

MAATALOUSILMATIETEELLISESTÄ TUTKIMUSTYÖSTÄ KANADASSA

TANELI JUUSELA

Helsingin yliopiston kasvinviljelystieteen laitos, Helsinki

Saapunut 10. 3. 1960

Meteorologiseen toimintaan käytetään Kanadassa nykyisin yli 5 miljardia markkaa vuodessa, mutta tästä tulee toistaiseksi maatalouden hyväksi vain prosentin murto-osa. Säähavaintoasemien lukumäärä on viimeisten 10 vuoden aikana enemmän kuin kaksinkertaistunut (10). Vertailun vuoksi mainittakoon, että Kanadassa vuonna 1957 oli 1650 sadeasemaa, kun esim. Tanskassa, joka on kokonaispinta-alaltaan n. 1/200 Kanadasta, on nykyisin 440 sadeasemaa ja Suomessa, jonka pinta-ala on n. 1/30 Kanadasta, on jo yli 500 sadeasemaa.

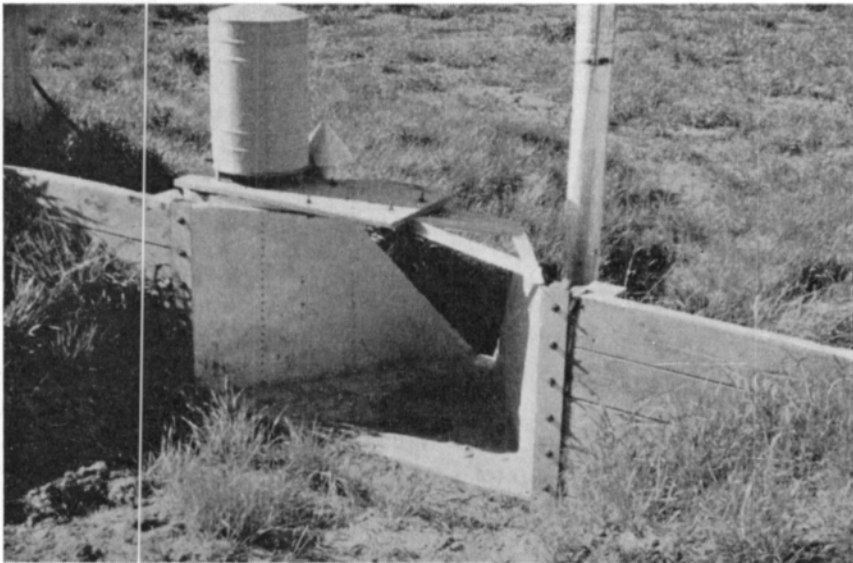
Tavallisten sääennustusten lisäksi, jotka Kanadassa annetaan 3—4 vuorokautta varten, on viime aikoina viljelijöiden taholta jatkuvasti esitetty vaatimuksia sääennustusten antamiseksi myös pitempiä ajanjaksoja varten. Meteorologinen johtoporras Kanadassa (Meteorological Services of Canada) on toistaiseksi kuitenkin suhtautunut asiaan kielteisesti katsoen tällaisen ennustelun kuuluvan lähinnä astronomien tehtäviin. Sääennustusten ohella annetaan Kanadassa viljelijöille sekä hallavaroituksia että erityisesti hedelmäviljelyseuduilla myös tuuliennustuksia, ilman lämpötilaa ja kosteutta koskevine tietoineen (10).

Ilmatieteellisten havaintojen soveltaminen ja käyttö maa- ja metsätaloudellisiin tarkoituksiin samoin kuin myös varsinainen maatalousilmatieteellinen tutkimustoiminta on Kanadassa nykyisin suuresti vilkastumassa (8). Tutkimuksen ja sen tarpeen monitahoisuutta lisää se, että maataloutta joudutaan tässä maassa harjoittamaan hyvin erilaisissa ilmasto-oloissa (kuva 1). Sekä tuulen että veden aiheuttama erosio on Kanadassa varsinkin Manitoban, Saskatchewanin ja Albertan laajoilla vehnänviljelyalueilla suurempaa huolen aiheena kuin esim. Suomessa viljelysmaiden kuivatus. Tämä johtuu lähinnä sateiden rankkuudesta ja maalajien vähäisestä savespitoisuudesta sekä löyhyydestä. Viljelyslakeuksien laajuus ja muokkaustöiden samanaikainen suoritus niillä on myös omiaan lisäämään vahinkojen suuruutta. Tämän vuoksi on jouduttu kiinnittämään yhä enemmän huomiota tutkimuksiin, joiden tarkoituksena on kehittää menetelmiä näiden vaurioiden torjumiseksi (kuva 2).



