



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

VOL.: 2, NR.: 37, 2016

Kartlegging av heksekost i eple i 2014

NIBIO RAPPORT | NIBIO REPORT



DAG-RAGNAR BLYSTAD OG MAY BENTE BRURBERG

[Divisjon Bioteknologi og Planteheelse]

TITTEL/TITLE

KARTLEGGING AV HEKSEKOST I EPLE I 2014 / SURVEY FOR APPLE PROLIFERATION IN 2014

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

DAG-RAGNAR BLYSTAD OG MAY BENTE BRURBERG

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
22.06.2016	2, 37, 2016	Åpen	8454	2016/1333
ISBN-NR./ISBN-NO:	ISBN DIGITAL VERSJON/ ISBN DIGITAL VERSION:	ISSN-NR./ISSN-NO:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
ISBN 978-82-17-01601-4	Versjon nr 13	ISSN 2464-1162	23	0

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Mattilsynet

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Helen Ihlebekk Hauger

STIKKORD/KEYWORDS:

Fytoplasma, heksekost, Apple proliferasjon, *Candidatus* Phytoplasma maliApple proliferasjon, *Candidatus* Phytoplasma mali

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Plantehelse, plantevern

Plant health, plant protection

SAMMENDRAG/SUMMARY:

The survey program for apple proliferasjon phytoplasma focused on the study of three cases / orchards in 2014. These orchards were sampled for testing with the aim of study of latent infections, potential spread from neighbour trees, and if branches or roots should be preferred for sampling orchards. We found no evidence for spread from one infected tree to the neighbour tree. There were some latent infections, on average of all tested symptomless trees, 20 % were infected. Testing of root samples revealed more infected trees than testing of samples from branches, but for samples taken in late September the difference was small, just 9 %.

Kartleggingsprogrammet for heksekost i eple ble i 2014 fokusert på å studere utvalgte frukthager i Telemark, Hordaland og Sogn og Fjordane. Disse frukthagene ble prøvetatt med den hensikt å studere forekomst av latent infeksjon, potensiell spredning til nabotrær fra infiserte trær, og om en prøvetype var bedre enn den andre av kvistprøver og rotprøver. Vi fant ikke grunnlag for å si at det er spredning fra infiserte nabotrær. Det var noen tilfeller av latent infeksjon. I gjennomsnitt for alle testede trær uten symptomer var 20% av de infiserte. Testing av trær ved hjelp av rotprøver avdekket noe flere infiserte trær enn bruk av kvistprøver. Men forskjellen var bare på 9 % på dette prøvetidspunktet (september).



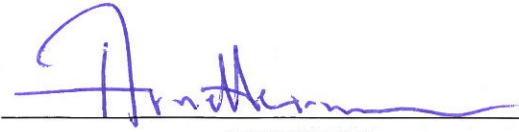
NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Akershus
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Ås
STED/LOKALITET: Høgskolevegen 7

GODKJENT /APPROVED

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



ARNE HERMANSEN



DAG-RAGNAR BLYSTAD/MAY BENTE BRURBERG





FORORD

Nye funn av heksekost høsten 2010 aktualiserte et nytt overvåkings- og kartleggingsprogram for heksekost i eple etter det som var i 1996-1998. Det ble derfor igangsatt et slikt OK-program i 2011, som ble videreført i 2012 og 2013. Resultatet fra 2013 viste at sykdommen er spredt til alle fruktdistrikt i Norge.

Denne rapporten beskriver resultatene fra OK-programmet som ble gjennomført i 2014.

I 2014 ble OK programmet vinklet noe annerledes enn de foregående årene i og med at det ble fokusert mer på detaljundersøkelser i noen få, utvalgte frukthager. Denne rapporten bringer derfor ikke noe nytt angående utbredelse av heksekost i Norge. For slike oversikter henvises det til forrige rapport «Kartlegging av heksekost i eple i 2013».

Prøveinnsamling i 2014 har blitt gjennomført som et samarbeide mellom Mattilsynets sitt personale, hovedsakelig ved Trine Hellan, Marit Larssen Sekse, og Arvid Berge, og NIBIO (tidligere Bioforsk) sitt personale. Fra NIBIO sin side var det Erling Fløistad, Bjørn Arild Hatteland og Dag-Ragnar Blystad som var med på feltarbeidet. Seniorrådgiver Helen Ihlebakk Hauger i Mattilsynet, Hovedkontoret, Seksjon planter og vegetabilsk mat, har vært hovedansvarlig for OK-programmet hos Mattilsynet.

Ved NIBIO Bioteknologi og plantehelse har forsker May Bente Brurberg vært hovedansvarlig for testingen av prøvene. Analysene ble utført av Monica Skogen, Hege Særvold Steen og Arnaud Lefrançois. Prøvene har blitt mottatt og registrert på Planteklinikken av Kari Ørstad og Erling Fløistad. Seniorforsker Dag-Ragnar Blystad har vært prosjektleder hos NIBIO.

