

MAATALOUSILMATIETEEN YLEISET TEHTÄVÄT JA ALAN TUTKIMUKSET SUOMESSA.

J. KERÄNEN.

Ilmatieteellinen Keskuslaitos, Helsinki.

Suomen Maataloustieteellisen Seuran 40-vuotisjuhlassa
2. 12. 1949 pidetty esitelmä.

Yleisön keskuudessa lienee nykyäänkin vielä vallitsevana käsityksenä, että ilmatieteellisen laitoksen tehtävänä on vain sään ennustaminen ja siihen liittyvät toimenpiteet. Tällaista ajatusta tukevat osaltaan laitoksen säätiedotukset radion välityksellä, mikä ylläpitää vilkasta yhteyttä laitoksen ja yleisön välillä. Luultavasti maatalouden harjoittajat muodostavat nykyään laajimman säätiedoitusten kuulijaryhmän.

Ilmatieteellinen laitos hoitaa tavallisen sääpalvelun lisäksi lentosääpalvelun kaikilla lentoreiteillä, jotka ovat valtakunnan alueella ja lisäksi ulkomaille tapahtuvan lentoliikenteen säähuollon vähintään lentokoneen ensimmäiselle ulkomaiselle laskeutumiskentälle. Mutta näiden molempien sääpalvelutehtävien lisäksi laitoksella on hoidettavana ilmastotutkimus, sade-, lumi- ja sisävesien jäätymisilmiöt, yöilmojen tutkimus ja valtakunnan magneettinen kartoitustyö.

Tähän ohjelmaan liittyy vielä erikoisia ilmatieteen aloja, kuten maanpinnan lähinnä olevan mikroilman, johon sisältyy kaikenlaisten kasvipeitteiden muodostamat ilma-alueet, yleinen selvittely ja maatalousilmatieteen tutkiminen.

Tarkoitukseni on antaa lyhyt katsaus maatalousilmatieteeseen kuuluvista erikoistehtävistä ja alalla suoritetusta tieteellisestä työstä maassamme. Kuten nimestä jo selviää, on tässä tutkimus kohdistunut ilmatieteeseen maatalouden kannalta ja sen päämäärien hyväksi. Se on selvästi ilmatieteen sovellutusta. Tämä ilmatieteen ala on tärkeä, koska ilmatiede luetaan erääksi maatalouden tuotantotekijäksi. Tällainen ilmatieteen merkitys on luullakseni selvä, sillä jokainen maatalouden harjoittaja tietää, mikä osuus säillä on kunakin vuonna kasvien kehityksessä ja niiden aikaansaamassa vuodentulossa. Jokainen vuosi antaa omalaatuisia tuloksia ja kasvinviljelijälle varteenotettavia kokemuksia.

Maataloudellisen tuotannon riippuvaisuutta ilmastosta ja sääilmiöistä on paljon tutkittu. Erityisesti on huomiota kiinnitetty sellaisiin tapauksiin, joissa säät ja

erinäiset säätekijät aiheuttavat häiriöitä kasvien elintoiminnassa ja jopa turmelevat sen. Siten epäedulliset lämpöolot, sopimaton sateisuus, joko kuivuutena tai liiallisena märkyytenä, aiheuttavat kadon yhden tai useamman hyötykasvin osalta.

Maatalousilmatieteen alalla, kuten melkein kaikissa ilmatieteen eri haarojen tutkimuksissa, on olemassa erikoinen kansainvälinen johtoelin, *M a a t a l o u s - i l m a t i e t e e l l i n e n t o i m i k u n t a*, joka kuuluu Maailman ilmatieteelliseen järjestöön ja jonka jäseniä ovat kaikki maat maapallolla. Kussakin toimikunnassa on jäsenenä alan erikoistutkijat eri maista. Maatalousilmatieteellinen toimikunta perustettiin v. 1912, mutta alkoi varsinaisen toimintansa vasta 1920-luvun alkupuolella.

Toimikunnan (7) tehtävänä on edistää ilmatieteen sovellutusta maatalouteen. Sen tulee järjestää ilmatieteellisiä havaintoja, tilastoja, säänennustuksia, opetus-työtä ja tutkimuksia tieteellisen ja käytännöllisen maatalouden hyväksi. Sitä varten toimikunnan tulee:

- a) olla yhteistyössä maataloustieteiden, maatalousopetuksen ja -hallinnon kanssa;
- b) tehdä kansainvälisen ilmatieteellisen järjestön korkeimmalle elimelle ehdotuksia yleisistä tai alueellisista säännöistä maatalousilmatieteen alalla;
- c) valmistaa kansainvälinen käsikirja maatalousilmatieteen alalta;
- d) neuvotella toisten teknillisten toimikuntien kanssa työalaansa koskevista kysymyksistä.

Tutkimuskohteita ovat:

- 1) kasvien levinneisyys, taudit, ilmastoon sopeutuminen ja viljan tuotto;
- 2) kotieläinten levinneisyys, sairaudet ja ilmastoon sopeutuminen;
- 3) loishyönteiset;
- 4) fenologia;
- 5) keinolliset vaikutukset sääoloihin;
- 6) maaperän muodostuminen, erosio ja säilyminen;
- 7) kasvipeitteen säilyminen.

Ohjelma on monipuolinen ja laaja. Sen toteuttaminen vaatii syvästi ilmatieteeseen perehtyneitä tiedemiehiä ja kunkin maan ilmatieteellisiltä ja maataloudellisilta elimiltä erityistä kiinnostusta asiaan, jotta saataisiin järjestetyksi kunnollinen maatalousilmatieteellinen toiminta.