Kuva 1. Kanadan maatalousalueet on merkitty karttaan vinoviivoituksella. Maatalouskoeasemia on 29. Maatalousilmatiieteelliseen yhteistoimintatutkimukseen osallistuvien asemien sijaintipaikat on merkitty renkailla ja varustettu nimillä.

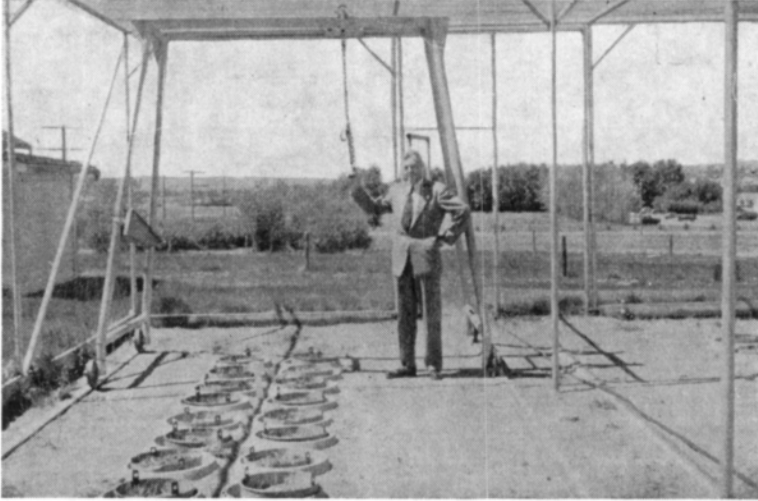
Vehnänviljelyalueilla liiallinen kuivuus on useina vuosina eniten rajoittava tekijä. Tämän vuoksi tutkimustoiminta kohdistuu näillä alueilla ennen muuta maan vesitalouden järjestelymahdollisuuksien (7) ja tarpeettoman haihtumisen vähentämismahdollisuuksien selvittelyyn (kuva 3). Eräin paikoin viljely saattaa olla kokonaan keinokastelusta riippuvaa, kuten Brittiläisen Columbian Okanagan



Kuva 2. Pienellä valuma-alueella suoritettavissa virtaamamittauksissa käytetään Kanadassakin kolmiopatoja. Ne ovat rakenteeltaan erilaisia kuin meillä ja talvikäyttöä varten on metallinen pato-rakennelma varustettu nestekaasulämmityksellä. Veden korkeus purkautumisaukon takana rekisteröidään piirtäjällä varustetulla kellolaitteella. Kuvassa esitetty kolmiopato soveltuu käytettäväksi vain suhteellisen pienillä valuma-alueilla, joilla virtaama on enintään $0.5 \text{ m}^3/\text{sek}$.

järvilaakson hedelmäviljelyksillä. Itäisellä rannikkoalueella ja saaristossa viljely ulottuu monin paikoin tulvanalaisille rantamaille. Toisaalta esim. Ontarion kaakkoisosassa, jossa kasvukausi on pitkä ja lämmin, viljellään vaativia kasveja, kuten esim. tupakkaa ja viiniköynnöstä, mutta yöhallat tuottavat näille aika ajoin melkoisia vaurioita. Kasvukauden lyhyiden vuoksi halla rajoittaa maatalouden edistymistä eniten maan luoteisosissa, jossa viljelyskelposta maata on vielä laajalti käyttämättä.

Maatalouskoetoimintaa varten on Kanadan olosuhteiltaan varsin erilaisille maatalousalueille perustettu kaikkiaan 29 koeasemaa, 20 täydennysasemaa, 10



Kuva 3. Toht. Staple haihtumisastioittensa ääressä Swift Currentissa Albertassa. Astiat, joiden halkaisija on 30 cm ja syvyys 120 cm, on täytetty irroitetulla maalla. Painon määrittystä varten tarvittavia laitteita voidaan siirtää kiskoja myöten.

