



GRØNN FORSKNING FOR FRAMTIDAS LANDBRUK

Risiko for sjukdom på jordbær grunna *Xanthomonas fragariae*

Rapport på oppdrag fra Statens landbrukstilsyn

av

Venche Talgø og Arild Sletten

Planteforsk Plantevernet

Ås 29.02 2000



Norsk institutt for planteforskning
The Norwegian Crop Research Institute

Risiko for sjukdom på jordbær grunna *Xanthomonas fragariae*

Venche Talgø og Arild Sletten, Planteforsk Plantevernet, Avd. plantesjukdommer, Høgskoleveien 7, 1432 Ås.

1. Aktuelt område

Vurderinga gjeld for Noreg

2. Skadegjerar

2.1 Art:

Xanthomonas fragariae Kennedy & King

2.2 Trivielle namn:

Angular leaf spot (engelsk)
Taches angulaires (fransk)
Blattfleckenkrankheit (tysk)
Maculatura angolare (italiensk)
Mancha angular da folha (portugisisk)

2.3 Taxonomi:

Bakterie: Gracilicutes, Pseudomonadales, Pseudomonadaceae

3. Nasjonale og internasjonale lovreguleringar for *Xanthomonas fragariae*

Noreg: A-lista
EPPO: A2 list, No. 58
EU: Annex II/A2

4. Metodar for påvising og identifikasjon av *Xanthomonas fragariae*

Xanthomonas fragariae (*X. frag.*) kan isolerast frå blad eller krone på jordbærplanter som viser symptom på denne sjukdomen, og deretter bli identifisert ved hjelp av diverse laboratoriemetodar.

4.1 Symptom

Dei fyrste synlege symptoma på sjukdomen er små, vasstrukne flekkar på undersida av blada. Flekkane aukar i omfang og blir ofte avgrensa av små nerrar, noko som gjer at flekkane blir kantete. Det er typisk at flekkane er gjennomskinlege ved gjennomgåande lys, men at dei har ein mørk grønfarge i reflektert lys.

Under fuktige veksttilhøve kan det dannast ein kvitaktig film av seigt bakterie-eksudat i flekkane. Dette blir brunleg og sprekk opp i flak ved opptørking. Denne opptørka filmen kan gi eit litt glinsande inntrykk. Fleire flekkar kan flyta saman og dekkja eit større område av bladet. Til slutt blir flekkane synlege på oversida av blada som kantete, raudbrune flekkar. Dei blir nekrotiske og ugjennomskinlege for lys. Det kan vera ein klorotisk sone rundt flekkane (halo). På dette stadiet kan flekkane vera vanskelege å skilja frå jordbærøreflekk (*Mycosphaerella fragariae*) og jordbærbrunflekk (*Diplocarpon earliana*). Sterkt infiserte blad kan dauda, spesielt dersom hovudnervane er angrepne. Heile bladet skrumpar til sist inn.

Kor vidt infeksjonen kan vera systemisk eller ikkje er det ulike syn på i litteraturen. Maas (1998) seier at i tillegg til bladsymptoma, kan *X. frag.* føra til at leiingsvevet elles i planta kollapsar. Alle celletypar i leiingsvevet i krona kan infiserast. Det einaste synlege symptomet før planta daudar, kan då vera at dei heilt nye, små blada er vasstrukne ved basis. Dette siste er ikkje vanleg, men det kan forvekslast med rotstokkrøte (*Phytophthora cactorum*). Rat (1993) seier at bakterien aldri angrip leiingsvevet under normale forhold, men sannsynlegvis berre ved oppal under fuktige forhold. Hartung (1997) meiner at infeksjonen ofte blir systemisk og fører til at heile planta kollapsar.

Lommar med infisert materiale er nokre gonger synlege i krona.

Blomsterbegeret kan infiserast ved sterke angrep, men det er aldri synlege symptom på sjølve bæra.

Dei eldste og dei yngste blada ser ut til å vera resistente. Symptom viser seg fyrst og fremst på blad som er 1-2 månader gamle.

4.2 Identifikasjon

X. frag. kan identifiserast direkte ved isolering på eit selektivt medium og testing av isolatene med ulike biokjemiske metodar, feittsyreanalyse, eller PCR (Polymerase Chain Reaction). Den kan påvises i plantemateriale ved metodar som IFAS (Immunofluorescence Antibody Staining), ELISA (Enzyme-linked immunosorbant assay) og PCR. Det bør òg utførast ein patogenitets-test.

Bakterien kan vera vanskeleg å isolera frå plantemateriale. Dette skuldast at *X. frag.* veks seint og vil lett bli overgrodd av sekundære organismar. *X. frag.* kan òg bli hindra i veksten på grunn av antagonisme. Ofte veks det opp få koloniar. Det kan likevel vera vellukka å isolera dersom ein til dømes strekar ut suspensjonen på YDCA-skåler (Yeast Dextrose Chalk Agar), inkuberar ved 27°C og høg luftfukt.