Rajoitun seuraavassa käsittelemään eräitä maatalousilmatieteen tärkeimpiä kysymyksiä maamme olojen kannalta. Esitykseni ei pyri olemaan tyhjentävä, erityisesti tutkimuksien alalla.

S a d o n j a s ä ä t e k i j ä i n k e s k i n ä i s e n r i i p p u v a i s u u d e n t u t k i m i n e n on maatalousilmatieteen keskeisimpiä tehtäviä. Tällöin on selvítettävä ilmastollisten tekijöiden, kuten lämpötilan ja sateen vaikutukset kasvien kehitykseen ja niiden tuottoon. Se vaatii samanaikaisia ilmasto- ja kasvintuotto-tietoja itse tutkimusalueelta ja niiden tietojen tulee olla luotettavia sekä tähän käyttöön vapautettuja sivuvaikutteista. Alan tutkijoiden keskuudessa on vallitsevana sellainen käsitys, että nykyaikana voidaan helpommin hankkia luotettavia ilmasto-

tietoja kuin satotuloksia. Vasta sitten kun molemmat aineistot ovat luotettavia, voidaan niiden perusteella johtaa päteviä tuloksia. Tähän ryhmään luetaan selvitetty viljelyskasvien vähimmäistä kasvuvaatimuksista ilmaston kannalta ja taloudellisesti tuottoisan sadon äärimmäisten rajatapausten ilmastotekijöistä. Kun ne on selvitetty, voidaan lopullisesti määrittää tuotantokasvien viljelyn maantieteelliset rajat. Perustavaa laatua oleva merkitys kasvinviljelyn ja ilmaston yleisistä oloista maassamme on E. CAJANDERIN kirjalla »Ilmasto ja maatalous» sekä eräillä muilla hänen ja PESOLAN tutkimuksilla (5, 6, 51).

Maatalousilmastoa yleiseltä kannalta käsittelevät eräät LUNELUNDIN (45, 47) ja KERÄSEN (32, 35, 36, 37) tutkielmat. Niissä määritellään m.m. viljelyskasvien ja puiden pohjoisilla rajoilla vallitsevat lämpö- ja säteilyolot.

Suomessa ovat aikaisemmin selvitelleet sadon ja säätekijöiden keskinäistä riippuvaisuutta useat tiedemiehet. LEMSTRÖM v. 1878 julkaisi kirjoituksen (44), jossa hän osoitti satotulosten 1800-luvulla olleen jossain määrin riippuvaisia auringonpilkkujen lukumäärästä siten, että parempia satoja saadaan yleensä pilkkujen ylimääsmäärien aikoina. JOHANSSON (20) on tällä vuosisadalla selviteltyt tätä kysymystä. Hän on osoittanut, että suurin osa katovuosista sattuu pilkkujen vähimmäis-aikoina ja yleensä on kolme huonoa satovuotta keskimäärin 11 vuotta kestävä pilkkujakson kuluessa. Myöhemmin hän sai korrelaatiomenetelmää käyttämällä selville (22), että ajanjaksolla 1886—1915 viljojen satoon on edellisen vuoden syksyllä huomattava vaikutus, sillä lämpimän ja kuivan syksyn perästä on odotettavissa hyviä satoja. Lämpimällä keväällä on syysviljojen vuodentulolle jonkin verran suurempi merkitys kuin lämpimällä kesällä.

1920-luvun puolivälissä alkoi KERÄNEN tutkia näitä kysymyksiä. Hän selvitti talven ja kevään lämpöolojen vaikutuksen vuodentuloon (30). Osoittautui, että lauhaa talvea seuraa tavallisesti varhainen kevät ja silloin saadaan useimmiten hyvä vuodentulo, mutta pakkastalven perästä tulee myöhäinen kevät ja tavallista heikompi vuodentulo. Kylmän talven epäedullinen vaikutus satoon on voimakkaampi kuin lauhan edullinen vaikutus.

KERÄNEN on jatkanut näitä tutkimuksia sadon ja ilmastotekijäin keskinäisestä riippuvaisuudesta kasvukautena eri osissa valtakuntaa. Tuloksista ilmeni m.m. seuraavaa (33):

Syysviljoille on edullista lämmin kasvukausi koko maassa, etelässä tosin vain jonakin kasvukauden kuukautena, mutta Kuopion läänistä alkaen koko kesäaikana. Tärkeintä on lämpimyys kasvukauden loppupuolella.

Ohran ja kauran sadolle voimakkaimpana positiivisena tekijänä ovat sateet, maan etelä- ja lounaisosissa Hämeeseen saakka etupäässä kesäkuussa. Mutta riittävän lämmön tarve kasvukauden alkuaikana tulee esille jo maan kaakkoisosissa ja muodostuu päätekijäksi Mikkelin läänistä alkaen pohjoiseen päin. Runsas sademäärä on hyödyksi sellaisilla alueilla, joissa viljelmät sijaitsevat kuivaperäisillä mailla kuten Savossa ja Karjalassa, mutta osittain muuallakin.

Perunan satoon vaikuttavat hyödyllisesti touko- ja kesäkuun suotuisat lämpöolot suurimmassa osassa maata. Riittävästi sadetta tarvitaan etupäässä loppukesästä eri puolilla maata. Sellaisilla alueilla kuten Etelä- ja Lounais-Suomessa, joissa

kesäkuussa tulee sadetta verraten vähän, tarvitaan silloin sadetta tavallista enemmän hyvän sadon saamiseksi.

