

Klimaforholdene til det Arktiske landbruket

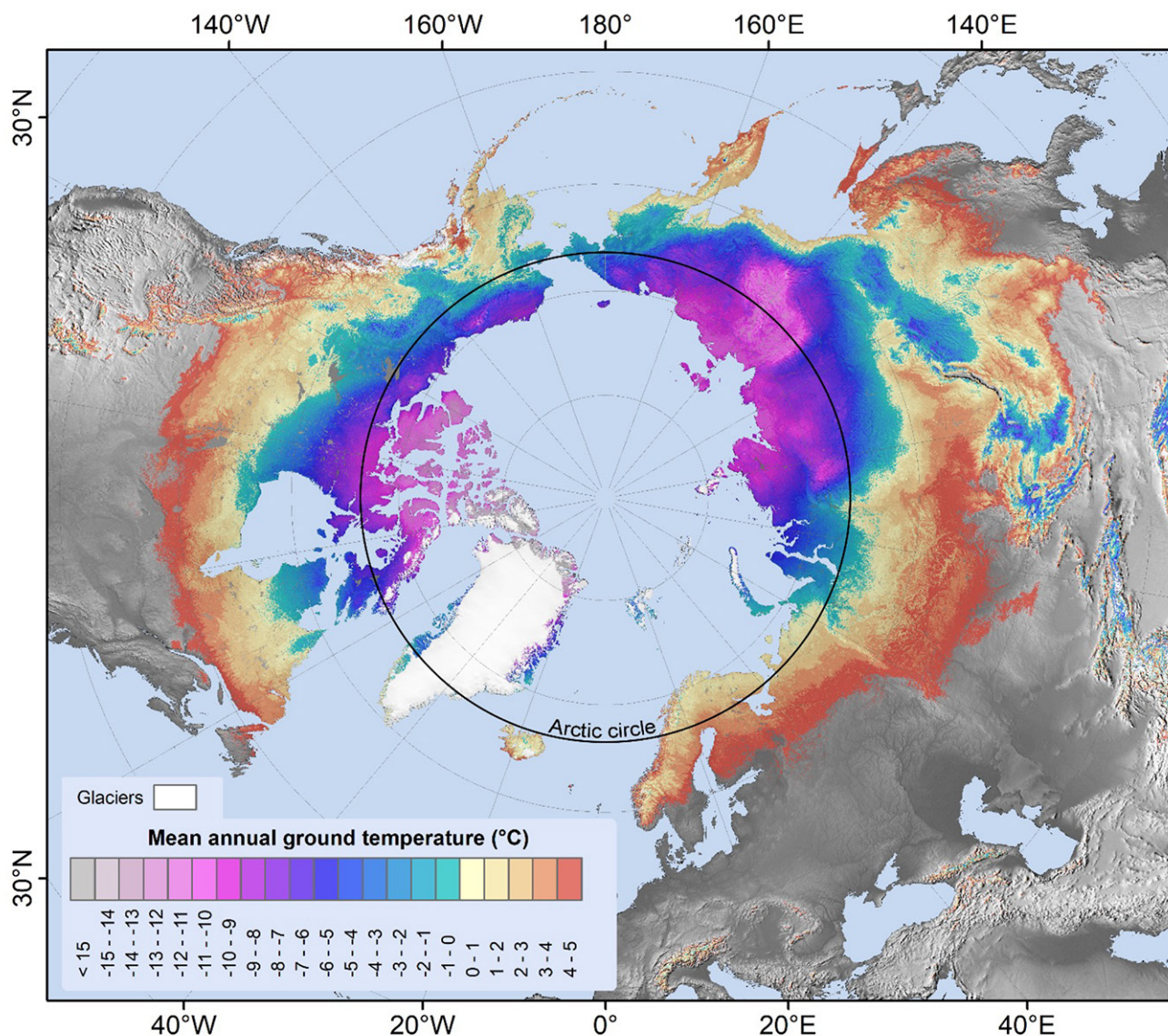
Jørgen Mølmann, Tor J. Johansen og Sigríður Dalmannsdóttir