5. Potensiale for etablering

5.1 Biologien til skadegjeraren

5.1.1 Bakterien

X. frag. er ein aerob, gram-negativ, ikkje sporedannande, stavforma bakterie, vanligvis med en polar flagell. Bakteriens storleik er i snitt 0.4 x 1.3 µm (Bradbury, 1977). Den er seintveksande.

På medium som inneheld glukose vert koloniane runde, konvekse og slimete. Kantane blir glatte og jamne med heil rand. I koloniane vert det produsert eit guloransje pigment som er uløseleg i vatn.

Den optimale temperaturen for vekst av *X. frag.* er $\approx 20^{\circ}\text{C}$. Maksimum ligg under 32°C . Bakterien trivest best ved moderate til kjølige dagtemperaturar, medan nattemperaturane helst skal vera låge.

5.1.2 Vertplanter

Patogenet angrip fyrst og fremst ulike artar og sortar av jordbær (*Fragaria* spp.). Ved kunstig inokulering av planter i same familie som jordbær (rosefamilien), har ein fått infeksjon på to *Potentilla* spp.

5.1.3 Samspelet patogen/vertplante

I motsetnad til sopp, kan ikkje bakteriar aktivt trengja inn i ei plante gjennom ei intakt overflate. I tillegg til ein opning (sårflater, spalteopning o. a.), må dei ha ein vasssfilm der dei ved hjelp av flagellar eller passivt med væskestraumen, vert førde inn i vertplanta. *X. frag.* treng altså fuktige forhold for å etablera seg.

Den primære infeksjonen skjer frå infiserte planterestar, som ligg på eller i jorda, eller frå infisert utplantingsmateriale. Ute i felt vert bakteriane spreidde med luftstraumen i ørsmå vassdråpar (aerosol), eller ved sprut på grunn av regn, dogg eller vatning. Innfallsporten kan vera spalteopningane på friske blad. Bakteriane kan infisera krona systematisk via sår etter frost, vekstsprekker, sår etter hausting etc. Bakterien kan òg gå i leiingsvevet frå flekkane på blada via bladstilken til krona.

Epidemiologien til *X. frag.* er relativt lite kjent, men det ser ut til at etablering og utvikling av sjukdomen vert favorisert ved dagtemperaturar rundt 20°C og nattemperaturar nær og under frysepunktet.

5.1.4 Spreiing av sjukdomen

Lokalt spreiaast sjukdomen ved vasssprut og utløparar frå plantene. Over lengre avstandar er det handel med småplanter som står for spreinga. Utløparane er ofte symptomfrie sjølv om dei er smitta. Det er difor svært viktig å ha friskt mormateriale.

5.1.5 Overleving

Ute i felt overlever *X. frag.* i planterestar og infeksjonslommer i krona frå sesong til sesong. Bakterien kan ikkje overleva fritt i jorda. I tørka, infiserte blad har *X. frag.* overlevd i romtemperatur i 2.5 år.

5.2 Geografisk utbreiing av sjukdomen

5.2.1 Utreiing i Noreg

X. frag. har aldri blitt registrert i Noreg

5.2.2 Utreiing elles i verda

X. frag. vart funnen for fyrste gong i 1962 i Minnesota i USA. Seinare er sjukdomen funnen i ei rekkje andre statar i USA og Sør-Amerika. Den er også funnen i Australia, Etiopia, Israel, New-Zealand, Taiwan og Europa. Der er han hittil påvist i Frankrike, Hellas, Israel, Italia, Nederland, Portugal, Romania, Spania, Sveits og Sør-Tyskland.

6. Etableringspotensiale for sjukdomen i Noreg

6.1 Klima i distrikt i Noreg som er aktuelle for jordbær dyrking

Jordbær vert dyrka i alle fylke i Noreg, men produksjonen er ikkje økonomisk viktig over heile landet.

Størst areal med denne kulturen har Hedmark. Andre viktige område for jordbærproduksjon ligg i Austfold, Vestfold, Oppland, Buskerud, Akershus og Oslo. Sørlandet, Vestlandet og Trøndelag har ein del produksjon, men dei ligg alle lågare enn fylka på Austlandet. Storparten av produksjonen føregår i område som ligg under 300 m over havet, men i Sør-Noreg vert det dyrka jordbær opp til 500 m over havet.

Klima varierar mykje frå landsdel til landsdel. Om lag 40-50 % av dei norske jordbæra vert dyrka i område der det er over 1000 mm nedbør. Dette er kystnære strok med milde vintrar.

