



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Smitte av plantesjukdommer i importert frø til hobbydyrking i Norge

Resultater fra STOPPest-prosjektet i 2023

NIBIO RAPPORT | VOL. 10 | NR. 150 | 2024



Guro Brodal, Dalphy Hartevelld, Zhibo Hamborg, Dag-Ragnar Blystad, Silje Kvist Simonsen, Venche Talgø & Martin Pettersson
Divisjon for Bioteknologi og Plantehele

TITTEL/TITLE

Smitte av plantesjukdommer i importert frø til hobbydyrking i Norge – Resultater fra STOPPest-prosjektet i 2023

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Guro Brodal, Dalphy Hartevelde, Zhibo Hamborg, Dag-Ragnar Blystad, Silje Kvist Simonsen, Venche Talgø & Martin Pettersson

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
20.12.2024	10/150/2024	Åpen	52094	19/01141
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-03630-2	2464-1162	56	1	

OPPDRAKSGIVER/EMPLOYER:

STOPPest

Finansiering/funding

Norges forskningsråd - program BIONÆR

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Frode Veggeland

STIKKORD/KEYWORDS:

Internasjonal handel, kontroll frøimport, plante-patogener, frøsmitte, hobbydyrking grønnsaker og blomster, potato spindle tuber viroid (PSTVd), plantesunnhetssertifikat

International trade, control seed import, plant pathogens, seedborne inoculum, hobby cultivation vegetables and flowers, potato spindle tuber viroid (PSTVd), plant health certificate

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Plantehelse, frøhelse

Plant health, seed health

SAMMENDRAG/SUMMARY:

STOPPest-prosjektet («Risk management of imported plants and seeds: possibilities for improved pest detection to prevent the introduction and spread of new pests» 2021-2025) har som mål å gå igjennom dagens norske plantehelsesystem og forvaltningsprosedyrer for vurdering av muligheter for å minimere biologisk risiko knyttet til import. En av arbeidspakkene i prosjektet fokuserte på de fysiske kontrollene som skal utføres av importører av importerte planter for å sikre at de er fri for medfølgende planteskadegjørere, sjekk av dokumentasjon (plantesunnhetssertifikat) som kreves for importert frø av enkelte grønnsakarter, samt laboratorieanalyser av frø til hobbydyrking for å undersøke for medfølgende planteskadegjørere. I 2021 var fokus i denne arbeidspakken først og fremst på planteskadegjørere innen slekta *Phytophthora*, som typisk følger med som blindpassasjerer i rotklumpen på importerte grøntanleggs- og hageplanter. I 2022 var det fokus dels på karanteneskadegjøreren *Phytophthora ramorum*, som ofte følger med importerte grøntanleggsplanter (først og fremst *Rhododendron*), og dels på skadegjørere på jordbærplanter som det ble åpnet opp for import av i 2016. I 2023 var det fokus på frøoverførte sjukdomsfremkallende organismer (patogener) på importert frø av en del grønnsaker og blomster til hobbymarkedet. Dette

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

inkluderte laboratorieanalyser for frøsmitte i stikkprøver av åtte utvalgte vekster (tomat, løkvekster, salat, gulrot, kål, selleri, solsikke og blomsterert) som er populære i hobbydyrking, kontroll av sunnhetssertifikater for frø av tomat og løkvekster, samt en vurdering av risiko for spredning av plantesjukdommer knyttet til import av denne typen frø.

Denne rapporten inneholder resultatene fra laboratorieanalysene og dokumentkontrollen, samt informasjon om en karanteneskadegjører (Potato spindle tuber viroid (PSTVd) og diverse kvalitetsskadegjørere som ble påvist på importert frø. Se mer utførlig sammendrag side 5.

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Viken
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Ås
STED/LOKALITET: Ås

GODKJENT /APPROVED



BIRGITTE HENRIKSEN, AVDELINGSLEDER

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



MARTIN PETTERSSON, FORSKER



Innhold

Sammendrag	5
English Summary	7
1. Innledning	9
1.1 Regulering av produksjon, import og omsetning av såvarer	9
Tekstboks I – Plantesunnhetssertifikat og plantepass	11
1.2 Frøoverførte plantesjukdommer	12
2. Frøanalyser	13
2.1 Frøprøver	13
2.2 Analysemetoder	15
2.2.1 Virus og viroid i tomatfrø	15
2.2.2 Sopper i grønnsak- og blomsterfrø	16
2.3 Resultater og diskusjon	17
2.3.1 Smitte av virus og viroid i tomatfrø	17
Tekstboks II – Frøoverførte virus og viroid på tomat	19
2.3.2 Smitte av sopper i grønnsak- og blomsterfrø	21
Tekstboks III – Fusarioser på grønnsaker, blomsterert og solsikke	27
Tekstboks IV – Patogene og saprofyttiske sopper på frø av grønnsaker, blomsterert og solsikke	29
3. Kontroll av sunnhetssertifikater	35
4. Oppsummering og konklusjoner	39
5. Litteratur	43
Vedlegg	45

Sammendrag

STOPPest-prosjektet («Risk management of imported plants and seeds: possibilities for improved pest detection to prevent the introduction and spread of new pests» 2021-2025) har som mål å gå igjennom dagens norske plantehelsesystem og forvaltningsprosedyrer for vurdering av muligheter for å minimere biologisk risiko knyttet til import. En av arbeidspakkene i prosjektet fokuserte på de fysiske kontrollene som skal utføres av importører av importerte planter for å sikre at de er frie for medfølgende planteskadegjørere, sjekk av dokumentasjon (sunnhetssertifikat) som kreves for importert frø av enkelte grønnsakararter, samt laboratorieanalyser av frø til hobbydyrking for å undersøke for medfølgende planteskadegjørere. I 2021 var fokus i denne arbeidspakken først og fremst på planteskadegjørere innen slekta *Phytophthora*, som typisk følger med som blindpassasjerer i rotklumpen på importerte grøntanleggs- og hageplanter. I 2022 var det fokus dels på karanteneskadegjøreren *Phytophthora ramorum*, som ofte følger med importerte grøntanleggsplanter (først og fremst *Rhododendron*), og dels på skadegjørere på jordbærplanter som det ble åpnet opp for import av i 2016.

I 2023 (denne rapporten) var det fokus på frøoverførte sjukdomsfremkallende organismer (patogener) i importert frø til hobbymarkedet av en del grønnsaker og blomster. Dette inkluderte laboratorieanalyser for frøsmitte i stikkprøver av åtte utvalgte vekster som er populære i hobbydyrking (tomat, løkvekster, salat, gulrot, kål, selleri, solsikke og blomsterert) for å undersøke om det kommer inn smitte av uønska planteskadegjørere ved slik frøimport, kontroll av plantesunnhetssertifikater for frø av tomat og løkvekster for å undersøke om slik import foregår i samsvar med gjeldende norsk regelverk, samt en vurdering av risiko for spredning av plantesjukdommer knyttet til import av denne typen frø. Frøsmitte er en effektiv måte å introdusere og spre smitte av planteskadegjørere på til nye arealer/regioner og over landegrensene, og er i tillegg til andre smittekilder, en viktig kilde til angrep som kan gi reduserte avlinger og betydelige skader. Dette er første undersøkelse av smitte av plantesjukdommer på frø til hobbydyrking gjennomført i Norge og inkluderte laboratorieanalyser for smitte av virus og viroid i tomatfrø og sopper på frø av de utvalgte vekstene.

Ved import av frø til Norge, både til kommersiell dyrking og hobbydyrking, er det i motsetning til import av planter, svært få spesifiserte krav i regelverket angående sjukdomssmitte. Frø til hobbymarkedet, som omsettes i porsjonspakninger, omfattes i hovedsak ikke av såvareforskriften. Det betyr at det ikke er noen spesielle krav til kvalitet, inkl. frøsmitte av sjukdommer. Importfrø av de fleste plantearter er unntatt fra de fleste kravene angående planteskadegjørere i plantehelseforskriften. Imidlertid er det ved import av frø av artene tomat, kepaløk/vanlig løk, purre og grasløk, også av frø til hobbymarkedet, krav om plantesunnhetssertifikat. Kravet om sunnhetssertifikat gjelder ikke for privatpersoner som kan importere inntil 50 porsjonspakninger til privat og ikke-kommersielt formål.

Denne undersøkelsen inkluderte stikkprøver av frø i porsjonspakninger fra en av de største importørene av grøntanleggsplanter og frø til hobbydyrking. Utvalget av plantearter var basert på høyt salg og/eller arter vi mente hadde høy risiko for frøoverførte sjukdommer. Prøver fra ti sorter (der det var mulig) av hver art (til sammen 80 prøver) ble inkludert. To delprøver à 100 frø fra hver av de 80 prøvene ble analysert for smitte av soppsjukdommer med standardiserte metoder for morfologisk identifisering hos Kimen Såvarelaboratoriet AS. Noen ukjente sopper ble forsøkt identifisert til art hos NIBIO ved hjelp av ITS-sekvensering. I tillegg ble tre delprøver à 100 frø av de ti tomatprøvene testet med molekylær metodikk for virus og viroid hos NIBIO.

Laboratorieanalysene for virus og viroid avdekket at én av de ti testa tomatprøvene (importert fra Kina via Nederland) hadde smitte av karanteneskadegjøreren potato spindle tuber viroid (PSTVd), selv om plantesunnhetssertifikatet erklærte at frøet var fritt for karanteneskadegjørere. Det tyder på at kravet om fravær av symptomer på produksjonsstedet ikke er godt nok for å sikre at frøet ikke er infisert. Det er rapportert at PSTVd ikke alltid har synlige symptomer. Dette viser at inspeksjonsmetodene i

opprinnelseslandet ikke var tilstrekkelige for å unngå smitte av denne sjukdommen på frø og at sunnhetssertifikatet ikke var til å stole på. I tillegg ble tomatmosaikkvirus (ToMV) påvist i to frøprøver av tomat. Selv om dette viruset ikke er en karanteneskadegjørere, forårsaker det betydelige skader på planter og er uønska i frø. Tomatbrunflekkvirus (ToBRFV) ble ikke påvist i frø i våre undersøkelser.

Laboratorieanalysene for sopp viste at smitte av flere viktige sykdommer kan være vanlig på ubeisa/ubehandla importert frø av diverse grønnsakarter, solsikke og blomsterert. Følgende patogener sopper ble det påvist (slekt/art i alfabetisk rekkefølge): *Alternaria dauci* og *A. radicina* i gulrot, *Ascochyta* i blomsterert, *Bipolaris* i salat, *Botrytis* i alle planteartene unntatt solsikke, *Drechslera* i tomat, *Fusarium* i løk (høy smitteprosent i to prøver), tomat, solsikke og salat, *Macrophomina phaseolina* i solsikke, *Phoma* i tomat, *Sclerotinia sclerotiorum* i solsikke, *Septoria apiicola* i selleri og *Stemphylium* i løkvekster, salat og selleri. I denne undersøkelsen ble sopper i hovedsak identifisert morfologisk til slekt. Innen de påviste slektene er det flere kjente patogener arter som kan forårsake viktige plantesykdommer. Vi kan ikke utelukke at det var smitte av slike i prøvene, men vi kunne ikke identifisere eventuelle slike arter med sikkerhet ved kun morfologisk metode. I noen tilfeller var det imidlertid mulig å bestemme sopper til art basert på morfologiske kjennetegn. Noen få sopper fra frø av solsikke ble identifisert til art med molekylær metodikk, som *Sclerotinia sclerotiorum* og *Macrophomina phaseolorum*. I tillegg til kjente patogener sopper ble det registrert en del svertesopper/muggsopper (bl.a. *Alternaria* og *Cladosporium*) som vanligvis ikke regnes som primære skadegjørere. Disse soppene kan opptre som svake (sekundære) patogener eller saprofytter (vokser på dødt plantemateriale), og er vanlig på frø. Muggsoppene *Penicillium* og *Aspergillus* ble påvist i frø av sju av de åtte planteartene (ikke selleri), hovedsakelig i moderate smitteprosenter. Soppene som ble påvist på frø er mer eller mindre vanlige i Norge, og forekomstene (både patogener og saprofytter) var i hovedsak i samsvar med forekomster påvist i frøanalyser av disse vekstene i andre land. Resultatene fra denne undersøkelsen er også i samsvar med resultater fra soppanalyser av importert ubeisa frø av løkvekster, kål, gulrot og selleri som ble gjennomført på 1980- og 1990-tallet av et relativt stort antall frøpartier til kommersiell dyrking.

I seks av frøprøvene av blomsterert ble det i laboratorieanalysene observert insektskader, hvorav bille ble funnet inni frø i tre av prøvene. I henhold til vedlegg D i såvareforskriften om grønnsakfrø skal såvare av belgplanter ikke være angrepet av eller inneholde levende insekter av en del billearter, men dette gjelder ikke import av frø til hobbymarkedet. Det ble funnet vekst av bakterier på frø av løk, solsikke og blomsterert, men det var ikke anledning til å identifisere disse i dette prosjektet.

Kontroll av plantesunnhetssertifikater for frøpartier av tomat og løkvekster viste at sertifikatene ikke alltid var tilfredsstillende. Sertifikatet for den ene forsendelsen av tomatfrø manglet erklæring om at forsendelsen tilfredsstilte kravene i plantehelseforskriftens vedlegg 4, punkt 33b. Til tross for tilfredsstillende sunnhetssertifikat ble det påvist smitte av PSTVd i én prøve av tomat.

Skadegjørerne påvist i denne undersøkelsen kan overleve (overvintre) i planterester i jord og på jordoverflaten. Derfra kan de spre seg med redskap, vektorer og for sopper, ved sporespredning gjennom luft. På den måten kan smitte av plantesykdommer som opprinnelig kom fra frø spre seg i nærmiljøet, og dermed føre til sykdomsutbrudd i kommersiell planteproduksjon i området. Av funn kan spesielt PSTVd få alvorlige konsekvenser hvis viroidet sprer seg til kommersiell produksjon. Videre har biller i belgvekster et stort angreps- og spredningspotensial og kan være en alvorlig trussel for dyrking av blant annet åkerbønne (*Vicia faba*) som er svært utsatt for angrep. Et viktig tiltak for å redusere faren for angrep er å unngå infiserte frø.

Resultater fra denne undersøkelsen viser at importerte grønnsak- og blomsterfrø til hobbymarkedet ikke er frie for patogener, og kan dermed utgjøre en fare for spredning til kommersiell produksjon og stedegen flora. Funn av en karanteneskadegjørere i tomat til tross for medfølgende sunnhetssertifikat viser at nåværende regelverk og håndheving ikke forhindrer at karanteneskadegjørere kan bli introdusert med frø.

