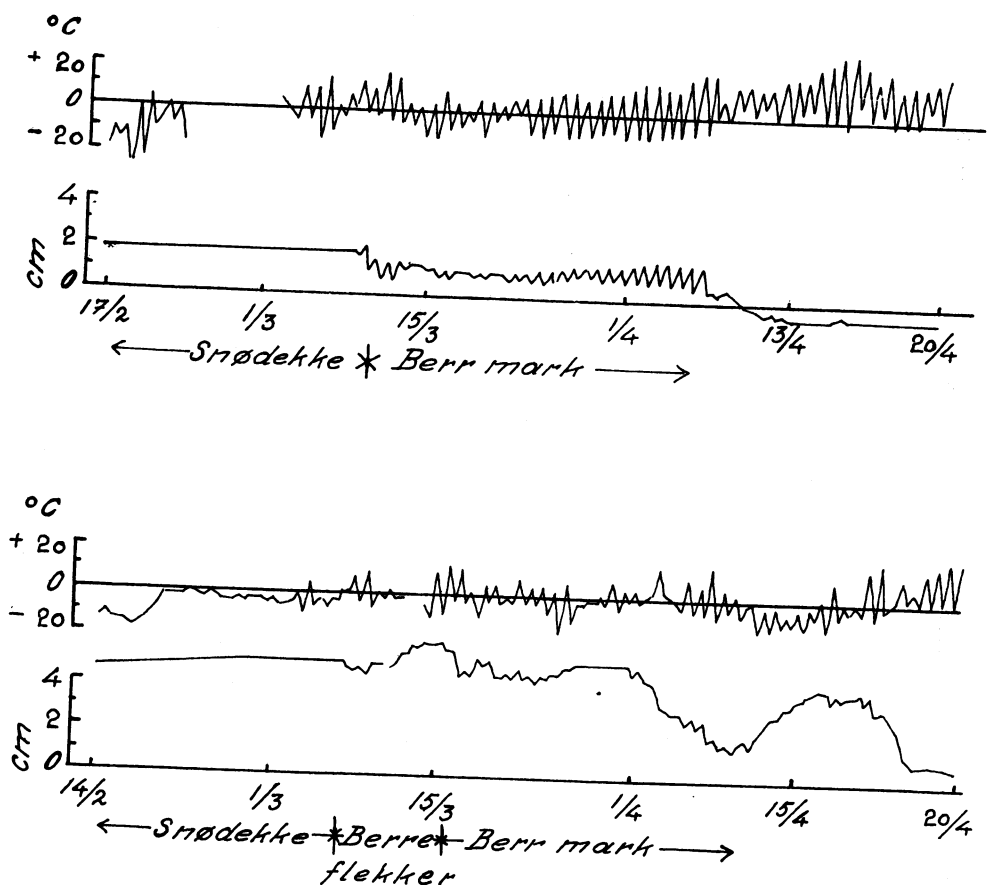
Figur 5. Danning av islag (skravert) og oppfrysing når telen trengjer sakte (b1) eller snøgt (b2) ned i jorda. a = før tilfrysing (Beskov 1934).



Figur 6. Oppfrysing av pinnar ved skifting mellom frysing og tining. a = utan tele, b = med tele. Etter kvart fell det jord ned i holet (skravert) som vert ståande att når pinnen er lyfta, slik at den ikkje kjem tilbake på plass (Beskov 1934).

Telehivet kan verta særleg stort når det skiftar mellom frost og tøy, slik det ofte gjer om hausten før snøen legg seg, og om våren når snøen er borte. Plantane kan da lyftast heilt ut or jorda på same måte som figur 6 syner for pinnar som vart sette 15 cm ned i jorda om hausten (Beskov 1934).

Borg (1969) målte dei loddrette rørslene i jordoverflata når det var frost og tining i vinterhalvåret. Den største telelyftinga var 6 cm. Før snøen la seg om hausten, var det tydeleg heving og søkking gjennom døgnet. Desse rørslene stansa så snart snøen la seg, men tok til att om våren etter snøsmelting. Figur 7 viser resultat av målingar fra midten av februar, etter at jorda var lyft av frosten hausten føre, på to stader, Tornby og Skara (Sverige). Det var størst telelyftinga i Skara der jorda inneheldt mest finmateriale og hadde størst kapillær leiingsevne.



Figur 7. Lufttemperatur og telehiv i Tornby (øyst) og Skara, Sverige (Borg 1969).

Døgnsvingingar i lufttemperatur frå pluss til minusgradar om våren, førte til etter måten store rørsler i jorddyta. Dei største forskyvingane i døgnet var ca. 1,5 cm. Ved slike tilhøve kan plantane verta "pumpa" opp av jorda. Eit snødekke vil verna effektivt mot oppfrysing.

Plantar med pålerot, t.d. kløver og luserne kan frysa opp på ein annan måte; ved danning av iskrystallar med loddrett lengdeakse rundt røter og stengelbasis. Ved frysing vert vatn drege opp nedanfrå, iskrystallane veks i lengda og skyv plantane opp av jorda. Vilkåra for danning av slik nåleis er jord med god kapillær leiingsevne og sakte frysing.

Når jorda tiner etter oppfrysing av ymse slag, vil ho falla på plass att utan at planterøtene følgjer med. Dei vert da utsette for frost eller uttørking. Dette gjeld særleg plantar med pålerøter som er stive og kan verta ståande meir eller mindre berre etter at jorda har falle på plass (Figur 8). Grasartane er mindre utsette av di dei fine knipperøtene lettare sig tilbake saman med jorda etter tining. Det sterkt greina rotnettet har òg betre kontakt med jorda etter oppfrysing, slik at faren for uttørking er mindre.

Døme på verknadene av oppfrysing er vist i figur 2 og 8.



Figur 8. Oppfrosne kløverplantar (Borg 1969).

2.6 UTTØRKING.

Plantar kan visna av skort på vatn dersom temperaturen i jorda kring planterøtene er nær 0°C, medan lufttemperaturen er etter måten høg. Røtene greier da ikkje å skaffa nok vatn til plantedelane over jorda, enda om jordråmen er høg. Noko av forklaringa på slik fysiologisk tørke, er truleg den høge viskositeten i vatn ved låg temperatur. Temperaturfall frå 25 til 0°C aukar viskositeten i vatn til det doble. Også av andre årsaker vert vass-transporten gjennom røtene hemma ved låg temperatur, særst sterkt om det er tele i jorda. Når det ligg snø, treng ikkje plantane tilførsle av vatn. Men tidleg om våren etter at snøen er borte og røtene framleis står i tela jord, kan engvekstane verta skadde eller drepne av tørke. Dette gjeld mest i godvêr med vind, og meir eller mindre oppfrosne plantar er da særleg utsette for uttørrking.

2.7 PARASITTÅTAK

Fleire parasitterande soppar kan gjera stor skade på overvintrende gras og engskolmvekstar ved miljøtilhøve utan frostskeidar. Dei har optimale vilkår ved høg luftråme og etter måten låg temperatur som ein oftast finn seinhaustes og om vinteren. Somme av dei har også mye anna sams. Men det er òg skilnader, både med omsyn til øksling og krav til livsvilkår. Resultat frå gransking av desse soppene er gitt av Årsvoll (1973, 1977, 1978) og Tronsmo (1986).

Stor grasknollsopp (*Sclerotinia borealis*), som hører til sekksporesoppene (ascomycetes), går til åtak på mest alle overvintrende grasartar, men berre under snødekke. Skaden kjem til syne om våren ved at plantane er visne og gråkvite med smale, opptrevla blad. I det øydelagde vevet sit kvileknollane (sklerotia) som først er grå-kvite, seinare svarte, med ujamn form, 1-6 mm i tverrmål. Kvileknollane ligg på eller i jorda over sommaren. Om hausten, når det vert konstant, høg luftråme og låg temperatur, spirer dei med fruktlekam (apothecium). Dei utviklar ascussporar som vert spreidde med vinden til friske plantar, der dei spirer ved høg råme. Under snøen veks soppmycelet inn i plantevevet, ut

gjennom vinteren også frå plante til plante. På radsådd eng følgjer åtaket ofte sårada. Etter kvart som næringa i plantevevet vert uttømd, vert det laga kvileknollar. Åtaket held fram gjennom vinteren til snøen går og råmen minkar. Det er kvileknollane som bergar soppen gjennom sommaren.

Kløverråtesopp (*Sclerotinia trifoliorum*) er den viktigaste parasitten på kløverartane her i landet. Også i andre delar av verda er han mye utbreidd på ymse engskolmvekstar, og jamvel på andre tofrøbladingar (Frandsen 1946), men her i landet er det åtak på kløver i samband med overvintringa som har interesse.

Også kløverråte utviklar grå-kvite til svarte kvileknollar med ujamn yte, 3-4 mm i tverrmål, som ofte heng i hop i klumpar med 10-20 mm tverrmål. Kvileknollane spirer ved jamn, høg råme om hausten. Fruktlekamen produserer ascussporar som vert spreidde med vinden. Ved høg råme spirer dei på friske plantar og dannar mycel som også her kan veksa frå plante til plante om hausten og vinteren, slik at åtaket ofte følgjer såradene i enga.

Kløverråte har såleis mye sams med stor grasknollsopp, men det er også skilnader. Hos kløverråte utviklar kvileknollane seg over ei lengre tid som byrjar tidlegare på hausten og held fram lenger utover våren. Ein kan difor finna sklerotia på stenglar av kløver som står til frømogning, og i somme høve kan soppen spreiest ved at små knollar kjem med i frøet. Sidan kløverråteåttaket byrjar tidleg, kan ein alt om hausten sjå symptoma; små, mørke flekker på kløverblada. Etter kvart vert dei brune og slappe, ofte med kvitt mycel i bladvevet seint om hausten. Åtaket kan også gå ned i rothalsen, der ein ofte finn sklerotium. Om våren kan det vera større eller mindre flekker i enga der kløverplantane er drepne eller skadde.

Kløverråtesoppen skil seg frå stor grasknollsopp òg ved at han ikkje er avhengig av snødekke for å gjera skade. Berre råmen er høg nok, spirer kvileknollar og ascussporar, og mycelet byrjar å veksa utan snødekke. Soppen kan da spreiest med mycelbitar som er rivne av og førte bort med regnet.

Trådkølle (*Typhula* spp.) er stilksporesoppar (basidiomycetes) som er vanlege på overvintrande gras. Her i landet er det særleg to artar som valdar skade, *T. ishikariensis* og *T. incarnata*. Den første, som også går på engskolmvekstar, er den viktigaste. Dei gjev om lag same skadebildet om våren: daude, trådsmale blad, med lysgrå, mest kvit let. I blad og bladslirer ligg kvileknollane som er runde, mørkbrune til svarte, og om lag 1 mm i diameter hos *T. ishikariensis*. Hos *T. incarnata* er sklerotia større, opp til 3 mm i diameter med ujamt skap og gulbrun til raudbrun let. Kvileknollane som er utvikla gjennom vinteren og fram på våren, "oversomrar" på eller i jorda, og dei spirer seinhaustes med 1-2 cm lange, kølleforma fruktlekamar. Desse produserer haploide stilksporar (basidiesporar), som vert spreidde med vinden. Mycelet som veks fram frå stilksporane, er haploid, og det vert diploid etter samanveksing. Diploid mycel har truleg lite å seia for sjukdomsåtaket. Til skilnad fra *Sclerotinia*-artane vert det, ved høg råme og låg temperatur om hausten, utvikla mycel direkte frå kvileknollane, og det veks frå plante til plante. Hos *T. ishikariensis* skjer dette for det meste under snøen, medan *T. incarnata* ikkje er så avhengig av snødekke.

Snømugg (*Fusarium nivale*) er ein sekksporesopp som er særst vanleg i grasmark, og ei viktig årsak til overvintringsskadar. Ein ser verknaden av åtaket når snøen kverv om våren. Daude blad og plantar kan dekkja jorda som eit samanklistra, grå-kvitt lag, med eit raudt skjær frå konidiane. Best vilkår for åtak får snømugg under snø på tien jord, men det kan også verta stor skade utan snø eller med berre stuttvarig snødekke. Mycelet krev høgare temperatur for vekst enn dei andre overvintringssoppene, og det kan overvintra i jorda. Snømugg gjer størst skade i kyststrøk med milde vintrar og høg råme. Ataket tek ofte til før det kjem snø om hausten, held fram under snøen og endar etter snøsmelting om våren.

Ascusporane av snømugg vert danna i små, svarte fruktlekamar (perithecia) på daude plantedelar utover sommaren. Dette stadiet til soppen er sjeldsynt, og utgjer truleg berre ein liten del av smittespreiinga. Men motsett dei andre overvintringssoppene vert det om sommaren, direkte frå mycelet på plantedelar over jorda, danna ei stor mengd konidiar. Konidiane vert spreidde med regn

og insekt, og mindre med vind av di konidieyta er noko kleimut.
Soppen vert òg spreidd ved konidiar som følgjer frøet.

3.0 FAKTORAR SOM MODIFISERER VINTERPÅKJENNINGANE

3.1 KLIMATISKE FAKTORAR

3.1.1 Vinterklima og overvintringsskadar

Det er nøye samanheng mellom vinterklima og omfang av overvintringsskadar. Andersen (1960) jamførte data for overvintringsskadar i grasmarker i Tromsø-området med data frå den meteorologiske stasjonen i Tromsø for perioden 1937-1960. Han fann at år med store skadar oftast hadde eit karakteristisk vinterklima. I dei verste skadeåra var det mye regn om hausten og djup tele. Om vinteren var det ofte òg store svingingar i temperaturen, med mildvêr og etterfølgjande kuldebolkar, som gir vilkår for isdekke over engareala. Skadane var særleg store om isdekket la seg tidleg på vinteren. Kulde og berrfrost eller lite snø om våren etter at isen var smelta, kunne auka skadane mye.

Andersen (1960, 1985) samla også inn opplysningar om overvintring av grasmark i Nord-Noreg for åra 1922-59. Inndeling av dei 38 åra etter omfanget av skadane, viste stor skilnad mellom områda i tal store skadeår:

Område	P r o s e n t		
	Utan skade	Noko skade	Særs stor skade
Kyststrøka på Helgeland	66	34	0
Fjordbygdene, indre strøk av Helgeland, Salten	55	38	7
Ofoten, Lofoten, Vesterålen	53	34	13
Ytre Troms med fjordstrøk til Tromsø	37	50	13
Indre Troms	39	56	5
Ytre Nord-Troms og ytre Vest-Finnmark	47	40	13
Aust-Finnmark	74	23	3

Skilnadene i vinterskadar speglar særleg av skilnader i vinterklima mellom områda. Kyststrøka i Troms og Vest-Finnmark, som er mye utsette for skadar, har særs ustabil vinterklima. I kyst-

strøka på Helgeland og indre Finnmark, med få store skadeår, er vintervêret meir stabilt. Helgeland har mild vinter, og i middel ligg snøen i om lag 60 døgn. I indre Finnmark er det kald vinter, men med stabil frost, og snødekket varer om lag 200 døgn. Lite veksling mellom mildvêr og frost er altså sams for begge områda, men elles er det stor skilnad mellom dei i vinterklima. Også i indre Troms er det etter måten stabil vinter, men her finst det mye av flate elvesletter som kan verta overflødde. Overvint-ringsskadane i Nord-Noreg er såleis knytte nøye saman med ustabil vintervêr. Dette gir vilkår for is- eller vasskade som kanskje er årsak til så mye som 90% av utvintringa i eng og beite i landsdelen (Andersen 1963).

Ei gransking på Nord-Island for åra 1962-69 viste også klar samheng mellom vintervêr og overvintringsskadar i grasmark (Gudleifsson 1971). Det vart størst skade i år med mye snø, som gir vilkår for omfattande isdanning etter mildvêr. Etter snøfattige vintrar var det små skadar. Samanhengen mellom snømengd, isdanning og vinterskadar vart også observert i Troms i 1967. I fjordbygdene førte djup snø og mildvêr til store skadar av isdekke på enga, medan snøen rann bort med regnet i kystbygdene (Andersen 1967).

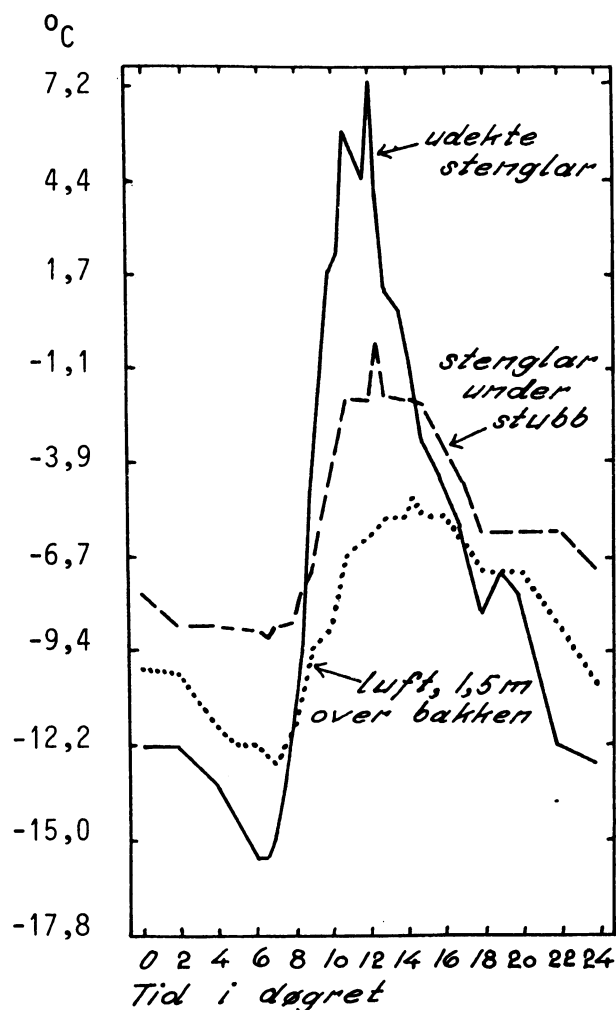
Medan vêrlag som skiftar mye mellom frysing og tining, kan føra til store fysiske (abiotiske) skadar i grasmark, kan også stabile vintrar ha uheldige følgjer. Særleg i indre og høgare strøk av landet, der snøen kjem tidleg og ligg lenge, kan lågtemperatur-soppar få ideelle vilkår og gjera stor skade på engvekstane. Mest uheldig er det når snøen legg seg før jorda er tilfrosen (Arsvoll 1973).

3.1.2 Frost og snødekke

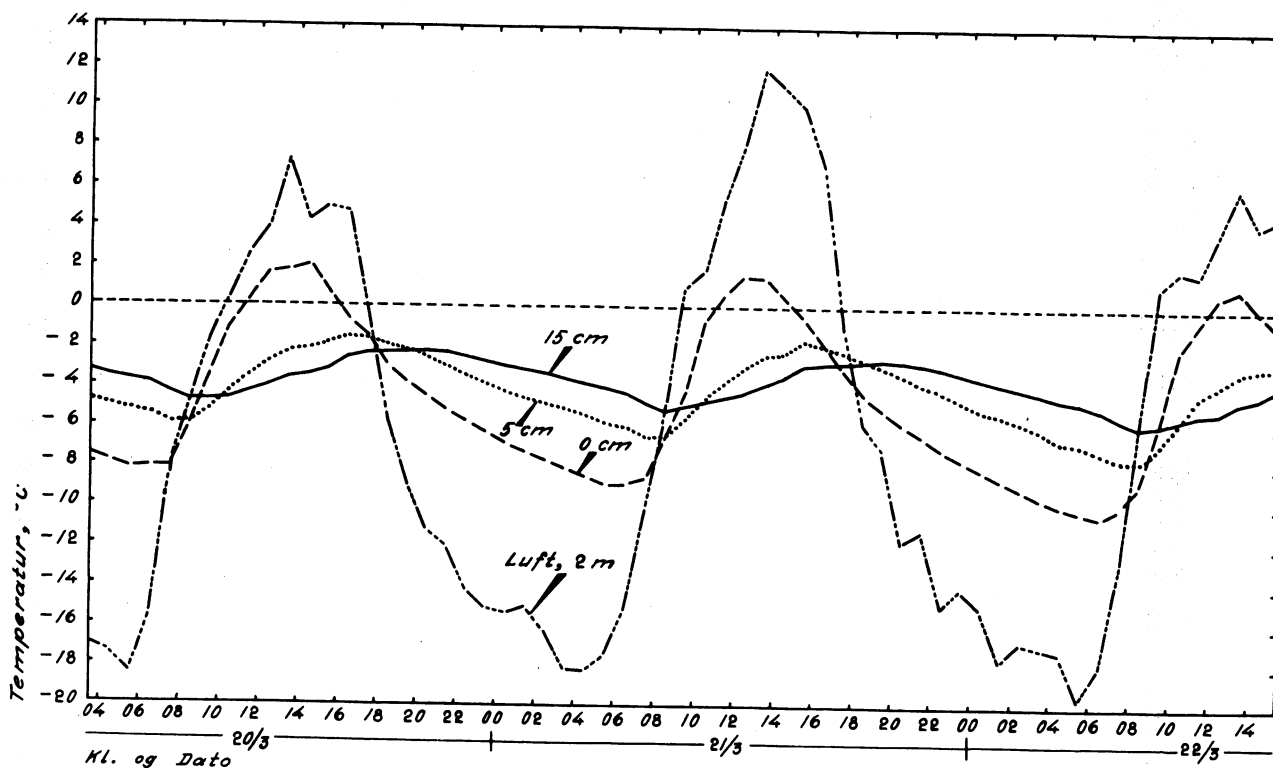
3.1.2.1 Fysiske verknader og skadar

Ved fryseforsøk i laboratorium kan ein finna kor mye frost ymse artar og sortar av engvekstar toler. Men resultat frå slike forsøk sette saman med vanlege temperaturdata er ikkje godt nok grunnlag til å dømma om faren for frostskeidar i grasmark. Når plantar som står i jord i kar vert frosne i skåp, vert røtene

kjølte ned seinare enn dei overjordiske delane, men endeleg frysetemperatur vert den same for heile planten, og den same som lufttemperaturen i skåpet. I grasmark derimot er avkjølinga av ymse plantedelar ikkje like sterk, og temperaturen kring plantane kan vera ein annan enn lufttemperaturen, som vanleg vert registrert 2 m over bakken. I klarvêr måler ein oftast dei lågaste temperaturane og dei største temperatursvingingane tett ved jordoverflata. Overjordiske plantedelar er da utsette for sterkare frost enn det målt lufttemperatur viser. Dette går fram av figur 9 der minimumstemperaturen om morgonen var om lag 3 gradar lågare i udekte stenglar av kløver enn i lufta 1,5 m over bakken. Skya vêr og vind jamnar ut mye av slike skilnader.



Figur 9. Dagleg temperaturvariasjon i luft, 1,5 m over bakken, og i kløverstenglar 0 til 1,5 cm over bakken utan snødekke midtvinters i New Jersey, U.S.A. (Sprague 1955).



Figur 10. Temperatur i luft og i ymis djupn i jord utan snødekke i ein klarvårsperiode i mars (Baadshaug 1971).

Når jorda er berr, skulle ein venta dei lågaste minimumstemperaturane i sjølve overflata som følgje av utstrålinga. Men her har ein transport av varme frå jorda, og i ei eng verkar dei overjordiske plantedelane til å isolera mot utstrålinga. Døyvinga av utstrålinga på grunn av grasstubben går også fram av figur 9, som syner temperaturen i stenglar av kløver, som vart dyrka saman med gras og hausta med 5 cm stubbhøgde. Samanlikna med kløver som vart verna av grasstubb var temperaturen i udekte stenglar ca. 6 gradar lågare om morgonen og 8 gradar høgare midt på dagen.

Tempertursvingingane er alltid mindre nede i jorda enn 2 m over bakken, og mindre di djupare ein kjem (Figur 10).

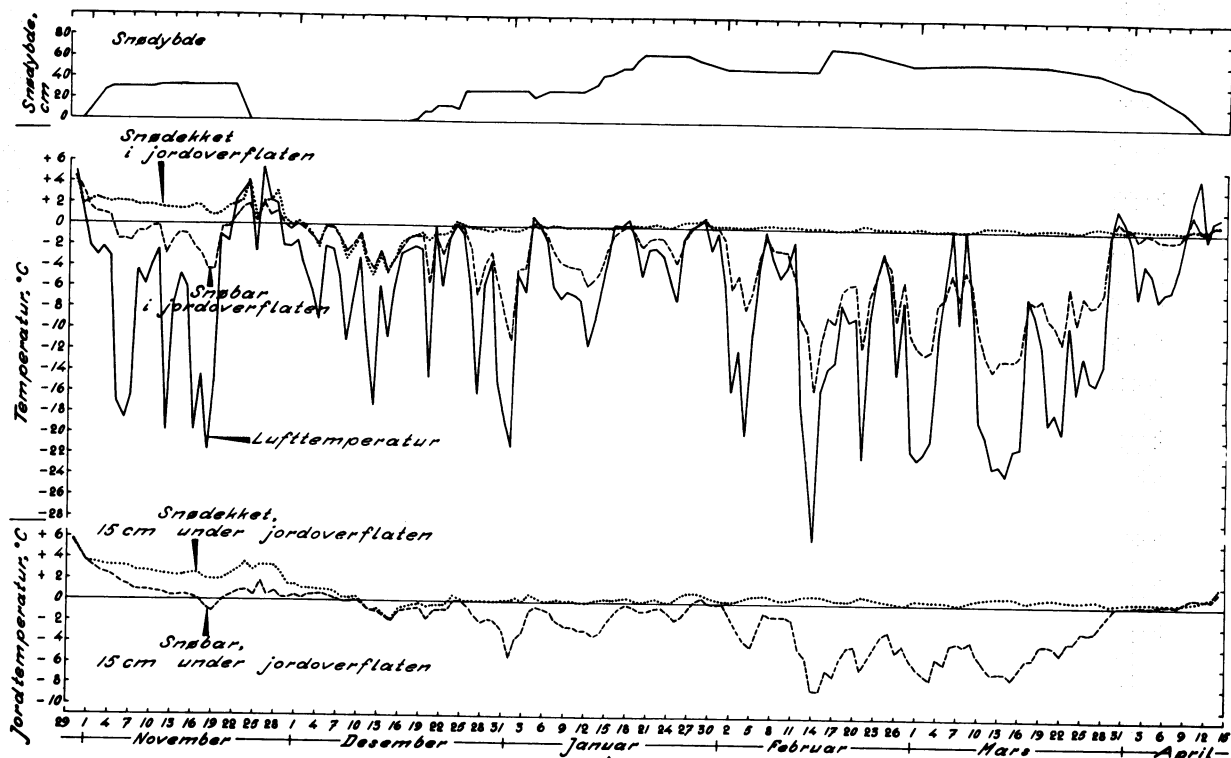
I det heile har varmetransporten frå jorda mye å seia for verkningen av frost. Seinhaustes kan skadane av ein berrfrostperiode verta mindre enn venta av di jorda inneheldt mye varme i dei øvre laga. Ein tilsvarande berrfrostperiode seinare på vinteren etter at jorda er avkjølt og tela, kan gjera mye større skade. Ein-skilde jordfaktorar, særleg vassinnhald, varmekapasitet og varme-

leiingsevne, verka òg på skadegraden. Desse faktorane varierer, og jorda er difor visseleg med og avgjer kor hardt frosten røyner på vekstane, men dette er lite granska. Viktigast for frostskeidar på engplantar her til lands, er snødekket; djupn, kor lenge det ligg, og kor tett og vått det er. Kor mye snødekket kan isolera mot varmetap, går fram av tabell 3 der resultat av ymse granskingar er stilte saman. Under eit snødekke på berre 15-20 cm kan temperaturen på jordoverflata halda seg kring 0°C enda om lufttemperaturen fell til -30°C eller lågare. Nokolunde same utslag fann Wexelsen (1935), Kinbacher & Jensen (1959) og Holmes & Robertson (1960).

Tabell 3. Snødjupn og temperatur i luft 2 m over bakken og på jorddyta under snøen

Kjelde	Snødjupn cm	Temperatur, °C	
		2 m over bakken	På jorddyta under snøen
Sjøseth (1957)	8	-22	-14
	20	-17	- 5
	40	-22	- 3
Pessi (1956)	13	-19	- 4
	18	-25	- 8
Ylimäki (1962)	15	-30	- 4
	20	-34	- 4
	60	-35	- 1

Når det har lagt seg tørr snø på telefri jord, skal det svært låg temperatur til for at det skal verta tele, av di snøen hindrar varmetap frå jorda. Er jorda mye avkjølt før snøfallet, aukar temperaturen av di varme vert tilført frå djupare lag. Når jorda er dekt av 15-20 cm tørr snø, er det liten fare for at dei vanlege eng- og beitevekstane skal verta skadde av frost. Verknaden av eit snødekke på temperaturen i og under jordoverflata er også undersøkt av Baadshaug (1973b) (Figur 11) og Jonassen (1972).



Figur 11. Snødjupn, lufttemperatur og jordtemperatur på snøberr og snødekt mark vinteren 1968/69 (Baadshaug 1973b).