Tabell 1-13 gir opplysningar om temperatur og nedbør i aktuelle strok i Sør-Noreg. Tala syner normalverdiar for gjennomsnittleg månadstemperatur og nedbør i åra 1961-1990. Data er gitt ut av DNMI (Det Norske Meteorologiske Institutt) i Oslo.

6.2 Klima i område i Europa der *X. frag.* er registrert

Av dei landa i Europa som har funne *X. frag.*, er det truleg mest naturleg å samanlikna Noreg med Sveits og Nederland, sjølv om til dømes delar av Frankrike, Italia og Romania kan ha klima som liknar område i Noreg. Via kontakt med forskarar i Sveits og Tyskland, har det blitt kjent at sjukdomen også er å finna i Sør-Tyskland. Det vil av den grunn bli sett litt nærare på klima i dette området. I tillegg er det interessant å sjå litt på klima i Minnesota, fordi det var der *X. frag.* vart registrert fyrste gongen.

Tabell 14-16 gir opplysningar om temperatur og nedbør i delar av Minnesota, Nederland, Sveits og Sør-Tyskland. Tala syner normalverdiar for gjennomsnittleg månadstemperatur og nedbør i åra 1961-1990. Data er gitt ut av DNMI (Det Norske Meteorologiske Institutt) i Oslo.

6.3 Samanlikning av klima i Noreg med aktuelle område i Europa og Minnesota

Tabell 1-16 syner at temperatur og nedbør i vekstsesongen i viktige jordbær distrikt i Noreg, skil seg relativt lite ut frå aktuelle område i Europa.

Når det gjeld årsnedbør, ligg alle tre stasjonane som er med frå Sveits, høgare enn dei frå Tyskland, Nederland og Minnesota. Som nemnt i 6.1 vert mykje jordbær i Noreg dyrka i område der årsnedbøren ligg på over 1000 mm nedbør. Dette er på nivå med Sveits.

Av alle stasjonane i tabell 1-16, har Minnesota dei kaldaste vintrane og dei varmaste somrane. I dei tre varmaste månadane ligg normaltemperaturen der over optimumtemperaturen til *X. frag.* I og med at patogenet er funne i land der normaltemperaturen i vekstsesongen er lågare enn i Minnesota, tyder det på at eit fast temperaturnivå ikkje er avgjerande for oppblomstring av *X. frag.* Det har nok mest å seia at det er optimale tilhøve i ein periode i etableringsfasen til patogenet. Lier i Buskerud er den einaste av dei norske stasjonane som har temperaturar på nivå med stasjonar i Nederland, Tyskland og Sveits. Likevel vil nok dagtemperaturane fleire stader i Sør-Noreg periodevis kunna liggja på det nivået *X. frag.* krev for optimal vekst (20°C).

7. Rådgjerer mot sjukdomen

7.1 Tiltak

7.1.1 Førebyggjande

I forsøk er det ingen viktige kommersielle sortar som har vist høg resistens mot *X. frag.* Kun *Fragaria moschata* har vist seg å vera immun mot denne skadegjeraren. Blant ville oktoploide varietetar og sortar av *F. x ananassa* er variasjonen stor når det gjeld kor mottakelege dei er for sjukdomen. I dette genmaterialet kan det truleg vera mogeleg å selektera klonar med aukande grad av resistens.

Det viktigaste for å unngå å spreia sjukdomen er bruk av reint mormateriale og god kontroll under oppalet. Handel med utløparplanter kan spreia bakterien over korte og lange avstandar, fordi plantene kan ha infeksjonslommer i krona eller infisert bladverk. Nærmast usynlege fragment av infiserte blad kan òg liggja skjult rundt krona eller mellom røtene. Kjølrelagra materiale kan òg føra sjukdomen med seg. Spreiinga av sjukdomen frå land til land syner kor lett patogenet blir frakta med plantemateriale. Trass i lovreguleringane har ein ikkje makta stogga spreinga.

Mykje tyder på at sjukdomen vert spreidd med symptomfrie utplantingsplanter. Det fyrste steget for å hindra spreiging er difor å kunna fastslå smitten i desse tilsynelatande friske plantene. Hartung *et al.* (1997) har utvikla ein PCR-metode (Immunocapture and Multiplexed-PCR Assay for *Xanthomonas fragariae*) til dette bruk. Denne metoden meiner dei vil vera nyttig når det gjeld arbeidet som er knyt til fytosanitære karantener, ved kontroll av plantemateriale før distribuering og for å studera korleis patogenet transporterast i planta. I Sveits blir symptomfrie, importerte jordbærplanter testa ved hjelp av DAS ELISA (Double Antibody Sandwich Enzyme-linked immunosorbant assay) (Bosshard *et al.*, 1997).