English Summary

Inspection for seedborne diseases in imported seeds to Norway for the hobby market – results from the project STOPPest 2023

The STOPPest-project («Risk management of imported plants and seeds: possibilities for improved pest detection to prevent the introduction and spread of new pests» 2021-2025) aims to review the current plant health system in Norway to provide tools that may reduce the biological risks related to imported plants and seeds. One work package was focusing on the current routines of the physical control of imported plants, which should ensure that the plants are free of invasive disease-causing agents (pathogens), as well as document control (plant health certificates) required for imported seeds of certain vegetable species, and laboratory analyses of seeds for the hobby market to examine for seedborne plant diseases. In 2021, our investigations were primarily focused on plant pathogenic *Phytophthora* species, which are mainly introduced as stowaways in the root balls of imported landscaping and garden plants. In 2022, the focus was partly on the quarantine pathogen *Phytophthora ramorum*, which mainly arrives with imported *Rhododendron* to Norway, and partly on pathogens of strawberry plants of which imports were opened in 2016.

In 2023 (this report), the focus was on seedborne plant diseases (fungal plant pathogens and viruses) in imported seeds of selected species of vegetables and flowers for the hobby market. Seeds of eight crops popular in garden cultivation (tomato, onion/leek/chives, lettuce, carrot, cabbage, celery, sunflower and sweet pea) were analyzed to investigate if inoculum of unwanted plant diseases may be introduced by seed import, plant health certificates for imported seeds of tomato, onion, leek and chives were inspected to investigate if the import was in accordance with Norwegian regulations, and the risks linked to the import of this type of seeds were assessed. Seedborne inoculum is an efficient way to introduce and disseminate inoculum of plant pest and diseases to new areas/regions and over national borders, and are in addition to other inoculum sources, an important source of disease development resulting in reduced plant production and serious damages. This study is the first investigation of seedborne diseases in seeds for hobby gardening in Norway and included laboratory analyses for viruses and viroids in tomato seeds and fungal infection in seeds of the selected crops.

When importing seeds to Norway, both for commercial and hobby cultivation, there are, in contrast to the import of plants, only few requirements in the regulations concerning seedborne diseases of imported seeds. Seeds of most species are derogated from most requirements of the Norwegian plant health regulations. However, imported seeds of tomatoes, onions, leeks and chives, including for the hobby market, must be accompanied by a plant health certificate. This requirement, however, does not apply for private persons who are allowed to import seeds in up to 50 portion packs for private use of the mentioned species without a plant health certificate. For other vegetable and flower seeds sold both for commercial cultivation and for hobby gardening in portion packs for the hobby market (and mainly used in private gardens) plant health certificates are not required.

In this survey, random samples of seeds in portion packs were taken from one of Norway's largest import companies of garden/landscaping plants and seeds for the hobby market. Selection of samples was based on high sale and/or on considering of a certain risk of seedborne pathogens. For each crop, 10 samples (different cultivars when available) were included, all together 80 samples. Two sub-samples of 100 seeds from each of the 80 samples were analyzed for the presence of seedborne fungi using standardized methods for morphological identification at Kimen Seed Testing Laboratory. Identification at NIBIO by ITS sequencing was attempted for a few unknown fungi. In addition, three sub-samples of hundred seeds from each of the ten tomato samples were tested for seedborne viruses and a viroid using molecular methods at NIBIO.

The laboratory analyses for virus/viroid showed that one tomato sample (imported from China via The Netherlands) was infected by the regulated (quarantine) species potato spindle tuber viroid (PSTVd), although the plant health certificate declared that the seeds were free of regulated species. This indicates

that the requirement in the regulation of absence of symptoms of the viroid at the production site is not sufficient to secure that the seed is infection-free. It is reported that PSTVd does not always show symptoms. In this case, the plant health certificate was not to be trusted. In addition, tomato mosaic virus (ToMV) was detected in two seed samples of tomato. Although this virus is not a quarantine pest, it causes significant damage to plants and is undesirable in seeds. Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) was not detected in seeds in our survey.

The laboratory analyses for fungi showed that inoculum of important plant diseases can occur commonly on untreated seeds of vegetable crops, sunflower and sweet pea. The following pathogenic fungi were detected (genus/species in alphabetic order): *Alternaria dauci* and *A. radicina* in carrot, *Ascochyta* in sweet pea, *Bipolaris* in lettuce, *Botrytis* in all crops except sunflower, *Drechslera* in tomato, *Fusarium* in onion (high infection level in two samples), tomato, sunflower and lettuce, *Macrophomina phaseolina* in sunflower, *Phoma* in tomato, *Sclerotinia sclerotiorum* in sunflower, *Septoria apiicola* in celery and *Stemphylium* in onion/leek/chives, lettuce and celery. In this study most fungi were identified morphologically to genus. There are several known pathogenic species within the detected genera, and we cannot exclude that such species occurred in the analyzed samples. However, we were only in a few cases able to identify with certainty such species morphologically. A few fungal colonies from sunflower were identified by ITS sequencing, such as *Sclerotinia sclerotium* and *Macrophomina phaseolina*. In addition to known pathogenic fungi, several black head molds/sooty molds (including *Alternaria* and *Cladosporium*) were registered, and these are usually not considered primary pathogens. These fungi can act as weak, opportunistic pathogens (secondary) or saprophytes (growing on dead plant material) and are common on seeds. The mold fungi *Penicillium* and *Aspergillus* were found in seeds of seven of the eight plant species (not on celery seeds), mainly in moderate infection percentages. The fungi detected in the seeds in this survey are more or less common in Norway, and the occurrences (both pathogens and saprophytes) are consistent with findings from seed analyses of these crops in other countries. The results from this study are also consistent with results from fungal analyses of imported untreated seeds of onion species, cabbage, carrots, and celery conducted in the 1980s and 1990s on a relatively large number of seed batches for commercial cultivation.

In six of the sweet pea seed samples, insect damage was observed in the laboratory analyses, with beetles found inside the seeds in three of the samples. According to Annex D of the seed regulation for vegetable seeds, seeds of legumes should not be affected by or contain live insects of certain beetle species, but this does not apply to the import of seeds for the hobby market. Bacterial growth (without further identification) was found on seeds of onions, sunflowers, and sweet peas.

Control of plant health certificates for seed batches of tomatoes and onion species showed that the certificates were not always satisfactory. The certificate for one shipment of tomato seeds lacked a declaration that the shipment met the requirements of the plant health regulation's Annex 4, point 33b. Despite a satisfactory health certificate, infection of PSTVd was detected in one tomato sample.

The pathogens identified in this study can survive (overwinter) in plant residues in soil and on the soil surface. From there, they can spread with tools, vectors, and, for fungi, via airborne spores. In this way, pathogens that originally came from seeds can spread in the local environment, potentially leading to disease outbreaks in commercial plant production in the area. Among the findings, PSTVd in particular could have serious consequences if the viroid spreads to commercial production. Furthermore, beetles in legumes have significant potential for damage and spread and can pose a serious threat to the cultivation of, for example, field beans (*Vicia faba*), which are highly susceptible to infestation. An important measure to reduce the risk of infestation is to avoid infected seeds.

The results of this study show that imported vegetable and flower seeds for the hobby market are not free from pathogens and can therefore pose a risk of spreading to commercial production and native flora. The finding of a quarantine pest in tomatoes, despite the accompanying health certificate, shows that current regulations and enforcement do not prevent quarantine pests from being introduced with seeds.

1. Innledning

STOPPest-prosjektet «Risk management of imported plants and seeds: possibilities for improved pest detection to prevent the introduction and spread of new pests» (Prosjektperiode: 1. juni 2020 - 31. desember 2025) har som mål å utvikle forskningsbasert kunnskap om risiko for introduksjon og spredning av fremmede plantesjukdommer ved import av planter og frø, og hvordan man skal sikre en mer effektiv risikohåndtering med hensyn til plantehelse. Som en del av prosjektet ble det i 2023 gjennomført analyser for sjukdomssmitte forårsaket av sopper og virus i importert frø av noen utvalgte arter av grønnsaker og blomster til hobbydyrking, samt en kontroll av sunnhetssertifikater for de artene som har krav om dette. Denne rapporten inneholder først en kort omtale av regelverk for produksjon, import og omsetning av såvare, inkludert hva som kreves angående import av frø til hobbymarkedet, og en kort generell omtale av frøoverførte sjukdommer og skadelige effekter av frøsmitte. Deretter presenteres frøanalysene og dokumentkontrollen, samt en oppsummering med en enkel vurdering av risiko for at uønska skadegjørere følger med ved import av frø til hobbymarkedet. En kort og generell omtale av påviste, og enkelte andre viktige frøoverførte virus og sopper på de utvalgte artene som inngikk i undersøkelsen, omtales i Tekstboks II, III & IV.

Til tross for svært få krav i regelverket for frø/såvarer (se omtale av regelverk lenger ned) angående sjukdomssmitte, vil vi anta at produsenter som driver kommersiell grønnsakdyrking kjenner godt til betydningen av friskt frø og hvilke alvorlige konsekvenser infisert frø kan ha. Den internasjonale frøindustrien er svært opptatt av å tilby friskt frø av god kvalitet, inkludert stort fokus på sunnhet av grønnsakfrø til kommersiell dyrking (International Seed Federation <https://worldseed.org/our-work/seed-health/>). Dessuten er importert grønnsakfrø til kommersiell dyrking ofte behandla med fungicid (beisa), og dermed anses risikoen liten for å få inn smitte ved import av såvare.

Når det gjelder frø til hobbymarkedet er det liten eller ingen oppmerksomhet omkring risiko for spredning av planteskadegjørere, og denne type frø er i hovedsak ikke omfattet av noe regelverk, bortsett fra at det bl.a. ikke er lov å beise frø til hobbymarkedet. I STOPPest-prosjektet ble det derfor valgt å analysere sunnhetstilstand i noen stikkprøver av frø av en del arter som er populære i hobbydyrking for å få et inntrykk av risikoen for introduksjon av planteskadegjørere via frø.

1.1 Regulering av produksjon, import og omsetning av såvarer

Frø er utgangspunkt for dyrking av mange plantearter innen jord-, skog- og hagebruk (mat- og fôrproduksjon, skogstrær og prydvækster). Over 90 % av verdens matplanter dyrkes fra frø. En forutsetning for en vellykket planteproduksjon med gode avlinger av høy kvalitet er å starte med friskt frø med høy spireevne og god spirekraft. I tillegg må frøet være av riktig sort og ha god renhet (dvs. uten innblanding av ugrasfrø eller frø av andre plantearter).

Produksjon, import og omsetning av såvarer/frø til kommersiell dyrking (yrkesmessig bruk) er regulert i Forskrift om såvarer fra 1999 (såvareforskriften) (Lovdata 1999), i henhold til EØS-regelverk på såvareområdet. Forskriften inneholder diverse bestemmelser om dyrking, sertifisering, merking, omsetning og innførsel (import) av såvare, og krav til såvarens kvalitet, som spireevne og renhet. Til tross for at formålet med forskriften er å sikre produksjon og omsetning av såvare med best mulig helse og kvalitet, er krav angående innhold av frøsmitte spesifisert kun for noen få sjukdommer på enkelte plantearter. Imidlertid inneholder forskriften en generell anmerkning om at sjukdomssmitte og skadedyr som begrenser såvarens bruksverdi skal være redusert til et minimum. Såvareforskriften retter seg først og fremst mot virksomheter som produserer og omsetter frø til bruk i jordbruk og hagebruk (inkludert grøntanleggsbransjen). Forskriftens bestemmelser gjelder bare for plantearter som er av stor betydning for handel med frø beregnet til yrkesmessig bruk i EØS-landene. Virksomheter som importerer og omsetter såvarer (såvareforretning) må være registrert hos Mattilsynet (jf § 3a i

såvareforskriften) og de skal føre statistikk, sammenstille oversikter, gjøre prøveuttak og avgi de rapporter som Mattilsynet krever.

Frø til hobbymarkedet, som omsettes i porsjonspakninger, omfattes i hovedsak ikke av såvareforskriften. Det betyr at det ikke er noen spesielle krav til kvalitet, inkl. smitte av sjukdommer. De eneste bestemmelsene i såvareforskriften som gjelder frø til hobbymarkedet, er § 28 om forbud mot narkotisk frø, § 29 om frø av genmodifiserte planter og § 35 om at det er forbudt å omsette eller importere beisa såvarer i porsjonspakninger til hobbybruk.

Frø ble lenge ansett for å ha liten risiko angående spredning av plantesjukdommer, og nasjonal og internasjonal handel med frø har hatt lite fokus på fytosanitært regelverk. I Forskrift om planter og tiltak mot planteskadegjørere (plante helses forskriften, ikke en del av EØS) (Lovdata 2000), er det unntak for frø av de fleste plantearter angående planteskadegjørere ved innførsel av planter og formeringsmateriale. I henhold til plante helses forskriften (Vedlegg 5A), er det imidlertid krav om plantesunnhetssertifikat (Tekstboks I) ved import av frø, inkludert frø som skal omsettes til hobbydyrking, av artene tomat (*Solanum lycopersicum*), kepaløk/vanlig løk (*Allium cepa* var. *cepa*), purre (*A. porrum*) og grasløk (*A. schoenoprasum*). Årsaken er at disse planteartene anses å ha stor risiko for å føre med seg smitte av visse frøoverførte plantesjukdommer (se Tabell 7 i kap. 3). Kravet om plantesunnhetssertifikat gjelder ikke for privatpersoner som kan importere inntil 50 porsjonspakninger til privat og ikke-kommersielt formål.

Forskrift om fremmede organismer (Lovdata 2015) § 25 stiller krav om merking ved innførsel av blant annet frø (som ikke er underlagt krav om merking i såvareforskriften). Forsendelser av frø skal være merket med plantearstens vitenskapelige navn og eventuelle norske eller engelske navn, og antall eller annen angivelse av mengde frø (se eksempel i Figur i Tekstboks I).

Som nevnt over har det lenge vært lite fokus på sjukdomssmitte i frø, med kun få krav i regelverket. Relativt nylig har imidlertid ISTA (International Seed Testing Association) publisert 'Reference Pest List' <https://www.seedtest.org/en/services-header/tools/seed-health-committee/ista-reference-pest-list.html>; Denancé & Grimault 2022) for å synliggjøre betydning av frøsmitte og risiko for spredning av frøoverførte sjukdommer. Videre har FAO i samarbeid med International Plant Protection Convention publisert en veileder som hjelp for nasjonal plante helses forvaltning for å identifisere og vurdere risiko for spredning av planteskadegjørere ved internasjonal handel med frø, og prosedyrer for å etablere fytosanitære krav angående internasjonal frøhandel (FAO 2021).

Mattilsynet arbeider med revidering av plante helses regelverket. Dette inkluderer bl.a. forslag om regulering av enkelte ikke-karanteneskadegjørere (RNQPs) etter EPPO-retningslinjer (EPPO 2018; Picard mfl. 2017). Dette gjelder blant annet en del skadegjørere i frø av grønnsaker, samt i såvare av olje- og fibervekster (Mattilsynet 2014).