<https://doi.org/10.7557/ottar.7229>

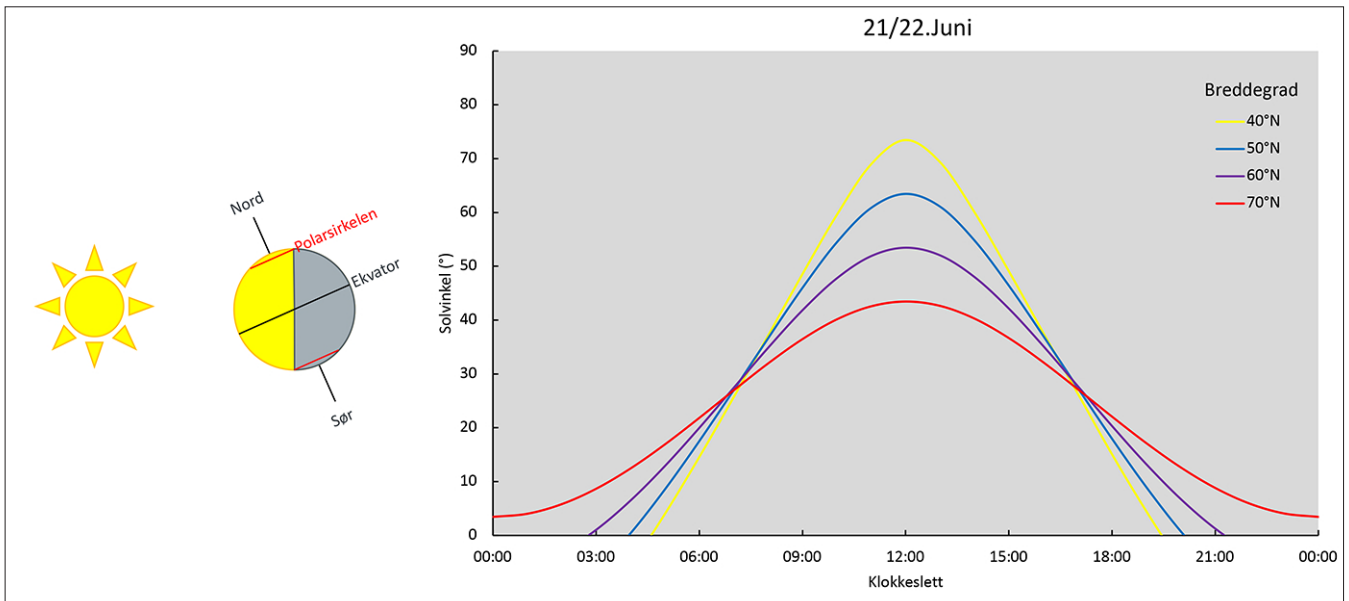
Nord-Norge har en unik kombinasjon av lys- og temperaturforhold nord for Polarsirkelen. Midnattssol og et fravær av permafrost om sommeren, muliggjør verdens nordligste landbruksproduksjon – det Arktiske landbruket. Vekstsesongen her er relativt kort og kjølig, men lys døgnet rundt kan delvis oppveie for dette, ved at plantene får en lang daglig vekstperiode. Med mye lys og lite varme dyrkes det en rekke Arktiske kulturvekster med godt resultat.

I det Arktiske landbruket opp mot Ishavet, dyrkes det fôrvekster til melk- og kjøttproduksjon, poteter og grønnsaker, flere typer bær, samt noe korn i enkelte områder. Med sin beliggenhet nord for Polarsirkelen, defineres det Arktiske landbruket primært av de unike lysforholdene. Midnattssol om sommeren gir rikelig med lys til