Spreiarvatning, tåke, høg luftfukt og regn er positive faktorar når det gjeld utvikling og spreing av sjukdom på grunn av *X. frag.* Lokalt kan ein dempa litt på sjukdomsutviklinga ved å bruka dryppvatning i staden for å vatna med spreiar.

7.1.2 Kjemiske middel

Antibiotika og koparhaldige pesticid (streptomycin sulfat, oxytetracycline, cupric hydroxide, kopar ammonium karbonat) har vist seg å vera eit effektivt vern av plantene mot *X. frag.* Delbridge *et al.* (1997) gjorde mellom anna forsøk med "Clean Crop Copper 53 WP", som førde til god kontroll med sjukdomen. Slik dette middelet vart bruka i forsøket førde det ikkje til fytotoksiske skadar.

7.2 Utrydding

Sjukdomen er rapportert utrydda i Australia, Etiopia og New Zealand. I Australia vart sjukdomen rapportert utrydda etter utbrot i 1975. Der fekk ein eit nytt utbrot i 1994 (Gillings *et al.* 1998). PCR (Polymerase Chain Reaction) synte at desse to utbrota ikkje hadde same opphav, dei var tydeleg genetisk forskjellige ("different clonal line").

8. Transport av sjukdomen til Noreg

Det er ingen fare for at sjukdomen kan koma inn i Noreg via naturlege spreingsveggar, men kun ved import av plantemateriale. All import av jordbærplanter, eller andre arter i same slekta, skjer i dag via karantene.

9. Økonomiske fylgjer av sjukdomen

9.1 Type skade

Svarte flekkar på begeret kan gjera at bæra vert vanskelege å omsetja. Angrep av *X. frag.* svekkar plantene og vil dermed føra til at produksjonen vert lågare enn normalt. Ved sterke angrep kan planter gå heilt ut.

9.2 Økonomiske tap

Det er lite informasjon å finna om kor store dei økonomiske tapa kan vera som fylgje av denne sjukdomen, men i EPPO (1997) står det at tapa kan vera store når ein vatnar ofte med spreiar. Frå forsøk i Florida er det rapportert at *X. frag.* har ført til $\approx 8\%$ tapt avling (Roberts, 1997). Dette tilsvarar eit tap på om lag 2435 kg frukt per hektar. På grunn av at jordbær har høg kg pris, representerar dette store tap. Epstein (1966) rapporterte om tap heilt opp i 75-80 %.

10. Konklusjon

X. frag. krev høg luftfukt for å etablera seg. I Noreg vert mykje jordbær dyrka i kystnære strok med relativt høge nedbørsmengder. Luftfukt vil dermed ikkje vera nokon avgrensande faktor for at *X. frag.* skal kunna etablera seg her til lands.

Temperaturkrava til *X. frag.* er relativt moderate. Optimumstemperaturen ligg på 20°C. Dessutan trivest bakterien godt når nettene er kjølege. Dette er forhold som ein kan finna i våre jordbærdistrikt.

Mykje tyder på at overvintringstilhøva i Noreg heller ikkje er noko hinder for at *X. frag.* skal kunna få fotfeste. Det har ikkje vore mogeleg å finna informasjon om minimumstemperatur for denne bakterien, men det er ikkje lågare vintertemperaturar i jordsbærdistrikt her til lands enn i Sveits. Det fyrste funnet av *X. frag.* vart rapportert frå Minnesota, der er det svært kalde vintrar.

Klimaet vil altså truleg ikkje vera nokon barriere for at *X. frag.* skal kunna etablera seg på friland i Noreg.

Jordbær er den desidert viktigaste bærkulturen på friland i Noreg med 18 746 daa i 1995. Dessutan er det sterk auke i jordbærproduksjonen i plasthus og veksthus i Noreg. Dette er ein dyr produksjon som krev store investeringar. Utbrot av sjukdom kan difor føra til store tap for dyrkaren. Luftfukten er ofte høgare i slike hus enn på friland, men temperaturen vil nok til tider kunna overstiga optimumstemperaturen. Det kan likevel ikkje utelukkast at *X. frag.* kan blomstra opp under slike forhold, fordi bakterien har vist seg å kunna veksa heilt opp mot 32°C.

For å hindra at *X. frag.* skal koma inn og bli eit problem i Noreg, er det er spesielt viktig med importvern og statskontrollert produksjon av småplanter.

Litteratur

- Bosshard, E. & M. Schwindt (1997) Nachweis von bakteriellen und pilzlichen Krankheitserregern in erdbeerpflanzen. Schweiz. Z. Obst-Weinbau. 133 (3): 60-61.
- Bradbury, J. F. (1977) *Xanthomonas fragariae*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 558.
- EPPO (1993) Quarentine procedures. *Xanthomonas fragariae*. Detection methods in strawberry plants, nr.3849: 5 s.
- EPPO (1997) *Xanthomonas fragariae*, s. 1124-1128 i: Smith, I. M., D. G. McNamara, P. R. Scott, M. Holderness & B. Burger (red.), Quarantine Pests for Europe, Second Edition, CAB International, UK.
- Epstein, A. H. (1966) Angular leaf spot of strawberry. Plant Dis. Rep. 50: 167.