Tekstboks I – Plantesunnhetssertifikat og plantepass

Plantesunnhetssertifikat (engelsk: Phytosanitary Certificate) er et offisielt dokument som blir oppretta av plantehelsemyndighetene i eksportlandet ved eksport av planter og frø. Dokumentet bekrefter at myndighetene i eksportlandet går god for at plantematerialet oppfyller plantehelsekravene som mottakerlandet har angående forbud mot bestemte planteskadegjørere, såkalte karanteneskadegjørere (<https://snl.no/karanteneskadegi%C3%B8rer>), dvs. at sertifikatet skal garantere at planter, frø og plantemateriale i forsendelsen er fritt for de aktuelle skadegjørerne, i henhold til plantehelseforskriften i importlandet. Plantesunnhetssertifikatet inneholder opplysninger om sendingens innhold og mengde, hvem som er avsender og mottaker, og hva slags behandling plantematerialet eventuelt har gjennomgått for å sanere eventuell smitte (<https://www.mattilsynet.no/import/import-og-innforsel-av-planter-med-mer/kva-er-eit-plantesunnhetssertifikat>). Modell for sunnhetsertifikat i henhold til den internasjonale plantevernkonvensjonen (IPPC) framgår av plantehelseforskriftens vedlegg 5B. Det er nevnt at sertifikatet, som et valgfritt vilkår, kan oppgi at forsendelsen anses å være praktisk talt fri for andre skadegjørere. Ett plantehelsesertifikat kan gjelde for en forsendelse som består av flere frøpartier og flere sorter så sant hele sendingen innfrir regelverkene.

Det finnes to varianter av plantesunnhetssertifikatet:

1. Et plantesunnhetssertifikat utstedt i sendingens opprinnelsesland
2. Et reeksportsertifikat dersom avsenderlandet ikke er sendingens opprinnelsesland. Reeksportsertifikatet skal være fulgt av sunnhetsertifikatet fra opprinnelseslandet i original eller bekreftet kopi, samt eventuelle tidligere reeksportsertifikater

For porsjonspakninger som er produsert for omsetning i EU, er det stemplet et plantepass på frøposene (se eksempelbilde under). Plantepasset inngår i et regelverk (siden 2020) i EU for at produkter skal være sporbare gjennom handelsledd innen EU. Plantepasset kreves for å få flytte disse varene innenfor unionens territorium, og garanterer at plantene er fri for skadedyr og sykdommer i henhold til gjeldende planteheseregulering. Opplysninger på plantepass inneholder botanisk navn på plantart, ISO-koden til produsentens medlemsstat etterfulgt av det fytosanitære registrerings-nummeret til den profesjonelle operatøren, produktens sporbarhetskode og ISO kode av opprinnelsesland (se Figur under). Plantepasset må ikke forveksles med plantesunnhetssertifikatet, og Norge som ikke EU-medlem har ikke krav til stemplet plantepass på frøposene.



Importert tomatfrø til hobbymarkedet med stemplet plantepass på frøposen (blå pil). Foto: Martin Pettersson

1.2 Frøoverførte plantesjukdommer

Frø fører med seg diverse mikroorganismer både utenpå/i frøskallet og inni frøet, inkludert plantepatogener. Mange viktige plantepatogener som forårsaker plantesjukdommer er frøoverførte og de forårsakes i hovedsak av sopper, bakterier, virus, viroider og nematoder (Neergaard 1977). Disse kan overføres til og angripe planta når frøet spirer. Frøsmitte kan redusere frøkvaliteten ved å drepe frø, forårsake redusert spiring og spirekraft og skade frøplanter under oppspiring (rotbrann, rotråte, fotsjuka og visning) og dermed forårsake dårlig etablering av planter/plantebestand. Videre kan frøsmitte resultere i redusert plantevekst og produktivitet ved at smitten følger plantens vekst og forårsaker angrep på planter i løpet av hele vekstsesongen (bladflekker, bløte og tørre råter, visning etc.). Dette kan gi betydelige avlingstap og dårlig kvalitet, og eventuelt ubrukelig produkt.

Vanligvis er smitte av sykdommer ikke synlig på frø, selv om enkelte patogener kan gi misfarging av frø eller ha synlig soppvev (mycel) og/eller sporehus (f.eks. pyknider og perithecier) i og utenpå frøskallet. Enkelte soppjukdommer utvikler små, svarte hvileknoller (sklerotier) som kan følge med blant frø.

Frøsmitte er en viktig overlevelses-strategi for mange mikroorganismer, og infiserte frø er en effektiv spredningsmåte for plantesjukdommer, inkludert introduksjon til nye områder (Elmer 2001; Denancé & Grimault 2022; Akhtar & Kumar 2024). Omfattende og økende internasjonal/global handel med frø har bidratt til etablering av plantesjukdommer i nye geografiske regioner, land og verdensdeler (Neergaard 1977; Elmer 2001; Franić mfl. 2024), som f.eks. spredning av en rase av *Fusarium proliferatum* med aspargesfrø fra USA til Australia, global spredning av *F. oxysporum* f.sp. *basilici* med frø av basilikum, spredning av *Colletotrichum gloeosporioides* med frø av lupin, *Ascochyta*-epidemier i flere land forårsaket av infisert belgvekstfrø (Elmer 2001) og utbrudd på New Zealand av Potato spindle tuber viroid i tomat trolig forårsaket av infisert tomatfrø (O'Neill & Mumford 2006). Sjukdommen 'pitch cancer' på furu forårsaket av *Fusarium circinatum* er spredd med frø til flere verdensdeler (Zamora-Ballesteros mfl. 2019).

2. Frøanalyser

2.1 Frøprøver

I denne undersøkelsen ble stikkprøver av importert frø av en del arter av grønnsaker og blomster som omsettes i porsjonspakninger i Norge valgt ut for analyser av eventuell frøsmitte av plantesjukdommer. Planteartene ble valgt ut basert på høyt salg og/eller kjent risiko for smitte av frøoverførte sjukdommer. Prøvematerialet ble innhentet fra en av de største importørene av planter og frø til hobbymarkedet i Norge. Fordi det viste seg at det ikke var nok frø i en del av prøvene fra importør, ble det i tillegg supplert med kjøpt frø fra samme importør. Importen av frø kom i gang i februar 2023, og majoriteten av frøene ble tatt ut/kjøpt inn i mars.

Frø av seks arter av grønnsaker (tomat, løkvekster, gulrot, salat, kål, selleri) og to arter av blomster (solsikke og blomsterert) ble inkludert i undersøkelsen (Tabell 1). Ti prøver av hver planteart, fortrinnsvis fordelt på ulike partier og sorter der det var mulig, til sammen 80 prøver, ble levert til Kimen Såvarelaboratoriet AS (Glynitveien 30, 1400 Ski) for analyser for smitte av soppjukdommer (morfologisk identifisering). Noen få ukjente sopper isolert fra frø av solsikke og salat ble identifisert med molekylær metode hos NIBIO. I tillegg ble frø av de 10 tomatpartiene analysert hos NIBIO for smitte av virus og viroid (molekylær metodikk).

Tabell 1. Prøver analysert for smitte av frøoverførte sjukdommer og spireprosent oppgitt på frøposene

Prøve-nummer	Planteart	Vitenskapelig navn	Type/sort**	Opgitt spireprosent***
1.1*	Tomat	<i>Solanum lycopersicum</i>	Plommetomat San Marzano	91
1.2*			Biffomat Marmande	83
1.3*			Kirsebærtomat Cereza Amarilla	90
1.4*			Dvergkirsebærtomat Tiny Tim	82
1.5*			Kirsebærtomat Red Cherry	80
1.6*			Pæretomat Yellow pearshaped	83
1.7*			Plommetomat Roma VF	95
1.8			Tomat Maja	88
1.9			Tomat Moneymaker	92
1.10			Tomat St. Pierre	92
2.1*	Løkvekster	<i>Allium cepa</i>	Rødløk Noordhollandse bloedrode	91
2.2*			Salatløk Rossa lunga di firenze	84
2.3*		<i>Allium porrum</i>	Purre De carentan 2	88/96
2.4*		<i>Allium cepa</i>	Pipeløk White lisbon	96
2.5*			Løk Noordhollandse strogele	92
2.6			Kjempeløk Ailsa craig	92
2.7		<i>Allium tuberosum</i>	Hvitløksgressløk	90
2.8		<i>Allium porrum</i>	Purre Autumn giant 2	88
2.9		<i>Allium schoenoprasum</i>	Gressløk Prager	Ikke oppgitt
2.10			Gressløk Twiggy	95
3.1	Salat	<i>Lactuca sativa</i>	Bindsalat Brune d'Hiver	94
3.2			Salat Red salat bowl	80
3.3			Hodesalat All the year around	80
3.4			Plukksalat Amerikanske Roodrand	88
3.5			Isbergsalat Great lakes 118	98
3.6			Romanosalat Little gem	86

3.7			Eikebladsalat Green salat bowl	86
3.8			Hagesalat May queen	94
3.9			Bladsalat Witte dunsel	80
3.10			Salat Lollo rossa	88
4.1	Solsikke	<i>Helianthus annuus</i>	Solsikke Sunspot	98
4.2			Solsikke Giganteus	80/86/95
4.3			Solsikke Sungold	95
4.4			Solsikke Fantasy blandet	90/96
4.5			Solsikke Stella	75
4.6			Solsikke Tall sunflower giganteus	80/86/95
4.7			Solsikke Sungold (samme som 4.3)	95
4.8			Solsikke Fantasy blandet (samme som 4.4)	90/96
4.9			Solsikke Stella (samme som 4.5)	75
4.10			Solsikke Tall sunflower giganteus (samme som 4.6)	80/86/95
5.1	Gulrot	<i>Daucus carota</i>	Sommergulrot Rainbow F1	88
5.2			Gulrot Carrot Purple Elite F1	Ikke oppgitt
5.3			Gulrot Amsterdam 2	83
5.4			Sommergulrot Napoli f1	98
5.5			Vintergulrot Berlikumer 2	92
5.6			Gulrot Parijse markt 4	80
5.7			Vintergulrot Autumn king	80
5.8			Sommergulrot Nantes 2	88
5.9			Vintergulrot Autumn king (samme som 5.7)	80
5.10			Sommergulrot Nantes 2 (samme som 5.8)	88
6.1	kål	<i>Brassica oleracea</i>	Brokkoli Calabrese natalino	95
6.2			Kål Nero di toscana	93
6.3			Grønnskål Scarlet	84
6.4			Knutekål Delicacy white	98
6.5			Rosenkål Groninger	86
6.6			Lilla brokkoli Summer purple	80
6.7			Hvitkål Roem van enkhuisen 2	93
6.8			Grønnskål Westland autumn	86
6.9			Brokkoli Calabrese natalino (samme som 6.1)	95
6.10			Hvitkål Roem van enkhuisen 2 (samme som 6.7)	93
7.1	Selleri	<i>Apium graveolens</i>	Stilkselleri Golden self blancing 2	84
7.2			Selleri Cutting pikant	80
7.3			Stilkselleri Golden self blancing 2 (samme som 7.1)	84
7.4			Stilkselleri Golden self blancing 2 (samme som 7.1)	84
7.5			Stilkselleri Golden self blancing 2 (samme som 7.1)	84
7.6			Stilkselleri Golden self blancing 2 (samme som 7.1)	84
7.7			Selleri Cutting pikant (samme som 7.2)	80
7.8			Selleri Cutting pikant (samme som 7.2)	80
7.9			Selleri Cutting pikant (samme som 7.2)	80
7.10			Selleri Cutting pikant (samme som 7.2)	80
8.1	Blomsterert	<i>Lathyrus odoratus</i>	Blomsterert Royal family white	86
8.2			Blomsterert Royal family mix	85
8.3			Blomsterert Bijou mixed	90

8.4	Blomsterert Old spice mixed	84
8.5	Blomsterert Cuthbertson frank	75
8.6	Blomsterert Royal family blue	75
8.7	Blomsterert Pink cupid	76
8.8	Blomsterert Royal family red	81
8.9	Blomsterert Old spice mix (samme som 8.4)	84
8.10	Blomsterert Royal family mix (samme som 8.2)	85

* prøve m/medfølgende plantesunnhetssertifikat

** der det ikke var 10 ulike sorter tilgjengelig var det flere prøver av samme sort. Samme sort betyr ikke alltid at samme porsjonspose ble brukt, det var avhengig av mengde frø per pose.

*** spireprosent: oppgitt på frøposene, dvs spiring ble ikke analysert i denne studien, flere tall betyr at det ble brukt frø fra porsjonspakninger fra ulike frøpartier i samme prøve (for å få nok frø til analyser av soppsmitte)

2.2 Analysemetoder

2.2.1 Virus og viroid i tomatfrø

Ti tomatprøver, hver bestående av 3 delprøver à 100 frø i hver, ble testet for frøoverførte virus og viroid hos NIBIO ved bruk av molekylære metoder. I første steg ble tobamovirus, potyvirus og pospiviroid analysert ved hjelp av RT-PCR med slekts-spesifikke primere, og tomatbrunflekkvirus (ToBRFV) og pepinomosaikkvirus (PepMV) analysert med virus-spesifikke primere (Tabell 2). Som steg to ble positive prøver (slekts-nivå) fra første steg videre analysert med Sanger sekvensering til artsnivå.

RNA Isolering

Delprøvene ble knust til pulver med flytende nitrogen. Totalt RNA ble deretter ekstrahert ved hjelp av Norgen Plant/Fungi RNA-kit (Norgen Biotek, Thorold, ON, Canada). Ekstraksjonen ble utført i henhold til produsentens instruksjoner. Mengden av RNA ble vurdert ved hjelp av en NanoDrop 1000b spektrofotometer (NanoDrop Technologies, Wilmington, DE, USA), og det ekstraherte RNA ble lagret ved -80°C før bruk.

Virusdiagnostikk med RT-PCR og sanger-sekvensering

I det førest steget ble cDNA laget ved hjelp av Superscript IV Reverse Transcriptase-kit (Invitrogen, Carlsbad, CA, USA) i samsvar med produsentens retningslinjer. Som en intern kontroll for amplifikasjon ble RT-PCR benyttet for å amplifisere mitokondrielt NADH dehydrogenase nad5 mRNA (Menzel et al., 2002).

For det andre steget med påfølgende virusdeteksjon ned til art ble kun positive prøver i steg en inkludert. Reaksjonen ble utført i et 25 µL reaksjonsvolum med Taq DNA-polymerase (InvitrogenTM, ThermoFisher Scientific, USA) i samsvar med produsentens anbefalinger, med tilsetning av 2 µL cDNA og slekts-spesifikke eller virus-spesifikke primere (Tabell 2). cDNA-templat uten mal ble brukt som negative kontroller, mens cDNA-templat som tidligere var bekreftet å være infisert med de respektive virusene, ble brukt som positive kontroller.