laboratoriota sekä 250 erillistä, yleensä yksityistiloilla sijaitsevaa paikallisasemaa (kuva 1). Useimmilla koeasemilla on niiden perustamisesta lähtien suoritettu tavallisia ilmatieteellisiä havaintoja sekä myös eräitä varsin merkittäviä erillisiä maatalousilmätieteen alaan kuuluvia tutkimuksia (1). Mainittakoon, että esim. maan kosteuden vaihteluita seurataan eri koeasemilla yleensä Marquis-vehnää kasvavalla peltolohkolla. Eräillä koeasemilla on käytettävissä maan sähköisten ominaisuuksien ja kosteuden vuorosuhteeseen perustuvia Colman-mittalaitteita, joiden tuntoelimet sijoitetaan koko kasvukauden ajaksi kasvuston alle maahan 2 1/2, 10, 30, 60 ja 90 cm:n syvyyteen (3). Maan kosteusmittaukset suoritetaan lämpötilamittausten aamuhavaintojen yhteydessä. Milloin kosteus tutkitaan maanäytteistä, valitaan lohkolta kullakin kerralla 5 tutkimuspistettä, joista näytteet otetaan 15 cm paksuisina kerroksina aina 1.05 metrin syvyyteen asti. Maanäytteet kuivataan vakiopainoon 105—110°C lämmössä ja kunkin näytteen kosteus ilmaistetaan prosentteina näytteen painosta kuivatuksen jälkeen eikä niinkuin meillä on

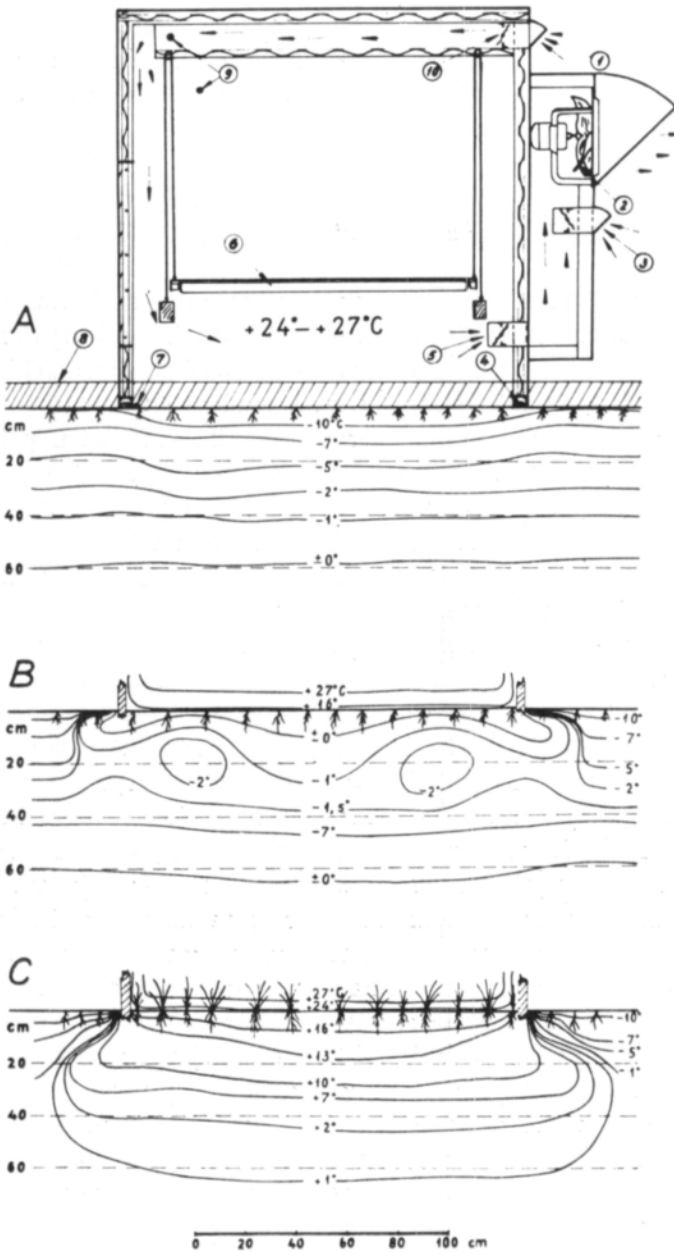
tapana, prosentteina näytteen kokonaistilavuudesta. Kosteusnäytteitä otetaan vähintään kolme kertaa kasvukauden aikana ja edellä selostettua menettelyä käyttäen tulee jokaisesta syvyydestä kullakin kerralla otetuksi 5 rinnakkaisnäytettä.