- Delbridge, R. & J. Arnold (1997) Control of angular leaf spot of strawberry. Department of Agriculture and Marketing,
<http://agri.gov.ns.ca./pt/projsum/95/pr95b01.htm>
- Gillings, M. R., P. C. Fahy & J. Bradley (1998) Identification of *Xanthomonas fragariae*, the cause of an outbreak of angular leaf spot on strawberry in South Australia, and comparison with the cause of previous outbreaks in New South Wales and New Zealand. *Australasian Plant Pathology* 27: 97-103.
- Hartung, J.S. & M.R. Pooler (1997) Immunocapture and multiplexed-PCR assay for *Xanthomonas fragariae*, causal agent of angular leafspot disease, i: H.A.Th. van der Scheer, F. Lieten & J. Dijkstra (red.), *Proceedings of the Third International Strawberry Symposium*. *Acta Horticulturae* 439: 821-828.
- Maas, J.L. (1998) Angular leaf spot, s. 16-17 i: Maas, J. L. (red.), *Compendium of Strawberry Diseases*. APS Press, USA.
- Rat, B. (1993) *Xanthomonas fragariae*: Cause of angular leaf spot of strawberry, s. 69-70 i: Swings, J.G. & E.L. Civerolo (red.), *Xanthomonas*. Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN.
- Roberts, P. D., R. D. Berger, J. B. Jones, C. K. Chandler & R. E. Stall (1997) Disease progress, yield loss, and control of *Xanthomonas fragariae* on strawberry plants. *Plant Disease* 81: 917-921.
- Anonym: *Xanthomonas* i jordbærplanter fra Holland, s. 50 i: *Frukt & Bær* 2/99
- Anonym: *Xanthomonas fragariae* Kennedy *et* King,
<http://www.inra.fr/Internet/Produits/HYP3/pathogene/6xanfra.htm#haut>

Vedlegg

Tabell 1-16.

Tabell 1-13 er kopiert frå: Pest risk assessment (PRA) for Norway on *Ralstonia solanacearum* by Arild Sletten, Planteforsk.

Tables

Table 1. Tomb, Østfold county. Climatological normals for the period 1961-1990 for mean air temperature (°C) and amount of precipitation (mm); soil temperature (°C) 10 cm below ground for the period 1991-1995.

Month	Climatological normals		Soil temperature				
	Temp.	Precip.	1991	1992	1993	1994	1995
January	-4.8	59	-0.3	0.4	0.3	0.1	1.2
February	-4.6	44	-2.6	-0.4	-0.1	0.1	0.8
March	-0.8	54	0.2	2.0	0.3	0.0	1.6
April	4.2	42	5.4	4.1	4.1	4.7	4.8
May	10.3	57	9.5	9.4	12.0	9.3	8.5
June	14.7	66	12.4	15.3	13.6	10.8	14.4
July	16.1	72	15.9	16.2	14.6	16.4	15.8
August	15.0	74	16.7	14.6	13.3	16.0	17.1
September	10.6	92	12.4	11.7	9.1	11.9	13.2
October	6.0	83	7.6	6.0	6.0	7.1	10.7
November	0.6	90	3.5	2.6	2.3	4.2	
December	-3.0	64	1.3	1.7	0.3	2.6	

Table 2. Ås, Akershus county. Climatological normals for the period 1961-1990 for mean air temperature (°C) and amount of precipitation (mm); soil temperature (°C) 10 cm below ground for the period 1991-1995.

Month	Climatological normals		Soil temperature				
	Temp.	Precip.	1991	1992	1993	1994	1995
January	-4.8	49	0.2	-0.4	-0.2	0.0	0.4
February	-4.8	35	-1.0	-0.9	-0.3	0.2	0.3
March	-0.7	48	-0.1	0.2	-0.2	0.1	0.3
April	4.1	39	4.4	4.1	2.8	4.0	3.1
May	10.3	60	9.0	11.0	11.4	9.7	8.7
June	14.8	68	13.0	17.1	14.4	13.3	15.0
July	16.1	81	17.7	-	15.9	18.2	16.9
August	14.9	83	16.6	15.2	14.4	16.5	17.5
September	10.6	90	12.1	12.4	10.2	11.6	12.4
October	6.2	100	7.3	6.1	5.8	6.1	9.7
November	0.4	79	2.6	1.7	2.0	2.7	
December	-3.4	53	0.6	0.9	0.3	0.7	

Table 3. Kise, Hedmark county. Climatological normals for the period 1961-1990 for mean air temperature (°C) and amount of precipitation (mm); soil temperature (°C) 10 cm below ground for the period 1993-1995.