PCR-programmene som ble brukt for å detektere alle virusene, var som følger: et innledende pre-denatureringssteg ved 95°C i 2 minutter, etterfulgt av 35 sykluser med denaturering ved 95°C i 30 sekunder, annealing ved 45 til 62°C i 30 sekunder, og forlengelse ved 72°C i 45 sekunder. Et endelig forlengelsessteg ble utført ved 72°C i 7 minutter. Hvert resulterende PCR-produkt (10 µL) ble analysert ved elektroforese i en 1,2% agarose gel. I tilfeller der gelen viste positive eller usikre resultater, ble de tilsvarende produktene analysert med Sanger-sekvensering fra begge retninger (utført av Eurofins Genomics, Norge) ved hjelp av spesifikke primere (Tabell 2).

Tabell 2 Primere for tomatvirus som ble brukt i denne studien.

Virusnavn	Primer	Referanse
Intern kontroll	NAD F / NAD R	(Menzel mfl. 2002)
Tobamovirus	Tobamo-s1/as1	(Menzel mfl. 2019)
Potyvirus	Nib3R/Nib2F	(Sokhandan-Bashir mfl. 2013)
Pospiviroid	Pospi new_F/R	(Bostan mfl. 2004)
Tomatbrunflekkvirus (ToBRFV)	ToBRFV_F/R	(Alkowni mfl. 2019)
Pepinomosaikkvirus (PepMV)	PepMV_F1/R1	(EPPO 2013)

2.2.2 Sopper i grønnsak- og blomsterfrø

Morfologisk identifisering

Analysen for soppssmitte på grønnsak- og blomsterfrø ble gjennomført hos Kimen Såvarelaboratoriet med standardiserte metoder for morfologisk identifisering i henhold til deres kvalitetssystem som delvis er basert på internasjonalt godkjente (akkrediterte) metoder (ISTA 2024). Soppssmitte på eller i frøskall av tomat, løkvekster (løk, purre, grasløk), salat, gulrot, kål og selleri ble undersøkt med 'fryse/filterpapir'-metoden. Fra hver prøve ble 2 delprøver à 100 frø plassert på fuktig filterpapir med minst 1 cm mellom frøene i firkanta gjennomsiktige plastskåler med lokk. Prøvene ble inkubert først ett døgn ved romtemperatur (for å trekke vann og svulle), deretter plassert ett døgn i dypfryser ved -20°C (for å drepe spireevnen/unngå påfølgende forstyrrende vekst av spirer) og så inkubert i fem døgn ved 20± 2°C med veksling mellom 12 timer NUV-lys og 12 timer mørke.

Etter inkubering ble hvert enkelt frø undersøkt for forekomst av soppssmitte ved hjelp av stereolupe med forstørrelse opp til 50X. Sopper ble identifisert ut fra spesifikke kjennetegn ved vekst av mycel, sporer og tilstedeværelse av pyknider eller perithecier. I noen tilfeller ble mikroskop-preparater laget for identifisering ved høyere forstørrelse. Noen sopper ble identifisert til art, men med denne metoden er det oftest kun mulig å identifisere til soppsekt. Prøver med lite/usikker soppvekst ble satt til videre inkubering én eller to dager (opptil tre dager for kål). Antall frø med vekst av de ulike soppene ble notert. Hver sopp ble registrert separat og smittegrad ble oppgitt som prosent av antall analyserte frø for hver prøve, dvs. som gjennomsnitt for 2 x 100 frø. Frøprøvene av selleri (2 x 100 frø) ble i tillegg analysert for smitte av *Septoria apiicola* (forårsaker selleribladflekk) ved to timer bløtlegging på papir i vann i petriskål. Bløtlegging gjør at frø og pyknider av *S. apiicola* sveller opp og blir mer synlige på overflaten hos infiserte frø. Mikroskopering av oppsvella pyknider viser mulig tilstedeværelse av *S. apiicola*-sporer. Hvert enkelt frø ble undersøkt for forekomst av pyknider med sporer og smittegrad ble oppgitt som prosent av antall analyserte frø, dvs. som gjennomsnitt for 2 x 100 frø av hver prøve.

Frø av solsikke og blomsterert ble analysert ved utlegging av frø på et vekstmedium ('agar-metode'). Etter overflatedesinfisering ved 10 min i 1% natriumhypokloritt-løsning (NaOCl), skylning i rensa vann og tørking ble 2 x 100 frø av hver prøve lagt på PDA (potet dextrose agar, Difco) i petriskåler, 5 frø pr skål. Skålene ble inkubert i 7 døgn ved 20± 2°C med veksling mellom 12 timer NUV-lys og 12 timer mørke. Etter inkubering ble hvert enkelt frø undersøkt for forekomst av soppssmitte på samme måte som beskrevet over for 'fryse/filterpapir'-metoden.

Molekylær identifisering av enkelte sopper

Noen ukjente sopper fra frø av solsikke og salat ble overført til PDA som rene isolater for identifisering med molekylær metode (hos NIBIO). DNA ble ekstrahert fra om lag 40 mg soppmycel med DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen, Venlo, the Netherlands), i henhold til produsentens instruksjoner. Det genetiske området ITS4-5 ble amplifisert med generelle primerne ITS4 (5'- TCCTCCGCTTATTGATATGC- 3') og ITS5 (5'- GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG-3') (White mfl. 1990) og Platinum Taq DNA Polymerase (Invitrogen, Thermo Fisher Scientific) i en PCR-reaksjon med et totalvolum på 25 µl, hvorav 3 µl var uførtynnet DNA-ekstrakt. Det ble inkludert et rendyrket soppisolat som positiv kontroll, og sterilt

avionisert vann som negativ kontroll. Følgende PCR-program ble brukt: denaturering ved 94°C i 5 min, etterfulgt av 35 sykluser med amplifikasjon, bestående av denaturering ved 94°C i 30 s, annealing ved 55°C i 30 s og forlengelse ved 72°C i 1 min. Etter 35 sykluser ble det gjennomført en siste forlengelse ved 72°C i 7 min. Etter PCR ble produktet sjekket ved gelelektroforese (1.2 % agarosegel, 90 V i 40 min). PCR-produktene ble sekvensert med Sanger-sekvensering (utført av Eurofins Genomics, Norge), og DNA-sekvenser ble bearbeidet med CLC Main Workbench (Versjon 22.0.2). Sekvensene ble knyttet til slekt/art ved bruk av BLAST verktøyet på National Center for Biotechnology Information (NCBI).

2.3 Resultater og diskusjon

2.3.1 Smitte av virus og viroid i tomatfrø

Resultater fra virusdiagnostikk med RT-PCR av virus-slekter framgår av Tabell 3. To delprøver av plommetomat 'Roma VF' (1.7.4 og 1.7.5), og en delprøve av tomat 'St. Pierre' (1.10.6) testet positivt for tobamovirus og to delprøver av tomat 'Moneymaker' (1.9.4 og 1.9.5) testet positivt for pospiviroider. Ingen av prøvene var positive for potyvirus, ToBRFV eller PepMV.

Resultater fra virusdiagnostikk ned til artsnivå ved sanger-sekvensering framgår av Tabell 4. Alle de fem delprøvene som var positive ved RT-PCR ble bekreftet gjennom sanger-sekvensering. Delprøvene som testet positivt for tobamovirus (1.7.4, 1.7.5 og 1.10.6), ble bekreftet som tomatmosaikkvirus (tomato mosaic virus på engelsk, ToMV) med en identitet på 97.4% og 99.7% sammenlignet med accession nr. ON156781, og 99,4% sammenlignet med nr. ON987477 i NCBI genbank. Prøvene som testet positivt for pospiviroid ved RT-PCR ble bekreftet som **potato spindle tuber viroid (PSTVd)** med en identitet på 95% og 99% sammenlignet med henholdsvis accession nr. KY936885 og nr. ON058254 i NCBI genbank (Tabell 4). Det er viktig å merke seg at PSTVd er klassifisert som en karanteneskadegjører i Norge ifølge plantehelseforskriften (Lovdata 2000)].

Tabell 3: Frøprøver av tomat testa for virus- og viroidslekt med RT-PCR-metode (første steg i virusanalyse). Neg = negativ, Pos=positiv.

Prøve*	Tobamovirus	Potyvirus	Pospiviroid	ToBRFV**	PepMV***
1.1.4	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.1.5	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.1.6	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.2.4	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.2.5	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.2.6	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.3.4	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.3.5	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.3.6	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.4.4	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.4.5	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.4.6	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.5.4	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.5.5	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.5.6	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.6.4	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.6.5	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.6.6	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.7.4	Pos	Neg	Neg	Neg	Neg
1.7.5	Pos	Neg	Neg	Neg	Neg
1.7.6	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.8.4	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.8.5	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.8.6	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.9.4	Neg	Neg	Pos	Neg	Neg
1.9.5	Neg	Neg	Pos	Neg	Neg
1.9.6	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.10.4	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.10.5	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
1.10.6	Pos	Neg	Neg	Neg	Neg

* Tomatprøvene 1.1.4, 1.1.5 og 1.1.6 refererer til de tre delprøvene fra prøvenummer 1.1 [delprøvene 1.1.1 &, 1.1.2 ble analysert for sopp (delprøve 1.1.3 var i reserve)].

**ToBRFV =Tomatbrunflekkvirus

***PepMV =pepino mosaic virus

Tabell 4. Resultater fra Sanger sekvensering av ekstrahert RNA fra frøprøver av tomat som testa positivt for tobamovirus og pospiviroid (andre steg i virusanalyse).

Prøve	Virus	«Pairwise Identity»	«Accession» (NCBI Genbank)
1.7.4	Tomato mosaic virus (ToMV)	99.4 %	ON987477
1.7.5	Tomato mosaic virus (ToMV)	99.7%	ON156781
1.9.4	Potato spindle tuber viroid (PSTVd)	95%	KY936885
1.9.5	Potato spindle tuber viroid (PSTVd)	99%	ON058254
1.10.6	Tomato mosaic virus (ToMV)	97.4%	ON156781

Tekstboks II – Frøoverførte virus og viroid på tomat

Produksjon av tomat (*Solanum lycopersicum* L.) er truet av virussjukdommer over hele verden. Mange virale patogener tilhørende ulike slekter kan forårsake infeksjon i tomatplanter (Ong mfl. 2020). Spesielt kan tobamovirus, potexvirus, potyvirus, begomovirus, tombusvirus, pospiviroid, osv., føre til infeksjon. Blant disse har det blitt dokumentert at tobamovirus, potexvirus, potyvirus og pospiviroid kan overføres via frø i tomat (Blystad mfl. 2015, Constable mfl. 2019, Dall mfl. 2023, Wilson mfl. 2012).

Tobamovirus

Tobamovirus er virus som kan forårsake store bekymringer for tomat- og agurkdyrkere, da de reduserer plantenes vitalitet, fører til avlingstap, og gjør fruktene markedsudyktige på grunn av virussyptomene. De viktigste virusene i denne slekten er tobakkmosaikkvirus (TMV) og tomatmosaikkvirus (ToMV), som forårsaker alvorlige avlingstap i tomatproduksjon (Li mfl. 2015). Imidlertid har det de siste årene dukket opp et nytt tobamovirus, tomatbrunflekkvirus (ToBRFV), som først ble observert i 2014 på tomater i Israel (Luria mfl. 2017), og utbrudd har nylig blitt rapportert i Kina, Mexico, USA og flere europeiske land, inkludert Italia, Hellas, Storbritannia, Spania og Nederland. I følge EPPO draft Pest Risk Analyses (PRA) kan angrep av viruset gi store økonomiske tap i tomatproduksjonen, og EPPO rangerer spredning gjennom frø og planter til videre dyrking som en høy risiko. I september 2020 ble viruset ført opp på EPPO sin A2 liste (skadegjørere som forekommer i regionen og som EPPO anbefaler risikoutsatte land å regulere som karanteneskadegjørere/QP). EU har foreløpig ikke regulert viruset som QP (quarantine pest) eller RNQP (regulated non-quarantine pests), men har fastsatt en forordning før en eventuell videre regulering. Dette regelverket inkluderer krav om at medlemslandene skal gjennomføre undersøkelser for å kartlegge eventuell forekomst av viruset i frøproduksjon og planter til videre dyrking. ToBRFV er ennå ikke regulert i norsk plantehelseregelverk, men det har vært håndtert og kontrollert som karantenesjukdom i Norge til nå.

Pepinomosaiikkvirus (PepMV)

Pepinomosaiikkvirus (PepMV) tilhører slekten potexvirus i familien Flexiviridae. PepMV ble først beskrevet fra pepino (pæremelon) i Peru. I løpet av de siste to tiårene har PepMV vært en betydelig bekymring for tomatdyrkere over hele verden, spesielt i Europa og Nord-Amerika, ifølge den globale EPPO-databasen [[Pepino mosaic virus \(PEPMV\) EPPO Global Database](#)]. Første tilfelle av infeksjon i tomater ble registrert i Nederland og England i 1999. Siden den gang har PepMV blitt påvist i mange land. I Norden har det vært enkelte tilfeller både i Danmark, Sverige og Finland (Blystad mfl. 2015). I Norge ble PepMV først funnet i et tomatgartneri i 2001 og siden da har det vært flere tilfeller i ulike gartnerier. I tomatfrukter som importeres til dagligvarehandelen, har det imidlertid i hele perioden vært lett å finne infiserte frukter. Tomatgartnerne har vært klar over dette og tatt sine forholdsregler for å hindre at smitte fra disse fruktene skulle komme over i veksthusplantene [[Pepino-mosaikkvirus \(plantevernleksikonet.no\)](#)].