Talvituhotutkimuksia

Suomalaisia mahdollisesti eniten kiinnostavana erikoistutkimuksena selostetaan seuraavassa pääpiirtein viljelyskasvien talvehtimiseen liittyvien tekijöiden tutkimukseen soveltuva Central Experimental Farmilla Ottawassa kehitetty menetelytapa, jossa apuna käytetään erikoista ns. kasvulaatikkoa (9).

Tämä on 5 cm paksulla lasikuitu-lämpöeristeellä varustettu pohjaton, saumoiltaan asfalttipiellä tiivistetty aluminilaatikko. Sen korkeus, leveys ja pituus on 152.5 cm, joten pohjaosan pinta-ala on n. 2.3 m² ja laatikon tilavuus n. 3.5 m³. Kasvulaatikko on varustettu sähkölämmittäjillä, loistevalaisimilla, tuulettimilla ja tarpeellisilla säätölaitteilla (kuva 4). Tuuletin moottoreineen on sijoitettu varsinaisen kasvulaatikon kyljessä olevaan ulkonemaan. Valaistuslaitteet on kiinnitetty telineeseen, jonka korkeutta voidaan ulkopuolelta säännöstellä (kuva 5). Valkeata valoa käytettäessä saadaan 42 cm:n korkeudelta valaistuksen voimakkuudeksi pohjan tasolle n. 15000 luxia ja vastaavasti 77 cm:n korkeudelta n. 13000 luxia. Maan lämmittämistä varten kiertää kasvulaatikon alareunaa 6 lämmityskaapelia kukin teholtaan 800 wattia. Lämpötilaa voidaan säätää termostaatin avulla, joka on sijoitettu maan pinnalle laatikon sisälle, sen seinämän viereen. Säätölämpötilana on käytetty 24°C. Ilman lämmittämistä varten on käytettävissä 8 kpl 500 watin vastusta. Ne on sijoitettu ilman sisääntulokanavaan ja säätö tapahtuu kanavan poistoaukon kohdalle asennetun termostaatin avulla 21°C:ksi. Kaikki kolme ilmaventtiiliä säädetään samanaikaisesti yhden moottorin avulla, jonka toiminta on riippuvainen 30 cm:n päässä kasvulaatikon seinämästä sen sisäpuolella olevasta termostaatista. Kun ilman sisään- ja ulosmeniventtiilit avautuvat, sulkeutuu ohitusventtiili ja päinvastoin. Tällainen järjestely tekee mahdolliseksi käyttää jatkuvasti samalla nopeudella toimivaa tuulettajaa, sillä siitä huolimatta, että ilman sisääntulo ja ulosmeniventtiilit ovat suljettuja, pääsee ilma avautuneesta ohitusventtiilistä tullen kiertämään tuulettimen läpi takaisin suoraan ulos. Ilmaventtiilejä säätävä termostaatti on asennettu niin, että venttiilit avautuvat lämpötilan ylittäessä 27°C ja sulkeutuvat sen alittaessa 21°C. Lisälämmitystä varten on käytettävissä kaksi kannettavaa sähkölämmittäjää, kumpikin teholtaan 1300 wattia. Ne voidaan ripustaa kasvulaatikon sisälle sen seinämille kasvuston yläpuolelle. Säätölämpötilana on käytetty 21°C. Kasvulaatikon eri laitteiden kokonaisteho on noin 11000 wattia.

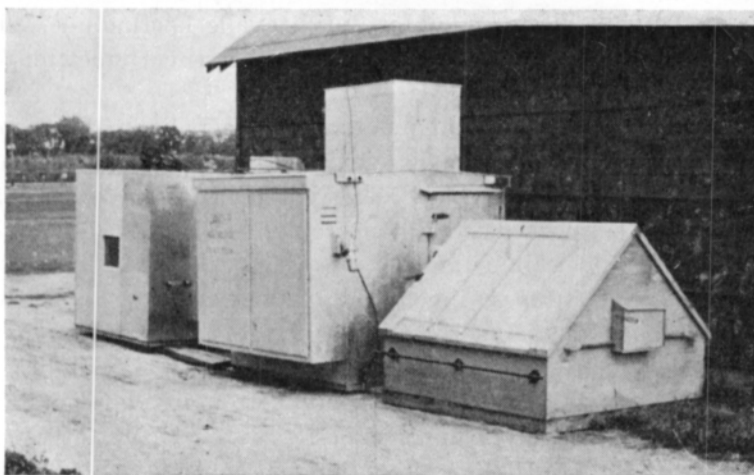
Kasvulaatikon toimintakyvyn selvittämistä varten jäädytettiin sinimailaskasvuston pinnalle 10 cm:n paksuinen jääkerros talvella, jolloin maa oli jo routautunut noin 60 cm:n syvyyteen. Laatikko sijoitettiin jääkerroksen pinnalle kaksi viikkoa myöhemmin ja sen sisälämpötila säädettiin olemaan 21°C. Loistevalaisimet pidettiin 77 cm:n korkeudella toiminnassa kunkin vuorokauden aikana 12 tuntia, klo