Month	Climatological normals		Soil temperature		
	Temp.	Precip.	1993	1994	1995
January	-7.4	36	-2.2	-1.2	-1.2
February	-8.1	29	-	-1.1	-1.8
March	-3.1	27	-1.4	-0.9	-1.3
April	2.2	34	3.0	1.6	1.5
May	8.5	44	10.3	8.4	7.7
June	13.6	59	13.4	12.0	13.4
July	15.2	66	15.6	17.9	15.2
August	14.0	76	13.6	15.1	15.4
September	9.6	64	8.8	9.8	10.4
October	5.1	63	4.3	4.3	6.5
November	-0.8	50	0.5	2.0	
December	-5.3	37	-	-0.9	

Table 4. Apelsvoll, Oppland county. Climatological normals for the period 1961-1990 for mean air temperature (°C) and amount of precipitation (mm); soil temperature (°C) 10 cm below ground for the period 1991-1995.

Month	Climatological normals		Soil temperature				
	Temp.	Precip.	1991	1992	1993	1994	1995
January	-7.4	37	-0.3	-0.2	-1.3	0.4	-0.3
February	-7.0	26	-0.5	-0.6	-1.7	-0.1	-0.1
March	-2.5	29	-0.2	-0.1	-0.7	0.0	-0.1
April	2.3	32	3.1	1.8	1.3	1.2	0.2
May	9.0	44	9.7	11.5	10.9	9.2	8.0
June	13.7	60	13.8	18.0	14.3	12.8	13.7
July	14.8	77	18.3	16.9	15.9	18.3	16.1
August	13.5	72	16.8	14.4	-	15.6	16.6
September	9.1	66	11.1	10.7	9.6	10.4	11.1
October	4.6	64	6.2	5.1	4.8	4.6	7.4
November	-1.3	53	1.9	2.0	1.3	2.3	
December	-5.3	40	0.2	-0.1	0.8	0.0	

Table 7. Bø, Telemark county. Climatological normals for the period 1961-1990 for mean air temperature (°C) and amount of precipitation (mm); soil temperature (°C) 10 cm below ground for the period 1991-1995.

Month	Climatological normals		Soil temperature				
	Temp.	Precip.	1991	1992	1993	1994	1995
January	-6.5	50	-	-	-	-	-0.3
February	-5.5	35	-	-	-	-	-0.2
March	-0.5	45	-	0.0	-	0.5	-0.1
April	4.3	40	-	3.4	4.9	3.5	1.9
May	10.4	65	-	12.0	11.9	9.8	8.1
June	14.8	65	-	18.2	15.1	13.2	14.7
July	16.0	75	-	-	16.1	16.8	16.4
August	14.5	95	-	15.2	14.2	15.7	16.8
September	9.8	95	-	12.1	10.2	10.4	11.3
October	5.5	95	5.1	4.9	7.2	4.7	8.0
November	-0.2	75	1.1	0.5	-	2.3	
December	-4.5	55	-0.8	0.2	-	0.1	

Table 8. Landvik, Aust-Agder county. Climatological normals for the period 1961-1990 for mean air temperature (°C) and amount of precipitation (mm); soil temperature (°C) 10 cm below ground for the period 1991-1995.

Month	Climatological normals		Soil temperature				
	Temp.	Precip.	1991	1992	1993	1994	1995
January	-1.6	113	0.2	0.6	0.5	0.7	0.1
February	-1.9	73	-0.7	-	0.3	0.4	0.0
March	1.0	85	1.0	3.4	2.1	0.7	1.1
April	5.1	58	6.2	5.4	5.7	5.9	5.4
May	10.4	82	12.0	12.0	12.3	10.8	9.5
June	14.7	71	14.0	17.9	15.7	14.2	15.2
July	16.2	92	19.1	17.4	15.7	18.1	17.3
August	15.4	113	17.8	15.4	14.4	16.8	17.9
September	11.8	136	13.4	12.9	11.0	12.1	13.0
October	7.9	162	7.8	6.6	6.8	7.4	9.9
November	3.2	143	3.7	2.6	3.0	3.9	
December	0.2	102	0.9	1.8	0.9	1.6	

Table 9. Særheim, Rogaland county. Climatological normals for the period 1961-1990 for mean air temperature (°C) and amount of precipitation (mm); soil temperature (°C) 10 cm below ground for the period 1991-1995.