INNHold

1	FORORD.....	5
2	KORT OM HEKSEKOST PÅ EPLE	7
3	MATERIALE OG METODER.....	9
3.1	Bakgrunn og formål med OK-programmet	9
3.2	Omfang.....	9
3.3	Prøvetakingsplan.....	10
3.3.1	Utvelgelse av trær som ble prøvetatt.....	10
3.3.2	Prøvene – uttak, innsending, mottak og lagring.....	10
4	RESULTATER 2015	11
4.1	Telemark.....	11
4.1.1	Felt med 'Discovery' hos Sverre Åsdalen.....	11
4.2	Hordaland.....	13
4.2.1	Felt med 'Discovery' hos Olav H. Opedal.....	13
4.3	Sogn og Fjordane.....	16
4.3.1	Felt med eple 'Summerred' hos Audun Slinde	16
4.3.2	Felt med eple 'Vista Bella' hos Audun Slinde.....	17
4.3.3	Felt med eple 'Discovery' hos Gerd Slinde (Jon Slinde).....	18
4.4	Oppsummering.....	18
4.5	Diskusjon og konklusjon.....	21
5	LITTERATUR	23

1 KORT OM HEKSEKOST PÅ EPLE

Heksekost i eple (apple proliferation phytoplasma, *Candidatus Phytoplasma mali*) forårsakes av fytoplasma, små veggløse bakterier, som lever i silvevet i planter. Fytoplasma er obligate parasitter, og har til nå ikke latt seg dyrke på kunstig næringsmedium. Det fins mange arter av fytoplasma som infiserer og gir skade i mange forskjellige plantearter. Ofte gir de færre blomster, avfarging av blomster og vekstforstyrrelser. Fytoplasma spres ofte med insektvektorer, spesielt sikader og sugere.

Heksekostfytoplasma forårsaker flere ulike symptomer i eple (Figur 1). Infiserte trær gir små frukter som ofte har dårlig fargeutvikling. Smaken blir også dårligere på grunn av redusert mengde sukker og syre, og i tillegg blir enkelte sorter beske i smaken. I norske frukthager har sorten 'Discovery' skilt seg ut med frukt som har tydelig redusert størrelse, dårlig farge og dårlig smak pga angrep av fytoplasma. Et typisk symptom er også dannelsen av nye sideskudd på årsskuddet. Knoppene som egentlig skulle vært i hvile til påfølgende vår bryter allerede på høsten og danner nye skudd med svært liten greinvinkel til hovedskuddet. Dette fører til heksekostdannelse. I 'Discovery' ser vi ikke alltid sideskudd-dannelse, men endeknoppen slutter ikke å vokse. Dette gir lysegrønne topper på skuddene på høsten når veksten normalt skal avsluttes. Det kan også forekomme unormal skuddannelse på stamme eller fra røtter. På infiserte greiner får oftest bladene unormalt store akselblad. Størrelsen på akselbladene kan variere mellom sorter slik at en må sammenligne med friske greiner av samme sort for å vurdere om treet er infisert. Utviklingen av symptomer på trærne varierer fra år til år.

Heksekostfytoplasma formerer seg og spres i silvevet på epletrær. Fytoplasma-cellene dør ut i overjordiske plantedeler i løpet av vinteren samtidig med at siste års silvev dør ut, men de overlever i røttene. Når våren kommer og nytt silvev dannes spres fytoplasma-cellene ut i det nydannede silvevet. En antar at den årlige spredningen ut i overjordiske plantedeler kan variere fra år til år etter klima og vekst i plantematerialet. Dette vil igjen ha betydning for mengden symptomer og skade.

Heksekost kan spres med infisert plantemateriale, vektorer og ved sammenvoksing av røtter. Dersom det brukes podekvist fra ikke-testede mortrær kan en dermed spre smitte.

Sugerne *Cacopsylla picta* og hagtornsuger (*Cacopsylla melanoneura*) er beskrevet som viktige vektorer for heksekost (Seemüller et al. 2011). Heksekostfytoplasma kan oppformere seg i kroppen på disse to vektorartene, som lever på eple fra tidlig vår til om lag midtsommer. Resten av året lever de på bartrær, som for eksempel gran. Studier fra Italia viser at hagtornsuger har høyest innhold av heksekostfytoplasma når de flyver inn til eple tidlig på våren, og sannsynligvis er denne tidlige innsmittingen på våren viktig for spredningen av heksekost (Tedeschi & Alma 2004).

Heksekost i eple er listet som en karanteneskadegjører i Norge, slik det er i mange andre land i Europa. Det har siden heksekost ble påvist i Norge (Blystad 1999) og fram til i dag, blitt dokumentert at heksekost er å finne i alle fruktdistrikter i Norge (Blystad et al. 2012, Blystad et al. 2013, Blystad et al. 2014). I risikovurderingen fra Sletten et al. (2012) anbefaler en likevel at heksekost i eple fortsatt skal regnes som en karanteneskadegjører, da en ser at denne skadegjøreren kan forårsake stor skade under norske forhold.