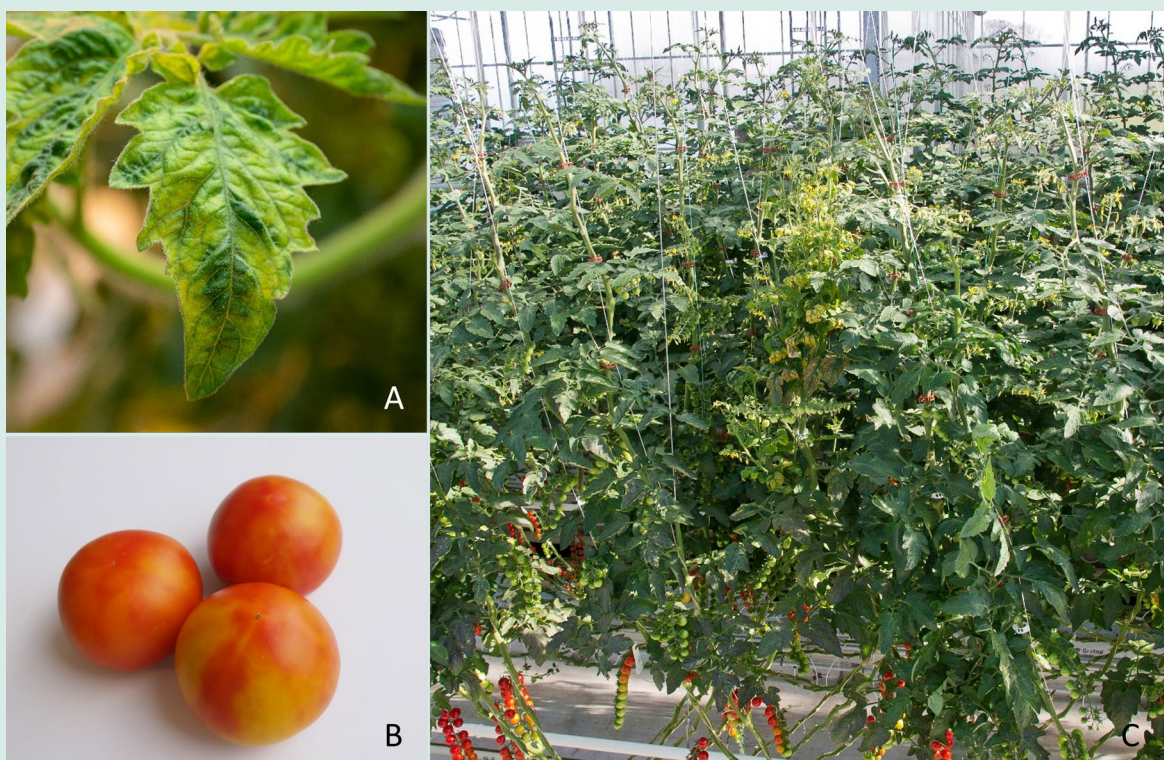
Potyvirus

Potyvirusfamilien er en av de største gruppene av RNA plantevirus, og den infiserer et bredt spekter av økonomisk viktige landbruksplanter (Revers & García 2015). Potetvirus Y (PVY) er den typiske representanten for potyvirus-slekten og er et destruktivt patogen (Scholthof mfl. 2011). PVY-infeksjon påvirker plantenes utvikling og forårsaker alvorlige avlingstap i den økonomisk viktige Solanaceae-familien, for eksempel potet, tomat, paprika og tobakk (Kumar mfl. 2022).

Tekstboks II – Frøoverførte virus og viroid på tomat – fortsettelse

Pospiviroider

Viroider er ikke-kapsiderte, små, sirkulære, enkelttrådede RNA-molekyler på 246-401 nukleotider (Flores 2001). Pospiviroider er kjent for å infisere viktige økonomiske planter, som tomat og potet, og forårsake symptomer som varierer med viroidstammen, plantesorten og klimaforhold; disse symptomene inkluderer generelt redusert vekst og klorose i bladene (Flores mfl. 2005). Pospiviroider som chrysanthemum stunt viroid (CSVd), citrus exocortis viroid (CEVd), columnnea latent viroid (CLVd), Mexican papita viroid (MPVd), pepper chat fruit viroid (PCFVd), potato spindle tuber viroid (PSTVd), tomato apical stunt viroid (TASVd), tomato chlorotic dwarf viroid (TCDVd) og tomato planta macho viroid (TPMVd) tilhører pospiviroidslekten og kan infisere tomater (Yanagisawa mfl. 2017). Frøoverførte pospiviroider har gitt store bekymringer innen karantene for den internasjonale frøhandelen, spesielt for Solanaceae-familien og deres ville slektninger (Dall mfl. 2023, Tseng mfl. 2021).



Eksempler på virussyntomer på tomat. A - gulnet blad med Tobamovirus. B - tomater med gule misfargninger av Pepinomozaikkvirus (PepMV). C - Pospiviroids på en gulnet plante med dårlig vekst. Foto: Dag-Ragnar Blystad

Referanser:

- Blystad, D. R. mfl. 2015. *European Journal of Plant Pathology*, 143, 43-56.
Constable, F. mfl. 2019. *Viruses*, 11(2), 98.
Dall, D. J. 2023. *Viruses*, 15(4), 883.
Flores, R. 2001. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series III-Sciences de la Vie*, 324(10), 943-952.
Flores, R. mfl. 2005. *Annual Review of Phytopathology*, 43, 117-139.
Kumar, S. mfl. 2022. *Phytoparasitica*, 50(4), 743-756
Li, R. G. mfl. 2015. *Virology journal*, 12(1), 1-11.
Luria, N. mfl. 2017. *PloS one*, 12(1), e0170429
Ong, S. N. mfl. 2020. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 127, 725-739.
Revers, F. & García, J. A. 2015. *Advances in virus research*, 92, 101-199.
Scholthof, K. B. G. mfl. 2011. *Molecular plant pathology*, 12(9), 938-954.
Tseng, Y. W. mfl. 2021. *Plant Disease*, 105(10), 2867-2872.
Wilson, C. R. 2012. *Australasian Plant Pathology*, 41, 311-319.
Yanagisawa, H. 2017. *European Journal of Plant Pathology*, 149, 11-23.

Sist oppdatert 10.10.2024

2.3.2 Smitte av sopper i grønnsak- og blomsterfrø

I denne undersøkelsen ble sopper i hovedsak identifisert morfologisk. Uten identifisering med molekylære metoder var det i de fleste tilfeller kun mulig å bestemme soppene til slekt. I noen tilfeller var det imidlertid mulig å bestemme til art basert på morfologiske kjennetegn. Sopper observert i denne undersøkelsen og sykdommer de kan forårsake, samt noen få andre viktige frøoverførte sykdommer som ikke ble påvist, er omtalt i tekstboksene III og IV.

Spireprosent for prøvene var oppgitt på frøposen (fra frøprodusent, Tabell 1). Vi har i noen tilfeller indikert en eventuell sammenheng mellom spireevne og soppsmitte, men fordi spireevne ikke ble undersøkt i denne studien samtidig med soppsmitte, kan vi ikke si noe sikkert om dette.

Tomat

Frø av tomat hadde relativt lite smitte av plantepatogene sopper, bortsett fra *Botrytis* (årsak til gråskimmel) som ble påvist i seks prøver (Tabell 5, Vedlegg 1), hvorav to hadde henholdsvis 12% og 13% infiserte frø. Tre prøver var infisert med *Fusarium* (0,5% smitta frø i hver av de), *Phoma* ble påvist i én prøve (1,5%) og *Drechslera* i én prøve (0,5%). Analysene viste i tillegg forekomster av en del sopper som er vanlig på frø (saprophytter som lever på dødt plantemateriale), men som i noen tilfeller også opptrer som patogener, slik som svertesopp (*Alternaria*) som ble påvist i fem prøver (høyest smitte 28%). Muggsopper (*Penicillium* og *Aspergillus*) ble observert i seks prøver (høyest smitte 6%).

De to prøvene med høyest smitte av *Botrytis* hadde også noe smitte av *Alternaria*. Den ene (prøve 1.4 med 9% *Alternaria*), som dessuten også var infisert med *Phoma*, hadde noe lav spireevne (82%) ifølge det som var oppgitt på frøposen, mens den andre (prøve 1.9 med 28% *Alternaria*) hadde høy spireevne (92%). En annen prøve som var så godt som uten soppsmitte (prøve 1.5), ble oppgitt med 80% spiring. Ut fra dette er det ikke mulig å antyde noe generelt om at soppsmitte har ført til redusert spireevne, men vi kan ikke utelukke at smitte av *Botrytis*, *Alternaria* og *Phoma* kan ha påvirket spireevnen i frøpartiet hvor prøve 1.4 kommer fra. Høy forekomst av svertesopper, muggsopper og saprophytter kan være tegn på at frøet har vært utsatt for ugunstige forhold under modning, høsting og/eller lagring, noe som kan gi dårlig frøkvalitet. Forekomst av sopper på frø av tomat var i hovedsak i samsvar med forekomster påvist i andre undersøkelser av sopper på tomatfrø (f.eks. Al-Askar mfl. 2014; Chohan mfl. 2017, Chrapačienė mfl. 2022). Denne undersøkelsen er så vidt vi vet første gang tomatfrø som importeres til Norge har blitt analysert for smitte av soppsykdommer.

Løkvekster (løk, purre, gressløk)

Det ble ikke påvist smitte av den vanlige frøoverførte sykdommen løkgråskimmel (hovedsakelig forårsaket av *Botrytis allii*, men kan også skyldes *B. aclada* eller *B. byssoidea*) i noen av prøvene. Derimot ble det observert smitte av gråskimmel (*Botrytis*) i ni av de 10 prøvene (Tabell 5, Vedlegg 1), hvorav høyest smitte var 10% (prøve 2.3). Flere *Botrytis*-arter kan smitte via løkfrø, men det er vanskelig å identifisere *Botrytis*-arter morfologisk, og dermed kan det ikke utelukkes at de som ble notert som *Botrytis* her kan være patogener. *Fusarium*, som kan forårsake løkfusariose, ble påvist i fire prøver. To av de hadde høy smitte (prøve 2.4 og 2.5 med henholdsvis 55% og 76% infiserte frø). Til tross for høy smitte av *Fusarium* var spireevnen god i begge prøvene ut fra det som var oppgitt på frøposene. Smitte av løksvartflekk (*Stemphylium*) ble påvist i fire prøver (høyest smitte 12%), svertesopp (*Alternaria*) i sju prøver (høyest smitte 12%) og muggsopper (*Penicillium* og *Aspergillus*) i seks prøver (høyest smitte 13%). Smitte av sykdommen purpurflekk (*Alternaria porri*) ble ikke påvist i noen av prøvene. I én prøve var det litt vekst av kryptomuggsoppen *Rhizopus* (se omtale under solsikke og i tekstboks IV). I to av prøvene ble det observert bakterievekst fra noen få frø. Dette ble ikke undersøkt videre. Forekomst av sopper på frø av løkvekster i denne undersøkelsen var i hovedsak i samsvar med forekomster påvist i andre undersøkelser (f.eks. Köycü & Özer 1997; Medić-Pap mfl. 2022; Chrapačienė mfl. 2022).

Smitte av en del soppsykdommer er tidligere påvist i importert og norskprodusert løkfrø og importert frø av purre. I årene 1980 til 2001 ble frø av til sammen 467 prøver av importert og norskavla løkfrø og

importert frø av purre til kommersiell dyrking analysert for sjukdomssmitte hos Statens Frøkontroll og Landbrukstilsynet Avdeling såvarer (nå Kimen Såvarelaboratoriet AS) på oppdrag fra det tidligere Statens planteavlslråd (Brodal 1980 til 1995; Landbrukstilsynet 1996 til 2001). Dette representerte det meste av frøet som ble brukt i kommersiell dyrking av løkvekster i Norge på den tiden. Smitte av løksvartflekk (*Stemphylium*) ble påvist i 72 prøver, med høyest smitte (49% infiserte frø) i en prøve av purre importert i 1992 og i løk (19%) i en prøve importert i 1994. Soppen ble bare registrert sporadisk i norskavla løkfrø. Smitte av løkgråskimmel (*B. allii*) ble påvist i de fleste av prøvene, med høyeste smittenivå (36%) i en prøve av løkfrø importert i 1994. *Fusarium*-smitte ble rapportert i 31 prøver, med høyest smittenivå (14%) i en prøve fra 1985. Smitte av purpurflekk (*A. porri*) ble kun påvist i én prøve (løk importert 1981 med 8% infiserte frø) i løpet av årene disse analysene pågikk.

Både denne undersøkelsen og ikke minst de tidligere analysene på 1980- og 1990-tallet viser at smitte av flere viktige soppssjukdommer kan være vanlig på ubeisa/ubehandla importert frø av løk-vekster.

Salat

Frøprøvene av salat hadde betydelig smitte av svertesopp (*Alternaria*). Ni av de ti prøvene var infisert, med smittenivåer fra 0,5% til 50% infiserte frø (Tabell 5, Vedlegg 1). Tre av prøvene, 3.2, 3.3 og 3.9, som med henholdsvis 43%, 22% og 50% *Alternaria*, hadde relativt lav spireevne (80%) oppgitt på frøposene. Som tidligere nevnt kan dette være tegn på at frøet har vært utsatt for ugunstige forhold under modning, høsting og/eller lagring, og som dermed kan gi dårlig frøkvalitet. Smitte av gråskimmelsoppen *Botrytis* ble registrert i sju prøver med smitte fra 1% til 64% infiserte frø. *Stemphylium* ble påvist i fem prøver, med smittenivåer fra 0,5% til 12% infiserte frø. *Bipolaris* ble observert på ett frø (0,5%) i én prøve (3.2). Muggsopper (*Aspergillus* og *Penicillium*) ble registrert i tre prøver med henholdsvis 1,5%, 5% og 6% infiserte frø. Smitte av *Fusarium* ble påvist i én prøve (3.10 med 1,5 % infiserte frø). *Fusarium* fra denne prøven ble isolert og identifisert til slekt ved hjelp av sekvensering av ITS rDNA-regionen. Ett isolat ble identifisert med 100% sekvenslikhet med *Fusariella*-arter, og to isolater ble identifisert med 100% sekvenslikhet med *Fusarium*-arter (Tabell 6). For sikker artsidentitet innen *Fusarium*-slekta kan genregionen TEF-1 α benyttes i stedet for ITS. Forekomst av sopper på frø av salat var i hovedsak i samsvar med forekomster påvist i andre undersøkelser av sopper på salatfrø (f.eks. Szopińska & Tytkowska 2004; Sowley mfl. 2010). Denne undersøkelsen er så vidt vi vet første gang salatfrø som importeres til Norge har blitt analysert for smitte av soppssjukdommer.

Solsikke

I seks av solsikkeprøvene ble det uheldigvis en del vekst av krypmuggsoppen *Rhizopus* (Tabell 5, Vedlegg 1). Overflatesmitte av denne soppen er ikke uvanlig på frø, men fjernes som regel ved overflatedesinfisering. Dyptsittende smitte som ikke fjernes ved overflatedesinfeksjon kan tyde på at soppen har etablert seg i frøet ved fuktige forhold og relativt høy temperatur under frøutviklingen. Soppen er en kjent 'plage/forurensning' i laboratorier, inkludert ved analyser av frø på agar. Smitten kom sannsynligvis fra frøene, men pga. at *Rhizopus* vokser raskt og i løpet av et par dager kan dekke en hel agar-skål med grått mycel (soppvev) er det vanligvis ikke mulig i frøanalysene å se hvilket/hvilke frø den stammer ifra, og dermed ikke mulig å angi smitteprosent. Dette betyr også at den kan dekke over vekst av andre sopper fra frøene og dermed gi usikkert resultat ved bedømmelsen.

Cladosporium ble registrert i sju frøprøver av solsikke, med smitte varierende fra 4% til 33% infiserte frø. Arten *Cladosporium cladosporioides* er kjent som et frøoverført patogen i solsikke (se tekstboks IV), men uten sikker artsidentifisering var det ikke mulig å fastslå om frøpartiene var infisert med denne arten. To prøver (4.5 og 4.9) med relativt lav spireprosent oppgitt på frøposene (75% i begge) var de samme prøvene som hadde høyest forekomst av *Cladosporium* (31% og 33%). Denne soppsmitten uansett kan være en indikasjon på dårlig frøkvalitet. Den kan ha etablert seg som en følge av skader og dårlige forhold under modning, høsting og/eller lagring av frø. Muggsopper (*Aspergillus* og *Penicillium*) ble registrert i fem prøver med smitte fra 0,5% til 9% og *Fusarium* ble registrert i to prøver

(henholdsvis 0,5% og 1% infiserte frø). I fem av prøvene ble det observert bakterievekst (1,5-8% infiserte frø). Dette ble ikke undersøkt videre.