Den isolerende verknaden av snøen rettar seg etter tettleiken hos snødekket. Tørr, laus snø leier varmen dårleg (om lag 3 gonger leiingsevna i stille luft). Etter samansøkking kan leiingsevna verta tidobla.

Leiingsevne:	(cal/cm·s·°C)
Luft	$0,5 \cdot 10^{-4}$
Snø	$1,5 \cdot 10^{-4} - 17 \cdot 10^{-4}$
Vatn	$15 \cdot 10^{-4}$
Is	$55 \cdot 10^{-4}$

Pakking eller samansøkking i mildvêr verkar sterkt på temperaturen i plantesona. Ved sida av at varmeleiingsevna (rekna pr. cm djupn av snødekke) aukar, vert òg det isolerende laget tynnare. I lange mildvêrsperiodar kan snøen gå over til snøsørpe, og ved etterfølgjande frost får ein meir eller mindre rein is. Verknaden på temperaturen vert da særleg stor, av di is leier varme godt. Tettleiken av snøen kan målast ved vassverdien, i mm vasshøgde pr. cm snødjupn. Han aukar mye frå haust til vår, som vist ved mid-

deltala frå Det norske meteorologiske institutt for perioden 1901-30:

Oktober	1,4 mm/cm snødjupn
Desember	2,1 mm/cm snødjupn
Mars	3,0 mm/cm snødjupn
Mai	3,5 mm/cm snødjupn

Verknaden av snødekket på overvintringa av eng- og beitevekstane er vist i mange granskingar. Sjøseth (1957) gjorde forsøk med raudkløver der ein del av forsøksrutene vart haldne snøfrie om vinteren. Tal plantar av sortane 'Molstad', 'Vågønes', 'Øtofte' og 'Tripo' vart talde haust og vår:

	Tal plantar om hausten	Prosent over- levande plantar
Naturleg snødekke	440	83
Berr mark	440	44

Snødekket varierte mellom 8 og 40 cm. Registreringa av luft- og jordtemperatur, av snødjupn om vinteren og granskinga av plantane om våren, viste at uttynninga på dei snøfrie rutene kom berre av frosten. Det var same resultat for meir og mindre hardføre sortar på rutene med berrfrost og i fryseforsøk i laboratoriet, og det peikar i same lei.

I forsøk i førsteårs kløver/timoteieng vart kløveravlinga og den totale høyavlinga om lag like mye reduserte etter berrfrost. Resultatet i middel for to kløversortar var (Sjøseth 1957):

	Naturleg snødekke	Berr mark
Høy, kg pr. dekar	407	286
Kløver, kg pr. dekar	311	166
Prosent kløver	76	58

Figur 1 (side 2) viser resultat frå liknande overvintringsforsøk med ymse grasartar (Baadshaug 1973b). For timotei og engsvingel var det berre liten nedgang i prosent overlevande plantar etter overvintring utan snødekke jamført med snødekt mark. Berrfrosten hadde likevel svekt plantane mye, slik at dei voks seinare frå

våren av og gav mye mindre avling enn dei som hadde vore snødekte om vinteren.

Verknaden av eit stabilt snødekke som vern mot fysiske skadar i grasmark går også fram av granskingar av overvintringsskadar og årsakene til dei på 2056 felt i Sør-Noreg (Årsvoll 1973). Dei fysiske skadane hadde avgjort størst omfang i låglandet nær kysten slik som nemnt tidlegare for Nord-Noreg, og dei minka med høgda:

Høgd over havet, m	Tal felt	Prosent skade av abiotiske faktorar
< 100	884	9,3
100-400	832	6,7
400-800	273	1,5
> 800	67	0,1

Arsaka til verknaden av aukande høgde var meir langvarig og stabilt snødekke. Verknaden av snødekke på fysiske tilhøve og plantevekst er svært mangslungen, og ikkje alltid positiv for plantane. I Tromsø jamførte Andersen (pers. oppl.) avlinga på areal med naturleg snødekke og areal med leskjermar om vinteren. I middel vart det snøbert 13 dagar seinare på dei snøskjerma felta, der det var samla opp til 100 cm snø, og tørrstoffavlinga var 138 kg pr. dekar mindre enn på areal med naturleg, opp til 50 cm djupt snødekke. Heilt motsett resultat fekk ein på Lesja der det frå gammal tid har vore vanleg med snøskjermar på tvers av dalføret (Vigerust et al. 1969). Ved leskjermane var det i middel 31 cm snødjupn og høyavlinga vart 145 kg pr. dekar større enn på arealet midt mellom, der snødekket var 16 cm. Forklaringa på dei motsette utslaga er skilnader i klima og jord mellom dei to stadene. I Tromsø førte avstytt veksetid etter djupt snødekke til nedsett grasvekst. På Lesja gav auka snømengd betre vern mot frost om vinteren og meir jordråme om våren. Det er der tørr luft, etter måten mye vind og jamt mye mindre snø enn i Tromsø. Det var ikkje åtak av sopp i desse forsøka.

Det er sjeldan at skadar som ein kan sjå i grasmark om våren, med visse kan seiast å komma berre av frosten, og verknaden av slike skadar er uklar. Skolmvekstar som raudkløver, alsikekløver og lu-

serne kan utan tvil verta mye skadde av frost. Det same gjeld grasartar som engsvingel, hundegras og særleg fleirårig raigras. Timotei toler vanlegvis svært låg temperatur, og det er truleg sjeldnare at han vert tynna ut berre av frost.

Etter det ein veit om den isolerande verknaden av snøen og om nedbør og varmeklima i landet, er det venteleg dei nedbørfattigaste fjellområda i det indre av landet som er mest utsette for frostskeidar. Særleg gjeld dette stader der meir eller mindre av snøen blæs bort om vinteren. Område med ustabil klima er også svært utsette. Her kan heile snødekket smelta i mildvårsperiodar, plantane kan verta avherda, og dei vert utan isolasjon i seinare kuldebolkar. Det har vist seg at plantane da har vanskeleg for å verta like herdige som før, enda om det er vilkår for herding. Særleg gjeld det ved avherding seint på vinteren, av di meir eller mindre av bladverket, som er turvande for herdinga, er dautt. Mildvår om vinteren kan såleis omveges føra til mye frostskeidar. Sidan ustabil vinterklima også gir andre skadar, er den reine frostsverknaden da vanskeleg å påvisa.

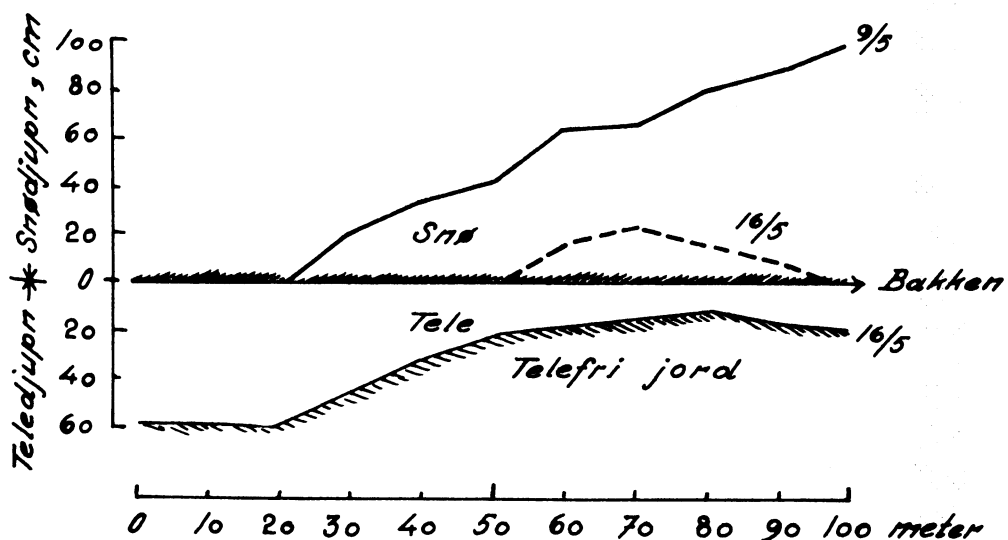
3.1.2.2 Biotiske skadar

På Holt i Tromsø vart snø- og teledjupn om vinteren målt langs ei line på 100 m i ei timoteieng med stor variasjon i snødekke (Andersen 1963). Langs same lina vart soppskaden fastsett neste sommar. Resultatet i figur 12 viser at skaden auka og telen minka med aukande snødjupn. Den viktigaste sopparten var *T. ishi-kariensis*.

Arsvoll (1973) granska skadar av ymist opphav på i alt 2401 grasmarkfelt spreidde over det meste av landet. Tabell 4 og 5 viser at skilnader mellom høgdelaga i vinterskade av soppar samsvarer med skilnader i tal døgn med snødekke.

T. ishi-kariensis og *S. borealis* må ha langvarig snødekke for å kunna gjera nokon større skade. På Austlandet har ein ofte langvarig snødekke også i låglandet, men likevel må ein opp i ei viss høgde før ein finn større skadar. Særleg *S. borealis* er sterkt knytt til dei høgaste stadene. Dette heng saman med at snøen oftare legg seg på utela mark di høgare ein kjem. *F. nivale* krev

snautt noko snødekke i det heile, og han kan gjera stor skade jamvel utan, eller med berre stuttvarig snødekke. Denne soppen gjer difor om lag like stor skade i alle høgdslag.



Soppåtak 11/6

(0=ingen skade)

(5=total skade)

0	+	2	3	4
---	---	---	---	---

Figur 12. Samanheng mellom snødekke og åtak av overvintringssoppar på Holt i 1956 (Andersen 1963).

Tabell 4. Skadar av overvintringssoppar på grasmark i ulike høgd.

Høgd over havet, m	Tal felt	Prosent skade på plantedekket av:				Sum biotiske faktorar
		Fusarium nivale	Typhula incar-nata	Typhula ishikariensis	Sclerotinia borealis	

Sør-Noreg						
< 100	884	4,0	1,0	0,8	0,0	6,1
100-400	832	6,0	1,2	5,8	0,5	13,5
400-800	273	3,3	0,1	15,6	3,0	22,3
> 800	67	3,3	0,1	12,7	10,5	26,9
Nord-Noreg						
< 100	309	1,4	0,2	0,9	2,0	4,6
> 100	36	1,0	0,2	0,3	2,6	4,2

Tabell 5. Tal døgn med snødekke og skadar av overvintringssoppar i grasmark.

Snødekke tal døgn	Tal felt	Prosent skade på plantedekket av:				Sum biotiske faktorar
		Fusar- ium nivale	Typhula incar- nata	Typhula ishika- riensis	Sclero- tinia borealis	
< 30	129	1,6	0,0	0,0	0,0	2,6
30-90	329	4,0	0,4	0,3	0,0	4,8
90-180	1569	4,6	1,1	4,6	0,7	11,3
> 180	372	3,5	0,6	10,0	4,0	18,5

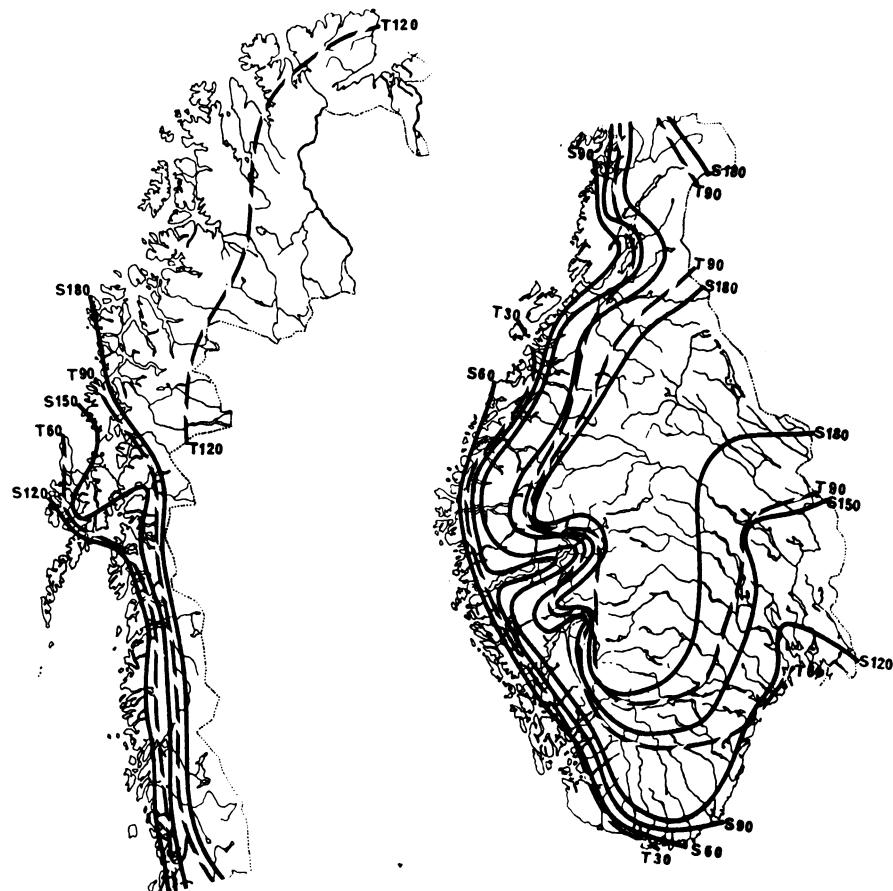
Utbreiinga og skaden av overvintringssoppene rettar seg etter miljøkrava deira og vinterklimaet. Hovuddraga i norske granskingar (Årsvoll 1973) var:

Fusarium nivale er utbreidd over heile landet, og kan gjera skade også der det ikkje er nemnande snø. I område med mindre enn 90 døgn snødekke er han den viktigaste overvintringssoppen.

Typhula incarnata gjorde spreidde åtak i dei fleste strøka av landet, men sjeldan på stader med mindre enn 90 døgn snødekke. Til vanleg var det berre liten skade.

Typhula ishikariensis gjer ikkje nemnande skade langs kysten og i fjordstrøka sør for Troms, eller på stader med mindre enn 120 døgn snødekke, av desse minst 60 isdøgn (= døgn med maksimum lufttemperatur under 0°C). På stader med meir enn 150 døgn snødekke, av desse 80 isdøgn, var denne soppen den viktigaste på overvintrande gras, og skadane var ofte vidfemnande.

Sclerotinia borealis vart ikkje påvist langs kysten og i fjordstrøka sør for Troms. Det var heller ikkje nemnande skade på stader med mindre enn 170-180 døgn med snødekke, av desse 90 isdøgn. Meir varig snødekke og meir enn 110-120 isdøgn førte vanlegvis til sterke åtak. Slikt vintervêr er det normalt berre i Finnmark og indre Troms, og i dal- og fjellstrøk i sentrale delar av Sør-Noreg (Figur 13).



Figur 13. Tal dagar i året med snødekke (—S), og isdagar, døgn med maksimum lufttemperatur under 0°C , (----T). Middell for åra 1961-70 (Arsvoll 1973).

Dei indre delane av Nord-Sverige får ofte snødekke på ufrosen mark, og såleis gode vilkår for åtak av overvintringssoppar (Lomakka 1985). Slike skadar i grasmarkene er størst i innlandet og minst langs kysten. I Nord-Finland vart *Sclerotinia borealis* funnen på 65 % av prøvene frå i alt 1000 grasmarker (Mäkelä 1986). Soppen var mest vanleg i dei nordlege delane (Sodankylä, Kittilä, Inare), særleg i førsteårs eng, der skaden i somme høve var total. I nokre høve fann ein store mengder kvileknollar om våren, men ikkje nemnande verknad på plantesetnaden eller avling. Lomakka (l.c.) granska også levetida til sklerotia i ulike djupner og på ymse jordartar, og kvar slike kvileknollar helst finst. Det er også funne ymse soppar som parasitterer på stor grasknollsopp.

Også *Typhula*-artane er vanlege på haustkorn og grasmark i heile Finland (Mäkelä l.c.). *T. ishikariensis*, som er mest utbreidd, vart funnen på 54 % av prøvene frå 1000 marker. Den gjorde mest

skade i eldre timoteieng. *T. incarnata* var sjeldnare og vart funnen i 11 % av prøvene.

Det var oftast lite av *Fusarium*-skade i timotei-enger, medan eng-svingel og fleirårig raigras vart meir skadde. Særleg raigras var i mange høve heilt øydelagt. Det vart påvist fleire artar av *Fusarium*, i middel på 30 % av prøvene, men åtaket varierte mye frå år til år (Lomakka l.c.).

3.1.2.3 Samverknad mellom fysiske og parasittære faktorar

Det er oftast fleire faktorar som verkar i hop, og som saman er årsak til vinterskadar i grasmark. I laboratorieforsøk i Canada var frostskeadane størst hos plantar med åtak av rotråte (*Fusarium* og *Bipolaris*). Plantar som på førehand var skadde av frost, var særleg utsette for åtak av rotråte. Frostskeadane svekte såleis motstandsevna mot rotråte (Andrews et al. 1960).

Liknande samspel mellom soppåtak og frostskeadar fann Larsson (1961) i granskingar med haustkorn i Sverige. Plantar av haustrug og haustkveite som var fengde med *Fusarium*, vart drepne ved 1-2°C høgare kjøletemperatur enn når såfrøet var beisa mot sopp. Markforsøk viste at soppsmitta plantar hadde mindre motstandsevne mot frost og oppfrysing enn usmitta (Ekstrand 1955):

	Prosent vinterskade	
	Haustkveite	Haustrug
Beisa såkorn	27	38
Ubeisa såkorn	47	52

Slike samspel mellom soppåtak og fysiske skadar har ein truleg mye av i eng og beite, men dette er lite granska. Plantar som er skadde av sopp om hausten, kan få mye av assimilasjonsvevet øydelagt, slik at herdinga vert dårlegare.

3.1.3 Isdekke

Kor stor skade eit isdekke fører til, er avhengig av fleire faktorar. Når det legg seg is i ein periode med låg temperatur, og isen er rein for snø, vert plantane utsette for hard frost, for

is er ein god varmeleiar. Plantane toler òg mindre frost når dei er dekte av is. I tillegg kan mildvêrsbolkar, som er eit vilkår for isdanning, avherda plantane.

Skadane aukar gjerne når isen ligg lenge. I karforsøk med raudkløver og timotei vart plantane haldne under isdekke frå 12 til 20 døgn ved -2°C , og prosent overlevande plantar var (Sjøseth 1959):

	Døgn under isdekke		
	12	16	20
Raudkløver (6 sortar)	57	16	11
Timotei (3 sortar)	61	48	9

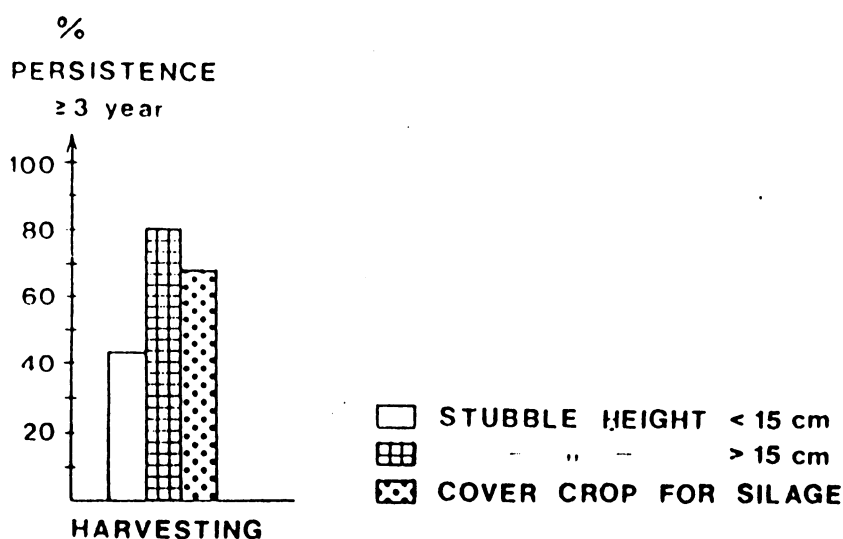
Både i Nord-Noreg (Andersen 1960, 1963) og på Island (Gudleifsson 1971) var overvintringsskadane særleg store i år da det la seg is tidleg på vinteren, eller når han låg lenge utover våren. Kor tett og fullstendig plantane er omgjevne av is er òg viktig. Det er her alle overgangar frå eit lag med meir eller mindre tett skare omkring dei overjordiske delane, til eit isdekke som fullstendig omgir plantar med røter.

Sjøseth (1969) jamførte ulike gradar av isdekking av kløver. Plantar som stod i jord i plastkar, vart herda ved $1,5^{\circ}\text{C}$. Sidan vart kara fylte vatn og sette ved $-2,5^{\circ}\text{C}$, slik at det vart både isdekke oppå jorda og meir eller mindre kompakt is omkring røtene. Plantar som stod i jord i kassar vart òg herda, og sette ved $-2,5^{\circ}\text{C}$. Etter at jorda var frosen, vart det fylt på vatn som laga eit isdekke oppå jorda, men ikkje kring røtene. Plantane vart så sette ved -2°C for å halda isdekket ved like utan frostskade på plantane. Etter visse tider vart kar og kassar sette til tining ved $6-8^{\circ}\text{C}$, og seinare plasserte i varmt rom i 3 veker for å få i gang veksten hos overlevande plantar. I markforsøk vart kløverplantar som stod i frosen jord, dekte med vatn som fraus og danna isdekke over forsøksarealet. På isen vart lagt halm eller snø for å hindra frostskade. Tala nedanfor viser resultatet av dei ymse handsamingane.

	Laboratorieforsøk		Marktor-
	Kar med isdekke, røtene om- gitt av is	Kassar med isdekke, røtene i jord	søk med isdekke, røtene i jord
Døgn i is	16	51	75
Prosent overlevande plantar	16	16	31

Berre ein liten del av platane overlevde 10-15 døgn i kara med fullstendig isdekking, medan like mange greidde 40-60 døgn under is når jorda ikke var gjennombløytt føre frysing. I markforsøket tolte plantane enda lengre tid under isdekke.

Av di isdekkeskadar kjem av opphopping av giftige emne, skulle ein tru at blad strå og stubb som står gjennom isen, kunne hjelpa ved å gi gassveksling under isen. Freyman & Brinck (1967) kunne ikkje påvisa slike verknader i isdekkeforsøk med luserne. Seinare fekk Freyman (1969) klart betre overvintring hos strandrøyr, hundegras, engrapp og luserne når blad og strå stod opp gjennom isdekke.

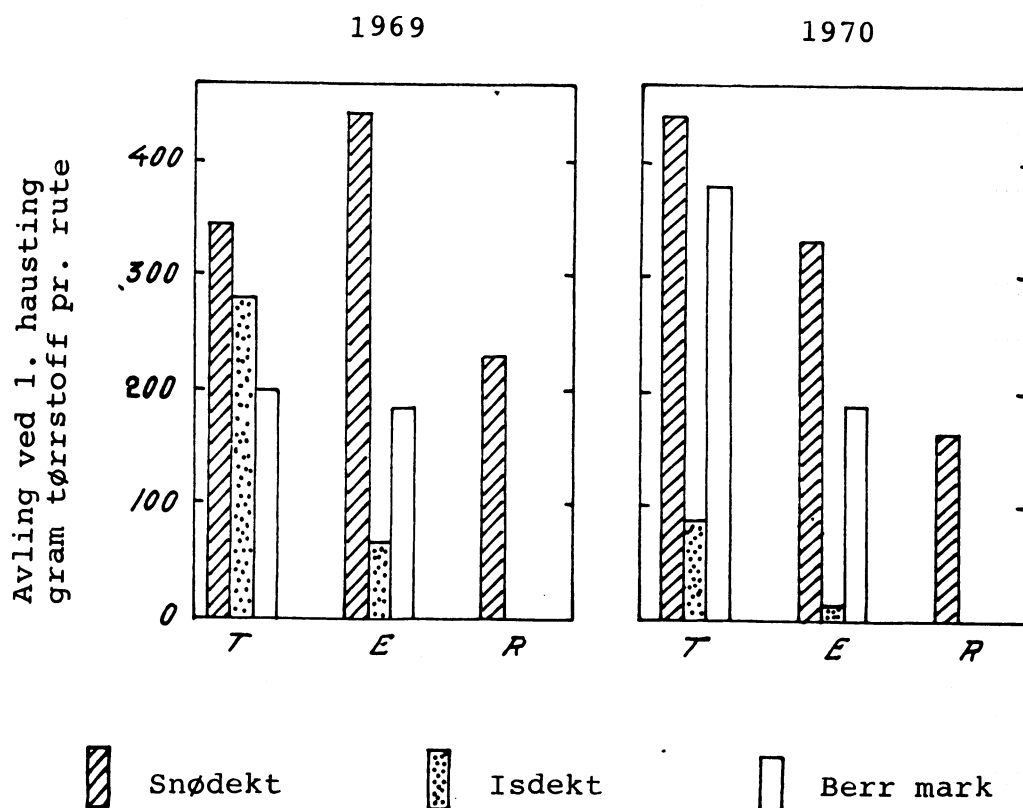


Figur 14. Verknad av stubbhøgde og tidleg hausta grønfôrhavre mot utvintring av raudkløver under isdekke (Pulli 1986).

Også Pulli (1986) påviste best overleving av kløverplantar på isdekt mark når det var høg stubb. Også restane etter ein tidleg

hausta dekkvekst av grøntôrhave gjorde såleis kløveren meir varig (Figur 14).

Også fleire andre faktorar har følgjer for danning og skade av isdekke. I Nord-Noreg var såleis eng på dårleg drenert jord særleg utsett for skade av isdekke (Andersen 1963). Lomakka (1985) peika på dårleg drenering som årsak til 'isbrann', helst på grunn av tette lag øvst i jorda. På Island fann ein at eng på moldjord med stort porevolum var mindre skadd av isdekke enn eng på jord med lite porevolum. Dette heng truleg saman med at planterøtene vert særleg tett innfrosne i telen og gjennomluftinga vert mindre på dårleg drenert jord eller på jord med lite porevolum. I slikt ugunstig jordmiljø er også røtene dårleg utvikla, og plantane toler mindre påkjenningar (Gudleifsson 1971).



Figur 15. Tørrstoffavling i førsteslåtten hos timotei (T), engsvingel (E) og fleirårig raigras (R) etter snødekke, isdekke og berr mark om vinteren. Middell for to år (Baadshaug 1971).

Skilnaden mellom artar og sortar i evne til å tola ymse overvintningsvilkår gjeld også isdekke. 'Kleppe' raigras overlevde ikkje

vinteren, verken under is eller på berre mark i noko av forsøksåra (Figur 15), og 'Løken' engsvingel leid mest under isdekke begge åra. 'Grindstad' timotei, som var den mest hardføre av desse artane, tolte isdekket etter måten godt første året, men ikkje andre vinteren.

Prosent overlevande plantar etter overvintring under snø og under isdekke i 110 og 120 dagar var:

	1969		1970	
	Snø	Is	Snø	Is
Overvintring under:				
Timotei ('Grindstad')	99	83	100	50
Engsvingel ('Løken')	100	36	100	17
Fleirårig raigras ('Kleppe')	100	0	98	0

I to forsøk fekk Sjøseth (1969) følgjande tal for prosent overlevande plantar etter isdekking:

Døgn under is:	0	120	0	57
Raudkløver ('Molstad')	17	0	90	27
Timotei ('Grindstad', 'Engmo', 'Bodin')	100	75	100	95
Engsvingel ('Løken')	100	26	-	-
Fleirårig raigras ('Kleppe')	100	0	-	-

I begge granskingane tolte timotei isdekket best av dei prøvde artane, medan fleirårig raigras (og kløver) greidde seg dårlegast.

Andrews & Gudleifsson (1983) påviste mye større evne til å tola isdekke hos timotei enn hos haustkveite, og også skilnader mellom timoteisortar. Den islandske 'Korpa' var såleis sterkare enn 'Engmo' timotei. I desse granskingane var det liten samanheng mellom overlevingsevne under is og evne til å tola frost.

3.2 EDAFISKE OG TOPOGRAFISKE FAKTORAR

3.2.1 Jordarten

Påkjenningane som plantane vert utsette for om vinteren, er avhengige av både fysiske og kjemiske jordfaktorar. Verknaden av jordarten på skadeomfanget, ser ein ved oppfrysing av plantar. Som nemnt skjer slike skadar særleg på jord med god kapillær leiingsevne, som rettar seg etter jordarten. I forsøk i Finland vart fem jordartar fylte i trerammer, 25 cm djupe (Jamalainen 1971). Haustrug, haustkveite og raudkløver vart sådde om hausten, og skadane av oppfrysing vart registrerte om våren. Det var mest oppfrysing på fin sandjord og torvjord, og noko mindre på siltjord. Også på sandjord var det noko skade, medan det mest ikkje var oppfrysing på særstiv leirjord. Dette er i samsvar med mange andre røynslar, at siltjord som mjele, koppjord og kvabb, lett leirjord og godt formolda torvjord er mest utsette. På stivare leirjord, der den kapillære leiingsevna er lita, er det mindre fare for telehiv. Sandjord, særleg av noko grøvre type, som har lita kapillær stigehøgde, er heller ikkje utsett.

Unge plantar er særleg utsette for oppfrysing av di dei har lite utvikla røter, som lett frys opp av jorda. Artar med pålerot er meir utsette enn grasartane.