Frukthage med eple 'Discovery'. Lysegrønne topper på tre nr fire i rekken til venstre er et typisk symptom på heksekost-infeksjon.



To 'Discovery'-trær på hver side av et pollineringsstre ('Katja'). Begge 'Discovery'-trærne viser symptomer på heksekost. De har ikke blitt høstet på grunn av små frukt og dårlig smak.



I tillegg til lysegrønne topper fører heksekost-infeksjon til utvikling av store øreblad.



Unormal skuddannelse fra grunnstammen B9 som følge av heksekost-infeksjon. Sorten er 'Discovery'.

Foto: Dag-Ragnar Blystad

Figur 1. Symptomer forårsaket av heksekostfytoplasma.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Bakgrunn og formål med OK-programmet

Programmet ble startet opp i 2011 etter at det høsten 2010 ble avdekket utbrudd av heksekost på Vestlandet og hos et par fruktdyrkere i Telemark. Skadeomfanget hos fruktdyrkerne var mer omfattende enn det som tidligere hadde vært observert i Norge.

Programmet har i perioden 2011 - 2013 hatt som målsetting å skaffe oversikt og påvise eventuell smitte i nærområdet til frukttreplanteskoler. Ved å sikre at planteskolene og deres nærrområder er frie for heksekost kan en sikre forsyningen av friske epletrær til næringa. I 2014 ble det imidlertid funnet riktig å fokusere på en mer detaljert undersøkelse, i naturlig infiserte felt, for å belyse følgende hypoteser:

Hypotese 1:

Smitte spres fra tre til tre, dvs nabotrær er mer utsatt enn andre trær i feltet

Hypotese 2:

Testing av rotprøver er sikrere enn å teste kvistprøver

Hypotese 3:

Det er ikke latent smitte i feltene

2.2 Omfang

Totalt ble det planlagt å ta ut ca 100 prøver (ca 50 rotprøver og ca 50 kvistprøver) i Buskerud, Vestfold og Telemark, og ca 300 (ca 150 rotprøver og ca 150 kvistprøver) i Hordaland og Sogn og Fjordane fordelt mellom Hardanger og Sogn.

Det ble tatt ut rotprøver fra enkeltrær. I tillegg ble det tatt ut prøver av endeskudd av de samme trærne slik at vi kunne sammenligne påvisningsresultatene og se om det var forskjeller.

I 2014 ble det derfor prioritert å ta ut prøver fra følgende frukthager med tidligere påvist sykdom:

Telemark

1. *Sverre Åsdalen*

Nabotrær til infiserte trær (påvist i 2013 og ryddet) i frukthagen til Sverre Aasdalen ble prøvetatt. I tillegg ble det tatt ut prøver fra 25 tilfeldig utvalgte trær. Det ble registrert symptomer i hagen.

Hordaland

2. *Olav H. Opedal*

I denne frukthagen i Ullensvang ble det tatt ut prøver av trær med symptomer på heksekost og tilfeldige utvalgte trær. Det ble registrert symptomer i hele hagen.

Sogn og Fjordane

3. *A. Slinde og G. Slinde*

Det ble undersøkt nabotrær til infiserte trær (påvist 2013 og ryddet) i frukthagen til Audun Slinde og hos Gerd Slinde.

2.3 Prøvetakingsplan

Prøvene ble tatt ut i perioden 15. september til 15. oktober 2014 som et samarbeid mellom Mattilsynet og Bioforsk.

2.3.1 Utvelgelse av trær som ble prøvetatt

Trær med symptom eller trær uten symptom, men som hadde fått påvist smitte i analyser, var utgangspunkt for å kartlegge evt latenssmitte i nabotrær til disse. Mange av disse infiserte trærne var fjernet og destruert i 2013. Det ble tatt ut både rotprøver og kvistprøver av de to nærmeste trærne (en på hver side) som var infisert (eller fjernet). Det ble også tatt ut tilfeldige prøver i feltene.

2.3.2 Prøvene – uttak, innsending, mottak og lagring

En kvistprøve bestod av 3-5 endeskudd (20 cm lange) av greiner, fra samme tre. En rotprøve bestod optimalt sett av 3 blyanttykke rotbiter fra hvert tre.

Prøvene ble registrert i MATS hos Mattilsynet. Registreringskjemaet for heksekostprøver fulgte prøvene ved innsending til analyse hos NIBIO.

Prøvene ble registret i Wilab ved mottak på Planteklinikken. Prøvene ble deretter lagret kjølig (4°C) til de ble analysert.

Prøvene ble analysert med en følsom, robust og utprøvd PCR-metode (Nicolíć et al. 2010). Vår valgte metode har vært utprøvd i mange laboratorier i Europa gjennom Euphresco samarbeid.

3 RESULTATER 2015

Det henvises til rapporten for 2013 når det gjelder oversikter over funn av heksekost i viktige fruktdistrikter, planteskoler og kvistbanker.