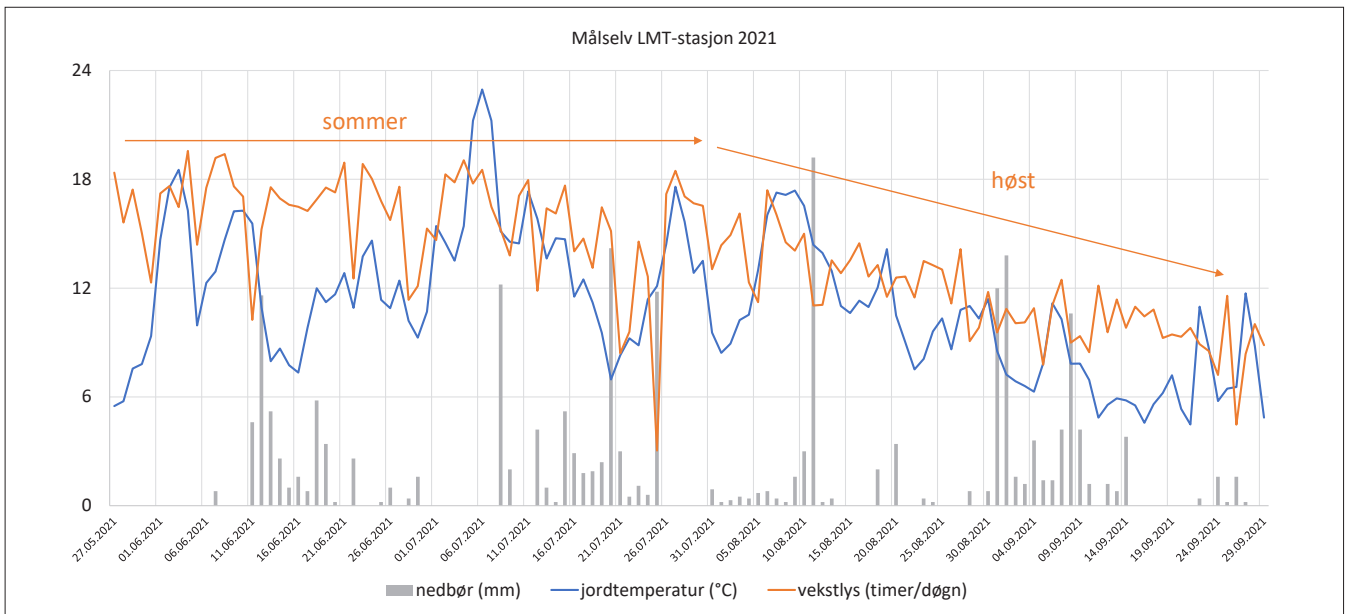
plantevekst i en kort og relativt kjølig vekstsesong. Temperaturene kan i perioder være nær nedre temperaturgrense for vekst og avling. Dette, sammen med de spesielle lysforholdene, kan ha gunstige effekter på kvaliteten hos flere av kulturene som dyrkes.



Utbredelsen av permafrost nord for Polarsirkelen (Etter Obu et al. 2019).



Solhøyden eller solens bane over horisonten gjennom døgnet ved ulike breddegrader. Med midnattssol nord for Polarsirkelen (ved breddegrader over 66,3°N).



Oversikt over timer med godt vekstlys per døgn (>50W/m²), gjennomsnittlig jordtemperatur (°C) og nedbør (mm) ved LMT-stasjon (landbrukets meteorologiske tjeneste) i Målselv 2021 (NIBIO).

Nordkalotten, som inkluderer Nord-Norge, skiller seg også fra resten av områdene i Arktis, med et fravær av permafrost og frossen jord om sommeren. Kombinasjonen av lange dager og samtidig brukbar veksttemperatur er derfor helt særegent for *det Arktiske landbruket*. Det er varmen fra den norske atlantehavsstrømmen, en forgreining av *Golfstrømmen*, som utgjør klimaforskjellen fra resten av Arktis. Denne varmen, sammen med bidraget fra sørlige værsystemer og solinnstråling med midnattssol, tiner snø og teie i jordskiktet og gjør landbruksproduksjon mulig fra mai/juni i Nord-Norge. Dette er ofte noe senere enn i

resten av landet, men de lange vekstdagene kan kompensere for en kortere og kjøligere vekstsesong nordpå.

Sollyset i vekstperioden nord for Polarsirkelen

Jordens rotasjonsakse har en helning på 23 grader i forhold til banen rundt solen. Det gjør at solhøyden over horisonten varierer med årstid. I tillegg er solens bane gjennom døgnet over himmelen, forskjellig ved ulike breddegrader. I nord står solen lavere midt på dagen, enn ved sørligere breddegrader. For eksempel, i Tromsø,



Midnattssol 12. juni 2021 med en solhøyde på 3 grader over horisonten. Forsøksfelt med gras på Holt, NIBIO Tromsø.
Foto: Jørgen Mølmann

nær 70°N, er solen ikke høyere enn maksimalt 43 grader over horisonten om sommeren. Dette er 10 grader lavere maks solvinkel i Oslo (nær 60°N). I nord er det også mindre forskjell i døgnet på høyeste solvinkel og laveste solvinkel, enn lenger sør. Dette medfører at solen nord for Polarsirkelen (66,3°N) ikke går ned under horisont i Midnattssolperioden om sommeren.