Som nemnt er tett jord med mye fin-materiale særleg utsett for skadar av isdekke. Grovkorna jord vert drenert snøggare, og det vert mindre kompakt tele. Di tettare jorda er, di større er faren for oppsamling av vatn med etterfølgjande isdekke. Skadane av isdekket vert større di tettare telen kring røtene er. I fjellbygdene og i Nord-Noreg går timotei ofte snøggare ut på torvjord enn på mineraljord (Hansen 1946, Jetne 1946). Dette kjem venteleg også av at myrvar vanleg ligg lågt og flatt, slik at dei lett vert isdekte. Både på Holt (Andersen 1971) og Vågønes (Hansen 1946) vart det større skadar av isdekke på myr enn i parallelle forsøk på fastmark i år med vanskelege overvintringstilhøve. På Vågønes var resultatet:

Prosent timotei i 6. engåret

Torvjord	44
Sandjord	84

Arsvoll (1973) fann òg mest vinterskade på torvjord, særleg av fysiske (abiotiske) faktorar:

	Tal felt	Prosent skade på plantesetnaden av:	
		Sclerotinia borealis	Abiotiske faktorar
Torvjord	400	2,0	16,4
Mineraljord	1886	0,9	6,9

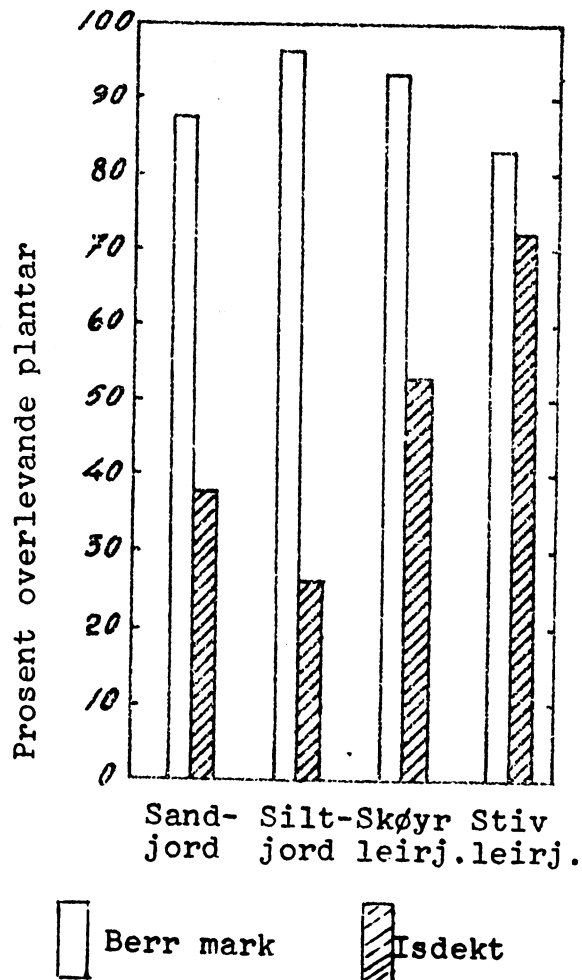
Arsaka til at det var mest soppskade på torvjorda kan vera at stor grasknollsopp trivst best på jord med låg pH, som vist i ei svenske gransking (Ekstrand 1955).

Rammeforsøk med timotei, engsvingel og fleirårig raigras dyrka på 4 forskjellige jordartar viste klar verknad av jordartane på overvintringa ved berrfrost og under isdekke (Figur 16).

Utslaget varierte etter overvintringstilhøva. På snøberr mark var overvintringa best på siltjord (mjele frå Romerike) og skøyr leirjord, og dårlegast på sandjord og stiv leirjord. Den store skaden på sandjord kan hanga saman med at denne jordarten vart mest avkjølt i kaldt vêr.

At plantane vart mye skadde av berrfrost på stiv leirjord, kan komma av at dei var lite herdige. Om hausten og våren var grasveksten noko frodigare der enn på dei andre jordartane, og faktorar som stimulerer veksten, gir ofte mindre herdige plantar. Det kunne ikkje påvisast skade av oppfrysing i forsøket.

På alle jordartane var overvintringa dårlegare under isdekke enn ved berrfrost. Men rekkjefølgda mellom jordartane med omsyn til overvintring av graset vart mest omsnudd av isdekking. Siltjord, som hadde flest overlevande plantar etter berrfrost, hadde størst skade under isdekke. Stiv leirjord, med størst skade av berrfrost, hadde best overvintring under isdekke. Ein kan difor ikkje rangera jordartar generelt etter evne til å by plantane gode overvintringsvilkår, av di vinterklimaet har så stor innverknad.



Figur 16. Overvintring ved berrfrost og under isdekke på 4 jordartar. Middell, timotei og engsvingel (Baadshaug 1973b).

Jordarten kan verka inn på teledjupna. Agerberg (1949) fann at telen gjekk 8 cm djupare på siltjord enn på torvjord, men telen heldt seg om lag ein måned lenger om våren i torvjorda. Dette kan vera viktig i samband med is- og vass-skadar.

3.2.2 Vassinnhaldet i jorda

Utanom nedbør, fordamping og tilførsle frå grunnvatn er det dei fysiske jordfaktorane, i første rekkje mekanisk samansetnad, porrevolum og -fordeling, som påverkar vassinnhaldet til kvar tid.

Høg jordråme fører ofte til at plantane fryser opp. I Sverige vart haustkveite dyrka på siltjord skadd av oppfrysing mellom grøf-

tene, medan det over og tett ved grøftene var lite oppfrysing (Håkansson 1954, 1960) (Figur 2). I Vermont, USA, auka skaden av oppfrysing hos tredjeårs luserneplantar dyrka på siltjord med grøfteavstanden (Benoit et al. 1967):

Grøftetilstand	Prosent overlevande plantar
Ikkje grøfta	13
Grøfter med 61 m avstand	39
Grøfter med 30,5 m avstand	56

Det var signifikant, positiv korrelasjon mellom prosent plantar som gjekk ut om vinteren og volumprosent vatn i jorda om hausten.

I Nord-Noreg var is- og vass-skadar i grasmark vanlegast på jord som var dårleg grøfta Andersen (1963). I eit forsøk på tidlegare udyrka myr i Vesterålen fekk ein desse resultatata i middel for 5 år (Halvorsen 1973).

Grøfteavstand, m:	7	11	15
Prosent overvintringsskade	14	13	24
kg høy pr. dekar	520	480	400

Forsøk med profilering av jorddyta for å få vatnet bort gav i middel for dei tre grøfteavstandane desse tala for overvintringsskadar:

Krum jorddyte	17 prosent
Flat jorddyte	19 prosent

Skadeprosenten for krum jorddyte er middel for rygg og deld på ruta. I delda, der vatnet samlar seg, var det størst skade:

Krum jorddyte, deld	36 prosent
Flat jorddyte	27 prosent

Det er viktig at ein ved profilering gjer delda så lita som råd, om ein skal dra full nytte av åtgjerda.

Det har vore ei auka interesse for jordprofilering i dei seinare åra, og store prosjekt er i gang i kjølege og nedbørrike strøk. Arsaka er omfattande is- og vassskadar om vinteren på eng- og beiteareala. Lang tids bruk av tunge maskinar, ofte i vått vêr, og bruk av blautgjødse (gylle) pakkar jorda og tettare porene. Korleis infiltrasjonen av vatn i ei organisk jord vert sterkt ned-

sett av slike driftsmåtar går fram av desse resultatata frå eit eittårig forsøk (Myhr 1984):

Gylle, m ³ pr. dekar	Infiltrasjon av vatn, mm pr. time		
	Ikkje pakking	Moderat pakking	Sterk pakking
0	10,5	5,7	1,5
10	4,1	1,6	0,4

På varig grasmark får ein ofte tett jord som følgje av tunge haustemaskinar. Myrjord og finkorna mineraljord er mest utsett for tiltetting av porene. Profilering tener til å leia overflatevatnet til grunne grøfter eller delder, som er laga langs dei profilerte teigane. Schjelderup (1985) har gitt fleire detaljar. Også i Nord-Sverige har slike problem auka på, særleg etter attlegging av opne grøfter, som var mye brukte tidlegare (Lomakka 1985).

Vassinnhaldet i jorda verkar også indirekte på overvintringa. I eit kanadisk laboratorieforsøk vart luserneplantar dyrka i kar, herda om hausten og deretter frosne ved ymist vassinnhald i jorda. Frostskaden vart vurdert etter ein skala med 1 for uskadde plantar og 5 for drepne (Calder et al. 1965):

Vassinnhald i jorda	Frostskade
25 prosent av feltkapasitet	2,7
Feltkapasitet	2,7
Full metting	3,7

Nedsett motstandsevne mot frost kan her komma av at plantane vart dårleg herda ved høgt vassinnhald i jorda. Også Larsen (1978) fann dårlegare frosttoleranse når hundegras vart herda ved høgt vassinnhald (pF=1) enn ved lågt (pF=3). Dette galdt plantar som stod i sand, sand-torv-blanding og 'enhetsjord', men ikkje dei som stod i jord-torv-blanding.

Engsvingelplantar som i veksetida stod i grov sand, vart sterkare mot frost når jordråmen var høg (17 volumprosent), enn når han var låg (6,5 volumprosent) (Larsen l.c.). Ved høg jordråme under sjølve frysinga vart plantar av engsvingel og hundegras meir

skadde enn etter frysing ved lågt vassinnhald. Men dette galdt berre når torv-jord-blandinga og 'enhetsjord' var veksemedia, ikkje når plantane stod i sand eller i sand-torv-blanding. Desse resultatata har særleg interesse ved prøving av frosttoleranse i laboratoriet.

I Kansas, USA, vart det minska overvintringsskadar i haustkorn etter vatning (Stickler 1962). Dette heng truleg saman med at auka vassinnhald gir jorda større varmekapasitet, og plantane vert da mindre pårøynde av frost. I berrfrostforsøk fann Baadshaug (1971) dårlegare overvintring på sandjord enn på siltjord og leirjord, truleg av di sandjorda, med minst vassinnhald, vart sterkare avkjølt enn dei andre jordartane. Etter måten høg jordråme skulle i det heile verka heldig på overvintringa ved sterk berrfrost. I tillegg til auka varmekapasitet, aukar òg varmetilførsel til plantane frå djupare jordlag.

3.2.3 Jordpakking

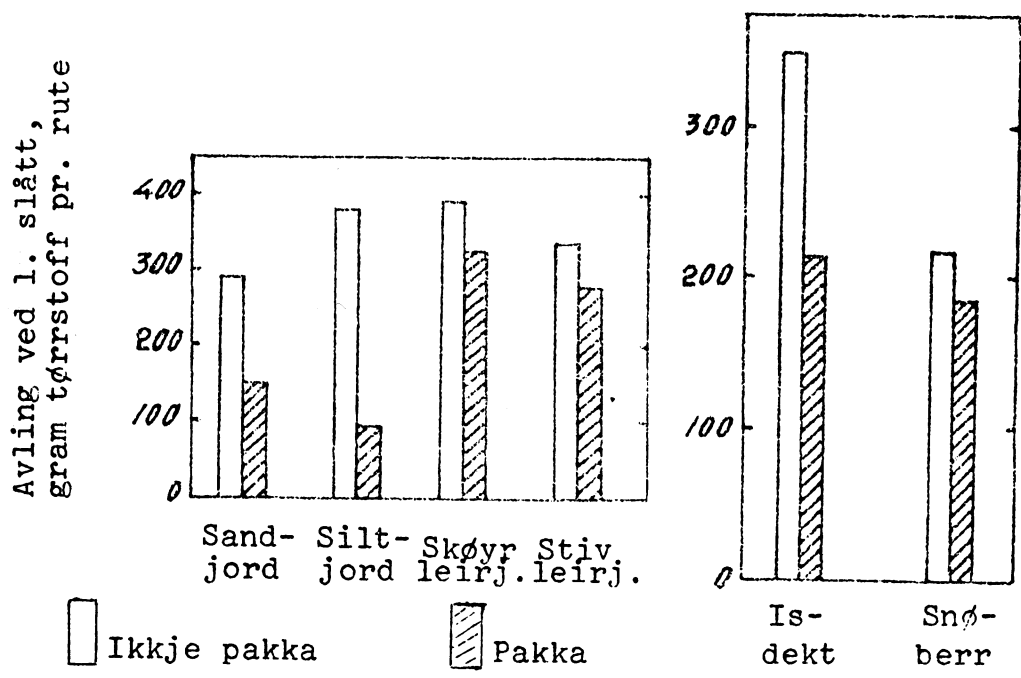
Andersen (1963) synte at det vart særleg store overvintringsskadar i traktorspora. Det kan vera fleire årsaker til dette. For det første vert plantane skadde reint mekanisk. Dessutan kan vatn samla seg og frysa til is i spora, som kan gi både isdekke-skade og ekstra frostpåkjenning. Når jorda vert pakka saman, vert planterøtene tettare omgitt av telen, og gassvekslinga vert hindra. Pakking av jord og vegetasjon fører også til snøggare transport av varme ut or jorda. I traktorspora vert det difor størst frostpåkjenning og djupast tele. På Island tok ein jordprøver frå grasmark som var meir eller mindre skadd om vinteren (Gudleifsson 1971). I eldre eng på jord med meir enn 20 % innhald av organiske emne, var det auke i skadane av isdekke med minkande innhald av store porer. Regresjonslikninga var:

$$Y = 74 - 3,24x$$

der Y = overvintringsskade i prosent og x = volumprosent porer > 32 μ m.

Dette samsvarer med resultatata til Baadshaug (1971) (Figur 17) som viser at avlinga var minst på pakka jord, men utslaget for pakking ymsa både med jordart og med overvintringstilhøva. Det var størst verknad på siltjord med isdekke. Ved berrfrost verka pak-

kinga mindre uheldig på overvintringa av graset. Dette tyder på at utslaget for jordpakking kjem av samverknad mellom skipla jordstruktur og isdekket. Pakking set ned innhaldet av luftfylte porer i jorda, og dette verkar særleg uheldig når jorda er dekt av is. Di mindre volum av luftfylte porer i jorda er, di mindre vert gassvekslinga i rotsona, og di snøggare og sterkare vert giftige stoffskifteprodukt hopa opp i plantevevet.



Figur 17. Tørrstoffavling hos timotei på upakka og pakka jord etter isdekke om vinteren (til venstre), og etter isdekke og snøberr mark om vinteren, middel for fire jordartar, (til høgre) (Baadshaug 1973b).

Eng på organisk jord er svært utsett for kjøreskadar, mest i kyststrøk, men også andre stader. På Vikeid i Nordland granska ein slike skadar på ymse myrtypar (Berg 1974):

Mark nr.	Myrtype i rotsona	Tørr volumvekt g/liter	Volumprosent vatn	Prosent oske, 0-40 cm	Plantedekke, prosent
1	Myrmold	340	72	37	100
2	Mosemyr	186	82	16	100
3	Mosemyr	167	77	9	80
4	Mosemyr	140	53	19	0
5	Myrmold	196	80	12	100

Mark nr. 4 var fresa opp for isåing av ny eng, medan mark nr. 3 var førsteårs eng med noko tynn setnad av timotei og engsvingel. På resten av markene var det gammal eng med grasartar, mose og storr. Omfanget av skadane varierte med jordart og plantedekke slik resultatet i middel for ymse hjultypar viser:

Mark nr.	Spordjupn cm	Sluring prosent	Kjøreskade prosent
1	1,4	2,9	0
2	2,9	7,8	10
3	6,5	19,7	39
4	14,1	16,5	44
5	4,1	4,9	15

Kjøreskadane vart fastsette etter spordjupn og etter kor mye jordyta var oppriven.

Enga vart mest skadd der ein brukte enkle hjul:

Hjultype	Spordjupn cm	Sluring prosent	Kjøreskade
Enkle	14,3	52	Stor
Tvilling	1,4	25	Middels
Lågprofildekk	0,3	25	Middels

Forutan av hjultypen vert skadegraden også påverka av forma til ribbene på dekk (Lindberg 1984). Ei anna rådgjerd for å minska kjøreskadane er å bruka firehjulsdriven traktor. Arsaka til problema er ofte at jorda ikkje er godt nok grøfta, men på somme myrtypar kan det vera uråd å få til god drenering enda om ein grøftar tett.

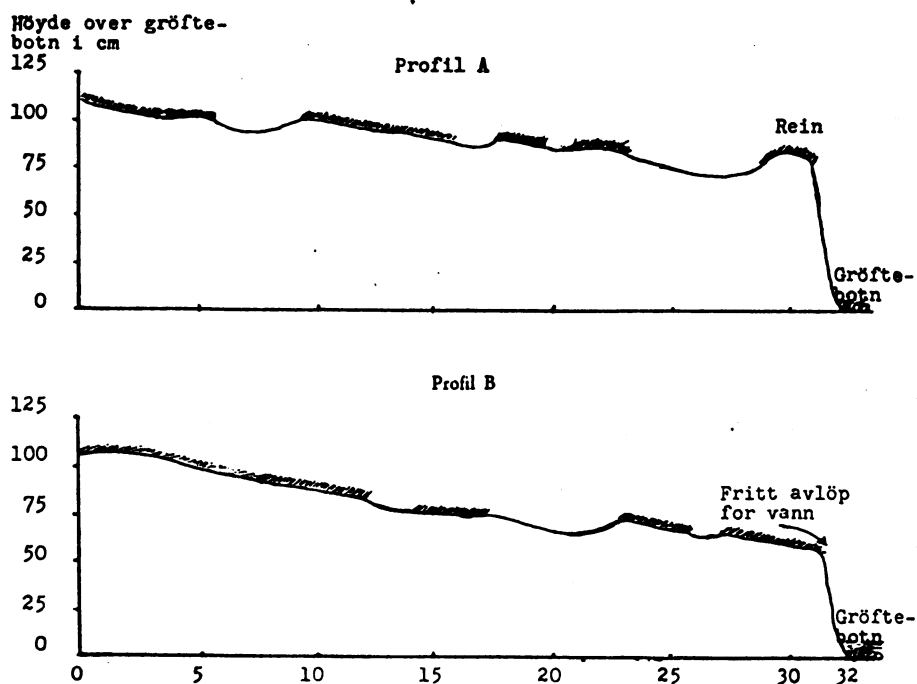
3.2.4 Topografi

Som nemnt før kan topografien vera årsak til skadar av frost, snødekke, isdekke og vatn. Såleis er faren for direkte frostskeidar størst på utsette lokalitetar i kupert lende, der snøen blæs av. Snølaget vert særleg djupt der terrenget verkar som snøskjerm, og is- og vass-skadar er mest vanlege på flat mark.

Arsvoll (1973) fann at lendet kan verka både på omfang og type av skade:

	Tal felt	Prosent skade på plantesetnaden av:	
		Biotiske faktorar	Abiotiske faktorar
Flatt lende	940	8,6	13,7
Hallande og kupert	1349	13,3	5,0

Det var ikkje nemnande skilnad i samla skade mellom flatt og hallande lende, men det var stor skilnad i skadetype. På flat mark dominerte dei fysiske skadane (is- og vass-skadar), medan parasittane var mest utbreidde i kupert lende, venteleg av di det der var areal med djup snø.



Figur 18. Samanheng mellom mikrotopografi og overvintringsskade i grasmark. Skravert: Dekking > 20 prosent. Ikkje skravert: Dekking < 20 prosent (Andersen 1963).

Mikrotopografien kan gi stor variasjon i skadar av isdekke innanfor små areal, og gjer ofte meir til skadane enn dei større draga i lendet. Granskingar på Island og i Nord-Noreg viste at i små deler kan alle plantar verta drepne, medan plantesetnaden

ikring, som ligg berre nokre cm høgare, er uskadd. I ei eng på Holt i Troms, der plantesetnaden var totalskadd i flekker, vart skadane vurderte langs to liner, og overflata vart nivellert. Det viste seg at dei mest skadde flekkene låg i små søkk, ofte berre nokre få cm djupe (Figur 18).

4.0 FAKTORAR SOM PÅVERKAR OVERVINTRINGSEVNA TIL PLANTANE.

4.1 INNLEIING

Den tredje bolken handla om faktorar som påverkar dei ytre påkjenningane på plantane om vinteren. Dei faktorane som verkar på kor hardføre og herdige plantane er, vert drøfta her.

4.2 GENETISKE EIGENSKAPAR.

4.2.1 Variasjon mellom sortar og artar i overvintringsevne

Eit døme på skilnader mellom sortar av timotei i evna til å tola ymse vinterpåkjenningar er vist i tabell 10, som gir resultat frå fleire forsøk. Sortane vart prøvde for motstandsevne mot overvintringssoppar, mot frost i fryseforsøk, og mot isdekke i forsøk med kunstig isdekking. Dessutan er det med resultat frå prøving av allmenn overvintringsevne i markforsøk.

Tabell 10. Prosent overlevande timoteiplantar i norske fryse-, isdekke- og markforsøk, og prosent dekking ved slått i soppforsøk (Sjøseth 1959, Andersen 1960, 1966).

Sort	Soppforsøk		Fryse- forsøk	Isdekke- forsøk	Mark- forsøk	Opphavs- stad, °N
	I	II				
'Engmo'	72	98	95	81	96	69
'Bodin'	-	87	88	75	75	67
'Grindstad'	2	23	53	56	26	59

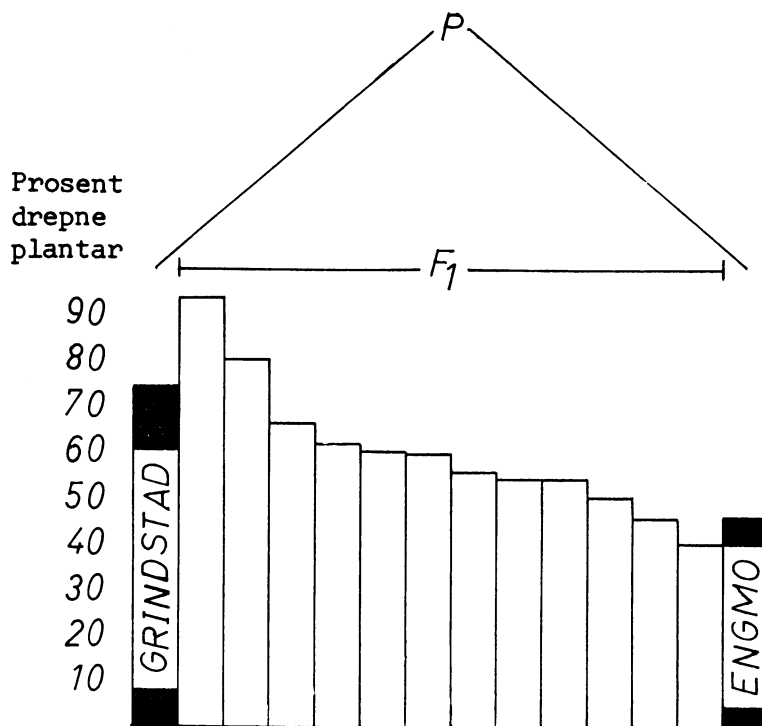
Dei nordnorske sortane, 'Engmo' og 'Bodin', er meir hardføre enn den sørnorske i alle prøvene. Det er såleis nøyre samanheng mellom breiddegrad til opphavsstaden og kor hardføre sortane er. Same rangeringa av sortane for alle typar påkjenningar, kan tyda på at dei same genetiske faktorane styrer motstandsevna mot alle. Men det kan også komma av at det naturlege utvalet har retta seg etter både frost, isdekke og overvintringsparasittar, såleis at det har vorte ein naturleg seleksjon for alle karakterane samstundes (koadaptasjon). Men det finst fleire avvik frå samanhengen som tabell 10 syner. Til dømes er tetraploid raudkløver (og

haustrug) veikare mot frost enn diploid, men overvintrar gjerne betre for di han er sterkare mot parasittar (Sjøseth 1957, Vestad 1960, Wexelsen et al. 1961).

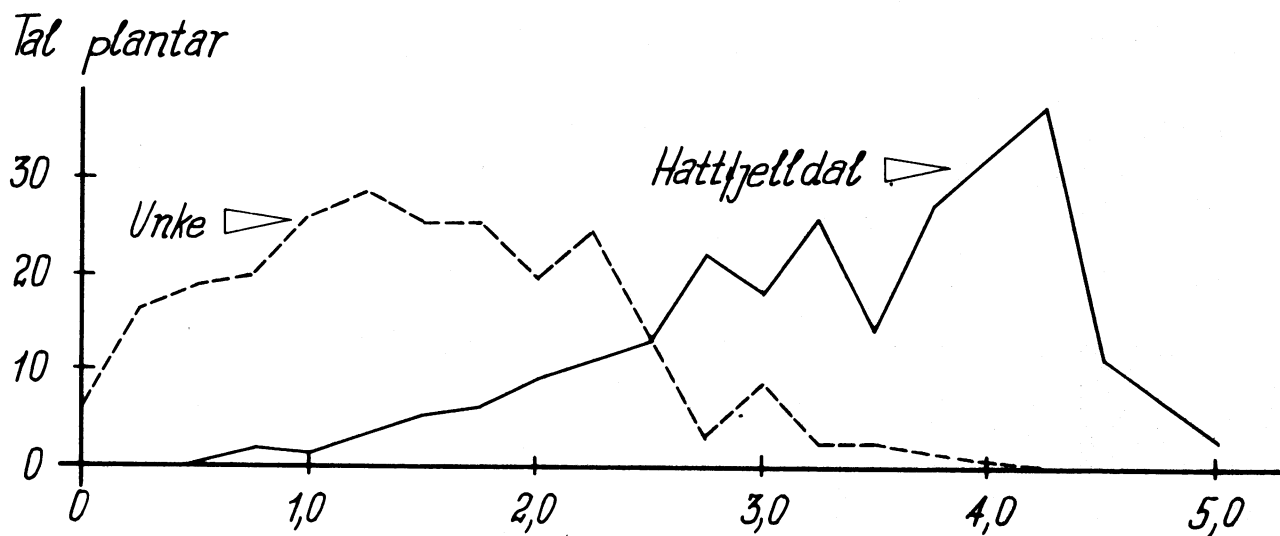
Larsen (1977, 1979) fann klare brigde i frosttoleranse etter utval i positiv og negativ lei hos ymse grasartar. Samanhengen i motstandsevne mot t.d. frost og soppåtak, som ein oftast fann når populasjonar eller sortar vart jamførte, kunne for det meste ikkje påvisast for klonar innanfor populasjonane (Larsen 1977). Koeffisienten for korrelasjonen mellom frosttoleranse og resistens mot *T. ishikariensis* var såleis 0,07 ($P=0,33$) hos 180 diploide klonar av engsvingel, og 0,14 ($P=0,30$) hos 60 tetraploide klonar. I eit anna materiale var $r=0,24$ ($P=0,02$) for sambandet mellom frosttoleranse og resistens mot *F. nivale*, og Larsen (1986) fann heller ikkje signifikant korrelasjon mellom frosttoleranse og motstandsevne mot *F. nivale* eller *T. ishikariensis* hos timotei og engkvein. Hos engrapp derimot var korrelasjonane statistisk sikre, men små og negative ($r=-0,28$ og $-0,29$). Berre hos engsvingel og raudsvingel var det signifikant positive, men berre veike korrelasjonar ($r=0,5$ og $0,6$). Dette tyder på at det ikkje er same gena som styrer toleevna andsynes ulike påkjenningar, men at det har vore ein koadaptasjon.

Andrews & Gudleifsson (1983) viste at det var berre veikt samband mellom frosttoleranse og motstandsevne mot isdekke hos islandsk, kanadisk og norsk ('Engmo') timotei.

At det er genetiske faktorar som ligg til grunn for skilnadene mellom sortane i tabell 10, går fram av resultat frå kryssingar mellom 'Engmo' og 'Grindstad' timotei (Sjøseth 1963). Figur 19 viser prosent drepne plantar etter frysing av herda frøplantar hos foreldresortane og 12 F_1 -familiar. Sidan timotei har framandfrøing og sortane er nær panmiktiske, skal ein venta kløyving i F_1 som figuren syner.



Figur 19. Prosent drepne plantar i fryseforsøk med 'Grindstad' og 'Engmo' timotei, og med 12 F_1 -familjar etter kryssing mellom sortane (Sjøseth 1963).



Figur 20. Fordelingskurver for frostskaade på einskildplantar av 'Unke' og 'Hattfjelldal' hundegras. 0 = drepne plantar, 5 = uskaade.

Frosttoleranse er ein såkalla kvantitativ karakter, dvs. at han vert styrt av mange arveanlegg. I framandfrøande vekstar vert det mange ulike kombinasjonar av desse arveanlegga, og ein kan venta

stor variasjon i frosttoleranse mellom einskildindivid i populasjonen. Frøplantar av den danske hundegrassorten 'Unke' og den nordnorske 'Hattfjelldal' vart øksla i klonar, herda og frosne (Larsen 1979). Figur 20 syner variasjonen i frosttoleranse mellom genotypar i dei to populasjonane. Tal plantar med stor skade var høgst hos 'Unke'. Men det var stor overlapping mellom sortane, og det viser at frosttoleransen er ein kvantitativ karakter.