Resultatene i denne rapporten tar for seg undersøkelsene som ble utført i 2014 for å belyse følgende hypoteser:

- *Hypotese 1: Smitte spres fra tre til tre, dvs nabotrær er mer utsatt for smitte enn andre trær i feltet*
- *Hypotese 2: Testing av rotprøver er sikrere enn å teste kvistprøver*
- *Hypotese 3: Det er ikke latent smitte i feltene*

For å belyse dette ble det valgt ut naturlig infiserte felt både i Telemark, Hordaland og Sogn og Fjordane. Disse feltene er viktige fordi de også inngår i utvalget av lokalitetene der det har blitt samlet inn sugere for testing av heksekostfytoplasma og eventuell artsbestemmelse av disse.

3.1 Telemark

3.1.1 Felt med 'Discovery' hos Sverre Åsdalen.

Denne fruktgården ligger sydvendt på Nes ved Nordsjø i Gvarv, og det undersøkte feltet består av sorten 'Discovery'.

Planteår: 2005

Planteavstand: 4,1 x 1,4

Hvor kommer podekvist fra: Sagaplant / Fjeld Hagebruk

Grunnstamme: B9

Hvor kommer grunnstammer fra: (vi har ikke informasjon om det)

Det ble testet i alt 81 prøver fra feltet:

- Av disse var 49 prøver fra nabotrær til trær med påvist infeksjon i 2013 (disse trærne ble fjernet i 2013) –av disse ble det kun påvist fytoplasma i 3 trær (1 i både rot og kvist, 1 i bare rot, 1 i bare kvist)
- 26 tilfeldige prøver, bare 1 av disse var infisert med fytoplasma
- 6 prøver fra trær der fruktdyrkeren hadde observert små frukt eller lite smak i frukten. Her testet vi bare kvistprøver. Det ble påvist fytoplasma i 4 av de 6 prøvene.

Tabell 3. Resultatene fra testing for heksekostfytoplasma i 'Discovery'-feltet i Telemark

Beskrivelse	Antall
Antall trær i feltet	1009
Antall trær fjernet, døde	29
Antall trær testet totalt	81
Antall trær med påvisning	8
- bare påvisning i rot *	1
- bare påvisning i topp	1
Antall testede nabotrær til tidligere påvisninger	49
- antall nabotrær med påvisning	3
Antall prøvertatte trær uten symptomer	63
- antall påvisninger i trær uten symptomer	2

- Dette tallet kan være for lavt i og med at det bare ble testet kvistprøver av de seks prøvene fra trærne der dyrkeren hadde observert symptomer. Det er sannsynlig at vi ville påvist smitte i alle seks dersom vi i tillegg hadde testet rotprøver.

Prøveuttaket i 2014 viser at det ikke var mange trær med latent infeksjon i feltet. Undersøkelsen viser at de fleste trærne som ser friske ut også i realiteten er fri for heksekostfytoplasma. Samtidig har vi funnet at selv om det ble gjort en undersøkelse i 2013, der i alt 29 trær ble klassifisert som infiserte og fjernet, ble det funnet i alt 8 bekreftede nye infeksjoner i 2014. Dette kan skyldes at disse trærne ikke ble sett og testet i 2013, eller at det er vanskelig å detektere fytoplasma da bakterien kan være ujevnt spredd i treet (såkalt falsk negativ prøve), eller ny innsmitting i løpet av 2014.

I to av trærne ble det bare påvist fytoplasma i én av de to prøvene fra treet. Dette kan skyldes en ufullstendig spredning i treet på grunn av at det har skjedd infeksjon relativt nylig og at fytoplasma-smitten ikke har rukket å spre seg ut i hele treet, eller fått tid til å bygge opp tilstrekkelig nivå til at det er påvisbart i alle plantedeler.

Det er lett å overse svake symptomer på infeksjon. De åtte trærne som ble funnet i 2014 kan derfor være infiserte trær som ble oversett i 2013. Men resultatene fra dette feltet kan også indikere en årlig nysmitting av et antall trær med en smittebærende vektor. Fra innsamlingen av sugere (Bjørn Arild Hatteland, upublisert) vet vi at det har vært funn av smittebærende hagtornsugere på denne lokaliteten både i 2014 og 2015.

3.2 Hordaland

3.2.1 Felt med 'Discovery' hos Olav H. Opedal

Frukthagen til Olav H. Opedal ligger i grenda Opedal i Ullensvang kommune, Hordaland.

Planteår: 2005

Planteavstand: Rekker 3,5 m og tre 0,8 m

Hvor kommer podekvist fra: -

Grunnstamme: B9

Hvor kommer grunnstammer fra: (vi har ikke informasjon om det)



Bilde tatt fra toppen av feltet, mai 2014



Bilde nedenfra og oppover, mai 2014



Tre med symptomatisk store akselblad

Foto: Dag-Ragnar Blystad

Figur 2. Bilder fra den kartlagte frukthagen på Opedal i Hardanger. Foto: Dag-Ragnar Blystad

Tabell 2. Resultatene fra testing for heksekost i 'Discovery-feltet på Opedal i Hordaland.