On huomattava että nämä yleistulokset sopivat yhteen niihin tutkimuksiin, joita on olemassa Ruotsista Suomen ilmastoa vastaavilta alueilta.

Nämä tutkimukset käsittivät ajanjakson 1886—1925, jona aikana ilmasto-olomme eivät olleet nousseet niin poikkeuksellisen lämpimiksi kuin 1930-luvulla.

Myöhemmin ovat tätä kysymystä käsitelleet LUNELUND ja HUSTICH. LUNELUND (48) käytti ajanjaksoa 1922—1936 ja sai sellaisen yleistuloksen, että lämpötilalla on huomattava positiivinen vaikutus vuodentuloon, pilvisyydellä melkoinen negatiivinen vaikutus, mutta sateen merkitys on verraten vaihteleva. Koska LUNELUNDIN ja KERÄSEN käyttämät ajanjaksot ovat eri pitkiä ja sattuneet erilaisina ilmaston vaihteluaikoina, on ymmärrettävää, että riippuvaisuusluvut muodostuvat välistä erilaisiksi kuten HUSTICH on huomauttanut. HUSTICH (17, 18) on tutkinut erityisesti tätä kysymystä Pohjois-Suomen kannalta. Hän on saanut esille sen tärkeän seikan, että satotulosten lisäys ajanjaksolla 1890—1939 on paljon suurempi kuin mitä ilmaston lämpiäminen edellyttäisi. Se on käsiteltävä johtuvaksi viljelystason yleisestä noususta tänä aikana.

1920-luvulla sattui useita suotuisia kasvukausia, mutta kaksi katovuotta vv. 1923 ja 1928. V. 1923:n katovahingot arvioitiin silloisessa rahassa 500 milj. markaksi. Tämän ajan ilmastotekijäin ja sadon keskinäistä riippuvaisuutta on KERÄNEN selvittänyt eräässä tutkielmassa (34).

Viljelyskasvien sadon ja maan vesiolojen keskinäistä riippuvaisuutta on VÄRE tutkinut (62) vesitaloudellisella koealueella suoritettujen mittauksen perusteella.

Tähän ryhmään on luettava useat POHJAKALLION tutkimukset eri ilmastotekijäin vaikutuksista eri kasvilajeihin ja KAITERAN työt sateiden ja sadetuksen vaikutuksista satoon.

M a a t a l o u s i l m a t i e t e e l l i n e n h a v a i n t o v e r k o s t o. Maatalousilmatieteellisiä tutkimuksia varten ehdottaa kansainvälinen toimikunta perustettavaksi kuhunkin maahan erikoisen verkoston havaintoasemia, joilla tutkitaan etupäässä seuraavia ilmastotekijöitä:

- 1) maan kosteus 10, 20, 50 ja 100 cm:n syvyyksillä ja pohjaveden korkeus;
- 2) maan lämpötila näillä syvyyksillä ja routakerroksen vahvuus;
- 3) veden haihtuminen kasveista ja maan pinnasta;
- 4) tulosäteily ja etenkin auringon spektrin fotosynteettisiltä aaltopituuksilta, jollaisia ovat puna-keltaiset säteet, 0,60—0,70 μ ($\mu = 0,001$ mm), sinivioletti-säteet, 0,40—0,50 μ ja biologiset ultravioletti-säteet, 0,29—0,32 μ ;
- 5) ruohon, lehdistön ja hedelmien lämpötila;
- 6) ilman lämpötila, kosteus ja tuuli maanpinnan lähi-ilmassa, mikroilmassa maanpinnasta 2 m:n korkeuteen;
- 7) sade ja kosteus.

Tämän lisäksi kehoitetaan järjestämään seuraavien tekijöiden havaintoja:

- 8) säteily kasveista ja maanpinnasta;
- 9) utu, savu ja muut ilmakehän likaisuudet;

10) rakeet, kuura, huurre, jäätyminen ja muut erikoiset hydrometeorit;

11) lumipeitteen paksuus ja tiheys.

Ilmatieteellisiin havaintoihin tulisi maatalouselinten liittää jatkuvia eläinten, kasvien ja satotulosten huomioita.

Näin monipuolisen tutkimusohjelman toteuttaminen meidän oloissamme on mahdollista ainoastaan tärkeimmissä koetoimintakeskuksissa. Tarvittaisiin vähintään yksi laajempi tutkimusasema maan etelä-, keski- ja pohjoisosiin. Nykyään toimii kaikilla koeasemilla vain tavallinen toisen luokan ilmastollinen asema. Mutta koetoiminnan taholta lienee aiheellista ryhtyä laajentamaan maatalousilmatieteellistä tutkimusta näiden yleisten ohjeiden mukaisesti.

Tämän kohdan yhteydessä katson olevan tarpeellista lyhyesti selostaa niitä erikoisia tutkimuksia, joilla on arvoa maatalousilmatieteelle. Esitykseni ei pyri olemaan tyhjentävä, sillä en ole voinut tutustua kaikkiin alan julkaisuihin.