Resultata i tabell 10 og figur 20 gjeld skilnader mellom sortar (populasjonar). Ved jamføring av grasartar er det avgjerande kva sort som er nytta, og ikkje minst gjeld dette når det er tale om overvintring. I følgjande liste med grasartar har ein ført opp dei temperaturane som i fryseforsøk drap 50% av plantane (Sjøseth 1969). Det er der teke omsyn til variasjonen mellom sortar av kvar art, slik at eit temperaturområde er sett opp for kvar, men oftast var det ei overlapping.

Timotei	-15 til -20°C
Engsvingel	-12 til -15°C
Hundegras	-13 til -16°C
Fleirårig raigras	-11 til -14°C
Raudkløver	-8 til -10°C
Alsikekløver	-7 til -9°C

Desse temperaturane kom ein fram til ved frysing av 3-6 mndr. gamle plantar, som ikkje var hausta før dei vart sette til herding ved ca. 1°C i 14 dagar.

Finske granskingar av overvintring under isdekke av ymse artar av engvekstar gir denne rekkjefølgda etter minkande overvintringsevne (Ravantti 1960).

- | | |
|----------------|----------------------|
| 1. Timotei | 6. Raudkløver |
| 2. Raudsvingel | 7. Alsikekløver |
| 3. Engrapp | 8. Fleirårig raigras |
| 4. Engsvingel | 9. Kvitkløver |
| 5. Hundegras | 10. Luserne |

Rangeringa er om lag slik ein har funne ho her i landet, i alle fall for grasartane, når ein nyttar dei mest høvelege sortane i kvar landsdel.

4.2.2 Overvintring og klimatisk tilpassing

4.2.2.1 Allment om adaptasjon

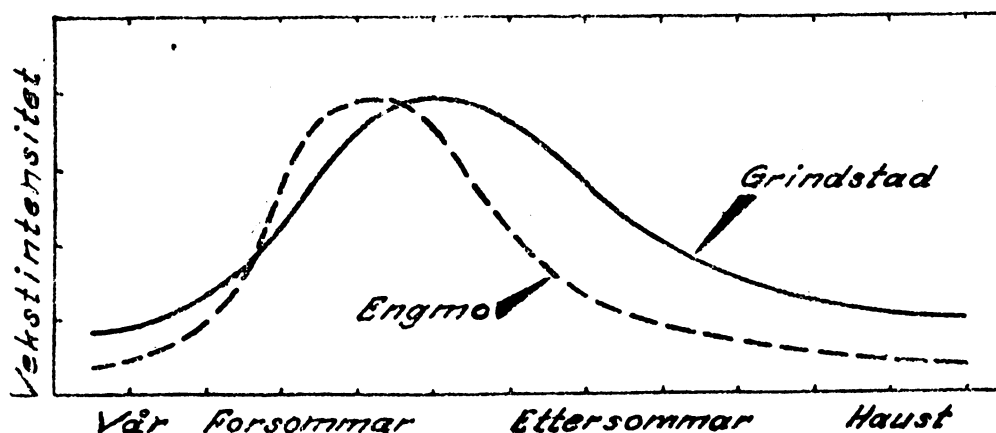
Populasjonar av framandfrøande artar svarer på endringar i miljøfaktorane ved genetiske endringar, såleis at dei kan overleva og øksla seg i nytt miljø. Dette vert kalla genetisk adaptasjon, og resultatet av prosessen er ein adaptert populasjon. Ein slik populasjon har gått gjennom genetiske endringar i både struktur og livsovringer, som omfattar eit stort tal morfologiske og fysiologiske eigenskapar. På våre breiddegradar tenkjer ein først på overvintringsevna, som er emnet her. Men genetisk tilpassing er avgjerande også for blomstringsbiologien, og dette er viktig i vårt land med den store variasjonen i daglengd og temperatur frå sør mot nord.

Genetisk adaptasjon kan skje både i høve til dei ulike klima- og jordfaktorane og andre pårøyningar plantane vert utsette for. Viktige sider ved dette spørsmålet er drøfta av m.a. Heide (1985), Aastveit (1985) og Salisbury (1985). Heide (l.c.) avgrensar omgrepet adaptasjon til berre å gjelda arvelege endringar i struktur og funksjon. Herdinga hos plantane, som er styrt av endring i klimafaktorane om hausten, er tidsavgrensa, og vert difor kalla akklimatisering. Men evna til herding har eit genetisk grunnlag.

4.2.2.2 Døme på klimatisk adaptasjon i overvintringsevne

Dei genetiske skilnadene som går fram av tabell 10 og figur 20, er resultat av genetisk adaptasjon til klimaet. Evna hos sortar og populasjonar til å kunna overleva påkjenningar om vinteren heng nært saman med vekserytmen. I andre delar av verda kan det gjelda å overleva periodar med varme og tørke. Foss (1968) fann klar samanheng mellom attervekst etter høyslått og breiddegrad til opphavsstaden hos nordiske timoteisortar. Korrelasjonen mellom evne til attervekst (avling i andreslått i prosent av førsteslått) og breiddegrad var: $r=-0,98$. Han stilte også saman overvintringsevne og breiddegrad. Korrelasjonskoeffisienten låg da mellom 0,89 og 0,96. Desse resultatata syner klar negativ kor-

relasjon mellom attervekst og overvintringsevne. Veksten hos ein nordnorsk og sørnorsk sort er vist skjematisk i figur 21.



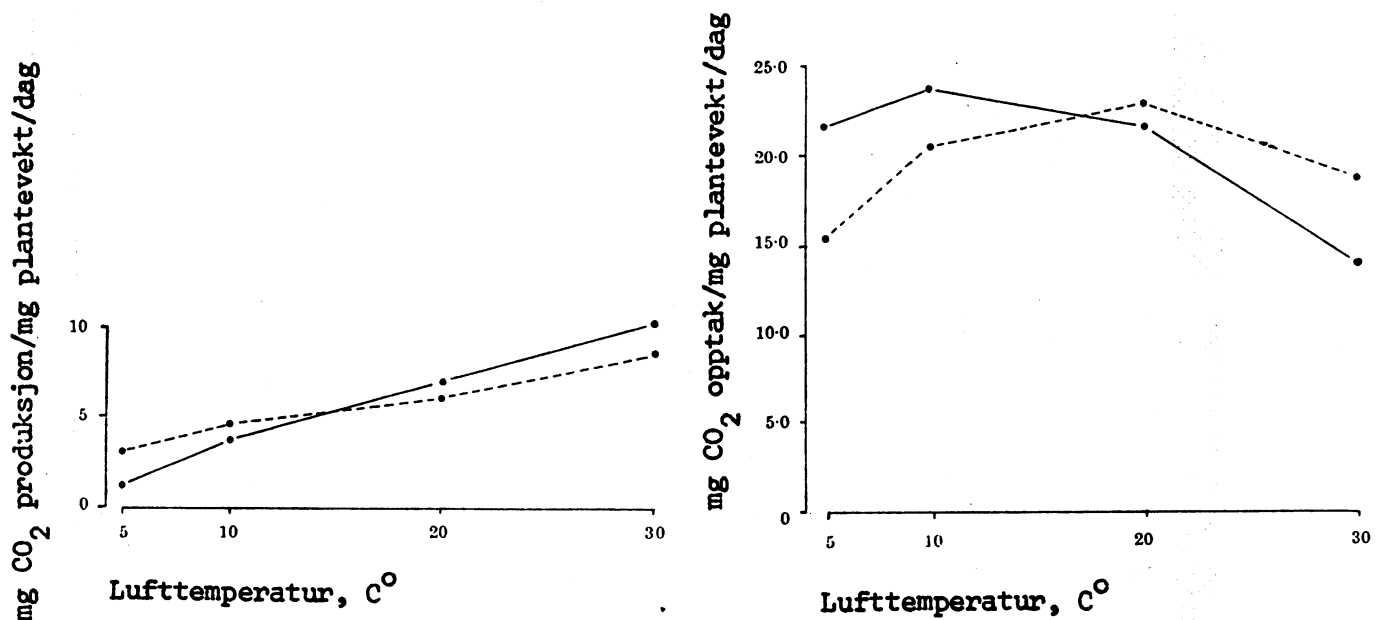
Figur 21. Vekstkurve for 'Engmo' timotei frå Troms og 'Grindstad' timotei frå Østfold.

Liten attervekst hos nordlege, hardføre timoteisortar heng særleg saman med at dei veks seint ved stutt dag og låg temperatur (Skjelvåg 1972). Dette gjeld også andre artar som raigras og hundegras. Cooper (1962) viste at bladveksten ved låg temperatur (5°C) var større hos sørlege sortar av raigras (*Lolium perenne*) og hundegras (*Dactylis glomerata*) enn hos nordlege sortar. Samtidig tolte dei sørlege sortane minst frost (Tabell 11). Skil-

Tabell 11. Vekst ved låg temperatur og frosttoleranse hos sortar av fleirårig raigras og hundegras (Cooper 1962).

Sort frå	Relativ auke i bladareal ved 5°C	Prosent overlevande plantar etter 3 dagar ved -5°C
Raigras:		
Algerie	26,6	0
Ny Zealand	13,8	20
Sør-England	11,1	36
Danmark	7,6	73
Hundegras:		
Portugal	24,2	0
Danmark	16,4	14
Noreg	9,3	88

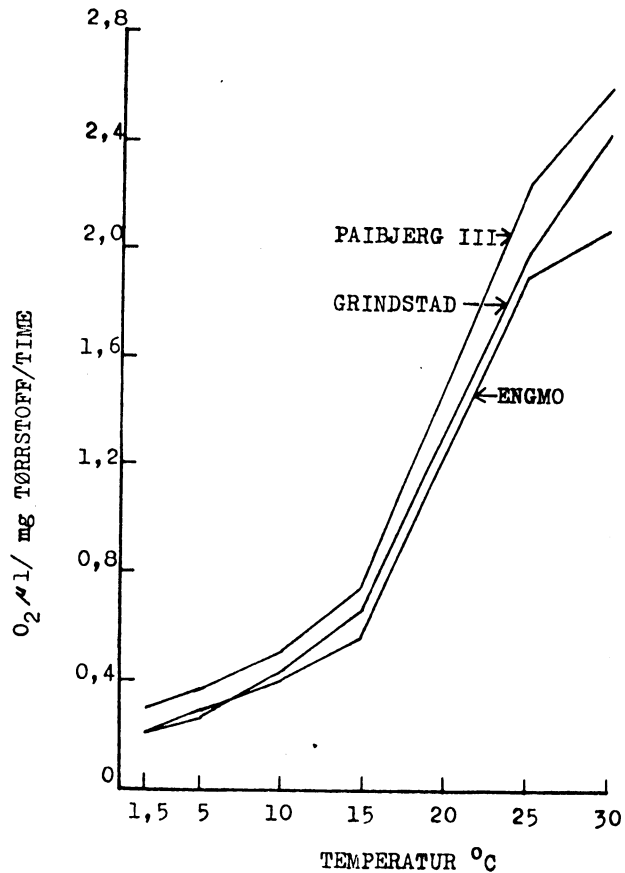
naden mellom populasjonar frå nordlege og sørlege strøk i bladvekst ved låg temperatur heng saman med ulik balanse mellom anding og fotosyntese (Figur 22) (Eagles 1967).



Figur 22. Anding (til venstre) og apparent fotosyntese (til høgre) ved stigande lufttemperatur hos raigras (*L. perenne*). — dansk, og - - - - algerisk populasjon.

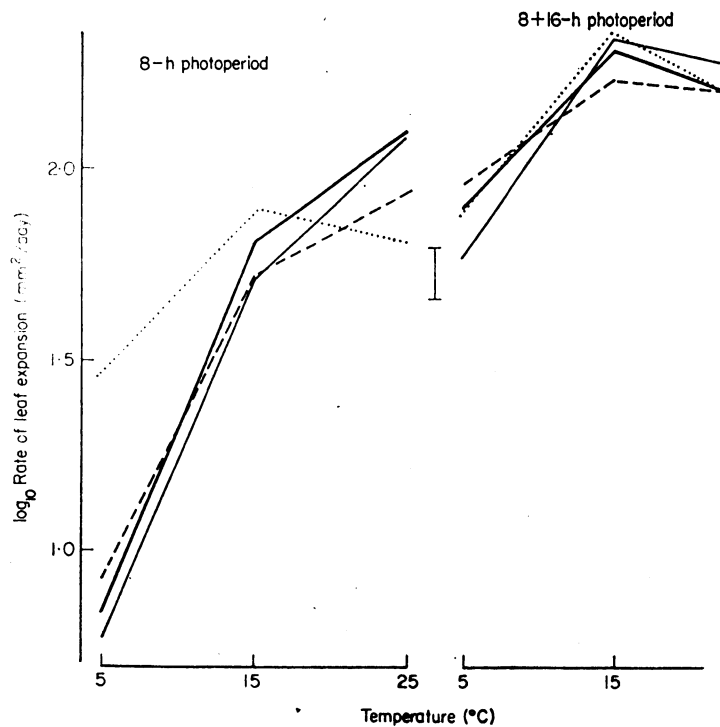
Hos populasjonar frå mellomhavsområdet var respirasjonen ved 5°C om lag tre gonger større enn hos dei frå Nord-Europa, og mye av assimilata frå fotosyntesen vart brukt til å laga nytt bladvev. Sortar som veks etter måten snøgt ved låg temperatur, har difor lite reservekarbohydrat. Hos nordeuropeiske typar, som har lågare respirasjon ved låg temperatur, går det lite energi til bladvekst. Fotosyntesen er likevel høg ved låg temperatur, og for di lite av assimilata trengst til nytt bladvev, går mye til lagring som fruktan og sukker.

Sjøseth (1971) granska anding hos nordnorsk, sørnorsk og dansk timotei (Figur 23). Også her hadde sorten med opphav lengst mot nord lågast andingsintensitet. Ved temperatur under 10°C var det liten skilnad mellom dei to norske sortane, men dei hadde klart lågare anding enn den danske.



Figur 23. Andingsintensitet hos timoteisortar frå ymse breiddegradar.

Skilnadene i vekserytme m.m. mellom nordlege og sørlege populasjonar, kjem truleg mest av tilpassing til varmeklimaet på opphavsstaden, men også til daglengda. Eagles & Østgård (1971) og Østgård & Eagles (1971) dyrka hundegras frå Portugal og frå tre stader i Noreg (Tromsø, Hattfjelldal og Vollebekk) ved temperaturar frå 5 til 25°C, kombinert med 8 og 24 timar dag. I 16 av dei 24 timane stod plantane under lågenergi-lys. Utslaga av dei ulike veksevilkåra vart målte m.a. i framveksten av nye blad (Figur 24), som ved stutt dag og låg temperatur var mye større hos den portugisiske populasjonen enn hos dei norske. Tilhøvet var heller omvendt ved 25°C. Den sørlegaste av dei norske populasjonane (Vollebekk) låg litt nærmare den portugisiske enn dei to nordnorske. Ved 24 timars dag vart det mest ingen skilnad mellom portugisisk og norsk hundegras.



Figur 24. Verknad av fotoperiode og temperatur på farten i utviklinga av blad hos fire populasjonar av hundegras. — Tromsø, — Hattfjelldal, - - - - - Vollebekk, Portugal.

Den høge aktiviteten hos dei sørlege populasjonane ved låg temperatur og stutt dag heng saman med ei tilpassing til veksevilkåra. I mellomhavsområdet er det tørke om sommaren og vekst i regntida om vinteren, og ein temperatur kring 5°C varslar om at det er veksetid. For dei nordlege populasjonane er den låge temperaturen og den stutte dagen eit varsel om kommande vinter, og dermed tid for kvile. Dei sluttar difor å veksa, og assimilasjonsproduktta vert lagra for seinare bruk. Ved 24 timars dag bryt det heile meir eller mindre saman, for di den naturlege synkroniseringa av temperatur og daglengd sviktar.

Dei døma som er nemnde ovanfor, gjeld helst fysiologiske sider ved tilpassinga. I somme høve ser det ut til at den genetiske adaptasjonen også gjeld meir morfologiske eigenskapar, men bakgrunnen kan vera meir duld. Vill raudkløver frå fjelltraktene her i landet har ein mye utbreidd og krypende veksemåte. Han er også meir hardfør enn annan raudkløver, og dette kan ha samband med

veksemåten, som gjer at veksepunktet vert meir gøymt. Nokre tal som syner samanhengen er viste nedanfor (Sjøseth 1969):

	Prosent plantar i populasjonen med veksemåte:		
	Utbreidd	Oppstigande	Opprett
Vill raudkløver	68	28	2
'Molstad'	2	17	81

	Prosent overlevande plantar i forsøk med:	
	Frysing	Isdekke
Vill raudkløver	59	64
'Molstad'	42	33

Larsen (upubl.) målte bladvinkelen med jordyta og den prosentvise fordelinga av blada på grupper mellom 0 og 90 gradar hos den danske hundegrassorten 'Unke' og den nordnorske 'Hattfjelldal'. Sortane vart òg prøvde for motstandsevne mot frost:

	Bladvinkel, gradar				Overleving 0=daud, 5=uskadd
	<45	45-60	60-75	75-90	
'Unke'	1	15	61	23	1,5
'Hattfjelldal'	26	53	20	1	3,4

'Unke' veks meir opprett enn 'Hattfjelldal', og han er samtidig klart veikare mot frost. Sambandet mellom veksemåte og overvint-ringsevne, som er vist ovanfor, gjeld ikkje generelt.

4.3 FYSIOLOGISK TILSTAND HOS PLANTANE.

4.3.1 Herding

4.3.1.1 Allment om herdinga hos urtevorne vekstar

I motsetnad til trevorne vekstar utviklar urtene ikkje noka djup kvile ('true dormancy') om hausten, og plantevevet er difor i stand til å ta oppatt veksten om vinteren, om tilhøva tillet det. Herdinga er styrt av eit genetisk system og vert til vanleg induisert ved låge temperaturar. Herding er ein stoffskifteprosess som krev energi, anten frå fotosyntesen (Olien 1967) eller frå ener-

gireservar (Andrews 1960). Kacperska (1984) deler herdinga mot frost hos slike plantar i tre stadium. Det første stadiet tek til ved temperaturar kring 2°C , og det set plantane i stand til å tola litt frost, men berre få gradar under frysepunktet. I denne perioden stoggar cellestrekkinga og veksten. Tørkestress, veksthemmande emne og særleg lystilhøva kan ha same verknad. Resultatet av endringane er nedsett vassinnhald, auka tilgang på ATP, og auka konsentrasjon av enkle sukkerartar, visse aminosyrer (t.d. prolin) og vassløyseleg protein. På dette stadiet av herdinga er det dessutan påvist kvantitative og kvalitative endringar i innhaldet av fosfolipid og sterol og auka grad av umetting hos lipid og membranar. Auka tilgang på ATP, NADPH og NADH, saman med større innhald av abscissinsyre, er truleg drivkreftene i endring av stoffskiftet hos celler under stress.

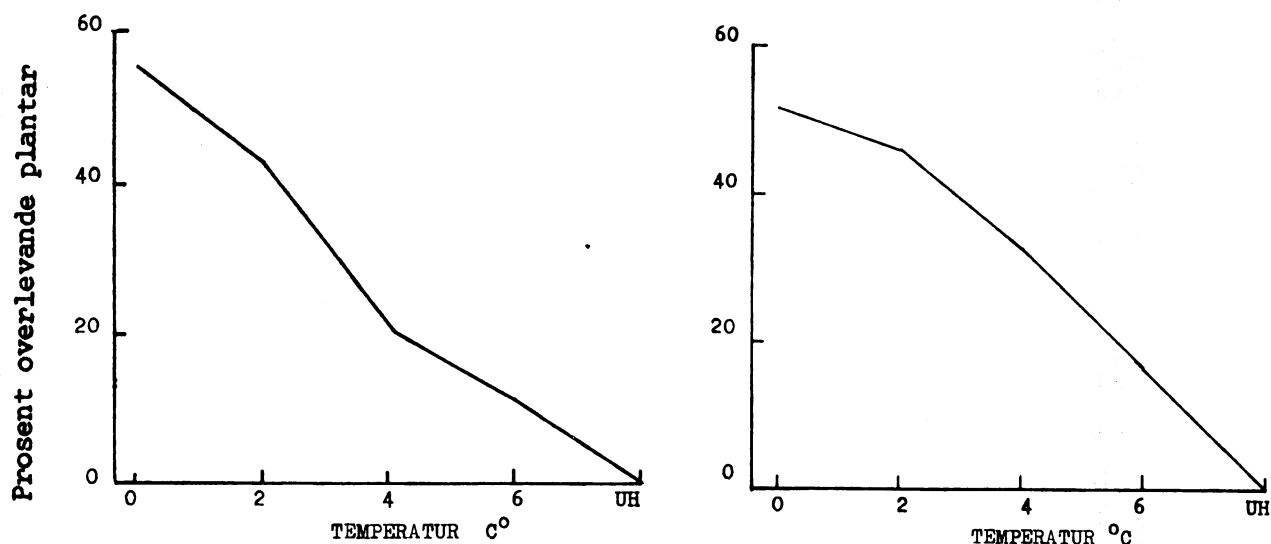
Det andre stadiet i herdingsprosessen startar ved temperaturar mellom 0 og -3°C . Da kan det registrerast nedgang i innhald av flyktige fosfolipid og andre biokjemiske endringar, m.a. i enzyminnhald, enzymaktivitet, og samansetnaden av fosfolipida i membranane.

Det tredje herdingsstadiet, som delvis kan falla saman med det andre, tek til når lengre frostperiodar fører til ei viss dehydrering av cellene. I dette stadiet oppnår plantane maksimal frosttoleranse. Gusta (1986) meiner at plantane, for å verta fullstendig frostherda, treng samanhengande frost (-2 til -3°C) ein periode som kan vera opp til eit par månader, avhengig av vêret.

Lys er naudsynt for herding, helst på grunn av dei fotosyntetiske verknadene av lyset. Men første stadiet i herdinga kan skje i mørke hos kuldeutsette frøplantar om dei får tilført sukker. Forsøk i haustkveite og haustraps tyder på at lys også har ein verknad på herdinga gjennom fytokromsystemet (Kacperska 1985). Såleis var det hos frøplantar samstundes med stans i veksten i den hypokotyle stengelen, som vert indusert av raudt lys, ein auke i frosttoleransen Dette skjedde utan at plantane vart utsette for herdingstemperatur, og fjernraudt lys oppheva verknaden. Kaurin (1985) har granska ymse sider ved verknaden av lyskvalitet på herdinga hos *Poa alpina*.

4.3.1.2 Resultat av ymse herdingsforsøk

Plantar som er i snøgg vekst, tolerer lite av vinterpåkjenningar. Jamvel dei mest hardføre engvekstane kan da verta skadde av lett frost, medan dei midtvinters kan tola svært låge temperaturar, t. d. -20°C , utan skade. Plantane er likevel ikkje fullt herdige med det same dei har stogga veksten om hausten. Som nemnt trengst det ei viss tid seinhaustes før plantane har nådd full herding. Lengda av denne perioden rettar seg mellom anna etter temperaturen (Figur 25).

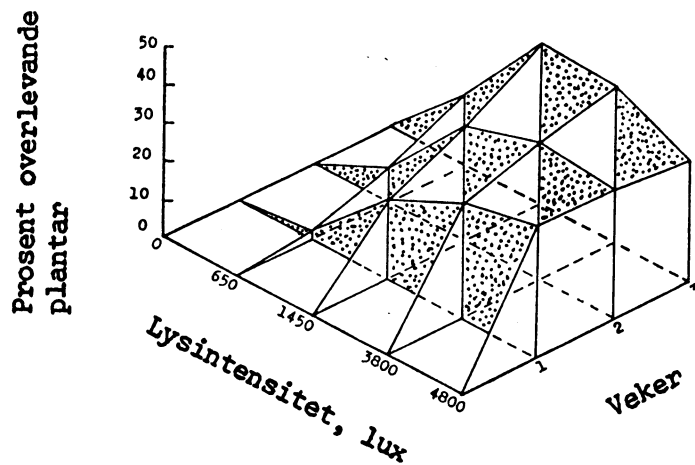


Figur 25. Herdingstemperatur og frosttoleranse hos raudkløver (til venstre) og timotei (til høgre). UH=uherda (Sjøseth 1971).

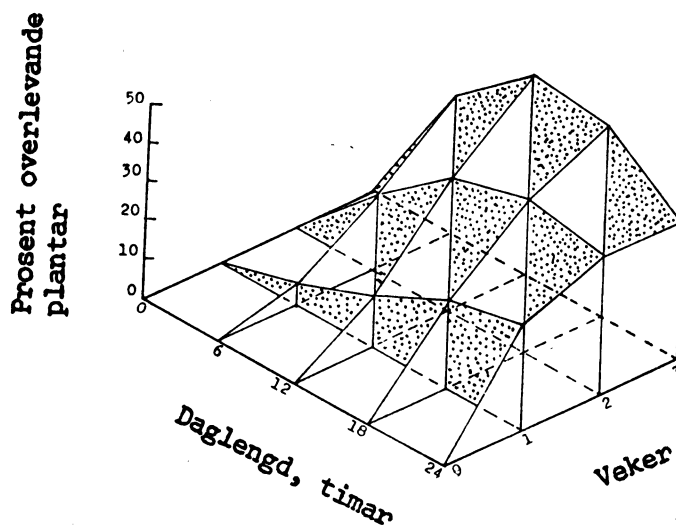
Seinhaustes vart plantar av raudkløver og timotei sette inn i veksthus ved konstant temperatur frå 0 til 6°C i 1-3 veker. Etter frysing vart overlevande plantar talde opp. Best herding fekk ein ved 0°C , og evna til å tola frost minka med stigande temperatur i herdingstida. Andre forsøk synte at kløverplantar vart dårlegare herda ved temperaturar under 0°C enn ved $+1^{\circ}\text{C}$. Beste herdingstemperaturen for engvekstane ligg saleis nett over frysepunktet.

Figur 26 syner resultat frå forsøk med raudkløver som vart herda ved $0,5^{\circ}\text{C}$ og varierende lysintensitet i 1 til 3 veker. Verknaden av lysintensiteten varierte med herdingstida. Etter ei veke var dei plantane som stod ved høgst lysintensitet, best herda. Men

mest herdige vart dei ved middels lysintensitet i tre veker. Plantar som stod i mørke, vart ikkje herda i dette forsøket.



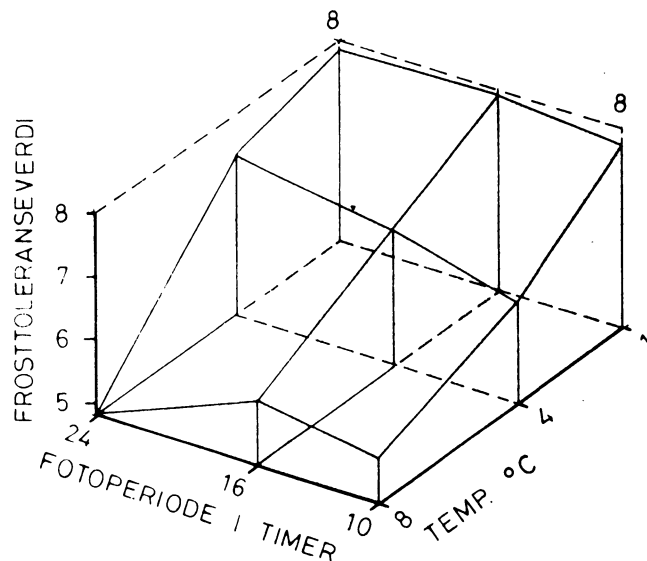
Figur 26. Verknad av ymis lysintensitet og herdingstid på frosttoleransen hos raudkløver (Sjøseth 1971).



Figur 27. Verknad av ymis daglengd og herdingstid på frosttoleransen hos raudkløver (Sjøseth 1971).

Daglengda har truleg verknad på herdinga i visse høve. Figur 27 syner resultat av forsøk med raudkløver som vart herda ved $0,5^{\circ}\text{C}$, 4500 lux og varierende daglengd. Etter ei veke var dei plantane som stod i kontinuerleg lys, mest herdige, men best herding fekk ein etter tre veker ved 12 timars daglengd. Dette forsøket syner likevel ikkje eintydig kva fotoperioden i seg sjølv har å seia, for di auka daglengd samtidig gav meir total strålingsenergi og

lengre tid til assimilasjon. Også Larsen (1978) nytta same lysintensitet (6000 lux) ved ulike fotoperiodar (10, 16 og 24 timar). Han prøvde temperaturane 1, 4 og 8°C i 3 og 6 veker til 10 økotypar av engrapp. I middel for alle økotypane var det ein auke i frosttoleransen ved nedsett temperatur både ved 3 og 6 vekers herding. Ved 1 og 4°C var det ikkje nemnande skilnad i frosttoleransen mellom ulike fotoperiodar, medan det ved 8°C var ein tendens til at plantane tolte mindre frost ved 24 timars lys (Figur 28). Etter 6 vekers herding var dette utslaget signifikant. Truleg har kombinasjonen av 8°C og kontinuerleg lys hindra vekst avslutninga og dermed herdinga.



Figur 28. Frosttoleranse (0-9) etter herding av engrapp ved 1, 4 og 8°C ved 10, 16 og 24 timar fotoperiode. Herdingstid 3 veker ved 6000 lux (Larsen 1978).