Beskrivelse	Antall
Antall trær i feltet fra starten av	799
Antall fjernet, døde	58
Antall prøver totalt	151
Antall prøver med påvisning	64
- bare påvisning i rot	11
- bare påvisning i topp	11
Antall testede nabotrær	13
- antall nabotrær med påvisning	5
Antall prøver fra trær uten symptomer	109
- antall påvisninger i trær uten symptomer	22

Oversiktskart over den undersøkte frukthagen på Opedal i Hardanger er vist i figur 3. Det ble testet totalt 151 trær og det ble funnet heksekostfytoplasma i 64 (42 %). For noen av trærne ble det påvist fytoplasma kun i rot eller topp, og det var ingen overvekt av funn i rotprøver. I alt 13 trær som ble testet var nabotrær av tidligere funn. Vi påviste heksekostfytoplasma i 5 (38 %) av disse.

Det var en relativ høy andel med latent smitte i dette feltet da hele 20 % av trærne uten symptomer ga utslag for heksekostfytoplasma ved testing.

I alt 58 trær har dødd eller har blitt fjernet siden feltet ble etablert. Heksekost kan ha vært medvirkende til dette, men det har også vært andre sykdomsproblemer i feltet som kan ha bidratt til dette.

Vi kan imidlertid si med sikkerhet at i 2014 var det 65 infiserte trær (64 testet, pluss 1 tre i tillegg med typiske symptomer), og i 2013 ble det fjernet 11 trær på grunn av heksekost. Det vil med andre ord si at feltet med sikkerhet har hatt 76 infiserte trær. Dette gjør at vi gjennom kartleggingsarbeidet i 2013 og 2014 har påvist 10 % smitte i dette feltet.

Tre	Rekke 1	Rekke 2	Rekke 3	Rekke 4	Rekke 5
1	Ingen	Hogd	Ingen	Ingen	Ingen
2	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
3	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
4	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
5	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
6	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
7	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
8	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
9	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
10	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
11	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
12	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
13	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
14	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
15	Hogd	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
16	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
17	Hogd	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
18	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
19	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
20	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
21	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
22	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
23	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
24	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
25	Hogd	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
26	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
27	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
28	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
29	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
30	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
31	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
32	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
33	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
34	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
35	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
36	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
37	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
38	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
39	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
40	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
41	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
42	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
43	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
44	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
45	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
46	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
47	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
48	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
49	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
50	Hogd	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
51	Hogd	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
52	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
53	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
54	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
55	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
56	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
57	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
58	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
59	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
60	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
61	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
62	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
63	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
64	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
65	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
66	Hogd	Hogd	Ingen	Ingen	Ingen
67	Hogd	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
68	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
69	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
70	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
71	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
72	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
73	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
74	Hogd	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
75	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
76	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
77	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
78	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
79	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
80	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
81	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
82	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
83	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
84	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
85	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
86	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
87	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
88	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
89	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
90	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
91	Hogd	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
92	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
93	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
94	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
95	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
96	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
97	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
98	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
99	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
100	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
101	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
102	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
103	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
104	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
105	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
106	Hogd	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
107	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
108	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
109	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
110	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
111	Hogd	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
112	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
113	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
114	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
115	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
116	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
117	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
118	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
119	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
120	Hogd	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
121	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
122	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
123	Hogd	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
124	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
125	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
126	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
127	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
128	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
129	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
130	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
131	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
132	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
133	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
134	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
135	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
136	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
137	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
138	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
139	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
140	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
141	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
142	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
143	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
144	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
145	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
146	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
147	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
148	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
149	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
150	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
151	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
152	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
153	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
154	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
155	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
156	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
157	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
158	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
159	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
160	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
161	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen

Dette oversiktskartet viser funn av symptomer på heksekost i 'Discovery' feltet til Olav H. Opedal.

	Ingen tydelege symptom på heksekost		
	Symptom på Heksekost 2014		
	Omtrenttleg plassering av tre med kost 2013. Trea er fjerna		
	Hogd / dautd		

Figuren er utarbeidet av Marit Larsen Sekse, 2015

Figur 3. Oversiktskart med symptomer på heksekost fra frukthagen på Opedal i Hardanger

3.3 Sogn og Fjordane

I Sogn har det vært store utbrudd av heksekost de siste 10 årene. Det var derfor naturlig å undersøke felt i dette området.

3.3.1 Felt med eple 'Summerred' hos Audun Slinde

Planteår: 1999

Planteavstand: 1,25 m x 4 m

Hvor kommer podekvist fra: egen hage

Grunnstamme: M9

Hvor kommer grunnstammer fra: kjøpt av Hermansverk fruktlager (Sognefrukt).

Tabell 3. Resultatene fra testing for heksekost i 'Summerred'-felt i Sogn.