Lavere solhøyde midt på dagen nord for Polarsirkelen fører til mindre intens innstråling enn ved sørligere breddegrader. Plantene lengst nord kan likevel nyttiggjøre lyset like bra til fotosyntese (plantevekst) på dagtid, da plantene krever relativt liten andel av sollys til fotosyntese. Det er derfor varigheten på perioden i døgnet med nok lys, som er viktigst. I midnattssolperioden nordpå er det derfor flere timer tilgjengelig til fotosyntese i døgnet, enn i sør. I en typisk nordnorsk vekstsesong, er det for eksempel i Målselvdalen jevnt gode lysforhold til plantevekst i mesteparten av døgnet i litt over to måneder fra slutten av mai til begynnelsen av august. På skyfrie dager kan perioden med tilstrekkelig vekstlys i døgnet komme helt opp i 20 timer. For det *Arktiske landbruket* er det derfor to–tre måneder med svært gode lysforhold og en intens plantevekst. Avlingen er derfor avhengig av hvor tidlig en kan komme i

gang med sesongen, etter opptining av snø og tele om våren.

Utover i august forsvinner imidlertid det lysmessige fortrinnet ved fotosyntese nord for Polarsirkelen, ved at daglengdene raskt blir kortere. Daglengdene avtar i tillegg raskere i nord enn ved sørlige breddegrader, frem til høstjevndøgn 22/23. september. Deretter er dagene kortere nord for Polarsirkelen enn i sør. Den gradvise endring i balansen mellom redusert solinnstråling og varmestråling ut fra bakken, fører til slutt til natterim og -frost utover høsten. Avlinger som ikke tåler frost, som potet, grønnsaker og bær, må da være høstet inn. Gras- og urter til dyrefôr høstes imidlertid tidligere, fordi fôr kvaliteten er best under vekst i gode lysforhold.

Mye rødt og mørkerødt lys om natten i nord

Når solen er på sitt laveste rundt midnatt om sommeren i Nord-Norge, er det flere timer hvor solvinkelen er under fem grader i forhold til

→Slått av gressforsøk på Holt, Tromsø.
Foto: Ellen Elverland





Flerårig kløvereng i begynnelsen av august, etter en intens vekstperiode sommeren 2018 på NIBIO Holt.
Foto: Sigrídur Dalmannsdóttir

horisonten. Ved slike lave solvinkler filtreres det meste av det blå lyset bort. Det skyldes at oksygen og nitrogen i øvre del av atmosfæren sprer det blå lyset i alle retninger. Dette kalles for Rayleigh-spredning og gjør himmelhvelvingen blå i dagslys. Ved lavere solvinkler enn fem grader, har sollyset så lang vei gjennom den øvre atmosfæren at det nesten ikke er noe blått lys igjen etter spredning. Det gjenværende røde og mørkerøde lyset dominerer da lysspekteret fra solen. Nord-Norge har mange timer med lave solhøyder og slikt lys om natten på sommeren.

For planter er dette viktig, da de bruker rødt og mørkerødt lys i regulering av vekst og utvikling. Ved sørligere breddegrader bruker plantene varigheten på mørkeperioden om natten for å bestemme årstid og regulere veksten. I nord, med midnattssol og manglende nattemørke, er denne metoden naturlig nok uaktuell. Naturlige bestander av arktiske planter regulerer derfor

sin utvikling etter årstid basert på blant annet på innhold av rødt og mørkerødt lys.

Daglengderegulering og rødt/mørkerødt-påvirkning er lite studert hos kulturplanter i *Arktisk landbruk*. Lys-fargen om natten, sammen med temperaturen, ser imidlertid ut til å spille en rolle. Et eksempel er dannelse av større og grønnere blomsterknopper i nordnorsk dyrket brokkoli enn i sør. Et annet eksempel er lavere innhold av bitterstoffer og mer søt smak i gulrot, kålrot og Målselvneppe i nord, enn ved sørligere dyrkingsforhold.