Det var stor variasjon i frosttoleranse mellom økotypar, og skilnadene motsvarte klimavariasjonen mellom opphavsstadene. Ved dei lågaste herdingstemperaturane (1 og 4°C) reagerte dei ulike typane jamt likt på variasjon i fotoperiode og herdingstid.

Arsvoll (1977) viste i laboratorieforsøk at unge plantar av timotei og engsvingel med 4-6 blad etter herding var meir motstandsføre enn uherda mot åtak av snømugg, trådkølle og stor grasknollsopp. Motstandsevna var sterkt positivt korrelert med frosttoleransen. I middel for tre timoteisortar og to engsvingelsortar var resultatet:

	Prosent skadde plantar	
	Uherda	Herda
Fusarium nivale	94	67
Typhula incarnata	95	73
Typhula ishikariensis	82	66
Sclerotinia borealis	80	63
Frysing (-8 til -12°C)	100	78

Resultata for dei einiskilde grassortane i middel for dei fire soppene var:

		Prosent skadde plantar			
		Soppsmitta		Frysing	
		Uherda	Herda	Uherda	Herda
Timotei:	'Øtofte'	96	79	100	83
	'Grindstad'	93	76	100	83
	'Engmo'	84	64	100	64
Engsvingel:	'Pajbjerg'	91	63	100	83
	'Løken'	76	52	100	76

Av timoteisortane var 'Engmo' frå Troms mest motstandsfør mot både sopp og frysing. I sammanlikning var dei to engsvingel-sortane minst like sterke mot sopp, men dei var langt mindre frostherdige.

Motstandsevna mot sopp og særleg frosttoleransen auka mye ved å setja ned herdingstemperaturen frå 4 til 1°C, og ved auka lysintensitet frå 2000 til 8000 lux ved tre vekers herding. I middel for dei fire soppene og dei fem grassortane var resultatet i prosent skade av soppåtak og prosent drepne plantar etter frysing:

Lysintensitet:	Utan lys		2000 lux		8000 lux	
Herdingstemperatur, °C	4	1	4	1	4	1
Soppåtak	92	92	65	58	50	43
Frysing	100	100	83	64	71	49

Tronsmo (1982, 1985) fann at herding auka frosttoleransen meir enn motstandsevna mot åtak av *T. ishikariensis* hos 7 veker gamle klonplantar av timotei ('Grindstad') og strandrøyr (amerikansk).

Herdinga auka òg motstandsevna mot soppåtak etter føregående frysing, ein kombinasjon som var særleg skadeleg på uherda plantar. Skaden vart observert når plantane etter påkjenningane hadde regenerert ei viss tid ved gode veksevilkår (0 = drepne, 9 = uskadde):

		'Grindstad'	Amerikansk
		timotei	strandrøyr
Frysing ved -7°C	Uherda	1,6	2,0
Frysing ved -7°C	Herda	7,3	6,2
Åtak av <i>T.ishikariensis</i>	Uherda	3,6	3,8
Åtak av <i>T.ishikariensis</i>	Herda	6,5	4,8
Frysing ved -7°C og	Uherda	0,5	0,7
åtak av <i>T.ishikariensis</i>	Herda	5,5	4,7

Samstundes med at herdinga gjer plantane meir motstandsføre mot både frost og soppåtak, vert dei òg betre i stand til å greia seg under isdekke. Tala nedanfor syner prosent overlevande etter at herda og uherda rødkløverplantar i laboratorieforsøk hadde stått ei viss tid under isdekke (Sjøseth 1969).

Døgn under isdekke:	5	10	15
Forsøk 1: Herda	90	78	0
Uherda	0	0	0
Forsøk 2: Herda	89	32	0
Uherda	11	0	0

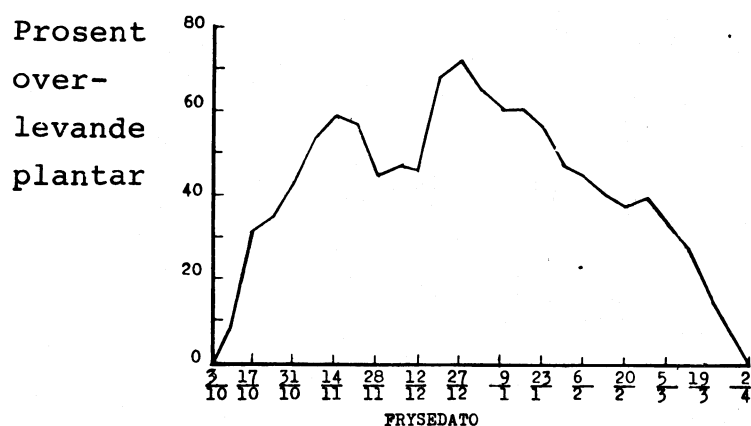
Høgt vassinnhald i jorda under herdinga kan hindra plantane i å nå full frostherdsle. Såleis tolte hundegrasplantar som vart herda ved lågt vass-sug ($pF=1$) i jorda, jamt over mindre frost enn plantar som vart herda i tørrare jord (Larsen 1978). Men verkna- den av vass-suget i jorda på evna til å tola frost var avhengig av veksemediet. Plantar som vart herda i sand og sand+torv, fekk auka frosttoleransen (0 = drepne, 9 = uskadde) med aukande vassug (mindre vassinnhald):

pF i jorda under herding	Sand	Sand + torv	Jord + torv	Standard- jord	Middel
1	6,3	5,1	6,1	3,7	5,3
2	6,5	6,0	6,2	5,4	6,0
3	6,8	6,2	6,1	4,9	6,0

På blandinga jord+torv var det ikkje utslag. Standardjorda syntest å gjera plantane mindre frosttoluge enn dei andre veksemedia, og frosttoleransen auka berre med pF-auken frå 1 til 2.

Metodane og resultatane som er omtala ovanfor, er grunnlaget for prøving av frosttoleranse hos einskildplantar i populasjonar av gras. Etter slik prøving har ein valt ut høg- og lågresistente typar og fått utslag gjennom fleire generasjonar (Larsen 1985).

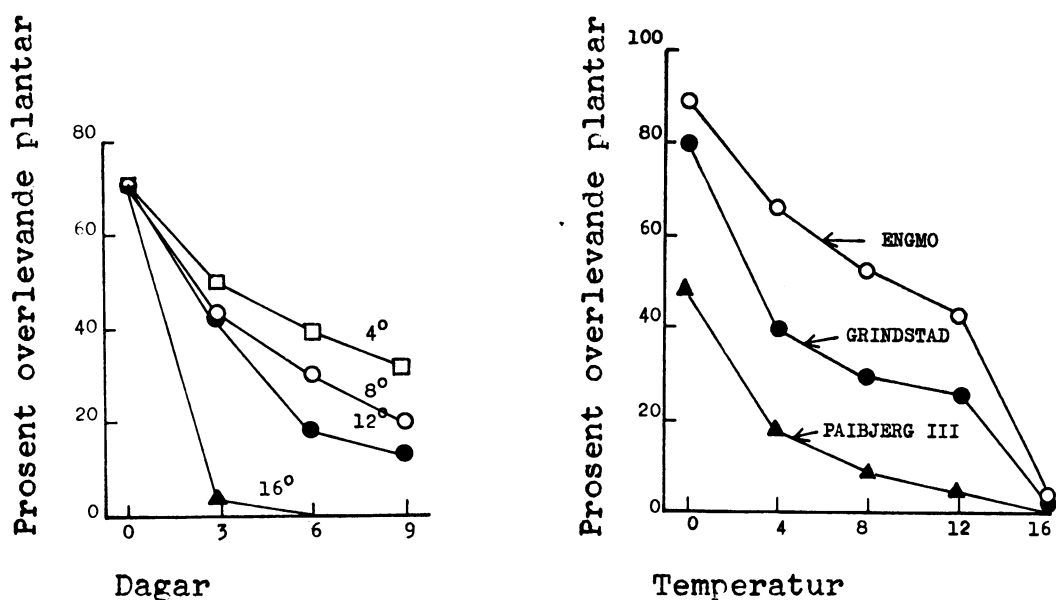
Under gode vilkår vert engvekstar fullherda på to til tre veker. Plantar kan òg verta fullt herda om tilhøva ikkje er optimale, men det trengst lengre tid. Tidleg snøfall kan truleg verka særleg sterkt til å seinka herdinga. Etter at full herding er nådd seinhaustes, vert plantane avherda litt etter litt, vert gradvis mindre herdige, utetter vinteren og fram mot våren. Det er vist i forsøk med raudkløver som stod ved 1°C gjennom vinterhalvåret, og prøvd for frostherdsle til visse tider (Figur 29).



Figur 29. Endring i frosttoleranse hos raudkløver som stod ved 1°C frå haust til vår (Sjøseth 1971).

Som nemnt kan mildvêr om vinteren avherda plantar, slik at dei toler mindre påkjenning seinare. I laboratoriet har ein prøvd å

granska korleis mildvårsperiodar verkar på ulike sortar. Sjøseth (1971) herda tre timoteisortar i 14 dagar ved 0°C , og sette dei deretter ved høgare temperatur i 3, 6 eller 9 dagar (Figur 30). Tre dagar ved 16°C førte til nesten fullstendig avherding. Lågare temperatur gav mindre avherding, men enda ved 4°C var det klar nedgang. Berre ein stutt varmebolc om vinteren kan altså gjera plantane mindre herdige. Hardføre (nordnorske) sortar står best imot avherding. Plantar som er avherda på denne måten, let seg ikkje så lett herda på nytt, enda om dei ytre vilkåra er oppfylte (Sjøseth 1969).



Figur 30. Avherding hos fullt herdige timoteiplantar ved 4, 8, 12 eller 16°C i 3, 6 og 9 dagar. Til venstre: middel for 'Engmo', 'Grindstad' og 'Pajbjerg'. Til høgre: middel for 3, 6 og 9 dagar (Sjøseth 1971).

Tronsmo (1982) herda 6 veker gamle plantar av 'Grindstad' og 'Engmo' timotei ved 1°C i 3 veker. Etter herding vart ein del av plantane avherda ved $12-18^{\circ}\text{C}$ i 1 eller 2 veker. Deretter vart plantane anten frosne eller smitta med *T. ishikariensis* og sette 8 veker under simulert snødekke. Etter regenerering ei viss tid ved høvelege veksevilkår, vart skadane dømde på skjønn (0 = drepne, 9 = uskadde):

Herda i veker:	0	3	3	3
Avherda i veker:	0	0	1	2
Frysing: 'Grindstad'	0,7	7,5	3,6	2,6
'Engmo'	0,8	8,0	4,8	4,6
Smitting: 'Grindstad'	0,6	5,1	5,7	5,9
'Engmo'	2,0	4,8	5,8	6,6

Også her auka toleevna andsynes begge påkjeningar sterkt ved herding. Etter avherding tolte plantene mye mindre frost, medan motstandsevna mot soppåtak heller auka. Årsaka til skilnaden kan vera at dei stoffskifteendringane under herdinga som er årsak til resistens mot sopp, er meir varige enn dei som gir frosttoleranse (Tronsmo l.c.). Det er likevel framleis mye uklart når det gjeld årsakssamanhengane på dette området.

Veksevilkåra før herdinga tek til, kan òg verka på motstandsevna mot vinterpåkjenning hos plantane. Årsvoll (1977) viste såleis at timoteiplantar som stod ved 8000 lux og 9-15°C veksetemperatur, vart meir motstandsføre mot soppåtak og frost ved 8 timars fotoperiode enn ved 16 timer. Også Larsen (1978) viste at stutt fotoperiode (10 timar) fram til 14 dagar føre herding gav størst frosttoleranse hos hundegras. Som nemnt kan også vassinnhaldet i jorda i veksetida påverka kor motstandsføre plantane vert mot vinterpåkjenningar.

4.3.2 Alder og utviklingssteg

Frosttoleransen hos plantar er vanlegvis liten ved spiring og medan dei første blada veks fram. Han aukar fram til faseskiftet, da toleevna går ned (Levitt 1980). Årsaka til låg frosttoleranse rett etter spiring hos hundegras var at endospermen i frøet var oppbrukt (Murray & Cooper 1967). Ved spiring ved 15 og 20°C var næringa oppbrukt 14-16 dagar etter svelling, medan det gjekk 24-26 dagar frå svelling ved 10°C. Hos luserne var det ikkje sikre sortsskilnader i frosttoleranse før plantane var tre veker gamle og hadde utvikla eitt trekopla blad (Peltier & Tysdal 1932). Klarast vart skilnaden når plantane var ein måned eller eldre. Larsen (1978b) prøvde frosttoleransen hos plantar av ulik alder av den danske hundegrassorten 'Unke' og den nordnorske 'Hattfjellidal'. Plantane var oppalne i ei blandig av jord og torv

i klimarom eller veksthus ved 12-14°C og 10-16 timars fotoperiode med 9000 lux eller meir. Dei vart herda ved 1-2°C i 3 veker, og frosttoleransen vart talfest etter frysing og ny vekst (0 = drepne og 9 = uskadde plantar):

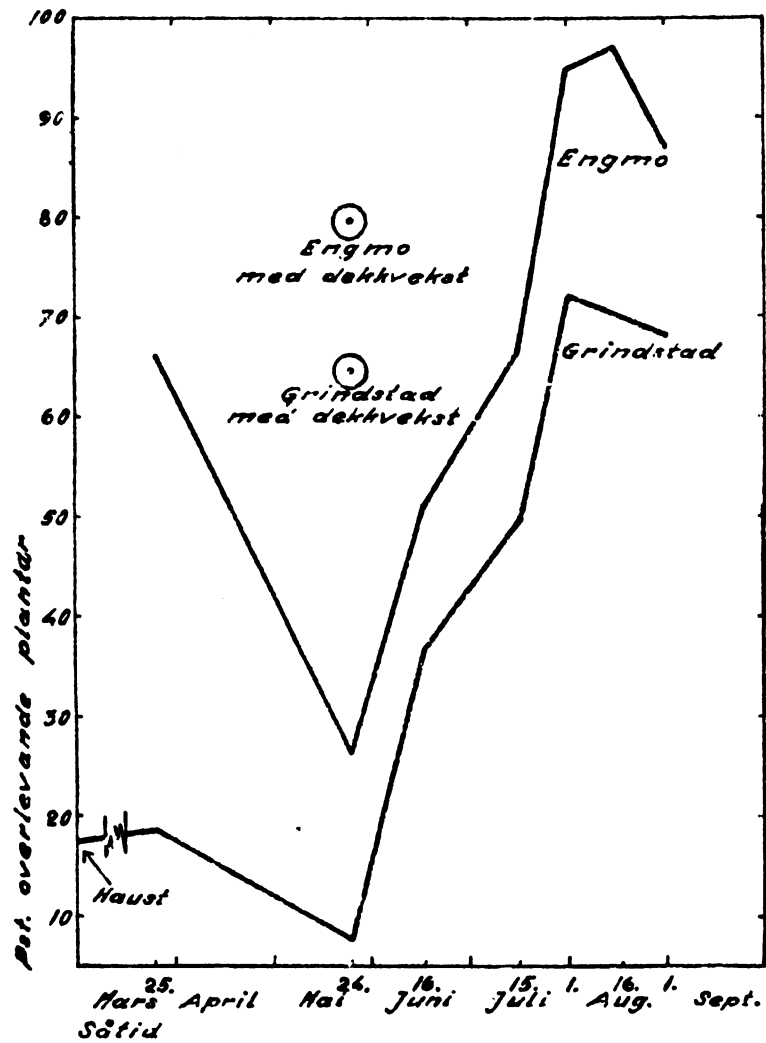
Alder, dagar frå spiring	'Unke'	'Hattfjelldal'
28	3,4	5,2
51	4,4	5,1

Det var ikkje påviseleg verknad av alderen hos 'Hattfjelldal', medan dei eldste plantane var sterkast mot frost hos 'Unke'. Plantane vart meir frosttolerante etter oppaling ved 10 timars fotoperiode enn ved 16 timar.

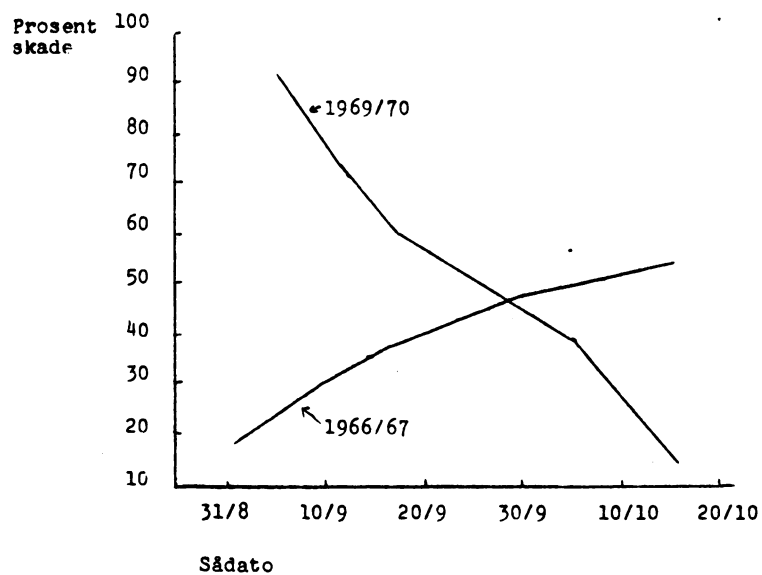
Ved tilsåing av eng utan dekkjede står ein nokså fritt i val av såtid. Av ymse årsaker som er nemnde under attlegg til eng, kjem det ofte på tale å så engfrøet seint på sommaren eller om hausten, og det er da spørsmål om kor gamle plantane må vera for å greia vinteren. I karforsøk vart 'Engmo' og 'Grindstad' timotei sådde med visse mellomrom frå mars til september (Gudleifsson 1971). Seinhaustes vart plantane herda, og seinare frosne. Dei yngste plantane var (med unntak for den aller siste såtida) mest motstandsføre mot frost (Figur 31). Hos 'Engmo' gav også såing i mars plantar med høg frostherdsle.

Ein kan ikkje overføre røynsla frå dette forsøket til overvint-ring under naturlege tilhøve. Da vil også andre skadefaktorar enn frost verka, og endringa i motstandsevne med alderen er ikkje den same for ulike påkjenningar. Det syner resultat frå svenske gran-skingar av overvintringsskadar i haustrug (Figur 32).

I 1966, da det var mye oppfrysing, førte sein såing til størst skade. Små plantar med lite utvikla røter er særleg utsette både for oppfrysing og for tørke om våren, jamvel om dei ikkje er oppfrosne. I 1969, da snømugg var viktigaste skadefaktoren, førte sein såing til best overvintring. Tidleg såing gav eit frodig plantedekke og gode veksevilkår for soppen.



Figur 31. Frosttoleranse hos timotei etter såing til ymis tid. Fryseforsøk vart gjennomført mellom 8. desember og 7. januar (Gudleifsson 1971).



Figur 32. Vinterskade i prosent ved ymis såtid hos haustrug i eit år med sterke åtak av snøugg (1969), og i eit år med mye oppfrysing (1966).

Ved stuttvarig frysing i laboratoriet, som vert etterfølgd av nydanning av vev, er overlevinga lite avhengig av reservane. På naturlege veksestader med påkjenningar gjennom lengre tid, og utan nylaging av vev før om våren, er dei mye viktigare. Eldre plantar overvintrar da etter måten betre enn det som går fram av figur 31, for di eldre plantar helst har større reservar.

Resultatet av såtidforsøk med engvekstar er drøfta i samband med attlegg til eng og beite (Opsahl & Skjelvåg 1983). Elles har Hakola (1985) gjort attleggsforsøk i Nord-Finland der overvintringa vart granska. Her i landet har ein komme til at grasartane ikkje bør såast seinare enn ved utgangen av august på Vestlandet, medan ein i Nordland må så før midten av august, om plantane skal greia vinteren.

Aase (1970) granska utviklinga hos haustsådde grasartar og raudkløver på Vestlandet (Tabell 12). Etter første såtid var plantestorleiken sist i oktober tilstrekkeleg for alle artane, med unntak for engrapp, som veks seint etter såing. Hos fleirårig raigras hadde mange plantar sideskott enda ved nest siste såtid, men arten er ikkje hardfør nok til at dette gav tilsvarende utslag i dekking om våren. Timotei klarte seg jamt over best ved utsett såing. I middel for tre felt var avlinga som vist nedst i tabellen.

Forutan alderen til plantane, rekna i dagar, er utviklingsstadiet viktig for vinterherdsla. Vanlegvis går frostherdsla ned med auka veksefart. Plantar som er i snøgg vekst, kan såleis ikkje verta nemnande herdige, enda om dei ytre vilkåra er laglege. Gras og raudkløver sette ved herdingstemperatur om sommaren, vert ikkje nemnande herda (Sjøseth 1969). Først når veksten har stogga om hausten, kan plantane herdast.

Hardføre sortar av timotei (Figur 21) og andre artar stoggar veksten tidleg på hausten. Sameleis er sortar som veks godt ved låg temperatur, og difor held fram med veksten utetter hausten, oftast lite hardføre (Tabell 11).

Tabell 12. Høgd, busking og dekking hos seks grasartar og raudkløver etter såing til ymis tid (Fureneset) (Aase 1970).

Sådato	4/8	14/8	24/8	3/9	13/9

Spiredato for timotei	11/8	22/8	4/9	18/9	28/9
Plantehøgd i cm den 25. oktober					
Timotei ('Grindstad')	10	8	6	4	2
Engsvingel ('Løken')	12	7	6	3	1
Raigras ('Kleppe')	10	6	5	3	1
Hundegras (dansk)	11	6	5	2	1
Bladfaks (kanadisk)	10	6	4	2	1
Engrapp (dansk)	6	5	3	2	1
Raudkløver ('Molstad')	9	7	3	2	1
Prosent plantar med busking den 25. oktober					
Timotei	54	36	8	2	0
Engsvingel	60	43	25	5	0
Raigras	70	46	30	16	0
Hundegras	56	50	28	3	0
Bladfaks	17	13	3	0	0
Engrapp	12	9	0	0	0
Prosent dekking den 12. mai året etter					
Timotei	86	84	70	65	3
Engsvingel	75	67	16	10	0
Raigras	82	68	27	22	3
Hundegras	74	51	18	4	0
Bladfaks	67	23	6	2	0
Engrapp	69	65	53	40	0
Raudkløver	65	20	3	2	0
kg timoteihøy per daa 1. engår	1110	960	910	730	480
Timoteiprosent 1. sl. 1. engår	82	77	71	58	42

Fram mot og under generativ utvikling tykkjast plantane å verta gradvis mindre herdige. Frostherdsla hos timotei gjekk ned med den fysiologiske alderen, og minst herdige var dei som vart sådde

utan dekkvekst den 24 mai (Figur 31). Dei nådde fram til blomstring. Plantar sådde til same tid med dekkvæde, var framleis i reint vegetativ tilstand om hausten, og mye meir herdige mot frost.

Første års plantar av tidleg raudkløver, som fekk teke bort blomsterknoppar og stenglar, overvintra betre enn plantar som fekk blomstra. Dei førstnemnde utvikla seg meir vegetativt, og det var truleg årsaka til betre overvintring (Smith 1957).

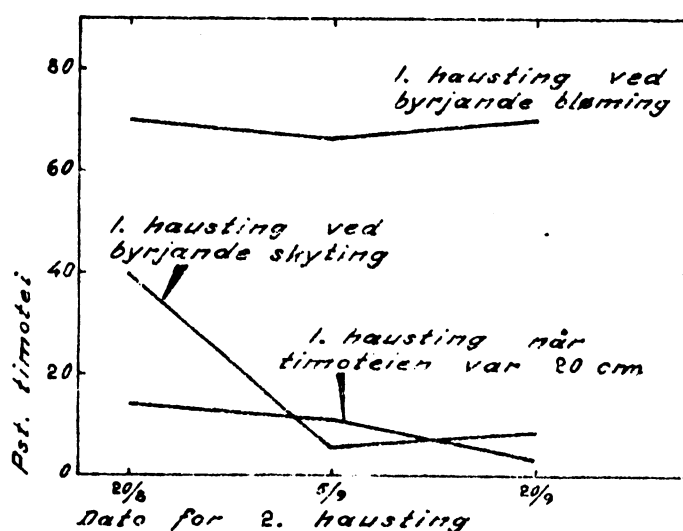
4.3.3 Verknad av driftsmåten på overvintringsevna.

4.3.3.1 Hausting

Haustetid og tal haustingar

Fleire granskingar har vist at tidleg hausting av timotei gjer plantane mindre varige i enga. Dette kjem delvis av at dei vert mindre herdige. På Vågønes i Nordland prøvde ein ymse tider for første slått i timoteieng. Femte forsøksåret var det store skadar av isdekke, langt større etter hausting føre midten av juli enn etter seinare hausting (Hansen 1946):

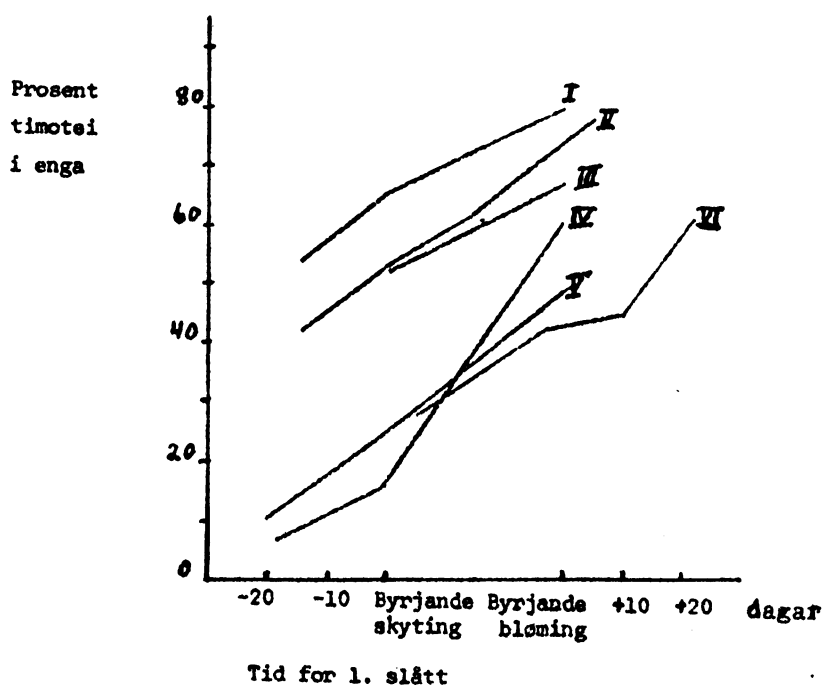
Tidspunkt for 1. slått	30.juni	13.juli	24.juli	6.aug.	11.aug.
Prosent skade	84	83	39	30	31



Figur 33. Prosent timotei ved første hausting i femte engår etter ymis haustetid åra føre (Østgård 1962).

Når ein i Troms tok førstslåtten så seint som byrjande bløming, heldt timoteien seg i enga fram til femte engåret (Figur 33). Hausting kring byrjande skyting eller før, førte til mest full utgang etter fem år. Når førsteslåtten vert teken ved byrjande bløming, vert det snautt nokon andreslått.

Det er eit særst godt samsvar mellom alle forsøk med varierende tidspunktet for førsteslåtten med omsyn til verknaden på timoteiinnhaldet i enga (Figur 34) (Baadshaug 1973a).



- I Holt, 3.-5. forsøksår (Valberg & Bø 1972)
- II Berset, 5. forsøksår (Olsen 1973)
- III Vågønes, 4. forsøksår (Larsen 1972)
- IV Holt, 5.-6. forsøksår (Østgård 1962)
- V Svanvik Pasvik, 3. forsøksår (Østgård 1962)
- VI Vågønes, 6. forsøksår (Hansen 1946)

Figur 34. Verknad av tidspunkt for førsteslåtten på prosent timoteiinnhald i enga ved slutten av forsøksperioden.

Tabell 15. Botanisk samansetnad av eng ved 2 (a) og 3 (b) haustingar i året.

Kjelde	Stad/område	Engtype	Tal felt	Forsøks- år	Prosent av plantesetnad						
					Timotei a	Timotei b	Engsvingel a	Engsvingel b	Ugras a	Ugras b	
Grønnerød 1968	Vollebekk	Timotei/kløver	1	3.	64	-23				3	+47
Celius 1969	Mæresmyra	Timotei	1	4.	88	-20				4	+3
Grønnerød 1972	Vollebekk	Tim./kløver	1	3.-4.	82	-42				9	+28
"	"	Tim./engsv./kl.	1	3.-4.	72	-63	22	+55		6	+7
Tranmæl 1973	Voll	Tim./engsv.	5	1.-3.	21	-10	70	+12		0	+1
Hovde 1974	Vestlandet	Tim./engsv./raigr.	11	2.	61	-30	12	+16		4	+5
"	Agder-Rogaland	"	5	2.	46	-18	25	+10			
Harbo 1973	Særheim	Tim./engsv./raigr.	1	2.	28	-10	35	+9		4	-4
"	"	"	1	2.	60	-19	19	+11		0	0

For bladgras er tidleg hausting ikkje så uheldig som for timotei. Av di fleire haustingar i året oftast inneber tidlegare første-slått, vil bladgrasa stå sterkare ved intensiv drift. Det viser forsøk i Sør-Noreg, der ein jamførte to og tre haustingar i året. Timoteien tapte rom ved tre haustingar medan engsvingelen auka sin del av plantesetnaden (Tabell 13).