H a l l a. Suurin huomio on kohdistunut tiedemiestemme taholta hallaan, koska se on kautta aikojen ollut maanviljelymme tuhoisimpia vihollisia. Keskiajalta saakka kerätyn vuodentulotilaston mukaan on meillä joka vuosikymmenellä kaksi ankaraa katovuotta ja sen lisäksi kolme heikkosatoista vuotta. Useimmat kato-
vuodet ovat hallojen aiheuttamia. On ymmärrettävää, että taistelussa hallaa vastaan kansan valistunein osa, kunkin ajan käsityskannan mukaisesti, on koettanut ohjata maan maanviljelijäväestöä. Maan johtavat fysiikan ja luonnontieteiden tutkijat ovat tässä työssä olleet hyvin aktiivisesti mukana varsinkin 1800-luvulla. Vuosisadan alussa tutki Turussa HÄLLSTRÖM Suomen Talousseuran aloitteesta hallailmiötä ja esitti keinot sen torjumiseksi (19). Silloisen käsityksen mukaan runsas haihtuminen yön kuluessa kosteista maista ja kasveista saa aikaan niin suuren kylmyyden, että lämpötila laskee halla-asteelle. Sen perusteella suot ovat hallan tyyssijoja. Paras keino hallojen torjumiseen oli siis soiden kuivatus, jota käsitystä aikaisemminkin oli jo tässä mielessä levitetty maanviljelijöiden keskuuteen. Sitä oli innokkaasti ajanut 1700-luvun puolivälissä Pielisjärven kirkkoherra JAAKKO STENIUS, saaden tästä toiminnastaan arvokkaan nimen Korpi-Jaakko. HÄLLSTRÖMIN auktoriteetti sai varmaan kehittyneimmät maanviljelijät entistä enemmän harjoittamaan soiden kuivattamista ja viljelykseen saattamista ja siten edistämään hallaisuuden hävittämistä kosteilta mailta.

Hallan perussyö ei ole kuitenkaan tämä, vaan toinen fysikaalinen ilmiö, lämmön tehoisa ulossäteily kasvien ja maan pinnasta yön aikaan. Se oli jo saatu ulkomailla selville 1800-luvun ensi vuosikymmenellä. Tältä pohjalta tutki hallaa LEMSTRÖM 1880- ja 1890-luvuilla (45). Hänenkin mielestään jäähtymisen pääasiallisin aiheuttaja on maasta tapahtuva haihtuminen. Jotta lämmönhukka tulisi pienemmäksi, suositteli LEMSTRÖM keinotekoista hallan torjuntaa savuverholla, joka oli muuten jo vanhoilta ajoilta tunnettu hallantorjuntamenetelmä. Savuverhon kehittäjiksi hän valmisti erikoisia savurasioita, joissa oli suoturvetta, hartsi- ja hiilipulveria, tervaa, rikkiä ja salpietaria. Näillä rasioilla saavutetut kokeet eivät kuitenkaan antaneet riittävää tehoa.

Hallatutkimusta teki samoihin aikoihin HOMÉN ensiksi yhdessä LEMSTRÖMIN kanssa ja myöhemmin itsenäisesti (12). HOMÉNIN erikoinen ansio on siinä, että hän

mittasi lämmön ulossäteilyn voimakkuuden ja osoitti siten, että ulossäteily selkeälle taivaalle on todellinen hallan aiheuttaja. Kylmyys tulee voimakkaimmaksi niissä paikoissa, joissa maaperä on päivällä heikoimmin lämminnyt, joko maan huonon lämmönjohtumisen takia tai veden haihtumiseen sitoutuneen runsaan lämmönmenetyksen takia. HOMÉN ei katso LEMSTRÖMIN hallarasioiden antavan riittävää tehoa hallantorjuntaan, koska lämpö ja savu nousevat liian ylös. Mutta HOMÉN esittää kuuluisassa hallateoksessaan jo oikean ajatuksen tehokkaasta hallasavusta. Hän sanoo näin: »Om nämligen genom rök och vattenånga en del av den värme, som eljest utstrålat kan bevaras för de nedre luftlagren, kan härigenom för dessas uppvärmning erhållas nya värmemängder, större än de som facklorna producera.» Tässä on oikein, että ulossäteily on pysäytettävä maan lähinnä olevaan ilmaan sellaisella keinosavulla, jonka hiukkaset kykenevät imemään ulossäteilevän lämmön. Koska maan ja kasvien ulossäteily on voimakkainta sellaisilla aalloilla, joiden pituus on kymmenen μ :n paikkeilla, ei sellainen savu, jonka hiukkasten läpimitta on pienempi kuin viisi μ :tä estä sanottavasti ulossäteilyä pääsemästä savun läpi, eikä sillä ole siis torjuntatehoa.

HOMÉNIN käsitys soiden kuivatuksen merkityksestä hallaisuuden vähentäjänä ansaitsee myös mainita. Hän sanoo, että kuivatuksella voitaneen hyvin vähän saada vähennetyksi hallanvaaraa, sillä kuivatettu suomaa on niin huono lämmön johtaja, että vaikkakin sen pinta lämpiää päivällä paremmin kuin ennen, jäävät ne lämpö määrät, jotka hallayönä tulevat maasta, kuitenkin verraten pieniksi. Kuivatuksen lisäksi on maan lämpiämiskykyä välttämättömästi parannettava mineeralisilla aineilla, savella ja hiekalla, jotta hallaisuus saataisiin niissä pienenemään. Valitettavasti on ilmastomme kerta kaikkiaan sellainen, että kaikista maanparantamistoista huolimatta täytyy meidän olla valmistuneet vastaanottamaan hallaa, tätä maanviljelymme vaarallista vihollista. Tämä lähes 60 vuotta sitten lausuttu totuus pätee edelleen, kuten kahden viime vuoden hallatuhot selvästi osoittavat. — Olen halunnut edelläesitettyssä johdattaa mieliin HOMÉNIN, Suomen suurimman hallailmiön tutkijan tulokset ja käsityskannan.