Beskrivelse	Antall
Antall trær i feltet fra starten av	119
Antall fjernet, døde, nyplantet	18
Antall prøver totalt	45
Antall prøver med påvisning	5
- bare påvisning i rot	3
- bare påvisning i topp	0
Antall testede nabotrær	24
- antall nabotrær med påvisning	3
Antall prøver fra trær uten symptomer	30
- antall påvisninger i trær uten symptomer	2

I dette feltet med 'Summerred' ble det testet totalt 45 trær. Det ble imidlertid bare påvist smitte i 5 av disse. Det gir en infeksjonsprosent på 11.

I alt 3 av 24 nabotrær til tidligere infiserte trær var infisert. Det vil med andre ord si at omlag 13 % av trær med påvisning i 2014 var fra nabotrær til tidligere funn. Totalt 30 trær uten symptomer ble testet. I 2 av disse prøvetatte trærne (7 %) ble det påvist latent infeksjon.

3.3.2 Felt med eple 'Vista Bella' hos Audun Slinde

Planteår: 2001

Planteavstand: 1 m x 4 m

Hvor kommer podekvist fra: egen hage

Grunnstamme: M9

Hvor kommer grunnstammer fra: kjøpt av Hermansverk fruktlager (Sognefrukt)

Tabell 4. Resultatene fra testing for heksekost i 'Vista Bella'-felt i Sogn.

Beskrivelse	Antall trær
Antall trær i feltet	33
Antall fjernet, døde, nyplantet	8
Antall prøver totalt	25
Antall prøver med påvisning	7
- bare påvisning i rot	6
- bare påvisning i topp	1
Antall testede nabotrær	13
- antall nabotrær med påvisning	4
Antall prøver fra trær uten symptomer	15
- antall påvisninger i trær uten symptomer	3

I dette feltet ble det påvist heksekost i 7 trær av totalt 25 testede. Dette gir en infeksjonsprosent på 28. Forholdsvis mange av disse trærne gav kun påvisning i rot (6 av 7).

I alt 4 av 13 nabotrær til tidligere infiserte trær var infisert. Det vil med andre ord si at omlag 30 % av prøver med påvisning i 2014 var fra nabotrær til tidligere funn. Totalt 15 prøver var fra trær uten symptomer. I 3 av disse prøvetatte trærne (20 %) ble det påvist latent infeksjon.

Det er verdt å merke seg at frukthagen er større enn 36 trær, men den delen som ble prøvetatt, er på 36 trær, og den delen er valgt ut fordi det var mye smitte der over flere år. Det gjør at prosentandelen trær med smitte blir høyere enn den er i frukthagen som helhet.

3.3.3 Felt med eple 'Discovery' hos Gerd Slinde (Jon Slinde)

Alder på feltet: 14 år, plantet i 2001 og 2002

Planteavstand: 4 x 2,5 m

Hvor kommer podekvist fra: ukjent

Grunnstamme: M26

Hvor kommer grunnstammer fra: ukjent

Tabell 5. Resultatene fra testing for heksekost i 'Discovery'-felt i Sogn.

Beskrivelse	Antall trær
Antall trær i feltet	126
Antall fjernet, døde, nyplantet	51
Antall prøver totalt	38
Antall prøver med påvisning	11
- bare påvisning i rot	2
- bare påvisning i topp	1
Antall testede nabotrær	18
- antall nabotrær med påvisning	4
Antall prøver fra trær uten symptomer	22
- antall påvisninger i trær uten symptomer	1

I dette feltet var det 11 påvisninger i de totalt 38 prøvetatte trær (29 %).

Det var relativt få funn i nabotrær til tidligere infiserte trær. Kun 4 av 18 prøvetatte nabotrær til tidligere funn hadde infeksjon, det vil si 22 %. Det ble bare funnet latent infeksjon i 1 av 22 testede trær uten symptomer (5 %).

3.4 Oppsummering

De undersøkte feltene i denne kartleggingen viser varierende og til dels en stor infeksjonsprosent. Vi prøver å forklare deler av variasjonene infeksjonsprosent nedenfor og i diskusjonen til slutt.

Tabell 6. Infeksjonsprosent for heksekost i de kartlagte feltene i 2014.

Fylke	Sort	Antall trær i feltet	Antall testede prøver med påvisning	Infeksjonsprosent
Telemark	Discovery	1009	8	1
Hordaland	Discovery	799	64	8
Sogn & Fjordane	Summerred	119	5	4
Sogn & Fjordane	Vista Bella	33	7	21
Sogn & Fjordane	Discovery	126	11	9
	Sum	2086	95	5

Tabell 7. Akkumulert infeksjonsprosent for heksekost i de kartlagte feltene for årene 2013-14.