Noen ukjente sopper som vokste fra solsikkefrøene, ble identifisert med sekvensering av ITS rDNA-regionen (Tabell 6). Ett av isolatene ble identifisert som *Sclerotinia sclerotiorum*, som er årsak til storknolla råtesopp og ett som *Macrophomina phaseolina*. Det ble også funnet to sklerotier blant frøene i én prøve (4.6, ett sklerotium i hver delprøve). Både *S. sclerotiorum* og *M. phaseolina* produserer sklerotier som overlevelsesstrukturer. Ett isolat ble identifisert til soppen *Sordaria fimicola*, ett ga treff som *Fusarium* og ett som *Alternaria*. DNA-analyser (sekvensering av ITS rDNA-regionen) for de to sistnevnte isolatene gav ikke nok informasjon til å sikkert kunne fastslå hvilken art det var. Forekomst av sopper på frø av solsikke var til dels i samsvar med forekomster påvist i andre undersøkelser (f.eks. Hussien mfl. 2018; Addrah mfl. 2019; Levitskaya mfl. 2023). Denne undersøkelsen er så vidt vi vet første gang solsikkefrø som importeres til Norge har blitt analysert for smitte av soppsjukdommer.

Gulrot

Smitte av gulrotbladflekk (*Alternaria dauci*) ble påvist i tre prøver av gulrotfrø, med henholdsvis 0,5%, 10% og 11% infiserte frø. Smitte av gulrotsvartråte (*Alternaria radicina*) ble også funnet på tre prøver med henholdsvis 0,5%, 4% og 7% infiserte frø (Tabell 5, Vedlegg 1). Svertesopp (*Alternaria*) ble påvist i sju prøver hvorav én hadde 100% og én 30% infiserte frø. I øvrige svertesopp-infiserte prøver varierte smittenivået mellom 2% og 14%. *Botrytis* ble registrert i to prøver med henholdsvis 4% og 10%, og muggsopper (*Aspergillus* og *Penicillium*) i to prøver med 0,5% frøsmitte i begge. Tre prøver var oppgitt med relativt lav spireevne på frøposene (80%). I tillegg til høy andel svertesopp (100% *Alternaria* i prøve 5.6, 14% i prøve 5.7 og 30% i prøve 5.9) hadde to av disse prøvene en del smitte av gulrotbladflekk (11% *A. dauci* i prøve 5.7, 10% i prøve 5.9) og gulrotsvartråte (7% *A. radicina* i prøve 5.7, 4% i prøve 5.9), samt at det var en del smitte av gråskimmel i én av disse prøvene (10 % *Botrytis* i prøve 5.6). Det er ikke usannsynlig at soppsmitten kan ha bidratt til lav spireevne i disse tre frøpartiene. Forekomst av sopper på gulrotfrø i denne undersøkelsen var i hovedsak i samsvar med forekomster påvist i andre undersøkelser (f.eks. Farrar mfl. 2004; Bhatti mfl. 2010; Ahmed mfl. 2017; Chrapačienė mfl. 2022).

I frøanalysene som ble gjort på 1980- og 1990-tallet (beskrevet i avsnittet om løk) ble 456 prøver av importert gulrotfrø undersøkt for smitte av frøoverførte sjukdommer. Dette representerte det meste av frøet som ble brukt i kommersiell gulrot dyrking på den tiden. Gulrotbladflekk (*A. dauci*) ble påvist i 115 prøver med høyest smitte (31%) i en prøve importert i 1983 og gulrotsvartråte (*A. radicina*) ble påvist i 189 prøver med høyest smitte (58%) i en prøve importert i 1981.

Både årets undersøkelse og ikke minst de tidligere analysene på 1980- og 1990-tallet viser at viktige soppsjukdommer kan være vanlig på ubeisa/ubehandla importert frø av gulrot.

Kål

Det ble ikke påvist smitte av sjukdommene stor eller liten skulpesopp (henholdsvis *Alternaria brassicae* og *A. brassicicola*) eller rotråte/kålrottøråte (*Phoma lingam*) i noen av kålfrø-prøvene. Svertesopp (*Alternaria*) ble påvist i ni prøver (0,5% til 22% infiserte frø), gråskimmelsopp (*Botrytis*) i åtte prøver (0,5% til 12% infiserte frø) og muggsopper (*Aspergillus* og *Penicillium*) i åtte prøver (0,5% til 39% infiserte frø) (Tabell 5, Vedlegg 1). Til tross for relativt høye forekomster av svertesopp og muggsopper i to av prøvene (6.7 og 6.10) ser det ikke ut til at det har hatt innvirkning på spireevnen, som på frøposene ble oppgitt som god (93% i begge). Én prøve med noe lav spireevne (80%, prøve 6.6) hadde lave forekomster av svertesopp og muggsopper og dermed antas lav spireevne å ha andre årsaker (f.eks. skader under høsting, ugunstig lagring og/eller gammelt frø). Forekomst av sopper på frø av kål var delvis i samsvar med forekomster påvist i andre undersøkelser av sopper på frø av kålvekster (f.eks. Tahvonen 1979; Khaleda 2014; Nishikawa mfl. 2014).

I frøanalysene som ble gjort på 1980- og 1990-tallet (beskrevet i avsnittene om løk og gulrot) ble 768 prøver av importert og 466 prøver av norskavla kålfrø, inkludert frø av kålrot, undersøkt for smitte av skulpesopper og rotråte/kålrottøråte. Dette representerte det meste av frøet som ble brukt i

kommersiell kål dyrking på den tiden. Smitte av liten skulpesopp ble påvist i 298 prøver av importert og i 148 prøver av norskavla kålfrø, med relativt høye smitteforekomster de fleste årene. Høyest smitte (100% infiserte frø) ble registrert i en prøve av importert frø i 1986 og i tre prøver av norskavla frø (1980, 1981, 1984). Smitte av stor skulpesopp ble påvist i 74 prøver av importert og i 32 prøver av norskavla kålfrø, med hovedsakelig lave smittenivåer. Høyest smitte i importert frø ble registrert i en prøve i 1988 (19% infiserte frø), og høyest smitte i norsk frø ble registrert i en prøve i 1992 (39% infiserte frø). Smitte av rotråte/kålrottøråte ble påvist i 47 prøver av importert og i 15 prøver av norskavla kålfrø, med lave smittenivåer. Høyest smitte i importert frø ble registrert i en prøve i 1993 (4% infiserte frø), og høyest smitte i norsk frø ble registrert i en prøve i 1980 (3% infiserte frø).

Frøkvaliteten var relativt god i de fleste prøvene som inngikk i årets undersøkelse av importert kålfrø til hobbydyrking, uten påvist smitte av viktige sjukdommer, i motsetning til betydelig sjukdomssmitte i prøver som ble analysert på 1980- og 1990-tallet.

Selleri

Smitte av selleribladflekk (*Septoria apiicola*) ble påvist i åtte prøver (Tabell 5, Vedlegg 1) i relativt lave smittenivåer (0,5% til 2% infiserte frø). Det ble påvist kun lave forekomster av svertesopp (*Alternaria*), i sju prøver med smittenivåer fra 0,5% til 7%, og *Botrytis* i fire prøver med smittenivåer fra 0,5% til 1,5%. *Stemphylium* ble påvist på ett frø i én prøve. Spireevnen oppgitt på frøposene var lav (80%) for fem av prøvene. Disse prøvene hadde alle noe smitte av svertesopp, men i såpass lave forekomster at det ikke skulle være grunn til å påvirke spireevnen. Lav spireevne antas derfor å ha andre årsaker (som f.eks. skader under høsting, ugunstig lagring og/eller gammelt frø). Forekomst av sopper på sellerifrø i denne undersøkelsen var i hovedsak i samsvar med forekomster påvist i andre undersøkelser (f.eks. Marshall 1960).

I frøanalysene som ble gjort på 1980- og 1990-tallet (beskrevet i avsnittene om løk, gulrot og kål) ble 86 prøver av importert sellerifrø undersøkt for smitte av selleribladflekk. Dette representerte det meste av frøet som ble brukt i kommersiell selleridyrking på den tiden. Smitte av *S. apiicola* ble påvist i 28 prøver. Årlig gjennomsnittlig smittenivå varierte mellom 1% og 15% med høyest smitte (66%) registrert i en prøve importert i 1980.

Både årets undersøkelse og de tidligere analysene på 1980- og 1990-tallet viser at smitte av den viktige sjukdommen selleribladflekk kan være vanlig på ubeisa/ubehandla importert frø av selleri.

Blomsterert

Frøprøvene av blomsterert hadde kun lave forekomster av sopper (Tabell 5, Vedlegg 1). *Ascochyta* som kan forårsake erteflekk/ertefotsjuka ble påvist i én prøve (nr 8.6) med ett infisert frø. Muggsopper (*Aspergillus* og *Penicillium*) ble påvist i sju prøver (0,5 – 1,5% infiserte frø), svertesopp (*Alternaria*) ble funnet i to prøver (0,5% i begge) og gråskimmel (*Botrytis*) i én prøve (1%). Vi fant ingen litteratur om smitte av sopper på frø av blomsterert. Derimot var det en god del vekst av bakterier i alle prøvene, med forekomster varierende fra 3 – 24% frø med bakterievekst. Det er ikke uvanlig at det sporadisk vokser ut bakterier ved frøanalyser på 'vanlig' agar (PDA), og som oftest har de ingen betydning for frøkvalitet. Det finnes imidlertid viktige frøoverførte bakteriesjukdommer i ert (*Pisum sativum*), men det var ikke anledning til å identifisere bakterier som ble observert i disse frøanalysene.

I tillegg ble det funnet insektskade på noen frø i seks av blomsterertprøvene, hvorav bille ble funnet inni frø i tre av prøvene. Det er mistanke om at det kunne være fabafrøbille (*Bruchus rufimanus*), men identifisering ble ikke gjort. For såvare til kommersiell dyrking er det krav i såvareforskriften at frø av belgvekster ikke må være angrepet av eller inneholde levende individer av en del *Bruchus*-arter (Lovdata 1999).

Tabell 5. Antall frøprøver med smitte av sopper og høyest og lavest prosent infiserte frø i prøver av diverse grønnsaker, solsikke og blomsterert observert ved morfologisk diagnostikk

Plantart	Diverse sopper som er vanlig på frø (saprophytter og/eller patogene)					Diverse sopper som er eller kan være patogene (antall prøver m/smitte og % smitta frø)	Diverse
	<i>Alternaria</i> (svertesopp)	<i>Penicillium</i> <i>Aspergillus</i> (muggsopper)	<i>Botrytis</i> (gråskimmel)	<i>Fusarium</i> (fusariose)	<i>Stemphylium</i> (svartflekk)		
Tomat	Ant m/smitte ¹⁾	5	6	6	3	0	<i>Phoma</i> i 1 prøve (1,5% smitte) <i>Drechslera</i> i 1 prøve (0,5% smitte)
	Lav-høy smitte % ²⁾	0,5 - 28	0,5 - 6	0,5 - 13	0,5		
Løkvekster (løk, purre, gressløk)	Ant m/smitte ¹⁾	7	6	9	4	4	Bakterievekst på frø av 2 prøver Litt <i>Rhizopus</i> i 1 prøve
	Lav-høy smitte % ²⁾	0,5 - 12	1 - 13	0,5 - 10	0,5 - 76	0,5 - 12	
Salat	Ant m/smitte ¹⁾	9	3	7	1	5	<i>Bipolaris</i> i 1 prøve (0,5% smitte)
	Lav-høy smitte % ²⁾	0,5 - 50	1,5 - 6	1 - 64	1,5*	0,5 - 12	
Solsikke	Ant m/smitte ¹⁾	0	5	0	2	0	Bakterievekst på frø av 5 prøver <i>Rhizopus</i> i 6 prøver
	Lav-høy smitte % ²⁾		0,5 - 9		0,5 - 1		
Gulrot	Ant m/smitte ¹⁾	7	2	2	0	0	<i>Cladosporium</i> i 7 prøver (4% - 33% smitte) <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> i én prøve (2 sclerotier) <i>Macrophomina phaseolina</i> i én prøve ved molekylær analyse
	Lav-høy smitte % ²⁾	2 - 100	0,5	4 - 10			
Kål	Ant m/smitte ¹⁾	9	8	8	0	0	<i>Alternaria dauci</i> i 3 prøver (0,5%, 10%, 11% smitte) <i>Alternaria radicina</i> i 3 prøver (0,5%, 4%, 7% smitte)
	Lav-høy smitte % ²⁾	0,5 - 22	0,5 - 39	0,5 - 12			
Selleri	Ant m/smitte ¹⁾	7	0	4	0	1	<i>Septoria apiicola</i> i 8 prøver (0,5% - 2% smitte)
	Lav-høy smitte % ²⁾	0,5 - 7		0,5 - 1,5		0,5	
Blomsterert	Ant m/smitte ¹⁾	2	7	1	0	0	Bakterievekst på frø av alle 10 prøver (3-24% infiserte frø). Insekt-skade/biller i 6 prøver
	Lav-høy smitte % ²⁾	0,5	0,5 - 1,5	1			

¹⁾ Antall prøver m/smitte

²⁾ Lavest og høyest registrert smitteprosent (% infiserte frø) i prøver med smitte

* ett isolat ble i etterkant identifisert ved molekylær metode til å være *Fusariella*

Tabell 6. Sopper på salat- og solsikkefrø identifisert med ITS-sekvensering

Plantart	Latinsk navn	100% samsvar på Genbank	Isolat nummer
Salat	<i>Lactuca sativa</i>	<i>Fusariella</i> *	253668
Salat	<i>Lactuca sativa</i>	<i>Fusarium</i> *	253666
Salat	<i>Lactuca sativa</i>	<i>Fusarium</i> *	253667
Solsikke	<i>Helianthus annuus</i>	<i>Fusarium</i> *	253596, 253602
Solsikke	<i>Helianthus annuus</i>	<i>Macrophomina phaseolina</i>	253598
Solsikke	<i>Helianthus annuus</i>	<i>Sordaria fimicola</i>	253599
Solsikke	<i>Helianthus annuus</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	253600
Solsikke	<i>Helianthus annuus</i>	<i>Alternaria</i> *	253601

* For å finne ut hvilke arter det dreier seg om, kreves mer omfattende analyser med andre gener enn ITS region, f.eks. TEF-1 α eller β -tubulin.