Vuodet 1892—94 olivat suuria hallavuosia. Niiden levinneisyyden ja ankaruuden tutki KIHLMAN (KAIRAMO) (38) ja sen perusteella JURVA (23) määritteli ne säätilanteet, joissa halla esiintyy kasvukauden eri aikoina. JURVAN julkaisu vuodelta 1912 antaa ilmatieteilijälle vieläkin arvokasta apua hallanvaaraa ennustettaessa. RINDELL ja KARSTEN kokeilivat hallan torjuntaa savuverholla v. 1911 Tikkurilassa.

Sen perästä ei pitkään aikaan ole hallantutkimuksen alalla erikoista uutta esitettävää omasta maasta, ainoastaan ajoittain joku kirjoitelma (28) ulkomailla kehittyistä hallantorjuntamenetelmistä, joista parhaimmat, halla-alueen lämmittämisellä saadut tulokset, on saavutettu Amerikan Yhdysvalloissa kuluvan vuosisadan ensi vuosikymmeneltä lähtien. Siellä on saatu järjestetyksi myös etupäässä kasvinviljelijäin toimesta ja säälaitoksen myötävaikutuksella, hallan edeltäpäin arvioiminen erikoisilta hallanvaroitusasemilta asiakkaita tyydyttävällä tavalla.

Tällä vuosikymmenellä on hallojen tutkiminen meillä uudelleen virinnyt. HILLI ja ANGERVO (1) ovat suorittaneet erinäisiä kokeiluja hallan torjumiseksi. LAINE (42) on erikoisesti perehtynyt hallan torjuntamenetelmiin ja kehittänyt uusia

savutuslaitteita, joissa käytetään rikkiatrioksiidia savun kehittäjänä. Niillä on saavutettu huomattava teho hallan tulon estämiseksi (52). Hänen menettelyään kehittämällä voitaneen päästä lähivuosina käytäntöön soveltuviin torjuntatapoihin.

Halla tekee myös tuhoja matalille kuusille varsinkin metsän aukoissa ja kosteilla mailla. Tältä alalta on mainittava MULTAMÄEN (50) laajat työt.

Hallan ennustamisessa on tärkeintä arvioida yön alin lämpötila riittävällä tarkkuudella. Ulkomaisten esimerkkien perusteella ovat tätä kysymystä selvitelleet MEINANDER (49) ja FRANSSILA (10).

M i k r o i l m a t u t k i m u k s e t. Tärkeänä osana mikroilmatutkimuksissa ovat kaikenlaisten kasvipeitteiden ilma-alueet, matalimmasta ruohopeitteestä alkaen aina korkeimpiin metsikköihin saakka. Perustavaa laatua tällä alalla ovat HOMÉNIN lämpötaloustutkimukset (14) 1890-luvulla kalliassa, kankaassa ja suoniityssä. Hän mittasi tulosäteilyn maanpinnalle, sen käytön veden haihtumiseen, maan lämmittämiseen ja ilman lämmittämiseen. Hänen saavutuksensa tällä alalla olivat niin täydellisiä, että niihin ei ole ollut myöhemmin paljoakaan periaatteellisesti lisättävää.

Mikroilmakerroksen lämpötaloutta on 1930-luvulla tutkinut FRANSSILA (8) sekä lämpötilaa ja kosteutta hän (9) ja ROSSI (54). FRANSSILA on myös kirjoittanut laajan mikroilmaston oppikirjan (11).

M a a n l ä m p ö t i l a n selvittäminen on maatalousilmatieteen tärkeä tutkimusala. Ensimmäinen tällainen havaintosarja Suomessa saatiin suoritetuksi LEMSTRÖMIN aloitteesta ensimmäisenä kansainvälisenä polarivuonna 1882—84 Sodankylässä. Sen on tieteellisesti käsitellyt JOHANSSON 1910-luvulla (21). Toinen havaintosarja on Mustialan maataloudellisesta opistosta vuosilta 1885—1894. Maan lämpötilaa mitattiin ruohokentällä, kuusimetsässä, koivumetsässä, metsänaukossa ja lyhyen aikaa mäntymetsässä. Maaperä oli kaikissa näissä paikoissa hiekkaa. Mustialan maanlämpötilan havainnot on HOMÉN (13) ansiokkaasti tutkinut.

Seuraava työ tällä alalla on KERÄSEN vv. 1915—17 suorittama lämpötilatutkimus maassa sekä lumessa Sodankylässä. Niiden tieteelliset tulokset on julkaistu v. 1920 (26). Siinä esitetyt tulokset antoivat aiheita maan routaantumiskysymyksen selvittelyyn, ja myöhemmältä ajalta on meillä useampia tutkimuksia roudasta ja maan lämpötilasta.

Ilmatieteellisen keskuslaitoksen toimesta kerättiin 1920-luvulla tietoja maan routaantumisen eri osista Suomea. Sen aineiston avulla KERÄNEN selvitti routaantumisen yleiset piirteet eri maalajeissa maassamme (27).

Routaa tutki SIMOLA (55—57) viljelysmailla 1920-luvun puolivälissä etupäässä Maatalouskoelaitoksella ja VESIKIVI (61) suomaan lämpötilaa Leteensuolla.