Bruk av kulturplanter tilpasset lave temperaturer

Lavere solhøyde nord for Polarsirkelen enn i sør, fører til mindre intens innstråling og mindre varme på bakkenivå. I Nord-Norge er gjennomsnittstemperaturen i vekstsesongen ofte ikke høyere enn 11–14 varmegrader. Dette er i de

fleste somre lavere enn sørpå. Lengre dag i nord med flere timer fotosyntese i døgnet, kan til en viss grad kompensere for dette. For eksempel er utviklingstiden til brokkoli rundt 55–59 døgn fra begynnelsen av juli, uavhengig om den er dyrket i Tromsø eller i Berlin, ved henholdsvis 11 og 18 °C gjennomsnittstemperatur.

Det viktigste for at planter/sorter skal kunne dyrkes i *Arktisk landbruk*, er at de ikke krever for høy temperatur eller har for høy optimumstemperatur for normal vekst. Optimumstemperaturen angir temperaturen hvor fotosyntesen er mest effektiv (se egen faktaboks side 18). For veksten til potetknoller og svelling i kålrøtter ligger denne på rundt 15 °C, som gjør de velegnet for produksjon i Nord-Norge. For noen potetsorter kommer imidlertid høsten litt for raskt mange steder i nord, som gir begrenset tid til modning og utvikling av skallfasthet. Ved hjelp av fibervekstduk (klimaforbedring) om våren kan det imidlertid dyrkes betydelige volum av potet

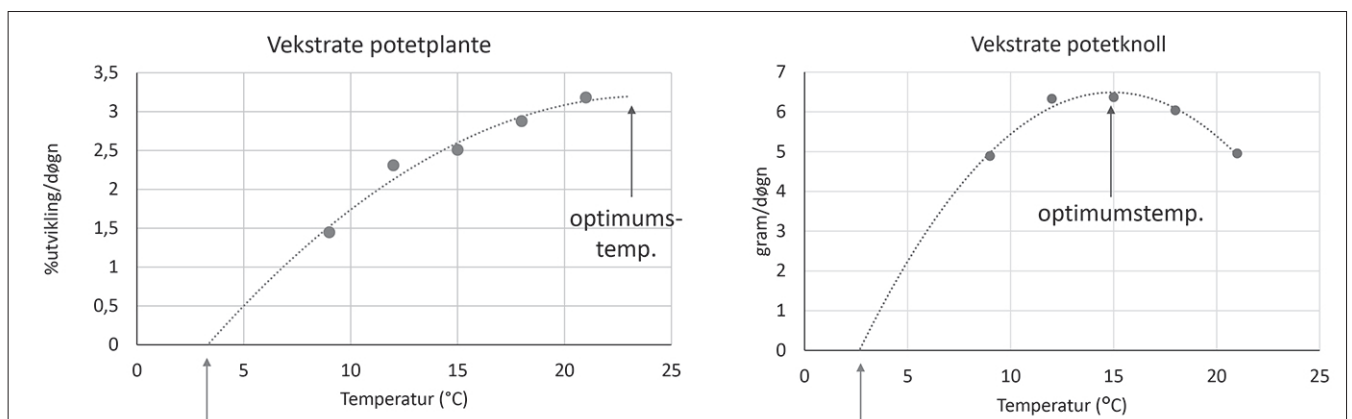
og grønnsaker i nord. Bruk av plasttunneler og nye dyrkingssystemer har også gitt et oppsving for nordlig jordbærproduksjon.

Nord-Norge er også langstrakt, og i noen områder med tidligere vår og senere/varmere høst, er det også mulighet for kulturplanter med høyere temperaturkrav. Helgeland har for eksempel gode muligheter for kommersiell dyrking av både bygg og havre. Det forekommer også dyrking av bygg på enkelte steder nord for Helgeland. Historisk har det tidligere vært dyrking av korn i hele Nord-Norge, helt tilbake til vikingtiden.

Den klart største andelen av jordbruksarealet i Nord-Norge brukes til dyrking av fôrvekster til melk- og kjøttproduksjonen. Generelt er det den flerårige enga som kommer raskest i gang med veksten, straks temperaturen overstiger 5°C, men optimum temperaturen for timotei er rundt 18–20 grader. En utfordring er imidlertid tilgang på sorter som tåler flere gangers høsting, beiting og



Biologisk klimalaboratorium ved Holt med klimaregulerte vekstkammer (innfelt).