Tekstboks III – Fusarioser på grønnsaker, blomsterert og solsikke

Fusarium er en soppsekt med mange arter som forårsaker sykdom (fusariose) på mange plantearter. Disse soppene kan forekomme på alle plantedeler, på planterester i jord og på frø. De kan angripe i alle stadier av plantenes utvikling, og forårsake betydelige avlingstap på grunn av dårlig oppspiring og etablering (dreper spirer og frøplanter), rotråter, visning og plantedød, samt diverse skader og råter på over- og underjordiske plantedeler/produkter. I korn er flere *Fusarium*-sopper kjent for å angripe aks og risler (aksfusariose) hvor de kan utvikle soppgifter (mykotoksiner). Inntak av mykotoksinbefengt korn og kornprodukter kan sjøl i små mengder være skadelig for mennesker og dyr.

Fusarium oxysporum, som er et kompleks av *Fusarium*-arter, forekommer vanlig i jord, og har blitt funnet på frø og røtter av mange plantearter. Soppene kan gjøre stor skade i økonomisk viktige kulturer som salat, løk, tomat, ert, solsikke mfl., ofte ved å ødelegge ledningsvevet og dermed forårsake visning. I 2012 ble *F. oxysporum* rangert av et stort antall plantepatologer som den femte viktigste plantepatogene sopp i verden (Dean mfl. 2012). *Fusarium oxysporum* regnes ikke som en viktig mykotoksinprodusent, men det er kjent at arten kan produsere noen mykotoksiner (Desjardins 2006). *Fusarium oxysporum* har over 100 vert-spesifikke former (*formae specialis*). Noen av disse er videre delt inn i raser.

Fusarium oxysporum f. sp. *lactucae*, er en av de mest destruktive sykdommene i salat, hvor den forårsaker rotråte og visning (salatfusariose). Soppen spres med frø og handel med frø anses som viktig årsak til spredning til mange land (Garibaldi mfl. 2004; Gordon & Koike 2015). Fire raser av denne soppen er identifisert og rase 1 ble påvist i en undersøkelse av salatfusariose i et veksthus i Norge i 2018 og 2019 (Herrero mfl. 2021). Skade ble anslått til ca. 10 % avlingstap. Mulig smittekilde i den undersøkelsen ble ikke omtalt, men frøsmitte er ikke usannsynlig. Avlingstap fra 30% og opp til 100% er rapportert bla. fra Irland (Taylor mfl. 2019).

Fusarium oxysporum f. sp. *cepae* forårsaker løkfusariose i flere typer løk. *Fusarium proliferatum* er også et viktig patogen i løkvekster, og denne arten kan utvikle mykotoksiner (fumonisin B₁, beauvericin, fusaric acid, moniliformin, fusaproliferin) i angrepne løkplanter (Stancovic mfl. 2007). I purre kan også *F. culmorum* og *F. avenaceum* være viktige skadegjørere. Smitte av *Fusarium* i løk spres med frø og setteløk (Köycü & Özer 1997; Southwood mfl. 2015). Soppene kan forårsake forsinket oppspiring, rotbrann hos frøplanter, og skader på røtter og løkskjell. På lager kan angrepene utvikles videre og forårsake stor skade. Et lyst, rødlig soppmycel kan utvikles på overflaten av angrepne løk og inni løken utvikles en halvtørr, myk, lys brun råte. (Hermansen 2020). Synlig skadde løk er ikke salgsvare.

Mange *Fusarium*-arter, inkludert *F. oxysporum*, *F. helianthi*, *F. proliferatum*, *F. incarnatum* og *F. pseudocircinatum* kan overføres og spres med frø av solsikke, hvor de kan forårsake visning/fusariose (Addrah mfl. 2020; Farias mfl. 2023) og dermed redusert plantebestand og betydelig avlingstap.

Fusarium oxysporum f. sp. *lycopersici* og *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* forårsaker visning/fusariose i tomat. Foruten overlevelse og spredning med frø (Menzies & Jarvis 1994; Elwakil mfl. 1998) kan soppen overleve i jord (klamydosporer/hvilestrukturer) uten vertplante i opptil 10 år. Angrep ses først på nedre blader og etter hvert høyere opp og til sist resulterer i at alle blader visner. Plantene blir kortvokste og utvikler kun få eller ingen frukter. *Fusarium oxysporum* ble observert på tomat i Norge i 1940-årene (Roll-Hansen 1950).

Tekstboks III – Fusarioser på grønnsaker, blomsterert og solsikke – fortsettelse



Fusarium (rødgul kultur) og *Penicillium* (blågrønn kultur) på dansk frø av nordmannsedelgran (*Abies nordmanniana*).

Foto: Venche Talgø



Fusarium på løk. Foto: Lars Semb

Referanser

- Addrah, M.E. mfl. 2020. *Pathogens*, 9, 29.
- Dean, R. mfl. 2012. *Molecular Plant Pathology*, 13, 414–30.
- Desjardins, A.E. 2006. *Fusarium* mycotoxins: chemistry, genetics and biology. *The American Phytopathological Society*. 260
- Elwakil, M. A. mfl. 1998. *Pakistan Journal of Biological Science*, 1, 92-96.
- Farias, O.R. mfl. 2023. *Plant Disease*, 107(1), 216.
- Garibaldi, A. mfl. 2004. *Phytoparasitica* 32(1), 61-65
- Gordon, T. R. & Koike S. T. 2015. *Crop protection* 73, 45-49.
- Hermansen, A. 2020. *Plantevernleksikonet* <https://www.plantevernleksikonet.no/1/oppslag/1588/>
- Herrero, M. L. mfl. 2021. *Plant Disease*, 105(8), 2239.
- Köycü, N.D., & Özer, N. 1997. *Phytoparasitica*, 25, 25-31.
- Menzies J. G. & Jarvis, W.R. 1994. *Plant Pathology* 43, 378-386.
- Roll-Hansen, F. 1950. *Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole 1950*, 257-264.
- Southwood, M. J. mfl. 2015. *Crop Protection*, 75, 88-95.
- Stankovic, S. mfl. 2007. *European Journal of Plant Pathology*, 118, 165-172.
- Taylor, A. mfl. 2019. *Plant Disease*, 103(5), 1033-1033.

Sist oppdatert 19.11.2024

Tekstboks IV – Patogene og saprofyttiske sopper på frø av grønnsaker, blomsterert og solsikke

Her omtales sopper (unntatt *Fusarium* som omtales i tekstboks III) som ble påvist i undersøkelsen av importert frø til hobbydyrking, samt enkelte andre viktige patogene sopper som er vanlig på frø av de inkluderte planteartene.

Mange sopper i slektene *Alternaria*, *Botrytis*, *Cladosporium* og *Stemphylium*, er vanlige på frø av mange plantearter. En del sopparter innen disse slektene kan forårsake kjente, ofte vertspesifikke sykdommer, en del arter er mest kjent som saprofytter, og en del arter kan være både patogen eller saprofytt, avhengig av forholdene. De forekommer oftest utenpå eller i ytre lag av frøskallet. Lave smittenivåer av saprofytter har vanligvis ingen betydning for frøkvaliteten, men som følge av fuktig vær eller skader under frømodning og -høsting kan høye smittenivåer utvikle seg på frø. Saprofyttiske arter kan da gi aks/frøstand et gråaktig mørkt utseende og de kalles da ofte svertesopper. Svertesopper kan i noen tilfeller forårsake redusert spireevne og spirekraft.

Alternaria er et vidt utbredd ('allestedsnærværende'), stort soppkompleks (Woudenberg mfl. 2013). Arten *Alternaria alternata* er rapportert som vanlig på frø av minst 45 plantearter (Richardson 1990), hvor den kan opptre som et patogen, men også som saprofytt, eller som endofytt (Groves & Skolko 1944a; DeMers 2022). Den kan utvikle en rekke mykotoksiner (Logrieco mfl. 2009; Ismail mfl. 2023).

Alternaria alternata f. sp. *lycopersici* er en *Alternaria*-art som kan forårsake såkalt «stem canker» på tomat (Grogan mfl. 1975). Smitte av *Alternaria* i STOPPest-prosjektet ble påvist i frø av tomat, men uten nærmere identifisering med molekylære metoder var det ikke mulig å avgjøre om det var saprofyttisk *Alternaria* eller om tomatfrøene var infisert med *A. alternata* f. sp. *lycopersici* eller andre patogene *Alternaria*-arter, som f.eks. *A. solani*. Frøsmitte av *A. alternata* f. sp. *lycopersici* er rapportert fra Italia (Franceschini mfl. 1982). Denne soppen er i tillegg kjent for å produsere mykotoksinene fumonisin og AAL (Shier mfl. 1991).

Alternaria dauci og *A. radicina* er viktige frøoverførte patogener i gulrot (Farrar mfl. 2004). *Alternaria dauci* forårsaker sykdommen gulrotbladflekk. Angrep ses som mørkebrune flekker på bladene, og ved høy luftfuktighet (omkring 95% RH) og temperatur (omkring 22-24°C) kan *A. dauci* være den mest skadelige sykdommen på gulrot ved at bladverket blir ødelagt, noe som reduserer avlinga. Angrep på røtter kan utvikle seg både i åkeren og på lager. *Alternaria radicina* forårsaker sykdommen gulrotsvartråte. Angrep kan ses som svart, begrenset, ofte dyptgående råte ved rothalsen på plantene i åkeren og på lagra røtter. Denne soppen er vanlig på frø av flere arter i skjermplantefamilien, som selleri, dill, fennikel, persille og pastinakk, i tillegg til gulrot (Neergaard 1977). Begge soppene kan også skade og drepe spirer (forårsake rotbrann). I tillegg til frøsmitte kan begge soppene overleve i planterester. Begge soppene overlevde i 30 år på tørt gulrotfrø uten reduksjon i smittenivå i et lagringsforsøk i ved -3,5 °C (Brodal & Asdal 2021).

Alternaria brassica og *A. brassicicola* som kan forårsake sykdommene stor og liten skulpesopp er vanlige frøoverførte patogener i kålvekster (Maude & Humpherson - Jones 1980). Soppene kan angripe skulper ved frøavl, hvor de kan vokse inn og infisere frøene som kan få redusert spireevne (abnorme eller døde spirer), og forårsake rotbrann. Soppene angriper også andre plantedeler, blant annet blader kan få runde, mørke flekker (med ringer) som reduserer kvaliteten på kålhoder, samt hodene av broccoli, blomkål og rosenkål. Angrepene kan utvikles videre under lagring. Skulpesopper er vanlig i Norge, men forårsaker sjelden store skader/avlingstap. Soppene ble ikke påvist i STOPPest-undersøkelsen, men er tidligere påvist i importert og norskavla frø av kål og kålrot (Brodal 1980-1995; Landbrukstilsynet 1996-2001). *Alternaria brassicicola* er vist å kunne overleve på tørt kålfrø i minst 30 år i et lagringsforsøk i ved -3,5 °C (Brodal & Asdal 2021). For mer informasjon om skulpesopper, se Plantevernleksikonet (Hermansen 2011a, 2011b).

Tekstboks IV – Patogene og saprofyttiske sopper på frø av grønnsaker, blomsterert og solsikke – fortsettelse

Alternaria porri forårsaker sjukdommen purpurflekk i diverse løkvekster (kepaløk, sjalottløk, vårløk, purre og grasløk). Soppen kan ha frøsmitte (Aveling mfl. 1993). Angrepene ses først som små, lyse, langstrakte bladflekker som blir mer brun-røde etter hvert som flekkene blir større. Soppen kan forårsake redusert kvalitet på produktet og reduserte avlinger, samt skader ved frøavl av løkvekster som kan resultere i frøsmitte. I analyser av løkfrø i STOPPest-undersøkelsen, samt i analyser av norskprodusert løkfrø i årene fra 1980 til 2001 ble ikke frøsmitte av soppen funnet. Smitte av *A. porri* ble påvist kun én gang (1981) i et importert løkfrø (Brodal 1980 - 1995). For mer informasjon om purpurflekk se Plantevernleksikonet (Hermansen 2020).

Stemphylium er en soppsekt med mange arter som kan forekomme som patogen, sekundær parasitt eller som saprofytt på mange vekster (Woudenberg mfl. 2017). Flere arter av denne soppsektla er vanlig i frø (Groves & Skolko 1944b; Neergaard 1977) og infiserte frø kan være smittekilde for sjukdomsangrep bla i løk (Aveling mfl. 1993; Hay mfl. 2021), og en del bladgrønnsaker inkludert salat og kålvekster (Babadoost & Gabrielson 1979). I løk og purre kan *Stemphylium* forårsake svartflekk som ses som et svart belegg utenpå blader og stengler. Soppen vokser ofte i vev som er skadd eller infisert av f.eks. løkbladskimmel. I salat og selleri kan soppen forårsake bladflekker (Pahdi & Snyder 1954; Abdelrhim mfl. 2024).

Cladosporium forekommer svært ofte som saprofytt på mange planter og planterester og er rapportert som vanlig på frø av en rekke plantearter (Richardson 1990). Soppen kan opptre som sekundær parasitt i bladflekker forårsaket av patogene sopper. I STOPPest-undersøkelsen ble *Cladosporium* kun påvist i frø av solsikke. *Cladosporium cladosporioides* er patogen på solsikke og frøsmitte i solsikke er rapportert fra blant annet Serbia (Milosevic mfl. 2022) og Kina (Addrah mfl. 2019).

Phoma er en stor soppsekt med mange arter som kan forårsake skader, blant annet rotbrann og rothalsrâte på en rekke plantearter. I tillegg til overlevelse og smittespredning fra infiserte planterester er mange *Phoma*-arter frøoverførte (Richardson 1990). I STOPPest-undersøkelsen ble det påvist *Phoma* i én prøve av tomat, men uten nærmere identifisering med molekylære metode var det ikke mulig å avgjøre hvilken *Phoma*-art dette var. Det er kjent at artene *P. destructiva* og *P. lycopersici* (syn. *Didymella lycopersici*), som begge er aggressive patogener på tomat (O' Neill & Mayne 2016), kan være frøoverførte (Jones mfl. 2014; Al - Askar mfl. 2014). *Phoma destructiva* utvikler mørke brune/svarte, litt nedsunkne, uregelmessige bladflekker som etter hvert får ringstruktur. På både grønne og modne tomater kan soppen utvikle nedsunkne, mørke, læraktige flekker. Angrep av *P. lycopersici* ses som gråsvarte flekker på nedre del av stengelen som etter hvert kan omringe og bryte ned stengelen slik at planta visner.

Soppen *Phoma lingam* (syn. *Plenodomus lingam*, *Leptosphaeria maculans*) er årsak til sjukdommen kålrotorrâte, men forårsaker også sjukdom på diverse kålvekster. Den er frøoverført i kålvekster (Loyd 1959). Soppen ble ikke påvist i STOPPest-undersøkelsen, men er tidligere påvist i importert og norskavla frø av kål og kålrot (Brodal 1980-1995; Landbrukstilsynet 1996-2001). Soppen kan forårsake rotbrann på frøplanter (dreper spirer) og rothalsrâte (ødelagt ledningsvev, planter dør). Den kan også utvikle diverse bladflekker og råter, bla i kål, kinakål, kålrot og nepe og kan dermed gi dårlig kvalitet på produktet. Kålrotorrâte kan gjøre store skader på kål under lagring. Soppen har fysiologisk spesialisering med ulik virulens.