Erikoisesti on mainittava KOKKOSEN tutkimukset (39, 40) roudan rakenteesta ja routiintumisen vaikutuksista viemäriöihin.

Myöhäisin työ näiltä aloilta on JUUSELAN tutkimus (24) kuivatusmenetelmän vaikutuksesta maan kosteuteen, routaan ja maan lämpötilaan Helsingin lähistöllä. Siinä on huomattavia tuloksia avo- ja salaojitetun savimaan lämpö- ja kosteusoloista.

Maatalousilmatieteen alaan on luettava myös HOMÉNIN (15), BLOMQVISTIN (2), RENQVISTIN (58), KAITERAN, SIRÉNIN (58, 59) ja VÄREEN (62) haihtumista koske-

vat julkaisut sekä VALMARIN ja KANERVON tutkimus (60) kasvien veden ja energian käytöstä.

Suomen säteilyoloja, joilla on perustavaa laatua oleva merkitys maatalousilmastollemme, on LUNELUND (48) erittäin monipuolisesti tutkinut.

Lumioloilla on erikoinen arvo maan ilmastolle, maaperän lämpötaloudelle ja vesitaloudelle. Tällä alalla on KORHONEN (41) tehnyt maassamme uraa uurtavan työn selvittäessään lumipeitteen esiintymisvaiheet ja ominaisuudet valtakunnan alueella. Niitä täydentävät KAITERAN (25) tutkimukset lumen kevätsulamisesta ja LAVILAN (43) lumisademäärän jakautumisesta.

Maatalousilmatieteeseen kuuluvat myös ilman hiilihiappotutkimukset. Niitä on meillä suorittanut BUCH (3, 4). Hän on osoittanut pitävän paikkansa sen ulkomailla aikaisemmin todetun kasvien elintoiminnalle tärkeän seikan, että ilman hiilihiappo on tällä vuosisadalla lisääntynyt noin kymmenellä prosentilla.

Maatalousilmatieteen toimikunta suosittelee sääennustuksen alalla pitkäaikaisten säänennustusten kehittämistä, koska ne voivat antaa maataloudelle apua ja taloudellista hyötyä. Erikoisesti olisi selvitettävä sellaiset epätavalliset säätapaukset, joilla on suurin vaikutus maatalouteen. Pitkäaikaista säänennustusta ei ole meillä tarkemmin tutkittu.

Maatalousilmatieteen opetukseen on toimikunnan mielestä kiinnitettävä erityistä huomiota maataloudellisessa kasvatustyössä. Toimikunnan ehdotus tällä alalla on hyväksytty ilmatieteellisen järjestön korkeimmassa elimessä ja se ansaitsee tulla selostetuksi. Kehoitetaan sellaisten maiden ilmatieteellisiä laitoksia, joissa maataloudelliseen opetukseen ei ole järjestetty maatalousilmatieteen opetuskursseja, esittämään hallituksille tällaisten kurssien välttämätöntä tarpeellisuutta ja saattamaan hallitusten tietoon näiden kurssien ohjelman, jonka toimikunta laati v. 1947 Torontossa Kanadassa. Siinä maatalousilmatieteen opetuksessa, jota on ollut Helsingin yliopiston Maatalous-metsätieteellisessä tiedekunnassa vuodesta 1930 lähtien, on tämä ohjelma oleellisilta osiltaan toteutettu. On mielenkiintoista mainita, että verraten harvoissa maissa maatalousilmatiedettä opetetaan korkeakouluissa.

Lopuksi tahdon vielä esittää toimikunnan vetoamuksen järjestää yhteistyö ilmatieteen ja maatalouden välille. On oleellisesti tärkeätä saada tätä toteuttamaan yhteinen maatalouden ja ilmatieteen virallinen elin, jossa on molempien alojen edustajia.

Kuten edellisestä selviää, on maassamme suoritettu usean miespolven aikana ansiokkaita tutkimuksia maatalousilmatieteen alalta. Monet niistä ovat saavuttaneet kansainvälisen arvonnannon ja jopa huomattavammalla tavalla kuin kotimaassa. Tämä tieteellinen toiminta on ollut melkein kokonaan yksityisten tiedemiesten aikaansaama ja usein on heillä ollut pyrkimyksenä saada tutkimuksillaan hyötyä maataloudelle. On luonnollista, että tällaiset tutkimukset ovat aina loppuneet tutkijan jouduttua tavalla tai toisella toisiin tehtäviin. Siten ei ole voinut muodostua jatkuvaa ja järjestelmällistä maatalousilmatieteellistä toimintaa maassamme.

Vähää ennen sotia suunniteltiin ilmatieteelliseen keskuslaitokseen sen uudistamisohjelman yhteydessä maatalousilmatiedettä varten meteorologin virkaa, mutta

asia raukesi. Sotien aikana puolustuslaitoksen sääpalvelu vaati laitoksen melkein kokonaan tähän työhön, eikä silloin ehditty toimia paljoakaan toisilla aloilla. Parhaankäyttöä on suunnitteilla uusi keskuslaitoksen uudistaminen ja siihen liittyy myös maatalousilmatieteellisen toiminnan järjestäminen. Sen toteuttamisessa tarvitsee keskuslaitos maataloustieteitä harjoittavien elimien ja maataloudellisten virastojen apua ja myötävaikutusta. Ainoastaan siten tulee mahdolliseksi saada maatalousilmatieteellinen tutkimus toteutetuksi tarkoitustaan vastaavalla tavalla.