Temperaturrepons for potetris/potetplante og potetknollvekst i jord undersøkt ved Biologisk klimalaboratorium på Holt, med forskjellig optimumstemperatur for utvikling av ulike plantedeler.

Optimumstemperaturer hos nordlige kulturplanter

Alle plantesorter har et temperaturområde den må være innenfor, for normal vekst og utvikling. Laveste temperatur som gir vekst kalles for *basetemperatur*, og er ofte rundt 3–5°C. Over denne temperaturen øker vekstraten med økende temperatur opp til *temperaturoptimum*, hvor fotosyntesen utnyttes mest effektivt til vekst/utvikling. Biologisk klimalaboratorium på Holt har flere klimaregulerte vekstkammer, for undersøkelser av klimapåvirkningen på planter. Studier av potetsorten Gulløye har for eksempel vist at temperaturoptimum for vekst av potetriset er litt over 21°C. Potetknollen under jorden har derimot et lavere temperaturoptimum nær 15°C. Det vil si at fotosyntesen gir raskest skuddvekst hos Gulløye når temperaturen er rundt 21 °C, og potetene i jorda vokser raskest ved 15 °C. Kålrot viser også lignende temperaturrespons med optimum for bladvekst rundt 29 °C, og utvikling av selve kålroten går raskest også ved 15 °C. Kjølige temperaturer utover høsten i Nord-Norge passer derfor både for produksjon av potet og kålrot.

deretter overvintring. Spesielt på kysten i nord er fryse- og isdekke et problem, og nå merker vi at denne problematikken flytter seg lenger inn til innlandet og høyere til fjells slik at det blir nok et økende problem i fremtidige scenarioer for global oppvarming. Utvikling av egne sorter tilpasset klimaet nord for Polarsirkelen er derfor svært viktig for det *Arktiske landbruket*. NIBIO ved Holt i Tromsø har arbeidet med sortsutvikling av fôrplanter helt siden oppstarten i 1923.

De fremtidige klimascenarioene for det Nord-Norge tyder på flere ukers forlenget vekstsesong og økte temperaturer, som kan gi en økt og mer variert planteproduksjon i fremtiden. Så lenge det ikke er frost i jorda, så kan økt temperatur om våren forlenge vekstsesongen betydelig, men økt temperatur på høsten kan føre til helt nye utfordringer. Den unike sammensetningen av lite lys på høsten og temperaturer som fremmer vekst, kan redusere overvintringsevnen til planten samtidig som den tærer på energireservene.

Litteratur:

Johansen, T.J., Hykkerud, A.L., Uleberg, E., Mølmann, J.A.B. 2018: Arktisk kvalitet – En beskrivelse av nordlige natur og klimaforhold og virkning på egenskaper hos nordnorske matprodukter, NIBIO Rapport 4(40): 1–40.

Mølmann, J.A.B., Dalmannsdottir, S., Hykkerud A.L., Hytönen T., Samkumar, A., Jaakola, L. 2021: Influence of Arctic light conditions on crop production and quality, *Physiologia Plantarum*, 172: 1931–1940.

<https://doi.org/10.1016/>

Obu, J. et al.: 2019. Northern hemisphere permafrost map based on TTOP modelling for 2000–2016 at 1 km² scale, *Earth Science Reviews*, 193: 299–316.

<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.04.023>

Forfatterne:



Jørgen Mølmann er forsker ved Norsk Institutt for Bioøkonomi (NIBIO) sin avdeling i Tromsø. Hans hovedtema for forskning er hvordan klimafaktorene lys og temperatur i Nord-Norge påvirker vekst, utvikling og kvalitet hos grønnsaker og potet.

E-post: jorgen.molmann@nibio.no



Tor Jacob Johansen er seniorforsker med pensjonistavtale ved Norsk Institutt for Bioøkonomi (NIBIO Tromsø). Skadedyr på landbruksvekster og fysiologiske egenskaper (vekst og utvikling) hos poteter har vært de viktigste forskningsområdene.

E-post: Tor.Johansen@nibio.no



Sigríður Dalmannsdottir er forsker ved avdeling fôr og husdyr i Tromsø. Hennes forskningsområder er generell grovfôrdyrking, hovedsakelig studier av herding og overvintring av gras og kløver, samt tilpasning til

fremtidig klima og sortsutprøving av korn.

E-post: sigridur.dalmannsdottir@nibio.no