I det første forsøket på Vollebekk og på Jæren vart det talt skott hos timotei om våren i tredje engåret (Honne 1968, Harbo 1973). Tal skott per m² var:

	Vollebekk	Jæren
2 haustingar i året	620	1270
3 haustingar i året	371	690

I tillegg til den uheldige verknaden av framskoven førsteslått kjem verknaden av ei ekstra hausting. Men tevlingstilhøva vert òg skipla. Om artar som toler tre haustingar betre finst i enga, trengjer dei timoteien tilbake. Når timoteien vert hardare på-røynd om sommaren, går han lettare ut om vinteren. At det er ein negativ verknad direkte på vinterherdsla går fram av amerikanske forsøk med ymse grasartar i reinsetnad (Jung & Kocher 1974). Om våren året etter haustinga vart prosent overvintringsskadar dømt:

Tal haustingar:	3	4
Hundegras (5 sortar)	10	44
Timotei (2 sortar)	0	25
Strandsvingel (5 sortar)	31	44
Fleirårig raigras	14	52
Engkvein	9	26

Ved fire haustingar kom første slåtten særst tidleg i desse forsøka.

Tabell 14 viser nyare resultat frå landsomfemnande forsøk der ymse grasartar i reinsetnad vart hausta to eller tre gonger i året gjennom tre år.

Resultata for timotei samsvarer stort sett med det som er nemnt, med unntak for Vollebekk. Avviket kan komma av at det vart brukt 'Grindstad' timotei der, og andre sortar på dei andre stadene.

Ved frøvavlen av 'Grindstad' vert det lagt vekt på å tilpassa han til tre haustingar i året. Bladgrasa engsvingel, hundegras, raudsvingel og engrapp skulle tola tre haustingar godt. For engsvingel er det unntak frå denne regelen på Apelsvoll og Særheim, og hundegras gjekk uventa mye tilbake ved tre haustingar på Apelsvoll og på dei tre nordlegaste forsøksstadene. Heller ikkje resultatet for raudsvingel samsvarer med det ein skulle venta, medan det for engrapp er ein liten auke i grasdelen ved auka tal haustingar. Enno ligg det føre få opplysningar om utviklinga av plantesetnaden på felta, og det er ikkje grunnlag for nærmare drøfting av resultatata.

Tabell 14. Prosent gras i avlinga i førsteslåtten i fjerde engår (1976) etter to eller tre haustingar i første til tredje engår (Grønnerød 1985).

Stad	Timo- tei		Eng- svingel		Hunde- gras		Raud- svingel		Eng- rapp	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Tal slåttar	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Vollebekk	98	96	98	89	99	98				
Apelsvoll	67	43	83	59	100	88	82	68		
Særheim	80	49	60	36	100	99				
Fureneset	93	80	93	90	95	91				
Voll	75	68	96	99	95	84				
Mæresmyra	45	19	77	86	92	81				
Holt	62	45	78	76	90	81			80	85

Håslått

Tidspunktet for siste slåttan om hausten, kan verka på overvint-ringsevna til plantane. Gras og kløver må ha tid til å samla re-servenæring og herdast før vinteren set inn. Om ein haustar til ei tid som skiplar denne prosessen, kan resultatet verta stor ut-gang av plantar og lita avling sommaren etter.

Avlinga i andreslåtten, kan ikkje reknast som ein nettovinst. Det syner tala nedanfor, som gjeld timotei i ymse delar av landet (Lende-Njå 1921, Vikeland 1954, Vik 1955, Olsen 1969).

Forsøksstad:		Mæresmyra	Holt	Vollebekk	Løken
Tal forsøksår		7	4	4	5
Rel. avling i 1. slått	Utan håslått	100	100	100	100
	Med håslått	94	90	86	92
% timotei siste året	Utan håslått	65	72	92	86
	Med håslått	15	55	87	74

Utslaga kjem ikkje berre av dårlegare overvintring. Håslåtten grip inn i tevlinga mellom grasartane. På Mæresmyra tok engrapp over mye av plassen til timoteien der atterveksten var hausta.

Sjøseth (1964) hausta rein kløvereng første gongen ved vanleg tid for høyslått, medan håslåtten vart teken til ulike tider. Avlinga i førstelåtten året etter vart:

Haustemåte	Rel. avling
Atterveksten ikkje hausta	100
Atterveksten hausta 15.8.	91
Atterveksten hausta 5.9.	77
Atterveksten hausta 25.9.	76
Atterveksten hausta 15.8. og 25.9.	63

Nedgangen i kløveravling var større di seinare atterveksten vart hausta året føre. To gongers håslått hadde mest uheldig etterverknad. Der haa vart hausta vart plantesetnaden tynnare, og veksten starta seinare om våren. Etter dette bør ein ta haa tidleg, slik at plantane kan få tid til å danna nytt bladverk, som er naudsynt for herding, og samla reservar før vinteren.

Somme granskingar tyder på at svært sein håslått gjev minst etterverknad. På Tjøtta i Nordland jamførte ein normal og sein håslått (Bø 1970). Avlinga ved førsteslått var i middel for tre år og for fire ulike grassetnader:

Håslått	kg høy per dekar
Normal (ca. 15. september)	670
Sein (ca. 15. oktober)	775

Det positive utslaget for sein håslått var størst hos strågrasa bladfaks og timotei dyrka som reine artar, og mindre der bladgrasartane engsvingel og engrapp var med ein blanda setnad.

I USA rår ein til å hausta kløver og luserne anten i slutten av august eller kring midten av oktober. Også finske forsøk med engsvingel synte at sær s sein hausting ikkje var så skadeleg som middels sein (Huokuna 1971):

Dato for håslått:	5.9.	15.9.	25.9.	5.10.
Løyselege karbohydrat i rota om våren, %	2,1	1,3	2,0	2,7
Tal skott per 30 cm rad om våren	212	104	218	323
Relativ avling i førsteslåtten	100	62	93	145

Hausting midt i september verka mest uheldig på reservar, skottal og avling neste år. Ein heldig verknad av svært sein hausting kan komma av at plantane er herda føre slåtten, og at det ikkje vert ny vekst og tæring på reservane så seint på hausten. Det er enno ikkje klart kva som er den beste haustetida for atterveksten på ymse stader her i landet. Svaret avheng m.a. av kva som er optimalt tal haustingar i veksetida. Det hører også med at ved sein hausting vert plantane utsette for større temperatursvingingar når marka er berr om vinteren, og dei vert da lettare skadde av frost og oppfrysing.

Også Hakkola (1985) held på at det er ei kritisk tid om hausten da ein bør unngå å hausta graset. I Nord-Finland fall dette tidspunktet etter månadsskiftet august-september, og allment 2-3 veker før veksetida er slutt. I ein forsøksserie på fleire stader fekk han følgjande resultat av ymis haustetid for andreslåtten i timoteieng:

Haustetid 2. slått	15/8	30/8	15/9	30/9
Prosent overvintring	92	90	82	82

Han meiner at ein på Nordkalotten bør ta siste slåtten før utgangen av august for å sikra overvintringa, og for å få god fôr-kvalitet. Den uheldige verknaden av for sein andreslått på overvintringa kan i nokon monn motverkast ved høg stubbing.

I Nord-Sverige var hausting av atterveksten først i september mest uheldig for enga året etter, både hos timotei, engsvingel og særlig raudkløver. Andersson (l.c.) hevdar at omsynet til overvintringa ikkje er det viktigaste ved fastsetjing av tidspunktet for andreslått. I Nord-Sverige er det liten tilvekst hos graset frå slutten av august, og det vert dårleg kvalitet ved hausting i slutten av august eller seinare.

Stubbhøgde

Når ein set ned stubbhøgda, aukar den assimilerande plantemassen som vert fjerna, og verknaden av hausting vert sterkare. Fleire norske forsøk syner at timotei er særleg vår for låg stubbing, som i mange høve fører til at den tynnes ut i plantesetnaden (Tabell 15).

Tabell 15. Prosent timotei i enga etter ymis stubbhøgde ved hausting 1, 2 eller 3 gonger i året (Baadshaug 1973a).

Kjelde/stad	Slåttar per år	Vurderinga gjord i	Stubbhøgde, cm				
			3-4	5	8	10	12-15
Grønnerød 1968	2	3. år		66		70	
Vollebekk	3	3. år		41		73	
Celius 1969	2	4. år	88		88		89
Mæresmyra	2-3	4. år	68		79		83
Østgård 1970	1	4. år	30	33			45
Tromsø	2	4. år	20	25			30
Øyen 1973 Særheim	3	1-3. år		32		55	

På Vollebekk og Mæresmyra hadde låg stubbing negativ verknad på timoteien berre når det vart hausta tre gonger i året. I Tromsø var det utslag både ved ein og to gongers hausting. På Særheim reduserte låg stubbing innhaldet av timotei monaleg ved tre haustingar i året.

Somme granskingar har synt at også hundegras held seg lenger i enga om det ikkje vert stubba for lågt, medan engsvingel og bladfaks tykkjest greia seg betre (Torpen 1969, Grønnerød 1968, 1971). Vinteren 1974-75 var det uvanleg store overvintringsskadar på Særheim. Ved tre gongers slått førte lågare stubbing til

dårlegare overvintring i timotei og raigras, men ikkje i engsvingel (Øyen 1978):

Stubbehøgde, cm	Pst. overlevande plantar	
	5	10
Timotei	21	56
Engsvingel	93	81
Fleirårig raigras	31	94

Beiting

Mange verknader av beiting av eng om hausten på overvintringa er dei same som av håslått. I tillegg kan plantane verta skadde ved trakk eller verta rivne opp av jorda ved beiting, som difor kan verka uheldigare enn håslått, særleg når det vert beita sterkt. Dette er vist ved tal frå førsteslått i femårs eng på Løken i Øystre Slidre (Olsen 1969):

	Relativ avling	Prosent timotei
	middel 1.-5. engår	5. engår
Hausta ein gong	100	86
Håslått	92	74
Veik haustbeiting	84	55
Sterk haustbeiting	80	36

Hautbeiting verkar beinveges på overvintringsevna hos engvekstane. Tal for tre års middelavling og tredje års dekking av timotei viste store utslag av beiting på fire forsøksstader i Troms som var sterkt utsette for isdekke (Andersen 1963):

Stad	Dekking, prosent		Høyavling, kg per dekar	
	Ikkje beita	Beita	Ikkje beita	Beita
A	69	13	279	87
B	73	25	617	259
C	85	70	791	692
D	54	13	-	-

Variasjonen mellom stader kjem truleg av skilnader i avbeitingsgraden. Andersen (1966) granska òg verknaden av beitepresset:

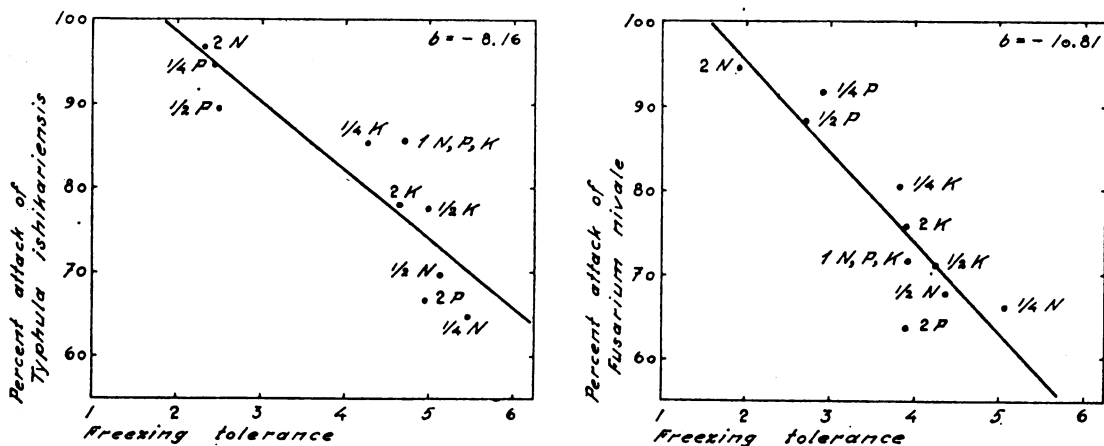
	kg høy per dekar	Dekking av timotei, %
Inga beiting	762	75
Veik beiting	646	68
Snaubeiting	458	47

Veik haustbeiting sette ned høyavlinga mye, men timoteien heldt seg etter måten godt oppe.

Vårbeiting av eng går jamt hardare ut over timotei enn haustbeiting. Andre grasartar, særleg typiske beitegras, tåler beiting betre enn timotei.

4.3.3.2 Gjødsling

I laboratorieforsøk minka motstandsevna mot frost, snøugg og trådkølle med aukande tilførsle av nitrogen, ho auka med stigande fosformengder medan verknaden av kalium var meir uviss (Figur 35).



Figur 35. Samanheng mellom frosttoleranse og motstandsevne mot overvintringssoppar ved ulike mengder N, P og K til timotei i laboratorieforsøk (Årsvoll & Larsen 1977).

Nissinen (1970, 1986) nytta gjødselmengder som svarte til 15 og 45 kg N, 2,7 og 8,1 kg P og 15 og 45 kg K per dekar til fleirårig raigras i laboratorieforsøk. Plantane vart seinare smitta med overvintringssoppar med dette resultatet.

Smitta med: Gjødsling:	Prosent overlevande plantar			
	Snøbygg		Trådkølle	
	Låg	Høg	Låg	Høg
Ugjødsla	20		63	
Nitrogen	23	10	57	37
Fosfor	55	43	72	62
Kalium	52	58	67	30

Jamført med ugjødsla sette den største N-mengda ned motstandsevna mot snøbygg, medan både fosfor og kalium verka positivt. Største fosformengd hadde heller dårlegare verknad enn den minste. Også motstandsevna mot trådkølle minka med aukande nitrogentilgang. Denne soppen gjorde mindre av seg ved minste fosformengda, medan kalium hadde liten eller negativ verknad på motstandsevna.

I feltforsøk var utslaga av N-gjødsling dominerande i andreårs eng:

Gjøds- ling	Prosent soppskade på bladmassen		Posent over- vintringsskade	
	Låg	Høg	Låg	Høg
	Nitrogen	6	45	29
Fosfor	6	10	29	31
Kalium	6	5	29	24

Ein jamn og balansert næringstilgang, mikronæringsemne medrekna (Urvas 1986), som gir normal vekst og utvikling hos plantane, er turvande for å fa god overvintring. Både skort på næring og særleg sterk gjødsling kan setja ned overvintringsevna og gjera enga mindre varig. I Nordland vart timoteieng gjødsla med stigande mengd fullgjødsel (Pestalozzi 1960). Tala nedanfor gjeld fjerde engåret:

kg per dekar av:	N	0	5,8	11,6	17,4
	P	0	1,8	3,6	5,4
	K	0	4,7	9,4	14,1
Prosent	'Engmo'	54	83	82	75
timotei	'Grindstad'	46	74	69	61

Den uheldige verknaden på timoteiinnhaldet av dei største gjødselmengdene kjem utan tvil av nitrogenet, jamvel om det var moderat N-mengd enda ved sterkaste gjødsling. Men skort på næring verka uheldigast.

Tala syner at ein hardfør sort tåler sterkare N-gjødsling enn ein mindre hardfør. Det er òg vist i fjellbygdene i Trøndelag (Foss 1965). Prosent timotei i enga var i middel for to fireårige og eitt sjuårig forsøk:

kg per dekar av: N	3,4	6,8	10,2
P	1,5	3,0	4,5
K	4,0	8,0	12,0
'Engmo' og 'Bodin' (middel)	65	74	75
'Grindstad'	41	40	36

Eit forsøk med italiensk raigrås (*Lolium multiflorum*) på Særheim er døme på negativ verknad av sterk nitrogengjødsling på overvintringa (Austvoll 1974). Italiensk raigras greier seg til vanleg på stader med mild vinter her i landet, men er ikkje heilt årvisst. Arten er difor vår for faktorar som påverkar overvintringsevna. I middel for tre felt sådde i 1970, 1971 og 1972 var tørrstoffavlinga ved to N-mengder i såingsåret:

24 kg nitrogen per dekar	1050 kg tørrstoff per dekar
36 kg nitrogen per dekar	1233 kg tørrstoff per dekar

Sterkaste N-gjødslinga hadde like klar, negativ verknad på avlinga året etter, da gjødslinga var lik (middel 34 kg N per dekar) på begge ledda:

Gjødsling i såingsåret	kg ts./daa andre året		
	1. slått	2.-4. slått	I alt
24 kg N/daa	362	949	1311
36 kg N/daa	286	859	1145

Avlingstapet i førsteslåtten var om lag like stort som i dei tre følgjande slåttane til saman, i alt 166 kg tørrstoff per dekar, dvs. nesten like stort som vinsten i såingsåret. Samla for begge åra var det altså mest ikkje noko utbytte av tillegget på 12 kg N.

Forsøket galdt også fordelinga av N-gjødsla i såingsåret. Ved jamn fordeling gav ein 1/3 av gjødsla om våren, etter første og etter andre slått. Ved ujamn fordeling gav ein 2/3 (5/9) av gjødsla om våren og 1/3 (4/9) etter første slått. Tala i klamrer gjeld sterkaste gjødslinga (36 kg N). Ujamn fordeling førte til at meir av avlinga kom ved dei to første haustingane, men samla avling i såingsåret vart mindre. Andre året derimot var det klart, positivt utslag av ujamn fordeling i såingsåret. Tørrstoffavlinga i kg per dekar dei to åra var:

	Såingsåret	Andre året
Jamn fordeling	1175	1160
Ujamn fordeling	1071	1393
Skilnad	-104	+233

Framskoven N-gjødsling i såingsåret førte til avlingsauke andre året, som meir enn vog opp for avlingstapet første året. I eitt høve var denne positive verknaden av ujamn fordeling størst ved sterkaste N-gjødslinga.

At dette har med overvintringa å gjera kan ein sjå av årsvariasjonen i forsøksperioden. Avlingsnedgangen i kg tørrstoff per dekar andre året av å auka N-mengda i såingsåret frå 24 til 36 kg og for jamn fordeling av N-gjødsla er vist nedanfor:

Forsøks- år	Auka N-mengd	Fordeling av N jamn - ujamn	Middels minimums- temp., jan-mar, °C
1971/72	-240	-350	-8,2
1972/73	-220	-360	-5,4
1973/74	-50	-20	-3,9

Auka N-mengd i såingsåret og forskyving av N-tilførsla utover i veksetida (jamn fordeling) verka uheldigast i ein hard vinter. Minimumstemperaturen ovanfor gir berre eit grovslått inntrykk av skilnaden i vintervêr dei tre åra.

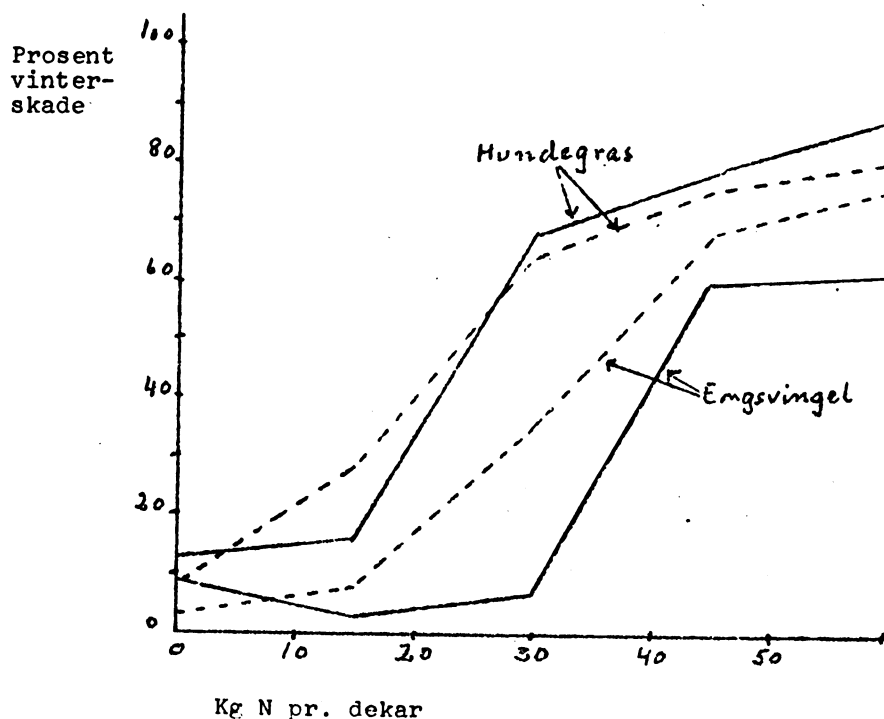
Den uheldige verknaden av nitrogengjødsling seint på hausten er ikkje allmenn. Håbjørg (1986) fann i forsøk i felt over store delar av landet, og i kontrollert klima, at nitrogengjødsling om

håusten kan betra overvintringa hos dei artar og økotypar som har mest daglengdstyrt vekstavslutning. Hos økotypar av t.d. engrapp og raudsvingel, gav haustgjødsling betre overvintring, auka skottdanning og tidlegare veksestart om våren, medan timotei reagerte jamt over negativt.

Huokuna (1971) fekk også i engsvingel stor avlingsauke i første-slåtten av auka N-mengd til andreslåtten året før, og Andersson (1985) fekk liknande utslag i Nord-Sverige. Han hevdar at enda om sterk nitrogengjødsling til atterveksten har negativ verknad på overvintringsevna til engvekstane, vil nitrogenet ha ein stor positiv etterverknad på avlinga året etter. Dette gjeld særleg engsvingel.

I eit finsk forsøk med N-gjødsling til beite med blanding av timotei, engsvingel og raudkløver var det sterkt auka is- og vassskade etter største mengd (Huokuna 1967):

kg N per dekar og år:	10	30
Prosent utgang av plantar	6	58

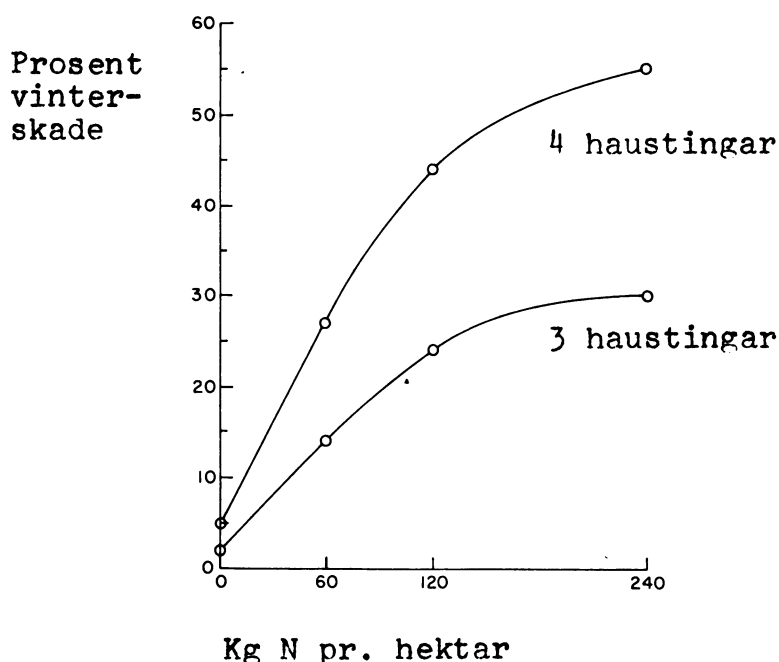


Figur 36. Verknad av stigande nitrogenmengd på overvintring av engsvingel og hundegrass (Huokuna 1971).

— middel for to felt på leirjord
 ----- middel for fem felt på torvjord

I forsøk med hundegras og engsvingel auka overvintringsskadane om våren fjerde forsøksåret mye med stigande N-mengd (Figur 36).

Når ein haustar graset tidleg og med stutte mellomrom, vert det ofte gitt mye nitrogen. Denne kombinasjonen kan verka særleg uheldig på vinterherdsla. Figur 37 syner at overvintringsskadane auka meir med stigande N-mengd når det vart hausta fire gonger i året enn ved tre haustingar.



Figur 37. Vinterskade på gras ved stigande N-mengder, kombinert med tre og fire slåttar. Middel for 39 sortar av ymse artar (Jung & Kocher 1974).

God tilførsle av fosfor og kalium er turvande om ein skal halda ein god grassetnad ved like. I eit forsøk på Holt overvintra timotei betre når fosfor og kalium vart tilførte om hausten (Ander- sen 1960):

	Prosent timotei			
	1. år	2. år	3. år	4. år
Grunngjødsling	72	36	18	5
Grunngjødsling + N om hausten	72	29	20	+
Grunngjødsling + N, P og K om hausten	87	70	61	20

I ei amerikansk gransking vart det sterk nedgang i vinterskade på luserne etter kalking og gjødsling med kalium (Wang 1953):

	Prosent vinterskade
Ikkje kalka eller gjødsla	90
Kalka	50
Kalka + P	50
Kalka + K	20
Kalka + P + K	20

Utslaget av kalking var særst stort og positivt, og truleg ei følgje både av høgare pH og betre tilgang på fosfor. Manglande utslag for fosfor i tillegg til kalking kan tyda på det. I andre amerikanske granskingar vart det påvist at K-tilførsle gjorde timotei og bermudagrass meir motstandsføre mot frost, men berre når det var gjødsla sterkt med nitrogen (Adams & Twersky 1960, Grote-lueschen 1968). I eldre, svenske granskingar gjorde gjødsling med fosfor og kalium grasset sterkare mot åtak av overvintringsparasittar (Ekstrand 1949, 1952). Både i Sverige (Ekstrand 1952) og i Troms (Vikeland 1959) gav kalking varigare eng, truleg på grunn av frigjering av fosfor.

I landsdelar med stor mjølkeproduksjon grunna på heimavla grovfôr (surfôr, beite) og innkjøpt kraftfôr, er det naudsynt å bruka husdyrgjødsel på eng og beite. Spreiing av blautgjødsl på grasmark kan ha mange uheldige sider m.a. veterinærmedisinske, og nedsett råopptak. Arleg gjødsling av organisk jord med blautgjødsl tettar porene. Vatnet sig ikkje unna, og dette saman med luftmangel og tilkjøring ved spreing kan føra til store overvintringsskadar (Myhr 1984). Dessutan kan ein få sviskade på kløver etter spreing i tørt varmt vår, og det gjeld også uheldige verknader av gjødseldekke, som kan verta liggjande i lengre tid om det kjem lite regn. Eit slikt dekke kan hemma plantane mye om det vert langvarig og tjukt, medan det kan vera gode vilkår for overvintringssoppar under dekket (Nilsson 1985). Ein må også ta med følgjer av djupe hjulspor og andre mekaniske skadar ved utkjøringa. Uheldig verknad av blautgjødsla på smaken av grasset kan gi ujamn avbeiting. Eit jamt og høveleg høgt plantedekke motverkar oppfrysing, medan dårleg avbeita grass kan gi tilhald for overvintringssoppar. Det finst spesielle maskinar for nedmolding av gjødsla i grasmark, men danske forsøk har vist at dei kan gi skade på røtene og nedsett avling (Nilsson l.c.).

Utsprøyting av blautgjødsla i staden for utkjøring er ei aktuell rådgjerd mot fleire av dei nemnde problema.

4.3.4 Fysiologisk grunnlag for sambandet driftsmåte-overvintring

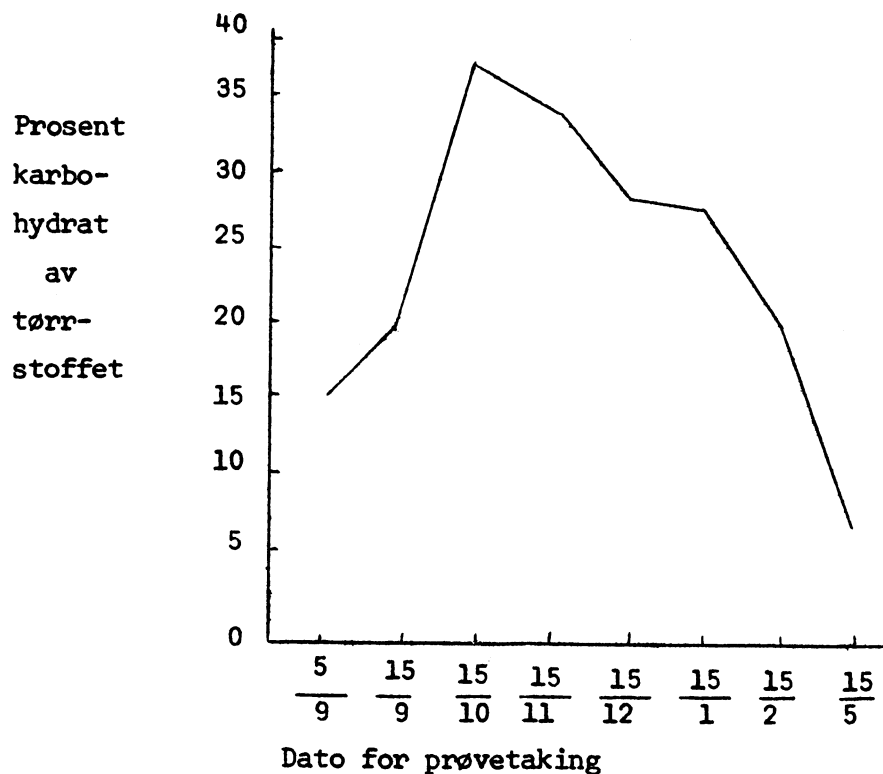
Sukkerinnhaldet aukar vanlegvis utetter hausten og første delen av vinteren, samtidig med at plantane vert herda. Raudkløver som stod ved 1°C og naturleg lys frå haust til vår, vart analysert for totalt sukkerinnhald i prosent av tørrstoffet (Sjøseth 1971):

Dato	Blad og stenglar	Røter
13/10	8,9	17,2
13/11	11,6	21,3
15/12	12,0	22,0
18/1	9,8	17,9
14/2	11,2	15,9
18/3	5,6	12,9

Jamføring med resultatata frå fryseforsøk i same materialet (Figur 29) viser at sukkerinnhaldet varierte i takt med frostherdsla.