KIRJALLISUUTTA

- (1) ANGERVO, J. M. 1948. Sääopin perusteet.
- (2) BLOMQUIST, EDV., 1917. Mesures de l'évaporation dans le Pyhäjärvi près de Tammerfors en 1912 et 1913. Meddel. från Hydrogr. byrån.
- (3) BUCH, K. 1948. Der Kohlendioxyd Gehalt der Luft als Indikator der meteorologischen Luftqualität. *Geophysica*, 3.
- (4) ——— Useita tutkimuksia ilman hiilihappotutkimuksista, kts. *Geophysica*, 2 ja 3.
- (5) CAJANDER, E. 1927. Ilmasto ja Maatalous. Porvoo.
- (6) ——— 1927. Geographische Übersicht des Landbaus in Finnland. *Fennia*, 47, 14.
- (7) Commission for Agricultural Meteorology. 1949. Organisation Météorologique Internationale. Publ., 63, Lausanne.
- (8) FRANSNILA, M. 1936. Mikroklimatische Untersuchungen des Wärmehaushalts. *Ilmat. keskusl. toim.*, 20.
- (9) ——— 1945. Mikroklimatische Temperaturmessungen in Sodankylä. *Ibid.*, 26.
- (10) ——— 1948. On the forecasting of frost with Ångström's formula. *Geophysica*, 3.
- (11) ——— 1949. Mikroilmasto-oppikirja. Tiedekirjasto, 11.
- (12) HOMÉN, TH. 1893. Om nattfroster.
- (13) ——— 1896. Über die Bodentemperatur in Mustiala.
- (14) ——— 1897. Der tägliche Wärmeumsatz im Boden und die Wärmestrahlung zwischen Himmel und Erde. Leipzig.
- (15) ——— 1917. Våra skogar och vår vattenhushållning.
- (16) ——— Yöhallat. Oma maa, I painos.
- (17) HUSTICH, I. 1946. Om det nordfinska jordbrukets utveckling och årliga produktionsvariationer, *Fennia*, 69, 2.
- (18) ——— 1947. On variations in climate, in crop of cereals and in growth of pine in Northern Finland 1890—1939. *Ibid.*, 70, 2.
- (19) HÄLLSTRÖM, G. G. 1806. Afhandlingar om nattfroster i Finland. Kejs. Hushålln. Handl. II. Turku.
- (20) JOHANSSON, OSC. V. 1912. Über Wasserstands- und Klimaschwankungen in Nordeuropa, nach Wallén u.a. *Meteorol. Zeits.*
- (21) ——— 1917. Meteorologiska och geofysiska data för Sodankylä.
- (22) ——— 1924. Vereinfachungen der Korrelationsberechnungen nebst einigen Anwendungen. *Meteorol. Zeits.*
- (23) JURVA, R. 1912. Säätila hallaöinä Suomessa vuosina 1892, 1893 ja 1894. *Fennia*, 32, 10.
- (24) JUUSELA, T. 1945. Untersuchungen über den Einfluss des Entwässerungsverfahrens auf den Wassergehalt des Bodens, den Bodenfrost und die Bodentemperatur.
- (25) KAITERA, P. 1939. Lumen kevätulamisesta ja sen vaikutuksesta vesiväylien purkautumissuhteisiin Suomessa.
- (26) KERÄNEN, J. 1920. Über die Temperatur des Bodens und der Schneedecke in Sodankylä nach Beobachtungen mit Thermoelementen. *Ann. Akad. Scient. Fenn.*, 13, 7.