Fylke	Sort	Antall trær i feltet	Antall testede prøver med påvisning i 2013	Antall testede prøver med påvisning i 2014	Antall testede prøver med påvisning 2013-2014 (akkumulert)	Akkumulert infeksjon av heksekost for årene 2013-2014, prosent
Telemark	Discovery	1009	29	8	37	4
Hordaland	Discovery	799	11*	64	75	9
Sogn & Fjordane	Summerred	119	24	5	29	24**
Sogn & Fjordane	Vista Bella	33	8	7	15	45**
Sogn & Fjordane	Discovery	126	51	11	62	49**
	Sum	2086	123	95	218	10

*Ant tre med symptomer, det ble bare tatt 2 prøver til testing

** bare deler av frukthagene var prøvetatt

Tabell 8. Påvisning i kvister og røtter

Fylke	Sort	Antall trær i feltet	Antall påvisninger i 2014	Antall med påvisninger i både kvist og rot	Bare kvist	Bare rot
Telemark	Discovery	1009	8	6	1	1
Hordaland	Discovery	799	64	42	11	11
Sogn & Fjordane	Summerred	119	5	2	0	3
Sogn & Fjordane	Vista Bella	33	7	0	1	6
Sogn & Fjordane	Discovery	126	11	8	1	2
	Sum	2086	95	58	14	23

I de tilfellene der en finner smitte bare i rot- eller kvistprøver er påvisning i røttene mest vanlig. Hvis vi hadde testet bare røtter ville vi påvist smitte i 81 av 95 mulige (85 %). Dersom vi bare hadde testet kvister ville vi påvist smitte i 72 av 95 prøver, det vil si i 76% av prøvene. Det innebærer at vi vil få påvisning i 9 % flere trær om vi velger å teste rotprøver. Dette er selvfølgelig gitt at prøvene tas ut på samme tidspunkt (sensommer – tidlig høst) i sesongen. Internasjonale studier (Baric et al. 2011) og egne observasjoner tyder på at det er store variasjoner i fytoplasmanivå i overjordiske deler av treet. På sensommer og høst er det meget sannsynlig å finne fytoplasma i overjordiske deler.

Tabell 9. Påvisning i nabotrær av tidligere påvisninger

Fylke	Sort	Antall trær i feltene	Antall testede nabotrær i 2014	Antall påvisninger i <u>nabotrær</u>	Antall testede nabotrær uten påvisning	Nabotrær med smitte, prosent
Telemark	Discovery	1009	49	3	46	6
Hordaland	Discovery	799	13	5	8	38
Sogn & Fjordane	Summerred	119	24	3	21	13
Sogn & Fjordane	Vista Bella	33	13	4	9	31
Sogn & Fjordane	Discovery	126	18	4	14	22
	Sum	2086	117	19	98	16

Tallene for smitte i nabotrær viser stor variasjon fra 6 % smitte i et felt til 38 % smitte i prøvetatte nabotrær i et annet felt. Det er vanskelig å finne en god forklaring på dette. Men en kan tenke at avstand mellom trærne i plantingene kan spille inn. I gjennomsnitt for alle feltene var det påvist heksekost i 16 % av testede nabotrær. Dette er et noe høyere tall enn gjennomsnittlig smitte for alt felt i årene 2013-14 som er 10 %.

Tabell 10. Latent smitte

Fylke	Sort	Antall trær i feltene	Antall testede trær uten symptomer i 2014	Antall påvisninger i trær uten symptomer	Latent infeksjon, prosent
Telemark	Discovery	1009	63	2	3
Hordaland	Discovery	799	109	22	20
Sogn & Fjordane	Summerred	119	30	2	7
Sogn & Fjordane	Vista Bella	33	15	3	20
Sogn & Fjordane	Discovery	126	22	1	5
	Sum	2086	239	30	13

Vi har etter flere års erfaring med 'Discovery' fått inntrykk av at denne sorten lett viser symptomer på heksekostinfeksjon når trærne blir infisert. Tallene fra Sogn underbygger dette, da 'Discovery' er den sorten av disse tre med lavest prosent latent infeksjon. Derimot, viser tallene fra Hordaland høy frekvens av latent infeksjon. I gjennomsnitt har vi funnet 13 % latent smitte.

3.5 Diskusjon og konklusjon

Denne undersøkelsen ble utført i 2014 for å belyse følgende hypoteser:

- *Hypotese 1: Smitte spres fra tre til tre, dvs nabotrær er mer utsatt enn andre trær i feltet*
- *Hypotese 2: Testing av rotprøver er sikrere enn å bare teste kvistprøver*
- *Hypotese 3: Det er ikke latent smitte i feltene*

Vi kan konkludere med at:

- **Resultatene gir ikke grunnlag for å si at smitte spres fra tre til tre. I gjennomsnitt for alle feltene var det 10 % infeksjon med heksekost. I gjennomsnitt var 19 % av testede nabotrær infisert. Utfra at infeksjonsprosenten var svært varierende fra felt til felt regner vi med at disse tallene ikke representerer virkelige forskjeller.**