Kuva 4.

A. Central Experimental Farmilla Kanadassa viljelyskasvien talvehtimistutkimuksissa käytetty kasvulaatikko 10 cm:n paksuisen jääkerroksen päälle sijoitettuna. Merkinnot tarkoittavat:

- 1 = ilman sisääntuloaukko
- 2 = tuuletin moottoreineen
- 3 = ilman varasisääntuloaukko
- 4 = lämmityskaapelit
- 5 = ilman ulospääsyaukko ja sen venttiili
- 6 = loistevalaisinputkisto



Kuva 5. Viljelykasvien talvehtimistutkimuksissa Kanadassa käytetyt kasvulaatikat on varustettu lämmitys- ja valaistuslaitteilla sekä tuulettimilla.

6—18. Jääkerros suli kokonaisuudessaan kahden vuorokauden ja routakerros seitsemän vuorokauden kuluessa. Sulamisvesi pumpattiin jatkuvasti pois. Ulkoilman keskilämpötila oli kokeen aikana -11°C ja minimilämpötila eräänä yönä -38°C . Tuulettimen suuresta tehosta, noin 28 m^3 minuutissa, huolimatta ei maa kuivunut liikaa, vaikka ilman sisääntuloventtiili pidettiin jatkuvasti auki. Niinpä todettiin maan kosteuden olevan 20 vuorokautta kestäneen kokeen päättyessäkin 10 cm:n syvyydessä lähellä kenttäkapasiteetti-arvoa. Mainittakoon myös, ettei kosteutta kokeen aikana tiivistynyt laatikon sisäseinämille.

Talvella 1956—57 Central Experimental Farm'illa järjestetyssä sinimailas-kasvuston talvehtimistutkimuksessa oli seuraavat koeolosuhteet:

- 1) maan pinta pidettiin jatkuvasti lumesta paljaana;
- 2) lumen paksuus säännösteltiin 10 cm:ksi;
- 3) " " " " 20 " "
- 4) maan pinnalle jäädytettiin 20. 12. 1956 jäätä 10 cm ja
- 5) lumen paksuus vaihteli talven aikana vapaasti.

Lämpötilavaihteluiden seuraamista varten oli kunkin tutkimusruudun alueelle sijoitettu maahan eri syvyyksille termoelementtejä. Sen jälkeen, kun kasvulaa-

- 7 = termostatti lämmityskaapeleita varten
- 8 = 10 cm:n paksuisen jääkerroksen pinta
- 9 = termostaattit ilman lämmityksen säätöä varten
- 10 = ilman sisääntuloaukon venttiili

- B. Jääkerros on 2 vuorokauden kuluessa täysin sulanut, vesi on jatkuvasti pumpattu pois ja maa on esim. 10 cm:n syvyydessä lämmennyt -8°C :sta $+0^{\circ}\text{C}$:een.
- C. Routakerros (n. 60 cm) on 7 vuorokauden kuluessa sulanut kokonaisuudessaan, muokkauskerroksen lämpötila on yli 14°C ja taimet ovat vironneet.

tikko oli asennettu paikoilleen kulloinkin tutkittavalle koeruudulle, oli lämpötila laatikon sisällä säädön mukaisesti 24—27°C. Loistevalaisimet pidettiin toiminnassa klo 6—18.

Sille alueelle, joka oli jatkuvasti pidetty lumesta paljaana, muodostui joulukuun puolivälissä sattuneiden suojailmojen vaikutuksesta maan pinnalle noin 5 cm:n paksuinen jääkerros. Kasvulaatikko sijoitettiin jääkerroksen päälle 2 p:nä tammikuuta ja kokeen tuloksena jouduttiin toteamaan, että jääkerros oli kahden viikon kuluessa tuhonnut kaikki taimet.