- (27) KERÄNEN, J. 1923. Über den Bodenfrost in Finnland. Met. keskusl. toim., 20.
- (28) —»— 1923. Hallaöistä. Oma maa. Helsinki.
- (29) —»— 1924. Maakuoren routaantuminen. Ibid.
- (30) —»— 1925. On the dependence of the harvest upon the temperature in the foregoing winter and may. Valt. Met. keskusl. toim., 15.
- (31) —»— 1929. Wärme- und Temperaturverhältnisse der obersten Bodenschichten. Einführung in die Geophysik II. Berlin.
- (32) —»— 1931. Über die Temperaturverhältnisse in Finnland während der Vegetationszeit an den Nordgrenzen der wichtigsten Kulturpflanzen. Gerlands Beiträge zur Geophysik, 33. Leipzig.
- (33) —»— 1931. Vuodentulon riippuvaisuudesta kasvukauden lämpö- ja sadeoloista Suomen eri lääneissä. I. Korrelatiotekijät. Act. agr. fenn., 23, 1.
- (34) —»— 1931. Kasvukauden säiden ja vuodentulon keskinäisestä riippuvaisuudesta maassamme vuosina 1921—1928. Taloudellisen neuvottelukunnan julkaisuja, 13.
- (35) —»— 1934. Lämpöoloista puiden ja eräiden pensaiden kasvupaikkojen pohjoisilla rajoilla Suomessa. Acta forest. fenn., 40.
- (36) —»— 1938. Finnorszåg éghajlátanak mezőgazdasági vonatkozásairól (Über die landwirtschaftlichen Beziehungen des Klimas von Finnland). Az. Időjárás, III—IV, Budapest.
- (37) —»— 1942. Lämpötila ja lämpötila maatalousilmastollisina tekijöinä Suomessa. Terra, 54, 1—2.
- (38) KIHLMAN (Kairamo), A. O. 1896. Nattfrosterna i Finland. Fennia, 8, 10 ja 12.
- (39) KOKKONEN, P. 1923. Tutkimuksia viemärien kuntoon vaikuttavista seikoista.
- (40) —»— 1926. Beobachtungen über die Struktur des Bodenfrostes. Acta forest. fenn., 30.
- (41) KORHONEN, V. V. 1947. Useita tutkimuksia lumi- ja sadeoloista. Kts. Suomen Maantieteen käsikirja 1936 ja Geophysica, 2.
- (42) LAINE, T. 1947. Halla ja sen torjuminen.
- (43) LAVILA, T. O. 1949. Lumisademäärän alueellinen jakautuminen Suomessa. Turun yliopist. julk. A., Osa VII, 2.
- (44) LEMSTRÖM, S. 1878. Om periodiska förändringar i några meteorologiska fenomen, deras samband med förändringar i solen och sannolika inflytande på årsväxten. Finsk tidskrift.
- (45) —»— 1893. Om nattfroster och medlen att förekomma deras härjningar.
- (46) LUNELUND, H. 1943. Über Klima und Vegetation in Finnland. Soc. Scient. Fenn., Comm. Phys.-Mathem. T., XI, 13.
- (47) —»— 1944. Über landwirtschaftliche Klimabewertung in Finnland. Ibid., XII, 14.
- (48) —»— Useita tutkimuksia Suomen säteilyoloista (enimm. Suomen Tiedeseuran sarjoissa).
- (49) MEINANDER, R., 1942. Beräkning av det nattliga temperatuurminimet vid frostprognoser. Terra, 54, 3—4.
- (50) MULTAMÄKI, S. E. 1942. Kuusen taimien paleltuminen ja sen vaikutus ojitettujen soiden metsittämiseen. Acta forest. fenn., 51.
- (51) PESOLA, V. A. 1941. Suomen maanviljelysalueet. Acta Agr. Fenn., 47, 1. Hämeenlinna.
- (52) Pohjois-Suomen Hallatoimikunta, 1948. Hallantorjunta kokeiden valossa. (engl. selostus). Oulu.
- (53) RENQVIST, H. 1917. Kesäsateista ja niiden hydrologisista seurauksista. Hydrogr. toim. tiedonant., 4.
- (54) ROSSI, V. 1933. Über mikroklimatische Temperatur- und Feuchtigkeitsbeobachtungen mit Thermoelementpsychrometern. Soc. Scient. Fenn., Comm. Phys.-Math., 6, 25.
- (55) SIMOLA, E. F. 1923. Huomioita viljelyn hieta-, savi- ja mutamaan kirren sulamisesta Maanviljelystaloudellisella koelaitoksella vuosina 1922 ja 1923. Suomen Maanv. tal. koel. tiet. julk., 21.
- (56) —»— 1926. Tutkimuksia viljelysmaiden jäätymisestä ja kirren sulamisesta Maatalouskoelaitoksella vuosina 1924—1926. Valt. maatal. koetoim. julk., 5.
- (57) —»— 1930. Kirsi- ja vajovesisuhteiden tutkimuksia Maatalouskoelaitoksella ja osittain myös muualla Suomessa vuosina 1926—1930. Ibid. 30.

- (58) SIRÉN, A. 1936. Niederschlag, Abfluss und Verdunstung des Päijänne-Gebiets. V. Hydrol. Konf. der Balt. Staaten.
- (59) —»— 1948. Die Bestimmung der Verdunstung und ihrer Einwirkung auf die Wasserläufe von Finnland. Geophysica, 3.
- (60) VALMARI, J. ja KANERVO, VILJO 1930. Kasvien vedenkäyttö ja säätekijät. Valt. maatal. koetoim. julk., 26.
- (61) VESIKIVI, A. 1933. Suomaan lämpötilamittausten tuloksia. Suomen suoviljelysyhdistyksen julk., 15.
- (62) VÄRE, M. 1947. Maan vesisuhteista ja viljelyskasvien sadoista Maasojan vesitaloudellisella koekentällä vuosina 1939—1944.

S U M M A R Y.

THE GENERAL TASKS OF THE AGRICULTURAL METEOROLOGY AND THE RESEARCHES ON THE SUBJECT IN FINLAND.

J. KERÄNEN.

Meteorological Central Office, Helsinki.

The author gives a short review of the main aspects of the agricultural meteorology as outlined by the International Commission for Agricultural Meteorology. He explains briefly the researches made by scientists on this field in Finland during several generations. Following works are to be mentioned:

- 1). *Relation between crop and climatic factors*, studied by Lemström, Johansson, Cajander, Keränen, Lunelund, Hustich, Väre, Pohjakallio and Kaitera.
- 2). *Nightfrost and the way of preventing it*, studied by Hällström, Lemström, Kihlman, Jurva, Laine, Multamäki, Meinander and Franssila.
- 3). *Miroclima*, studied by Homén, Franssila and Rossi.
- 4). *Earth temperature and soil freezing*, studied by Johansson, Homén, Keränen, Simola, Vesikivi, Kokkonen and Juusela.
- 5). *Evaporation and water economy*, studied by Homén, Blomqvist, Renqvist, Kaitera, Siren, Väre, Valmari and Kanervo.
- 6). *Radiation conditions*, studied by Homén, Lunelund, Keränen and Franssila.
- 7). *Snow cover*, studied by Korhonen, Keränen, Kaitera and Lavila.
- 8). *Carbon oxide of the air*, studied by Buch.

The bibliography contains the most significant publications.