Month	Climatological normals		Soil temperature				
	Temp.	Precip.	1991	1992	1993	1994	1995
January	0.5	105	1.9	3.3	2.2	0.8	2.2
February	0.4	75	-0.5	3.3	2.7	0.1	2.5
March	2.4	80	3.6	4.0	2.7	1.3	2.5
April	5.1	60	6.4	6.1	6.5	5.9	5.7
May	9.5	70	9.6	12.1	12.3	10.5	9.0
June	12.5	75	12.0	16.4	13.8	12.2	13.7
July	13.9	95	16.8	15.8	13.8	16.4	15.5
August	14.1	125	14.4	14.0	15.2	15.5	
September	11.5	160	12.2	12.4	10.8	12.1	12.7
October	8.6	160	8.2	6.6	7.3	7.7	10.1
November	4.4	150	4.7	3.9	2.8	6.3	
December	2.0	125	3.5	2.8	1.0	4.3	

Table 10. Surnadal, Møre og Romsdal county. Climatological normals for the period 1961-1990 for mean air temperature (°C) and amount of precipitation (mm); soil temperature (°C) 10 cm below ground for the period 1993-1995.

Month	Climatological normals		Soil temperature			
	Temp.	Precip.	1992	1993	1994	1995
January	-2.5	116		-0.8	-1.0	-0.6
February	-1.5	95		-0.3	-0.9	-0.6
March	1.0	99		-0.3	-0.7	-0.5
April	3.7	83		0.8	-0.5	-0.5
May	9.0	64		10.7	7.7	6.8
June	12.0	86		12.7	11.1	13.3
July	13.5	117		16.0	16.5	13.9
August	13.2	120		14.3	15.2	14.2
September	9.4	173		9.1	10.1	10.5
October	6.2	157	1.9	4.0	3.2	6.3
November	1.7	131	-1.4	-1.0	0.1	
December	-1.0	154	-1.4	-1.5	-0.5	

Table 11. Rissa, Sør-Trøndelag county. Climatological normals for the period 1961-1990 for mean air temperature (°C) and amount of precipitation (mm); soil temperature (°C) 10 cm below ground for the period 1992-1995.

Month	Climatological normals		Soil temperature			
	Temp.	Precip.	1992	1993	1994	1995
January	-4.5	162		-0.5	-0.5	-0.3
February	-3.5	132		0.5	-0.4	-0.3
March	-1.0	123		0.3	-0.4	-0.2
April	2.5	115		5.7	3.7	1.6
May	8.0	78		10.7	8.5	7.6
June	11.5	89		11.9	10.6	12.5
July	13.0	110		14.4	15.6	12.7
August	13.0	110		13.0	14.7	12.5
September	9.0	204		9.0	10.5	10.2
October	6.0	199	2.3	4.5	4.1	6.8
November	1.0	162	-0.5	0.0	1.8	
December	-2.5	201	-0.7	-0.7	0.6	

Table 12. Frosta, Nord-Trøndelag county. Climatological normals for the period 1961-1990 for mean air temperature (°C) and amount of precipitation (mm); soil temperature (°C) 10 cm below ground for the period 1991-1995.

Month	Climatological normals		Soil temperature				
	Temp.	Precip.	1991	1992	1993	1994	1995
January	-1.5	74	-0.3	1.6	-	0.0	-0.1
February	-1.5	64	-1.7	1.1	1.2	-0.2	0.1
March	1.0	58	0.3	2.4	1.0	-0.1	0.1
April	4.0	50	5.5	-	4.2	3.6	2.6
May	8.5	45	8.7	-	9.0	9.3	8.4
June	12.0	60	13.7	14.6	9.9	11.7	13.5
July	13.5	80	17.4	15.0	12.7	16.4	14.3
August	13.0	73	16.2	12.6	12.2	15.0	13.7
September	9.0	105	9.5	10.2	8.8	10.0	10.3
October	6.0	100	5.6	3.9	5.2	4.8	6.6
November	2.0	75	2.4	1.0	0.9	2.2	
December	0.0	86	1.4	0.8	0.0	1.0	

Table 5. Lier, Buskerud county. Climatological normals for the period 1961-1990 for mean air temperature (°C) and amount of precipitation (mm); soil temperature (°C) 10 cm below ground for the period 1991-1995.

Month	Climatological normals		Soil temperature				
	Temp.	Precip.	1991	1992	1993	1994	1995
January	-5.5	70		-1.3	-0.3	0.1	0.2
February	-5.0	52		-1.3	-0.4	0.5	0.1
March	-0.4	60		1.0	-0.3	0.5	0.1
April	4.8	50		4.8	3.9	3.6	2.5
May	11.0	70		13.1	11.2	8.9	7.7
June	15.7	70		19.2	12.8	11.9	13.2
July	17.1	85		17.8	14.3	16.4	15.0
August	15.7	105		15.1	13.4	15.4	15.6
September	11.3	108		11.7	9.6	11.2	11.9
October	6.6	115	4.8	5.6	5.8	6.0	9.1
November	0.6	95	1.2	1.4	2.3	3.4	2.6
December	-3.5	70	-0.6	0.6	0.5	0.8	0.3

Table 6. Ramnes, Vestfold county. Climatological normals for the period 1961-1990 for mean air temperature (°C) and amount of precipitation (mm); soil temperature (°C) 10 cm below ground for the period 1991-1995.