Dei tilgjengelege karbohydrata som plantane byggjer opp gjennom veksetida, og som aukar mye i herdingsperioden, vert gjerne kalla reservekarbohydrat. Hos gras som er tilmåta tempererte og kjølege strøk, finst storparten av reservekarbohydrata som fruktan (polymer fruktose), men også sukrose må reknast som opplagsnæring hos desse grasartane. Vidare er monosakkarida, i hovudsaka glukose og fruktose, tilgjengelge. Etter som fruktan, sukrose og monosakkarida kan løysast i vatn, vert dei stundom kalla (vass)løyselege karbohydrat. Hos engskolmvekstar, tropiske og subtropiske grasartar finst mesteparten av reservekarbohydrata som stive (polymer glukose).

Reservekarbohydrata verkar for det første på frosttoleransen, som drøfta tidlegare. Vidare held dei plantane herdige og skaffar energi til stoffskiftetprosessane om vinteren. Dette er særleg viktig når det ikkje er fotosyntese. Korleis innhaldet av løyselege karbohydrat hos raudkløver kan endra seg frå haust til vår er vist i figur 38.

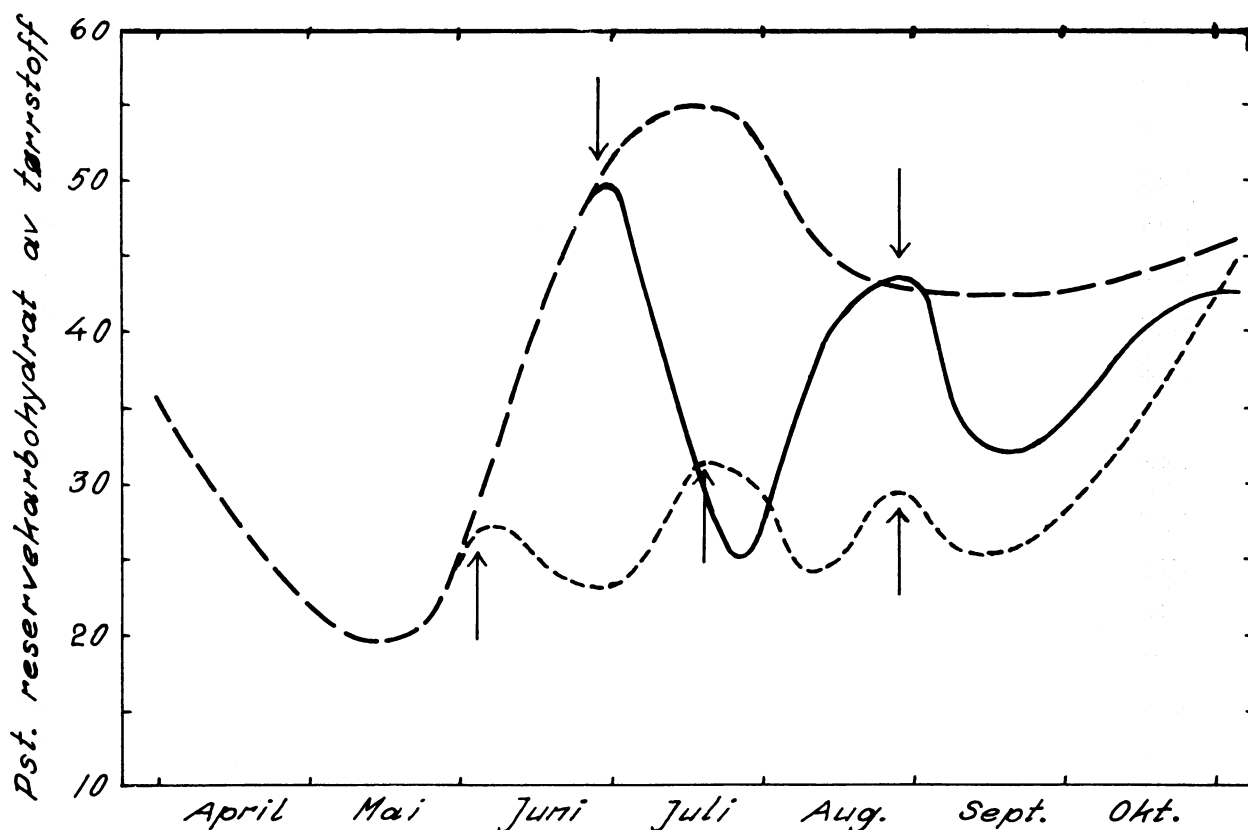


Figur 38. Variasjon i innhald av reservekarbohydrat i røter av raudkløver frå haust til vår (Bula & Smith 1954).

Når ein tek bort dei grønne delane av ein plante, vert dei tilgjengelege reservane mobiliserte for nylaging av skott og assimilasjonsvev, og innhaldet av reservekarbohydrat går ned. Figur 39 syner korleis karbohydratinnhaldet i stubben varierer hos timoteiplantar slått to eller tre gonger om sommaren og hos plantar som ikkje vart hausta. Uhausta plantar hadde høgast innhald omkring blomstring.

Ved tidleg og hyppig hausting får ikkje plantane tid til å byggja opp reservane, og på stader med stutt veksetid får dei heller ikkje tid til å fylla lagra med opplagsnæring om hausten. Timotei som set mange strå ved skyting, lir. meir under dette enn bladgras, for di mange skottspissar vert skorne av, og nye skott må veksa fram nedanfor haplokormen. Hos bladgrasa vil det dessutan vera meir av grønne plantedelar att etter slått.

I dei amerikanske granskingane var det same karbohydratinnhald seinhaustes anten det vart hausta eller ikkje. Ved stuttare veksetid vil mengda av reservar om hausten gå ned med auka tal



Figur 39. Innhold av sukker + fruktan i stubb av timotei i Wisconsin. ———urørte plantar, — plantar hausta to gonger, plantar hausta tre gonger. Pilene syner slåttetidene. Første slått føre ved byrjande skyting og ved tidlig skyting (e. Reynolds & Smith 1962).

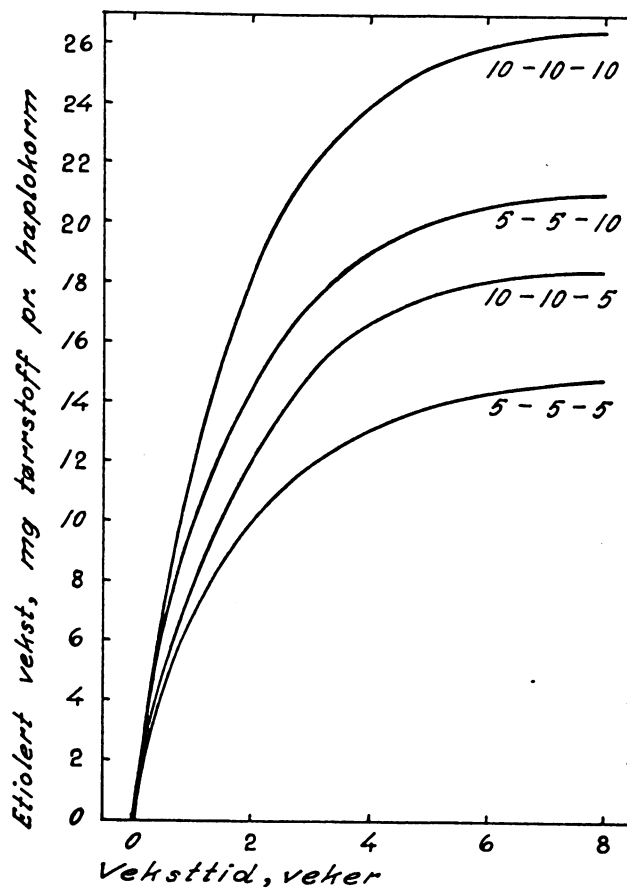
slåttar. Etter som lagringsorgana oftast vert mindre når ein haustar ofte, minkar dei tilgjengelege reservane meir enn det som går fram av tal for prosentisk innhald (Tabell 16).

Særleg viktig er den sterke verknaden av tidgjengd hausting på røtene, som vert sette ned eller stoggar heilt i veksten, avhengig av kor mye av grønne plantedelar som vert fjerna. Det går vanlegvis fleire veker før dagleg vekst har nådd same nivået som føre hausting. Lite reservenæring i røtene set ned frostherdsla, og eit mindre rotnett gjer plantane meir utsette for skadar ved oppfrysing og tørke.

Nedsett stubbhøgde har mye den same fysiologiske verknaden som auka tal haustingar. Verknaden på innhaldet av reserveemne er størst når ein haustar ofte. Frå forsøk med forskjellig haustetid og stubbhøgde i timoteieng vart det om hausten i tredje året teke haplokormar som vart planta i kar og sette i varmt, mørkt rom. Produksjonen av nye skott, som vart hausta med jamne mel-

Tabell 16. Vekt av lagringsorgan og innhold av vassløyselege karbohydrat hos timotei i karforsøk etter 2, 4 og 6 haustingar i året (Sjøseth 1971).

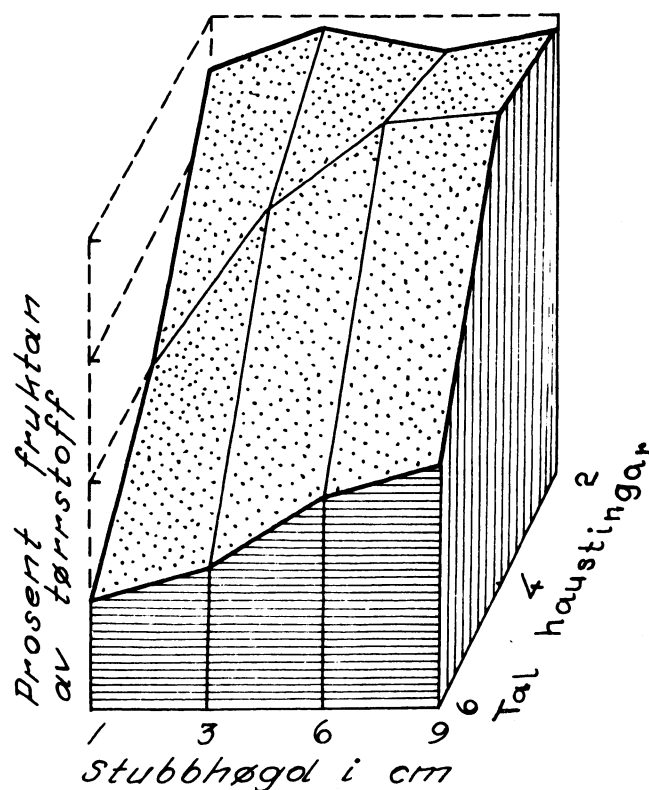
Haustingar	Plantedel	Vassløyselege karbohydrat		
		Tørrstoff g per kar	Prosent av tørrstoff	Total g per kar
2	Stubb	36,3	22,3	8,1
4	Stubb	21,2	20,3	4,3
6	Stubb	16,4	11,6	1,9
2	Røter	22,6	13,4	3,0
4	Røter	15,1	11,4	1,7
6	Røter	12,6	5,6	0,7



Figur 40. Etiolert vekst hos haplokormar etter ymis stubbhøgd ved tre haustingar per sesong i tre år. Tala ved kurvene er stubbhøgd i cm ved første, andre og tredje hausting (Honne 1968).

lomrom, vert kalla etiolert vekst og er eit uttrykk for mengd reservenæring hos haplokormane (Figur 40).

Det er særleg når det vert hausta ofte at låg stubbing verkar tærande på reservenæringa (Figur 41).



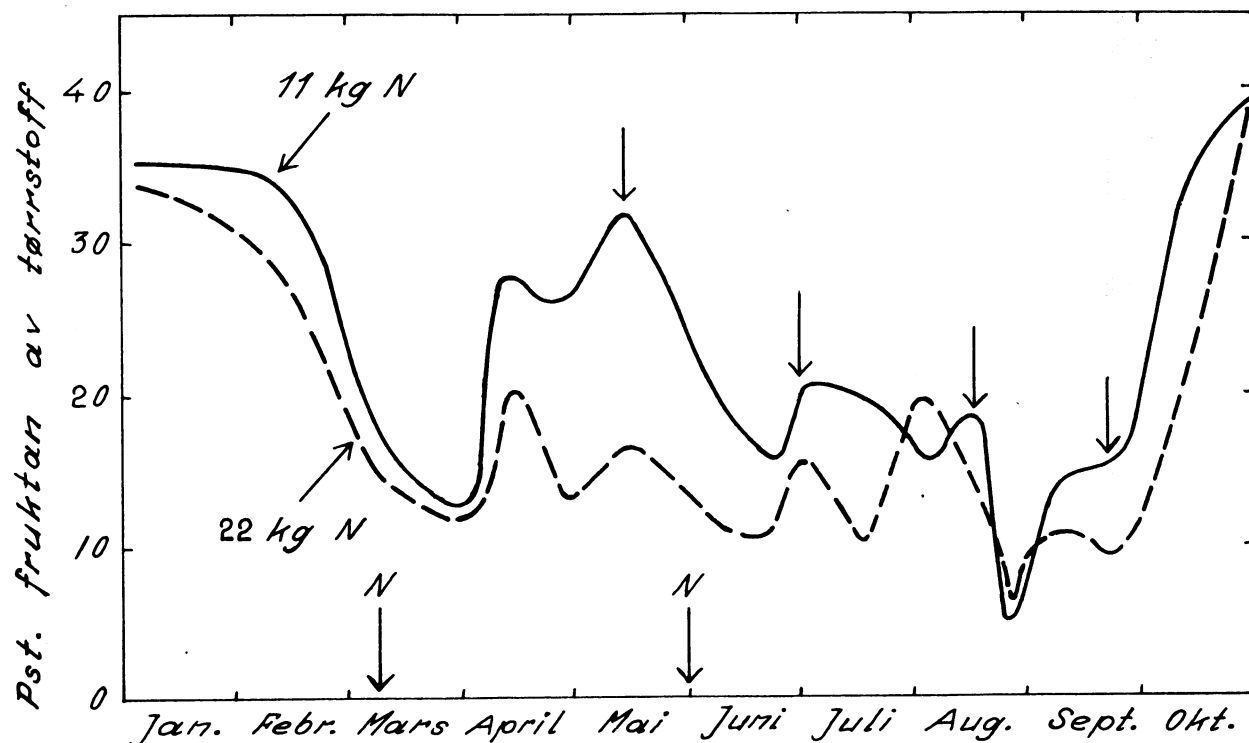
Figur 41. Innhald av fruktan om hausten i stubb hos timotei dyrka i kar etter 2, 4 eller 6 haustingar kombinert med ymse stubbhøgde (Sjøseth 1971).

Fruktaninnhaldet varierte lite med stubbhøgde når ein hausta berre to gonger i året, men gjekk ned med stubbhøgde ved meir tidgjengd hausting. Samtidig minka vekta av stubben, slik at utslaget i total mengde fruktan vart større enn i prosentisk innhald. Det var også ein sterk nedgang i rotvekt og i karbohydratinnhald i røtene ved lågaste stubbing.

Nedgang i rotmengda ved låg stubbing fann ein også i markforsøk på Mæresmyra (Celius 1969). Om våren i fjerde forsøksåret vart rotmengda ned til 10 cm djupn granska:

Stubbhøgd i cm:	3-4	8	12-15
Tørrstoff i røter, kg per dekar	492	576	663

Sterk nitrogengjødsling har mange av dei same negative verknadene på graset som tidgjengd hausting. Nitrogen fremmer vegetativ vekst, som krev mye karbohydrat til proteinsyntesen og oppbygging av bladverk og stenglar. Ein mindre del av assimilata vert da lagra, og i mange høve går karbohydrat frå lagringsorgana til oppbygginga av overjordiske plantedelar. Figur 42 syner at sterk nitrogengjødsling førte til nedsett fruktaninnhald i stubb hos hundegras det meste av veksetida. Seinhaustes var skilnaden mellom dei to gjødslingane jamna ut i desse amerikanske granskiningane. Dette hadde truleg ikkje skjedd ved stuttare veksetid.



Figur 42. Fruktaninnhald i stubb av hundegras slått fire gonger (tidspunkt merkte med piler) og gjødsla to gonger (merkte med pil og N) med 11 og 22 kg N per dekar (Reynolds 1969).

Rotveksten vert nedsett ved sterk nitrogengjødsling, somtid også ved moderate mengder. Oswald et al. (1959) prøvde 0 og 15 kg N

per dekar til bladfaks og hundegras, og midtsommars fekk dei desse tørrstoffavlingane per rute:

	kg N per dekar	Topp vekt, g	Rotvekt g	Topp/rot
Bladfaks	0	25	20	1,2
Bladfaks	15	54	15	3,3
Hundegras	0	23	25	0,8
Hundegras	15	36	14	2,5

Sterk nitrogengjødsling fører såleis til mindre reservar i stubb og røter også pga. veikare utvikling av rotnettet. Men som nemnt er det truleg skilnader mellom artane i reaksjon på nitrogengjødsling, særleg når nitrogen vert gitt seint om hausten (Håbjørg 1986). Dessutan synest ofte og sein slått å setja ned frostherdsla meir enn aukande gjødselmengder (Azzaroli & Skjelvåg 1981), men i praksis heng desse faktorane oftast saman.

Det fysiologiske grunnlaget for verknadene av P og K på overvint-ringa, er lite kjent. I somme høve har rikeleg P- og K-tilførsle auka karbohydratreservane hos luserne (Jung et al. 1959). Grote-lueschen (1968) fann ein sterk positiv verknad av K-tilførsle på karbohydratinnhaldet hos timotei som vart gjødsla sterkt med ni-trogen, og plantane vart samstundes sterkare mot frost. Ved veik N-gjødsling fekk ein ikkje denne verknaden av K.

Medan N aukar blad og stråveksten og gjerne slik at det går ut over røtene, har P og K ikkje nemnande verknad på tuve/rot-høvet hos gras. Sterkare gjødsling med P og K skulle såleis auka rot-mengda så lenge det fører til større avling. I haustkorn fann Borg (1969) at sterk P-gjødsling gav betre rotutvikling og min-dre oppfrysing.

1.0 RÅDGJERDER MOT OVERVINTRINGSSKADAR

Oversynet som er gitt over skadefaktorar, og over tilhøve som påverkar dei og vinterherdsla til plantane, gir grunnlag for å vurdera moglege rådgjerder. Sidan fremste årsaka til overvint-ringsskadar er vintervêret, bør ein innretta engbruken mest mogleg etter dei klimatiske vilkåra ved driftsåtgjerder som motverkar vinterskadane.

1.1 PLANTEMATERIALET

1.1.1 Val av art og sort

Det er gitt døme på store skilnader mellom artar og sortar i toleevne mot ymse vinterpåkjenningar. Ein sort som er sterk mot frost, greier seg jamt over best også mot andre påkjenningar, som isdekke og parasittåtak. Dette gjer rettleiing i arts- og sortsval, med tanke på vinterherdsle, meir einfelt.

Forutan å velja hardføre artar og sortar, er det også turvande å bruka plantemateriale som vert best mogleg herda ved den aktuelle driftsmåten. Det gjeld å velja artar som tåler det haustetalet og den nitrogengjødslinga som totalt sett er mest økonomisk under veksevilkåra på staden. Som nemnt har somme bladgras ein føremonn framfor timotei ved tidgjengd hausting, av di dei vert mindre utarma for reservar og kan vera betre i stand til å herdast. Men også mellom dei er det turvande å velja sortar etter klimaet.

Forutan vinterherdsla tel også andre eigenskapar ved val av artar og sortar i ymse delar av landet. Dei er nærmare omtala i annan kurslitteratur.

1.1.2 Foredling

Det finst hardføre norske sortar av dei fleste grasartane, og også nok frø av dei fleste til praktisk bruk. Desse sortane er alle foredla ved Statens forskingsstasjonar i landbruk (SFL), som enda med små midlar har fått fram desse verdifulle plantemateria-la. Men det er enno mye ugjort med foredling av viktige grasar-

tar, og arbeidet med dette har auka mye dei seinare åra. Det vert her lagt særleg vekt på utval for toleevne mot ulike vinterpåkjenningar. Arbeidsprogramma som er utarbeidde av Noregs landbruksvitskaplege forskingsråd (NLVF) og SFL (1981,1986) gir detaljerte planar for foredlingsarbeidet i gras.

1.2 JORDKULTUR

1.2.1 Jordstruktur og vassinnhald

Dette er to viktige faktorar for overvintringa av gras, og dei heng i nokon monn i hop. Det er klart vist at ein jordstruktur med mange store, luftfylte porer, fører til mindre fysiske overvintringsskadar. Slik jord vert lettare drenert, og plantane lir mindre ved ugunstige overvintringstilhøve. Det er viktig å unngå pakking av jorda ved overdriven bruk av tunge maskinar, særleg ved høg jordråme. Jordpakkinga kan reduserast om ein bruker dekk og hjul med stor trykkflate.

1.2.2 Overflatevatn

Vassinnhaldet i rotsona og overflatevatn er ofte avgjerande for overvintringa, og ein av dei viktigaste rådgjerdene er å få vekk overskotsvatn. Jamvel om det er mange problem med å få bort overflatevatn som samlar seg om hausten og i mildvêr om vinteren, finst det rådgjerdar, m.a. jordprofilering, som no er særst aktuelt der ein risikerer totalskade. Figur 18 syner korleis detaljar i jordarbeidinga kan verka.

Om jorda ikkje er godt nok grøfta etter jordart og nedbørtilhøve, nyttar det oftast lite med andre rådgjerdar. På jordartar som vanskeleg slepper vatnet gjennom, kan det hjelpa med grunnare tverrgrøfter som ein fyller med grovt materiale. Slissing, som går ut på å fresa nokre cm breie og 40-60 cm djupe spor på tvers av grøftene, er aktuelt på myr. På grunn myr vil det verka positivt med djup pløying for å få opp mineraljord.

1.2.3 Kalking

Den positive verknaden av kalking på overvintringa av gras heng truleg ofte saman med betra jordstruktur. På sur jord kan kalking også gjera fosfor lettare tilgjengeleg, såleis at plantane vert meir motstandsføre, på grunn av meir balansert næringstilgang. Kalking vil i det heile sikra plantane eit optimalt veksemiljø, særleg rotnettet får ei betre utvikling, såleis at dei vert mest mogeleg herdige mot ymse slag påkjenningar.

1.3 DRIFTSMÅTEN

Det er synt at driftsmåten, t.d. haustetid, haustetal, stubbhøgd og nitrogengjødsling, påverkar vinterherdsla til plantane. Driftsmåten må tilmålast veksevilkåra i ymse delar av landet, og ein må da ta omsyn til verknader på overvintringa av dei faktorene som er drøfta. Overdriven bruk av nitrogen, særleg seint i veksetida, kan auka vinterskadane mye hos dei vanlegaste engplantane. Dette gjeld først og fremst når ein haustar tidleg og hyppig, og om ein stubbar lågt.

1.4 PARASITTÅTAK

Skadar av parasittåtak kan minskast ved å velja artar og sortar som er generelt hardføre, og ved å velja ei driftsform som gjer plantane best mogeleg herda. Jordfysiske tilhøve som fremmar vekst og herding, vil også verka positivt mot åtak av overvintningsparasittar. I tillegg er det aktuelt, særleg i attleggsåret, å sprøyta seinhaustes med ymse fungicid. Quintozen, som har vore mest nytta og som verkar mot alle overvintningsparasittane, har i forsøk gitt stor avlingsauke.

Seinaste sprøyting om hausten med 0,5 eller 1,0 kg quintozen per dekar gav best resultat på stader i ulik høgd (m o.h.) i Oppland (Johansen 1971, 1972):

Sprøyte dato	V.Gausdal (800) Hundorp (850) (2 felt i 3 år)	Biristrand (150), Fåberg (170), V. Gausdal (300) (3 felt i 2 år)		
	Prosent dekking om våren		kg høy per dekar	
Utan sprøyting	60	43	860	
1. oktober	94	-	-	
10. oktober	99	71	941	
22. oktober	99	81	969	

Det var etter måten lita betring av plantesetnad og avling av å auka quintozenmengda frå 0,5 og 1,0 kg per dekar:

Mengd per dekar	V. Gausdal (800) Hundorp (850) 2 felt, 1969-72		Biristrand (150), Fåberg (170), V. Gausdal (300) 3 felt, 1969-71	
	Prosent dekking	kg høy/ daa/år	Prosent dekking	kg høy/ daa/år
Utan sprøyting	52	547	43	861
0,5 kg	86	661	68	944
1,0 kg	92	670	84	968

Eit døme på etterverknad av tidlegare sprøyting syner resultatata frå forsøk på Hundorp, 850 m o.h. (Johansen 1973):

	kg quintozen per dekar				
	0	0,5	0,5	1,0	1,0
Forsøksledd 1969-71	0	0,5	0,5	1,0	1,0
Forsøksledd 1972	0	0	0,5	0	1,0
Prosent dekking våren 1973	66	84	96	92	99
kg høy per dekar våren 1973	555	602	694	669	719
Avlingsauke for fire år	-	450	540	580	630

I alle desse forsøka, som vart gjorde i område der det jamt over er stabilt snødekke, var stor grasknollsopp og trådkøllesopp dei viktigaste parasittane. Andersen (1974) prøvde det same midlet i Finnmark og Troms i åra 1966-71. Det var positive utslag på vel 3/4 av 26 felt i Finnmark, men berre på eitt av 14 felt i Troms. Skadesoppene var dei same som i Gudbrandsdalen. På felt utan soppåtak var det tendens til avlingsnedgang der det var sprøytt,

medan avlingsauken etter sprøyting med 1,0 kg quintozen per dekar på felt med soppåtak var 80-100 kg høy per dekar i middel.

Forsøk i Nord-Sverige i 1962-66 synte ein auke på 80 kg høy per dekar i middel etter sprøyting. Verknaden var størst på kløverrike felt, og det tyder på at kløverråte var ein viktig parasitt (Vestmann 1971). Også Sundheim (1970) fekk store, positive utslag av sprøyting med quintozen mot kløverråte.

Quintozen inneheld for det meste pentaklornitrobenzen, som vert brote ned og skilt ut av organismen. Men ved produksjonen er det uråd å hindra danning av litt hexaklorbenzen (HCB), som er persistent og feittsyreløseleg, og såleis vert lagra i feittvevet hos dyr og menneske. HCB synest å vera det mest vanlege av slike uønskte emne i mjølk på kontinentet, av di det har vore mye nytta som beisemiddel til frø og til impregnering mot brann. Toleransengrensa for HCB er i Tyskland sett til 0,01 ppm i korn og 0,005 ppm i andre planteprodukt.

I forsøka i Gudbrandsdalen var det etter sprøyting med 0,5 kg quintozen per dekar, mindre enn 0,003 ppm quintozen og mindre enn 0,03 ppm HCB i høyet. Det er grensene for det som kan påvisast ved analysen. Etter sprøyting med 1,0 kg per dekar auka innhaldet til 0,004 ppm quintozen og 0,06 ppm HCB i høy frå felt 815 m o.h. I høy frå felt 308 m o.h. var det ikkje påviseleg auke (Johansen 1973). I to av fire høyprøver frå forsøka i Troms og Finnmark var det 0,1 ppm quintozen.

Sundheim (1970) fann desse restmengdene i høyet:

Sprøytemengd kg quintozen per dekar	ppm quintozen i høyet
0	0,08
2	0,23
4	0,56
6	0,38

Restmengda i høy frå usprøytt ruter kjem truleg av transport frå sprøytt ruter om vinteren. Kløverfrø frå ruter som hadde fått 0,75 kg quintozen året føre, inneheldt 0,16 ppm quintozen.