Lumen suojaava vaikutus oli ilmeinen sillä alueella, jossa lumikerroksen paksuus oli säännöstelty 10 cm:ksi, sillä kaikki taimet olivat säilyneet elinvoimaisina ja virkeinä, kun kasvusto herätettiin henkiin 9 päivänä helmikuuta.

Jatkuvasti 20 cm:n paksuisena pidetyn lumikerroksen alla oli taimista tuhoutunut 15—20 % huhtikuun 8 päivään mennessä, jolloin kasvulaatikko sijoitettiin tälle alueelle. Kasvuston osittainen tuhoutuminen johtunee siitä, että lumipeitteen alle oli joulukuun suojailmojen aikana muodostunut ohut jääkerros, todettiin tutkimusselostuksessa.

Joulukuun 20 päivänä keinotekoisesti aikaansaatu 10 cm:n paksuinen jääkerros oli 24 päivään helmikuuta mennessä, jolloin kasvusto yritettiin herättää henkiin, tuhonnut tämän ruudun koko kasvuston.

Käsittlemättömällä alueella, jossa lumen paksuus oli vaihdellut talven kuluessa vapaasti, herätettiin kasvusto henkiin 13 päivänä maaliskuuta ja todettiin jokaisen kasviyksilön olevan hyvässä kunnossa. Se täydellinen tuho, mikä sinimailaskasvustoa on kohdannut alueilla, joilla maan pinta oli ollut 5 tai 10 cm:n paksuisen jääkerroksen peittämänä, ei saattane johtua sulamisvesistä, koska ne pumattiin jatkuvasti pois eikä myöskään liian korkealla olevasta pohjavedestä tai maan haitallisesta märkydestä.

Edellä selostetusta »kasvulaatikosta» saattaa olla suurta apua pyrittäessä selvittämään pintaveden, jääpeitteen, lumen, alhaisen lämpötilan, vaihtelevan sulamisen ja jäätyminen sekä monen muunkin tekijän vaikutusta viljelyskasvien talvehtimiseen.

KIRJALLISUUTTA

- (1) Annual report of the director experimental farms service, Department of agriculture. Ottawa 1957.
- (2) BEALL, JAMES, M. 1958. Agricultural meteorology in the United States, A progress report. Washington.
- (3) COLMAN, E. A. and HENDRIX, T. M. 1949. The fiberclass electrical soil moisture instruments. Soil Sci. 67 (6).
- (4) JUUSELA, TANELI 1957. Peltojen ojituksesta ja ojituskoetoiminnasta Kanadassa. Maatalous 12.
- (5) KERÄNEN, J. 1950. Maatalousilmätieteen yleiset tehtävät ja alan tutkimukset Suomessa. Maat. tiet. aikak. 22:4.
- (6) POTTER, J. G. 1957. Mean duration and accumulation of snow cover in Canada. Extrait des Comptes Rendus et Rapports-Assemblée Générale de Toronto, Tome IV.

- (7) ROBERTSON, GEO, W. 1956. Procedure for keeping meteorological soil moisture budget for irrigation purposes, A processed paper. Field Husbandry Division, Experimental Farms Service, Canada Dept. Agr. Ottawa.
- (8) — & HOLMES, R. M. 1957. Crop-weather research in Canada. Ottawa.
- (9) — & HOLMES, R. M. 1958. Note on a portable field growth chamber for winter injury studies. Canadian J. of Plant Sci. 38.
- (10) THOMSON, ANDREW. 1957. Meteorological services for agriculture. Toronto.

S U M M A R Y :

AGRO-METEOROLOGY IN CANADA

TANELI JUUSELA

Department of Plant Husbandry, University of Helsinki

The agro meteorological research activity in Canada is in a state of rapid development. The fact that agriculture in that country is practised under widely varying meteorological conditions, makes this research work manysided and extensive. About thirty experimental stations together with twenty substations are engaged in this work.

For winter injury research the Central Experimental Farm in Ottawa has developed a new method employing a portable field growth chamber equipped with automatic control of ventilation, heating and lighting. Experimental work has shown that this new growth chamber is of great help when the influence of surface water, snow, low temperature, alternating freezing and melting and many other factors, on the wintering of crops is being investigated.