- Vårt tallmateriale tilsier at det er noe sikrere å teste rotprøver enn kvistprøver.** Utfra våre data ville vi kunne påvise 72 av 95 prøver, det vil si 76% av prøvene, dersom vi testet kun kvistprøver. Dersom vi bare testet rotprøver ville vi påvist smitte i 81 av 95 mulige (85 %). Sett i lys av at våre prøver ble tatt ut i september, da det er mest optimalt å ta ut kvistprøver, er rotprøver sannsynligvis enda mer gunstig i andre deler av året. Resultatene for kvistprøver var bedre enn ventet. I og med at uttak av kvistprøver er mindre tidkrevende og dermed gir et rimeligere testingsopplegg, er vår konklusjon at testing av kvistprøver vil være godt nok for å følge en infeksjonsutvikling i et felt, forutsatt at prøvene blir tatt på et optimalt tidspunkt, dvs i september til oktober. Skal en derimot teste mortrær som skal brukes i oppformering vil vi anbefale å bruke rotprøver for å være så sikker som mulig.
- Det ble påvist latent infeksjon i feltene. I gjennomsnitt for alle felt fant vi 13 % latent infeksjon.** Vi antok at 'Discovery' stort sett hadde lite latent infeksjon, men fant så mye som 20 % latent infeksjon i Discovery i Hordaland. Det laveste prosenttallet for latent infeksjon var i Discovery i Telemark med 3 %. Vi har ikke fått sett på spørsmålet om hvordan grunnstammene påvirker symptomdannelsen. Men en kan ikke utelukke at aktuelle grunnstammer (B9, M9, M26) kan føre til forskjellig symptomuttrykk. Det er imidlertid viktig å merke seg at måtene fruktdyrkerne beskjærer trærne på bidrar til at visuelle symptom blir fjernet. Dette gjør at det mer vanskelig å se etter symptomer i fruktfeltene. Det at det ble funnet høy prosent latent infeksjon i et felt kan derfor i stor grad skyldes skjæringspraksis.

Videre viser undersøkelsen følgende resultater:

- De undersøkte feltene i Leikanger (Sogn og Fjordane) hadde høye infeksjonsfrekvenser** sammenlignet med feltene i Hordaland og Telemark. Akkumulert smitteprosent for 2013-14 var for feltene i Nes i Telemark og Opedal i Hordaland henholdsvis 4 % og 9 %, mens de tre feltene i Sogn og Fjordane hadde henholdsvis 24 %, 45 % og 49 % smittede trær. Denne høye infeksjonsprosenten i Leikanger kan i alle fall delvis skyldes at det som ble prøvetatt og som her kalles felt, er deler av fruthager som har vært sterkt mer infisert av heksekost enn hagene som helhet. Vi vet heller ikke hva som var startsituasjonen i disse feltene, dvs om det var noe smitte i trærne allerede da de ble plantet. Det er derfor vanskelig å påstå utfra denne undersøkelsen at all smitte skyldes innsmitting ved hjelp av en vektor.

4 LITTERATUR

Baric S, Berger J, Cainelli C, Kerschbamer C, Letschka T, Via, J D. 2011. Seasonal colonisation of apple trees by '*Candidatus* Phytoplasma mali' revealed by a new quantitative TaqMan real-time PCR approach. *European Journal of Plant Pathology* 129:455–467.

Blystad D-R. 1999. Forekomst av heksekost på eple i Norge. *Planteforsk Rapport* 13 ss. 2 vedlegg.

Blystad D-R, Toppe B, Holst M A, Brurberg M B. 2012. Kartlegging for heksekost i eple i 2011. *Bioforsk Rapport* 7 (71) 2012. 17 ss.

Blystad D-R, Birkenes S, Brurberg M B. 2013, Kartlegging av heksekost i eple i 2012. *Bioforsk Rapport* 8 (91) 2013. 16 ss. 2 vedlegg.

Blystad D-R, Birkenes S, Brurberg M B. 2014, Kartlegging av heksekost i eple i 2013. *Bioforsk Rapport* 9 (52) 2014. 11 ss. 5 vedlegg.

Nicolić P, Mehle N, Gruden K, Ravnikar M, Dermastia M. 2010. A panel of real-time PCR assays for specific detection of three phytoplasmas from the apple proliferation group. *Molecular and Cellular Probes*. 24: 303-309.

Seemüller E, Carraro L, Jarausch W & Schneider B. 2011. Apple proliferation phytoplasma. I Hadidi A, Barba M, Candresse T & W Jelkmann (red), *Virus and virus-like diseases of pome and stone fruits*, s 67-73. APS Press.

Sletten A, Hofsvang T, Rafoss T & Sundheim L. 2012. Pest risk assessment for apple proliferation phytoplasma ("*Candidatus* Phytoplasma mali"). Vitenskapskomiteen for mattrygghet.

Tedeschi R & Alma A. 2004. Transmission of apple proliferation phytoplasma by *Cacopsylla melanoneura* (Homoptera: Psyllidae). *Journal of Economic Entomology* 97: 8-13.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.