Month	Climatological normals		Soil temperature				
	Temp.	Precip.	1991	1992	1993	1994	1995
January	-4.5	85	0.0	0.0	0.8	0.0	0.4
February	-4.5	60	-0.2	-0.3	-0.2	0.0	0.4
March	-0.3	68	0.1	0.5	-0.2	-	0.1
April	4.0	55	5.2	4.0	3.1	-	2.2
May	10.2	75	10.4	11.7	12.3	10.6	8.7
June	14.5	67	13.4	17.8	15.2	14.1	15.2
July	15.5	87	17.7	-	16.3	18.5	17.3
August	14.4	106	16.5	15.0	14.6	16.7	17.8
September	10.3	116	11.9	11.7	10.2	11.8	12.8
October	6.2	132	7.0	6.0	6.1	6.4	9.6
November	1.0	122	2.5	1.7	1.9	3.5	
December	-3.0	87	0.5	0.7	0.4	0.8	

Table 13. Sortland, Nordland county. Climatological normals for the period 1961-1990 for mean air temperature (°C) and amount of precipitation (mm); soil temperature (°C) 10 cm below ground for the period 1992-1995.

Month	Climatological normals		Soil temperature			
	Temp.	Precip.	1992	1993	1994	1995
January	-2.0	130		-0.1	-0.3	0.2
February	-2.0	120		-0.1	-0.3	-0.1
March	-1.0	95		0.1	-0.2	-0.1
April	1.9	85	-0.1	0.2	-0.2	0.0
May	6.3	65	6.6	5.7	2.4	1.2
June	10.0	65	13.1	8.8	8.8	9.7
July	12.0	75	12.8	13.4	12.0	11.5
August	12.0	85	12.1	13.1	12.8	11.6
September	8.4	130	8.9	7.6	8.0	8.8
October	4.5	190	3.7	2.5	3.8	4.5
November	0.8	150	0.4	1.3	0.6	
December	-1.4	145	-0.1	-0.1	0.6	

Table 14. Climatological normals for the period 1961-1990 for mean air temperature (°C) and amount of precipitation (mm) in the Netherlands and Minnesota.

Month	De Bilt, the Netherlands		St. Paul MN, Minnesota	
	Temp.	Precip.	Temp.	Precip.
January	2.2	69	-11.2	24
February	2.5	49	-7.8	22
March	5.0	66	-0.6	49
April	8.0	53	8.0	62
May	12.3	61	14.7	86
June	15.2	70	20.1	103
July	16.8	76	23.1	90
August	16.7	71	21.4	92
September	14.0	67	15.8	69
October	10.5	75	9.3	56
November	5.9	81	0.7	39
December	3.2	83	-7.8	27

Table 15. Climatological normals for the period 1961-1990 for mean air temperature (°C) and amount of precipitation (mm) in Germany.

Month	Karlsruhe		Munchen-Flughafen		Nuernberg	
	Temp.	Precip.	Temp.	Precip.	Temp.	Precip.
January	1.2	57	-2.2	45	-0.8	45
February	2.5	54	-0.4	42	0.5	39
March	6.0	53	3.4	47	3.9	46
April	9.9	61	7.6	55	8.2	48
May	14.3	79	12.2	88	13.2	64
June	17.5	86	15.4	109	16.6	75
July	19.6	70	17.3	100	18.3	69
August	18.8	66	16.6	98	17.6	67
September	15.4	53	13.4	68	14.0	51
October	10.4	58	8.2	49	9.0	45
November	5.3	65	2.8	55	3.9	44
December	2.2	67	-0.9	49	0.6	52

Table 16. Climatological normals for the period 1961-1990 for mean air temperature (°C) and amount of precipitation (mm) in Switzerland.

Month	Geneve-Cointrin		Lugano		Zurich (town)	
	Temp.	Precip.	Temp.	Precip.	Temp.	Precip.
January	0.7	73	2.5	79	-0.6	69
February	2.0	74	3.7	74	0.7	70
March	5.0	74	7.0	110	4.1	70
April	8.8	61	11.0	157	8.0	89
May	12.8	72	14.7	201	12.2	105
June	16.5	84	18.4	175	15.5	125
July	19.1	65	21.1	138	17.6	118
August	18.1	78	20.2	173	16.7	135
September	14.9	80	16.9	160	13.9	94
October	9.9	73	11.9	146	9.1	69
November	5.0	88	6.8	126	4.0	82
December	1.8	82	3.6	65	0.6	75