Desse resultatata manar til varsemd når det gjeld bruk av denne rådgjerda mot overvintringssoppar. Det er såleis ikkje lovleg å sprøyta med quintozen på plenar og sports plassar der folk kjem mye i kontakt med grassvoren. Andersen (1974) rår til å avgrensa bruken til førsteårs eng der det var vanleg med store soppskadar, og verdifull frøeng. I fjellstrøk i Sør-Noreg, der soppskadar er den viktigaste årsaka til utvintring, var det tidlegare økonomisk lønnsamt å sprøyta kvart år i høgdelag over 500-600 m. Det er tvilsamt om dette gjeld no når prisen er kommen opp i 76 kr. per kg quintozen (Brassicol 75). Benomyl som vert nytta mot snømugg i haustkorn, er lite interessant i grasmark, for di det ikkje verkar mot trådkølle.

1.0 LITTERATUR

- Adams, W.E. and M. Twersky 1960 Effect of soil fertility on winterkilling of coastal bermudagrass. Agron. J. 52: 325-326.
- Agerberg, L.S. 1949. Snø och tjäle. Jordbruksförsöksanstalten Lantbrukshögskolan. Särtryck 40, 12s.
- Andersen I.L. 1960. Overvintringsundersøkelser i eng i Nord-Norge. I. Forsk. Fors. Landbr. 11: 635-660.
- Andersen I.L. 1963. Overvintringsundersøkelser i eng i Nord-Norge. II. Noen undersøkelser over is- og vannskader i eng. Forsk. Fors. Landbr. 14: 639-669.
- Andersen I.L. 1966. Overvintringsundersøkelser i eng i Nord-Norge. III. Noen undersøkelser over overvintringsskader forårsaket av sopp. Forsk. Fors. Landbr. 17: 1-20.
- Andersen I.L. 1967. Overvintring av enga i Troms og Finnmark vintrene 1965/66 og 1966/67. Statens forsøksgard Holt. Særtrykk nr. 16.
- Andersen I.L. 1971. Overvintringsforsøk med ulike grasarter. Forsk. Fors. Landbr. 22: 121-134.
- Andersen I.L. 1974. Quintozen mot overvintringssopper i eng i Finnmark og Troms. Ny Jord 61(1): 3-6.
- Andersen I.L. 1985. Vinterskadenes type og omfang i Nord-Norge. Nordkalottkomiteens Promemorier 22: 5-18.
- Andersson S. 1985. Återvæxtskørdens och kvävegødslingens inverkan på vallens övervintring. Nordkalottkomiteens Promemorier 22: 39-52.

- Andrews, J.E. 1960. Cold hardiness of sprouting wheat as affected by duration of hardening and hardening temperature. *Can. J. Pl. Sci.* 40: 94-103.
- Andrews, J.E., J.S. Horricks and D.W. Roberts 1960. Interrelationships between plant age, root-rot infection, and cold hardiness in winter wheat. *Can. J. Bot.* 38: 601-611.
- Andrews, J.E. and B. Gudleifsson 1983. A comparison of cold hardiness and ice encasement tolerance of timothy grass and winter wheat. *Can. J. Plant Sci.* 63: 429-435.
- Austvoll, J. 1974. Verknad av ymis mengd og fordeling av nitrogengjødsel på avling og overvintring av italiensk raigras. Hovudoppgåve. Noregs landbrukshøgskole. 55s.
- Azzaroli, M. and A.O. Skjelvåg 1981. Influences of fertilization and cutting times on the freezing tolerance of four grass species. *Meld. Norg. LandbrHøgsk.* 60(23). 8s.
- Benoit, G.R., K.D. Fisher and J. Bornstein 1967. Alfalfa survival - indicator of sloping land drainage effectiveness. *Agron. J.* 59: 444-447.
- Berg, E. 1974. Flytevene 1972/73. Forsøk med hjulutstyr til traktor. Aktuelt fra Landbruksdepartementets opplysnings-tjeneste nr. 3: 86-91.
- Beskow, G. 1934. Uppfrysning och frostbränna. *Svenskt Land.* 18: 32-34.
- Borg A. 1969. Tjålskjutning och uppfrysning - resultat från några undersökningar. *Sver. Utsädesför. Tidskr.* 79: 57-74.

- Bula, R.J. and D. Smith 1954. Cold resistance and chemical composition in overwintering alfalfa, red clover, and sweetclover. *Agron. J.* 46: 392-401.
- Bø, S. 1970. Grasarter, frøblandinger og gjødselmengder til langvarig eng på Tjøtta. *Forsk. Fors. Landbr.* 21: 213-218.
- Baadshaug, O.H. 1971. Virkninger av jordarter og jordpakking på vekst og overvintring hos ulike grasarter ved forskjellige overvintringsforhold. *Lisensiatavh. Norges landbrukshøgskole.* Stensiltrykk. 140 s.
- Baadshaug, O.H. 1973a. En foreløpig oversikt over resultater av forskjellige engforsøk. *Stensiltrykk.* 70 s.
- Baadshaug, O.H. 1973b. Effect of soil type and soil compaction on the wintering of three grass species under different wintering conditions. *Acta Agric. Scand.* 23: 77-86.
- Calder, F.W., L.B. Macloed and L.P. Jackson 1965. Effect of soil moisture content and stage of development on cold hardiness of the alfalfa plant. *Can. J. Plant Sci.* 45: 211-218.
- Celius, R. 1969. Forsøk med ulike stubbehøyder i flerårig eng. *Medd. fra Det norske Myrselsk.* 67: 1-20.
- Coleman, E.A., R.J. Bula and A.L. Davis 1966. Electrophoretic and immunological comparisons of soluble root proteins of *Medicago sativa* L. genotypes in the cold hardened and nonhardened condition. *Plant Physiol.* 41: 1681-1685.
- Cooper, J.P. 1962. Developmental genetics. Rep. Welsh Plant Breeding Station for 1961. University College of Wales: 16-29.
- Davis, D.L. and W.B. Gilbert 1970. Winter hardiness and changes in soluble protein fractions of bermudagrass. *Crop Sci.* 10: 7-9.

- Draper, S.R. and S.E. Watson 1971. The use of disc electrophoresis to evaluate protein changes accompanying exposure of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) to cold hardening conditions. *J. Sci. Food Agric.* 22: 506-508.
- Eagles, C.F. 1967. Apparent photosynthesis and respiration in populations of *Lolium perenne* from contrasting climatic regions. *Nature* 215: 100-102.
- Eagles, C.F. and O. Østgård 1971. Variation in growth and development in natural populations of *Dactylis glomerata* from Norway and Portugal. I. Growth analysis. *J. appl. Ecol.* 8: 367-381.
- Ekstrand, H. 1949. Näringsförhållandena och vallgräsens övervintring. *Växtskyddsnotiser* 13: 5-9.
- Ekstrand, H. 1952. Kan övervintringen av vallar och höstsådda grödor främjas genom rationell tilförsel av kalium och fosfor? *Växtnäringsnytt* 8(1): 11-12.
- Ekstrand, H. 1955. Höstsådens och vallgräsens övervintring. *Statens Växtskyddsanstalt, Medd.* 67: 1-125.
- Foss, S. 1965. Engforsøk i fjellbygdene i Trøndelag og i Møre og Romsdal. *Forsk. Fors. Landbr.* 16: 153-178.
- Foss, S. 1968. Vekstrytme hos timoteisorter. *Forsk. Fors. Landr.* 19: 487-518.
- Frandsen, K.J. 1946. Studier over *Sclerotinia trifoliorum* Eriksson. *Det Danske Forlag. København.* 220 s.
- Freyman, S. 1969. Role of stubble in the survival of certain ice-covered forages. *Agron. J.* 61: 105-107.
- Freyman, S. and V.C. Brink 1967. Nature of ice-sheet injury to alfalfa. *Agron. J.* 59: 557-560.

- Gerloff, E.D., M.A. Stahmann and D. Smith 1967. Soluble proteins in alfalfa roots as related to cold hardiness. *Plant Physiol.* 42: 895-899.
- Grenier, G. and C. Willemot 1974. Lipid changes in roots of frost hardy and less hardy alfalfa varieties under hardening conditions. *Cryobiology* 11: 324-331.
- Grotelueschen, R.D. 1968. The development and loss of cold resistance in timothy (*Phleum pratense* L.) and associated changes in carbohydrates and nitrogen as influenced by nitrogen and potassium fertilization. *Diss. Abstr.* 28 B, No. 3136.
- Grønnerød, B. 1968. Stubbehøgdeforsøk med slaghøster og slåmaskin i timotei/rødkløver og engsvingeleng. Jord- og plantekulturmøtet NLH februar 1968. Rådet for jordbruksforsøk: 121-126.
- Grønnerød, B. 1971. Intensiv engdyrking. Resultater av forsøk på Sør-Østlandet 1967-69. Landbruksdepartementets opplysningstjeneste. Informasjonsmøter: 52-58.
- Grønnerød, B. 1972. Engvekster og høsteintensitet. *Norsk Landbruk* 91(6): 9-11.
- Grønnerød, B. 1985. Virkning av høstesystem og høstetid på avling og kvalitet hos enggrasarter i ulike landsdeler. Foreløpig presentasjon. Stensiltrykk. 9 s. + tab.
- Gudleifsson, B.E. 1971. Overvintringsskadar i grasmark på Island, omfang og årsaker. Lisensiatavh. Noregs landbrukshøgskole. Stensilprent. 130 s.
- Gudleifsson, B.E. 1982. Isdekkeresistens og frostherdigskap hjå enggras - resultat av laboratoriegranskingar. NJF-seminar nr. 36.

- Gudleifsson, B.E. 1986. Ice encasement damages on grasses and winter cereals. Lantbruksväxternas Övervintring. NJF-seminar nr. 84: 59-65.
- Gusta, L.V. 1986. The induction and maintenance of cold hardiness in winter cereals. Lantbruksväxternas Övervintring. NJF-seminar nr. 84: 9-27.
- Hakkola, H. 1985. Inverkan av vallens anläggning och skörd på Övervintringen. Nordkalottkomiteens Promemorier 22: 53-58.
- Halvorsen, H. 1973. Grøfteforsøk på myr i Vesterålen. Forsk. Fors. Landbr. 24: 277-293.
- Hansen, H.B. 1946. Slåttetidsforsøk på forsøksgården Vågønes. Meld. Statens forsøksgård Vågønes 23: 10-47.
- Harbo, S.H. 1973. Avling og skottutvikling i eng ved to og tre haustingar i sesongen og ved aukande gjødselmengder. Hovedoppgåve. Noregs landbrukshøgskole. 68 s.
- Heide, O.M. 1985. Physiological aspects of climatic adaptation in plants with special references to high-latitude environments. s. 1-22 i: Kaurin, Å., O. Junntila and J. Nilsen (red.). Plant production in the North. Norw. Univ. Press.
- Holmes, R.M. and G.W. Robertson 1960. Soil heaving in alfalfa plots in relation to soil and air temperature. Can. J. Soil Sci. 40: 212-218.
- Honne, B.I. 1968. Måling av karbohydratreserver hos timotei. Hovedoppgave. Norges landbrukshøgskole. 82 s.
- Hovde, A. 1974. Ulike haustetider og stigande gjødsling til silo-gras. Markforsøk. Aktuelt fra Landbruksdepartementets opplysningstjeneste 2: 123-128.

- Huokuna, E. 1967. Stora kvävemängder på beten för mjölkkor. NJF-kongressen 27.-30. juni 1967. Fortryck av foredrag. Seksjon VI. 35-37.
- Huokuna, E. 1971. Gjødslingens inverkan på gräsens övervintringsförmåga. NJF-kongressen 29. juni - 2. juli 1971. Fortryck av foredrag. Seksjon IV. 15-19.
- Håbjørg, A. 1986. Effekt av høstgjødsling på overvintring av *Phleum pratense* og *Poa pratensis*. Lantbruksväxternas övervintring. NJF-seminar nr. 84: 28.
- Håkansson, A. 1954. Dräneringen och grödans övervintring. Svensk Jordbruksforskning. Årsbok 1954: 18-31.
- Håkansson, A. 1960. Dränering av markens ytskikt. Jord - Gröda - Djur 16: 32-39.
- Jamalainen, E.A. 1971. Växtpatologiska aspekter på stråsådens och vallväxternas övervintring. NJF-Kongressen 29. juni - 2. juli 1971. Fortryck av foredrag. Seksjon IV: 1-6.
- Jetne, M. 1946. Forsøk med engvokstrar og engdyrking. Meld. Statens forsøksgard Løken 1945: 1-59.
- Johansen, P.I. 1971. Sør-Gudbrandsdal Forsøksring. Årsmelding nr. 7-1971.
- Johansen, P.I. 1972. Sør-Gudbrandsdal Forsøksring. Årsmelding nr. 8-1972.
- Johansen, P.I. 1973. Sør-Gudbrandsdal Forsøksring. Årsmelding nr. 9-1973.
- Johansson, N.O., C.E. Albertsson och T. Mansson 1955. Undersökningar över höstvetets härdning och avhärdning. Sver. Utsädesför. Tidskr. 65: 82-96.

- Jonassen G.H. 1972. Effect of cultural factors on thermal environment, survival and seed yield of wintering swede. Lisensitatavh. Norges landbrukshøgskole. Stensiltrykk. 92 s.
- Jung, G.A. and D. Smith 1959. Influence of soil potassium and phosphorus content on the cold resistance of alfalfa. Agron. J. 51: 585-587.
- Jung, G.A., S.C. Shih and D.C. Shelton 1967. Seasonal changes in soluble protein, nucleic acids, and tissue pH related to cold hardiness of alfalfa. Cryobiology 4: 11-16.
- Jung, G.A. and R.E. Kocher 1974. Influence of applied nitrogen and clipping treatments on winter survival of perennial cool-season grasses. Agron. J. 66: 62-65.
- Kacperska, A. 1985. Biochemical and physiological aspects of frost hardening of herbaceous plants. s. 99-115 i: Kaurin, A., O. Junttila and J. Nilsen (red.). Plant production in the North. Norw. Univ. Press.
- Karlsen, A. 1985. Resultat av orienterende målinger av temperatur over og under isdekke på grasmark. Personlege opplysninger.
- Kaurin, A. 1984. Effects of light quality on frost hardening in *Poa alpina*. s. 116-126 i: Kaurin, A., O. Junttila and J. Nilsen (red.). Plant production in the North. Norw. Univ. Press.
- Kinbacher, E.J. and N.F. Jensen 1959. Weather records and winter hardiness. Agron. J. 51: 185-186.
- Larsen, A. 1972. Forsøk med høstetider, gjødsling og vårbeiting på timoteieng. Norden 76: 357-361.
- Larsen, A. 1977. Testing av frosttoleranse hos gras og sammenheng mellom frosttoleranse og resistens mot lav-temperatursopper. Nord. JordbrForsk. 59: 63-63.

- Larsen, A. 1978a. Freezing tolerance in grasses. Effects of different water contents in growth media. *Meld. Norg. LandbrHøgsk.* 57(15). 19 s.
- Larsen, A. 1978b. Freezing tolerance in grasses. Methods for testing in controlled environment. *Meld. Norg. LandbrHøgsk.* 57(23). 56 s.
- Larsen, A. 1979. Freezing tolerance in grasses. Variation within populations and response to selection. *Meld. Norg. LandbrHøgsk.* 58(42). 28 s.
- Larsen, A. 1985. Response to selection for freezing tolerance and associated effects on vegetative growth in *Dactylis glomerata*. s. 134-140 i: Kaurin, Å., O. Junttila and J. Nilsen (red.). *Plant production in the North.* Norw. Univ. Press.
- Larsen, A. 1986. Test methods for wintering characters. *Lantbruksväxternas Övervintring.* NJF-seminar nr. 84: 149-166.
- Larsson, R. 1961. Höstsädens Övervintring och avkastning. *Växtodling* 16. Institutionen för växtodlingslära vid Kungl. LantbrHøgsk. 159 s.
- Lende-Njaa, J. 1921. Nogen engdyrkningsforsøk på Mæresmyren. *Beretning om Det Norske Myrselskaps Forsøksstations* 11. og 12. arbeidsår 1918-1919: 1-60.
- Levitt, J. 1966. Winterhardiness in plants. s. 459-563 i: H. T. Meryman (red.) *Cryobiology.* Acad. Press. Lond. N.Y.
- Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stresses. Vol. I. Chilling, freezing and high temperature stresses. Acad. Press.

- Lindberg, K. 1984. Grass production in waterlogged conditions: Some of the problems and their possible solutions. s. 487-491 i: H. Riley and A.O. Skjelvåg (red.). The impact of climate on grass production and quality. Proc. 10th General Meeting Eur. Grassld Fed., As-Norway 26-30 June 1984.
- Lomakka, L. 1985. Övervintringsskador i Norra Sverige. Orsaker och förekomst. Nordkalottkomiteens Prememorier 22: 25-27.
- Lomakka, L. 1985. Ytplanering och ytvattenavledning som åtgärder mot skador på vallar av ytvatten och is. Nordkalottkomiteens Promemorier 22: 70-73.
- Love, R.M. 1966. The freezing of animal tissue. s. 317-405 i: H. T. Meryman (red.). Cryobiology. Acad. Press, Lond. N.Y.
- Lüdtke, F. 1974. Övervintringsproblem på växtodlingsdag. Lantmannen 85(3): 18-19.
- Murray, G.A. and C.S. Cooper 1967. Endosperm utilization in relation to cold tolerance of orchardgrass seedlings. Agron. J. 59: 253-254.
- Myhr, K. 1984. Verknad av gylle og jordpakking på infiltrasjon av vatn i dyrka torvjord. Forsk. Fors. Landbr. 35: 185-192.
- Mäkellä, K. 1986. Low temperature fungus on leys in North Finland. Lantbruksväxternas Övervintring. NJF-seminar nr. 84: 98-100.
- Nilsson, L.G. 1985. Stallgödsel till vallövervintring. Nordkalottkomiteens Prememorier 22: 59-61.

- Nissinen, O. 1970. Effects of different minerals on the resistance of english ryegrass to *Fusarium nivale* (Fr.) Ces. Preliminary results of laboratory experiments. Peat and Plant News 3: 3-11.
- Nissinen, O. 1986. Näringsämnenas inverkan på utvintringssvamparnas angreppsgrad. Lantbruksväxternas Övervintring. NJF-seminar nr. 84: 101-106.
- NLVF og SFL 1981, 1986. Program for norsk grovførforskning. Oslo.
- Næss, O. 1976. Forsøksresultater for perioden 1966-1976. Sør-Gudbrandsdal Forsøksring. Årsmelding nr. 12.
- Olien, C.R. 1967. Freezing stresses and survival. Ann. Rev. Pl. Physiol. 18: 387-408.
- Olsen, E. 1969. Høst- og vårbeiting på eng. Forsk. Fors. Landbr. 20: 513-524.
- Olsen, E. 1973. Undersøkelse av forholdet mellom blad og stengel i gras høstet til forskjellig tidspunkt og på to høgdetrinn. Forsk. Fors. Landbr. 24: 73-88.
- Opsahl, B. og A.O. Skjelvåg 1983. Eng- og beitedyrking II. Attlegg til eng og beite. Landbruksbokhandelen, Ås-NLH. Stensilprent. 83 s.
- Oswalt, D.L., A.R. Bertrand and M.R. Teel 1959. Influence of nitrogen fertilization and clipping on grass roots. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 23: 228-230.
- Paulsen, G.M. 1968. Effect of photoperiod and temperature on cold hardening in winter wheat. Crop. Sci. 8: 29-32.
- Peltier, G.L. and H.M. Tysdal 1932. A method for the determination of comparative hardiness in seedling alfalfas by controlled hardening and artificial freezing. J. Agric. Res. 44: 429-444.

- Pessi, Y. 1956. Studies on the effect of the admixture of mineral soil upon the thermal conditions of cultivated peat land. Valt. maatal. koetoim. julk. 147: 1-89. (Publ. Finn. State Agric. Res. Board 147: 1-89).
- Pestalozzi, M. 1960. Forsøk med timotei i Nordland 1935-1959. Forsk. Fors. Landbr. 11: 607-633.
- Pohjakallio, O., A. Salonen and S. Antila 1963. The wintering of cultivated grasses at the experimental farms Viik (60 10'N) and Muddusniemi (69 5'N). Acta Agric. Scand. 13: 109-130.
- Pulli, S. and Väisänen 1985. Effects of flooding on the metabolism of red clover and bromegrass. Proc. XV Int. Grassld Congr.: 397-399.
- Pulli, S. 1986. Climatic factors in relation to winterhardiness. Lantbruksväxternas Övervintring. NJF-seminar nr. 84: 48-58.
- Rasmussen, D.H. and A.P. McKenzie 1972. Water structure at the water polymers interphase. s. 126-145 i: H.H.G. Ielinenek (red.) Plenum. N.Y.
- Ravantti, S. 1960. Ice scorch damage on herbage plants in the winter season 1956-57. Siemenjulkaisu 1960 (of Plant Breeding Station Tammisto and Experimental Farm Anttila): 253-262.
- Reynolds, J.H. 1969. Carbohydrate reserve trends in orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) grown under different cutting frequencies and nitrogen fertilization levels. Crop Sci. 9: 720-723.
- Reynolds, J.H. and D. Smith 1962. Trend of carbohydrate reserves in alfalfa, smooth bromegrass, and timothy grown under various cutting schedules. Crop. Sci. 2: 333-336.

- Roche de la, I.A., C.J. Andrews, M.K. Pomeroy, P. Weinberger and M. Kates 1972. Lipid changes in winter wheat seedlings (*Triticum aestivum*) at temperatures inducing cold hardiness. *Can. J. Bot.* 50: 2401-2409.
- Salisbury, F.B. 1985. Adaptations to the light environment. s. 43-61 i: Kaurin, A., O. Junttila and J. Nilsen (red.). *Plant production in the North*. Norw. Univ. Press.
- Santarius, K. and U. Heber 1972. Physiological and biochemical aspects of frost damage and winter hardiness in higher plants. I Sandor Rajki (red.). *Proc. Colloquium on the winter hardiness of cereals*. Agr. Res. Inst. Hung. Acad. Sci. Martonvasar.
- Schjelderup, I. 1985. Omgraving/profilering med sikte på å redusere overvintringsskader på eng i Nord-Norge. Nordkallottkomiteens Promemorier 22: 74-75.
- Sjøseth, H. 1957. Undersøkelser over frostherdighet hos engvekster. *Forsk. Fors. Landbr.* 8: 77-98.
- Sjøseth, H. 1959. Studies on ice encasement in strains of red clover (*Trifolium pratense*) and timothy (*Phleum pratense*). *Acta. Agric. Scand.* IX: 292-298.
- Sjøseth, H. 1963. Undersøkelser over vinterherdighet hos engvekster. *Forsk. Fors. Landbr.* 14: 743-754.
- Sjøseth, H. 1964. Studies on frost hardening in plants. *Acta. Agric. Scand.* XIV: 178-192.
- Sjøseth, H. 1969. Frost i levende cellevev og faktorer som virker inn på plantenes frostresistens. Norges landbrukshøgskole. Stensiltrykk. 74 s.
- Sjøseth, H. 1969. Overvintringsforhold hos eng- og beitevekster. Norges landbrukshøgskole. Stensiltrykk. 55 s.

- Sjøseth, H. 1971. Vinterharførhet hos ulike eng- og beitevekster. Meld. Norg. LandbrHøgsk. 50(13). 39 s.
- Sjøseth, H. 1971. Virkninger av ulik høsting på vekst, rotutvikling og carbohydratinnhold hos timotei. Meld. Norg. LandbrHøgsk. 50(14). 30 s.
- Skjelvåg, A.O. 1972. Vekst og utvikling ved ymse miljøpåverknader hos to ekstreme økotyper av norsk timotei som grunnlag for dyrking og utvalskriterium ved foredling. Lisensitatavh. Noregs landbrukshøgskole. Stensilprent. 143 s.
- Skjelvåg, A.O. 1974. Vekst og utvikling hos gras. Noregs landbrukshøgskole. Stensilprent. 135 s.
- Smith, D. 1957. Flowering response and winter survival in seedling stands of medium red clover. Agron. J. 49: 126-129.
- Sprague, V.G. and L.F. Graber 1940. Physiological factors operative in ice sheet injury of alfalfa. Plant Physiol. 15: 661-673.
- Sprague, M.A. 1955. The influence of rate of cooling and winter-cover on the survival of ladino clover and alfalfa. Plant Physiol. 30: 447-451.
- Stickler, F.C. 1962. Seeding depth and use of press wheels as factors affecting winter barley and winter wheat yields in Kansas. Agron. J. 54: 492-494.
- Sundheim, L. 1970. Sprøyteforsøk med Quintozen mot kløverråtesoppen. Forsk. Fors. Landbr. 21: 297-310.
- Torpen, H. 1969. Hundegras og baldfaks seiler opp. Hedmark forsøksring. Meld. nr. 27: 11-17.

- Tranmæl, T. 1973. Timotei og engsvingel til silofôr. Landbruks-
tidende 79: 12-15.
- Tronsmo, A.M. 1982. Effects of low temperature hardening on re-
sistance to biotic and abiotic stress factors in
grasses. Dr.-scient.- avh. Norges landbrukshøgskole.
71 s.
- Tronsmo, A.M. 1985. Induced resistance to biotic stress factors
grasses by frost hardening. s. 127-133 i: Kaurin, A.,
O. Junntila and J. Nilsen (red.). Plant production in
the North. Norw. Univ. Press.
- Tronsmo, A.M. 1986. Winter injury in agricultural crops caused
by low temperature fungi. Lanbruksväxternas
övervintring. NJF-seminar nr. 84: 81-97.
- Urvas, L. 1986. The effect of fertilization on the overwintering
of timothy (*Phleum pratense*). Lantbruksväxternas
övervintring. NJF-seminar nr. 84: 29-33.
- Valberg, E. og S. Bø 1972. Forsøk med slåttetid og gjødsling på
eng i Nord-Norge 1958-1965. Forsk. Fors. Landbr. 23:
405-434.
- Vestad, R. 1960. The effect of induced autotetraploidy on resis-
tance to clover rot (*Sclerotinia trifoliorum* Erikss.)
on red clover. *Euphytica* 9: 35-38.
- Vestman, G. 1971. Försök med kemisk bekämpning av utvintrings-
svampar i vall i norra Sverige åren 1962-1966. Sta-
tens Växtskyddsanstalt. Medd. 14: 135, 451-472.
- Vigerust, E., Y. Vigerust og B. Rognerud 1969. Skigardene på Le-
sja. *Ny Jord* 3: 73-88.
- Vik, K. 1955. Forsøk med engvekster og engdyrking II. Forsk.
Fors. Landbr. 6: 173-318.

- Vikeland, N. 1954. Forsøk med beiting og håslått på eng i Troms og Finnmark. *Forsk. Fors. Landbr.* 5: 393-409.
- Vikeland, N. 1959. Kalkingsforsøk i Troms. *Forsk. Fors. Landbr.* 10: 217-227.
- Wang, L.C., D.J. Attoe and E. Troug 1953. Effect of lime and fertility levels on the chemical composition and winter survival of alfalfa. *Agron. J.* 45: 381-384.
- Weiser, C.J. 1970. Cold resistance and injury in woody plants. *Science* 169: 1269-1278.
- Wexelsen, H. 1935. Undersøkelser over rødkløverens overvintring. *Tidsskr. f. d. Norske Landbr.* 42: 160-192.
- Wexelsen, H., K. Aastveit and M. Bragdø 1961. Some data on selection in tetraploid rye. *Euphytica* 10: 244-256.
- Ylimäki, A. 1962. The effect of snow cover on the temperature conditions in the soil and overwintering of field crops. *Ann. Agric. Fenn.* 1: 192-216.
- Østgård, O. 1962. Slåttetidsforsøk i timoteieng. *Forsk. Fors. Landbr.* 13: 1-36.
- Østgård, O. 1970. Stubbehøgder og slåttetider i timoteieng og natureng. *Norden* 74: 338-340.
- Østgård, O. and F. Eagles 1971. Variation in growth and development in natural populations of *Dactylis glomerata* from Norway and Portugal. II. Leaf development and tillering. *J. appl. Ecol.* 8: 383-391.
- Øyen, J. 1978. Different stubble heights of some important meadow grasses. *Meld. Norg. LandbrHøgsk.* 57(20). 24 s.
- Arsvoll, K. 1973. Winter damage in Norwegian grasslands, 1968-1971. *Meld. Norg. LandbrHøgsk.* 52(3). 20 s.

- Arsvoll, K. 1977. Effect of hardening, plant age, and development in *Phleum pratense* and *Festuca pratensis* on resistance to snow mold fungi. *Meld. Norg. LandbrHøgsk.* 56(28). 14 s.
- Arsvoll, K. 1977/78. Studies on factors causing winter damage in Norwegian grasslands, with special reference to snow mold fungi. *Dr. agric. avh. Norg. LandbrHøgsk.*
- Arsvoll, K. and A. Larsen 1977. Effects of nitrogen, phosphorus and potassium on resistance to snow mold fungi on freezing tolerance in *Phleum pratense*. *Meld. Norg. LandbrHøgsk.* 56(29). 14 s.
- Aase, K. 1970. Såing av attlegg til ulik tid på ettersumaren. *Forsk. Fors. Landbr.* 21: 311-320.
- Aastveit, K. 1985. Genetic aspects of climatic adaptation in plants. s. 23-42 i: Kaurin, A., O. Junttila and J. Nil- sen (red.). *Plant production in the North. Norw. Univ. Press.*