Tekstboks IV – Patogene og saprofyttiske sopper på frø av grønnsaker, blomsterert og solsikke – fortsettelse

Botrytis er en soppsekt som kan forårsake råter på mange plantearter. *Botrytis cinerea* som forårsaker sjukdommen gråskimmel er svært vanlig og har et vidt vertplantespekter (Williamson mfl. 2007). *Botrytis cinerea* er registrert på frø av over 50 arter av grønnsaker, blomster og andre vekster (Richardson 1990). Frøsmitte kan forårsake dårlig oppspiring/etablering av planter. I tillegg til frøsmitte overlever soppen på døde planterester. Smitte av *B. cinerea* fra frø er vist å kunne vokse systemisk som en endofytt uten symptomer i salat (Sowley mfl. 2010). Soppen kan utvikle små svarte hvileknoller (sclerotier) som kan overleve i jord i flere år, samt følge med blant frø under høsting. Infiserte frø og frøpartier som inneholder sclerotier kan dermed spre soppen over store avstander. I tillegg til å forårsake råte i mange plantearter, inkludert tomat, løk, gulrot, kålvekster, selleri og salat, vokser den saprofyttisk på dødt plantemateriale. Typiske symptomer er et grått belegg ('pels') av mycel, sporer og sporebærere utenpå skadet vev. Den kan angripe alle overjordiske plantedeler, som stengler, knoller, løker, blomster, blader og frukter, samt blomsterstander, skulpter og belger hvor den kan infisere frø. Se mer omtale i Plantevernleksikonet (Hermansen 2011c; Hermansen & Tadesse 2020; Hermansen mfl. 2023; Hermansen & Tadesse 2023). *Botrytis cinerea* er definert som en 'Regulated non-quarantine pest' (RNQP) i Sveits, Storbritannia og EU <https://gd.eppo.int/taxon/BOTRCI/categorization>.

Andre *Botrytis*-arter er mer vertspesifikke, som *Botrytis allii* i løk. Frøsmitte av *B. allii* er vanlig (Richardson 1990) og ubehandla infisert frø (latent smitte uten symptomer i vekstsesongen) regnes som en vesentlig årsak til råte i lagra løk (Maude & Presly 1977; Tylkowska & Dorna 2001). *Botrytis aclada*, *B. byssiodea*, *B. squamosa* og *B. porri*, samt *B. cinerea*, er også vanlige frøoverførte arter i løkvekster (du Toit & Derie 2004; Steentjes mfl. 2021). Frøsmitte kan overleve lenge. I et forsøk med lagring av tørt frø ved ca -3,5 oC var smittenivået av *Botrytis* i løkfrø uendret etter 30 års lagring (Brodal & Asdal 2021).

Sellerifrø infisert med *Septoria apiicola* er en viktig smittekilde for selleribladfekk (Marshall 1960, Hewett 1968). Svært lave smittenivå (1 av 7000 frø) er rapportert å kunne utvikle seg til økonomisk viktige angrep (Maude 1996). Angrep ses som flekker på stilker (stilkselleri) og på blader (bladselleri, knollselleri). Sterke angrep reduserer avlinga og kvaliteten. Se mer omtale i Plantevernleksikonet (Sundheim 2011).

Sclerotinia sclerotiorum (storknolla råtesopp) kan forårsake sykdom på svært mange plantearter, som oljevekster, belgvekster, salat, mange grønnsak- og blomsterarter, inkludert solsikke. Soppen utvikler hvileknoller (sklerotier) som kan overleve i jord 6-8 år. Ved angrep i blomst/skulpe/belg kan hvileknoller utvikles blant frø. Sklerotier i urensa frøpartier er relativt vanlig. I Såvareforskriften er det krav til maks innhold av sklerotier i frøpartier av solsikke til kommersiell dyrking (maks 10 sklerotier pr kg frø). Det er vist at soppen kan ha frøsmitte, som mycel i frøskallet, bla i solsikke (Herd & Phillips 1988), og kan dermed drepe frøplanter under oppspiring. Storknolla råtesopp er utbredt i hele Norge, men ved bruk av frø som ikke inneholder sklerotier er det mulig å redusere skadeomfanget. Se mer omtale i Plantevernleksikonet (Hermansen 2024).

Frøsmitte av *Macrophomina phaseolina* er rapportert på en rekke vertplanter, inkludert solsikke (Richardson 1990; Hussien mfl. 2018). Soppen kan forårsake stengel- og rot-råter, 'charcoal rot' og visning av frøplanter hos en rekke plantearter (Ghosh mfl. 2018; Cotuna mfl. 2022). I områder med tørt og varmt klima kan den forårsake betydelige avlingstap. Soppen danner mikro-sklerotier som kan følge med i frøpartier, og som kan overleve blant planterester og i jord.

Tekstboks IV – Patogene og saprofyttiske sopper på frø av grønnsaker, blomsterert og solsikke – fortsettelse

I tempererte regioner er mange *Drechslera*- og *Bipolaris*-arter vanlige frøoverførte patogener på ènfrøblada plantearter (grasfamilien) (Chidambaram mfl. 1973; Sivanesan 1987), men i varmere regioner er *Drechslera* og *Bipolaris* også påvist på frø av flere grønnsakarter, som f.eks. tomat (Shaïda & Abdul 1995; Bhatti mfl. 2010; Al-Askar mfl. 2014; Chohan mfl. 2017) og salat (Fatima mfl. 1974; Akter 2014). Det er lite informasjon om denne frøsmitten har noen betydning eller om det kun er snakk om forurensninger på ikke-vertplanter (Akhtar & Kumar 2024).

Det tre soppartene i *Ascochyta*-komplekset (*Ascochyta pisi*, *Mycosphaerella pinodes*, *Phoma pinodella*) er alle frøoverførte i ert hvor de forårsaker erteflekk (Sundheim 2013) og ertefotsjuka (Sundheim 2018). Det var ikke mulig å finne informasjon om frøsmitte og/eller eventuelle skader av *Ascochyta* i blomsterert.

Fusariella-arter er kosmopolitiske sopper som kan forekomme på ulike plantearter, i bladstrø og i jord (Lin mfl. 2016; Crous mfl. 2023). Vi har ikke funnet noe informasjon om eventuell frøsmitte eller patogenitet på planter.

Sopper i slektene *Penicillium* og *Aspergillus*, ofte kalt muggsopper, kan forekomme på frø av mange plantearter (Richardson 1990). De er ofte tegn på redusert frøkvalitet som følge av at fuktig frø ikke har blitt tørka raskt nok og/eller lagra ved for høy fuktighet (lagringssopper), eller at frøet har vært utsatt for andre uheldige forhold (f.eks. høste/treskeskader, insektskader). Soppene utvikles da videre under lagring og kan, foruten å skade spireevnen og ødelegge frøkvaliteten, utvikle mykotoksiner (f.eks. Restani 2008). Se mer omtale i Plantevernleksikonet (Hermansen 2013; Tadesse mfl. 2018).

Sopper i slekta *Rhizopus* kan av og til forekomme på frø av mange plantearter, inkludert solsikke (Richardson 1990; Addrah 2020), og kan være en indikator på frø av dårlig kvalitet. Som lagersopp på skadd frø ved fuktige og varme forhold kan den raskt skade spireevnen. På grunn av kraftig og tett vekst av hurtigvoksende mycel og rikelig sporulering vil *Rhizopus* kunne fylle en petriskål med agar i løpet av 3-4 dager, og hemme og dekke over vekst av andre sopper. *Rhizopus* (krypmugg eller *rhizopus*-råte) betegnes ofte som en svekkelsesparasitt og kan forekomme som lagringsskade på grønnsaker, frukt og bær (Bautista-Banos 2014; Toppe & Herrero 2016).

Sordaria fimicola er en såkalt 'coprofil' ('møkk'-elskende) sopp, men den er også funnet som forurensning/kontaminant på frø av ulike plantearter (Cain & Groves 1948). Den er ikke rapportert som plantepatogen, men det er vist at den kan opptre som endofytt og forårsake redusert vekst av vertplanter (Newcombe mfl. 2016).

Referanser:

- Abdelrhim, A. S. mfl. 2024. *Plant Health Progress*, 25(3), 277-286.
- Addrah, M.E. mfl. 2019. *Pathogens*, 9(1), 29, 1-17.
- Akhtar, J. & Kumar, P. 2024. *Indian Phytopathology*, 77, 257-269.
- Akter, K. 2014. Master thesis, Department of Plant Pathology, Sher-e-Bangla Agricultural University, Dhaka, Bangladesh, 80 sider.
- Al-Askar, A.A. mfl. 2014. *Microbial biotechnology*, 7(6), 556-569.
- Aveling, T.A.S. mfl. 1993. *Plant Disease*, 77(10), 1009-1011.
- Babadoost, M. & Gabrielson, R.L. 1979. *Plant disease reporter*, 63(10), 815-820.
- Bautista-Baños, S. mfl. 2014. In *Postharvest decay* (pp. 1-44). Academic Press.
- Bhatti, F.J. mfl. 2010. *Pakistan Journal of Seed Technology (Pakistan)*, 2(15).

Tekstboks IV – Patogene og saprofyttiske sopper på frø av grønnsaker, blomsterert og solsikke – fortsettelse

- Brodal G. 1980 til 1995. *Meldinger fra Statens Frøkontroll* 1. juli 1970-30. juni 1980 til 1. juli 1991-30. juni 1992, *Rapport om frøkontrollvirksomhet 1992/93 til 1994/95*.
- Brodal, G. & Asdal, Å. 2021. *Microorganisms*, 9(10), 2175, 10 sider.
- Cain, R.F. & Groves, J.W. 1948. *Canadian Journal of Research*, 26(5), 486-495.
- Chidambaram, P. 1973. *Friesia* 10(3), 165-207.
- Chohan, S. mfl. 2017. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 29(1), 193-200.
- Cotuna, O. mfl. 2022. *Scientific Papers Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development"*, 22 (1), 107-116.
- Crous, P.W. mfl. 2023. *Fungal Systematics and Evolution*, 11(1), 109-156.
- DeMers, M. 2022. *Microbiology*, 168(3), 001153, 1-15.
- du Toit, L.J. mfl. 2004. *Plant disease*, 88(10), 1061-1068.
- Farrar, J.J. mfl. 2004. *Plant disease*, 88(8), 776-784.
- Fatima, R. mfl. 1974. *Seed Science and Technology*, 2(3), 371-383.
- Franceschini, A. mfl. 1982. *Studi Saresesi*, III, 29, 61-66 (italiensk, engelsk sammendrag).
- Ghosh, T. 2018. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 19(3-4), 72-84.
- Grogan, R. G. mfl. 1975. *Phytopathology*, 65(8), 880-886.
- Groves, J.W. & Skolko, A.J. (1944a). *Canadian Journal of Research*, 22(5), 217-234.
- Groves, J.W. & Skolko, A.J. (1944b). *Canadian Journal of Research*, 22(4), 190-199.
- Hay, F. mfl. 2021. *Plant Disease*, 105(12), 3780-3794.
- Herd, G.W. & Phillips, A.J.L. 1988. *Plant pathology*, 37(2), 202-205.
- Hermansen, A. 2011a. *Plantevernleksikonet*. <https://www.plantevernleksikonet.no/l/oppslag/1273/>
- Hermansen, A. 2011b. *Plantevernleksikonet*. <https://www.plantevernleksikonet.no/l/oppslag/1274/>
- Hermansen, A. 2011c. *Plantevernleksikonet*. <https://www.plantevernleksikonet.no/l/oppslag/477/>
- Hermansen, A. 2013. *Plantevernleksikonet*. <https://www.plantevernleksikonet.no/l/oppslag/1590/>
- Hermansen, A. 2020. *Plantevernleksikonet*. <https://www.plantevernleksikonet.no/l/oppslag/489/>
- Hermansen, A. 2024. *Plantevernleksikonet*. <https://www.plantevernleksikonet.no/l/oppslag/473/>
- Hermansen, A. og Tadesse, B.A. 2020. *Plantevernleksikonet*. <https://www.plantevernleksikonet.no/l/oppslag/1275/>
- Hermansen, A. og Tadesse, B.A. 2023. Gråskimmel i gulrot. <https://www.plantevernleksikonet.no/l/oppslag/2019/>
- Hermansen, A. mfl. 2023. *Plantevernleksikonet*. <https://www.plantevernleksikonet.no/l/oppslag/466/>
- Hewett, P.D. 1968. *Annals of Applied Biology*, 61(1), 89-98.
- Hussien, Z.N. mfl. 2018. *Egyptian Journal of Phytopathology*, 46(2), 179-194.
- Ismail, A.M. mfl. 2023. *Journal of Fungi*, 9(3), 282, 1-20.
- Jones J.B. mfl. 2014. *Compendium of tomato diseases and pests*, 2nd ed. APS Press, St. Paul
- Landbrukstilsynet, 1996-2001. *Årsstatistikk for frøkontrollvirksomheten 1995/96 til 2000/2001*.
- Lin, C.G. mfl. 2016. *Mycological Progress*, 15, 1313-1326.
- Lloyd, A.B. (1959). *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 2(4), 649-658.
- Logrieco mfl. 2009. *World Mycotoxin Journal*, 2(2), 129-140.
- Marshall, G. M. 1960. *Annals of Applied Biology*, 48(1), 27-33.
- Maude, R.B. 1996. Seed borne diseases and their control. *CAB International*, Wallingford, UK. 280 sider.

Tekstboks IV – Patogene og saprofyttiske sopper på frø av grønnsaker, blomsterert og solsikke – fortsettelse

- Maude, R.B., & Humpherson-Jones, F.M. 1980. *Annals of Applied Biology*, 95(3), 311-319.
- Maude, R.B. & Presly, A.H. 1977. *Annals of Applied Biology*, 86(2), 163-180.
- Milošević, D. mfl. 2022. *The 7th International Scientific Meeting: Mycology, Mycotoxicology, and Mycoses*. Novi Sad, Serbis, 2-3. juni 2022. Book of abstract, 78-79.
- Neergaard, P. 1977. *Seed Pathology*; The MacMillan Press Ltd.: London, UK; 1187 sider.
- Newcombe, G. 2016. *PLoS One*, 11(2), e0147425, 1-11..
- O'Neill, T. & Mayne, S. 2016. *AHDB Horticulture Factsheet 06/16*.
<https://media.ahdb.org.uk/media/Default/Imported%20Publication%20Docs/An%20unusual%20ophoma%20stem%20rot%20of%20tomato.pdf>
- Padhi, B. & Snyder, W.C. 1954. *Phytopathology* 44: 175–180
- Restani, P. 2008. In *Mycotoxins in Fruits and Vegetables* (pp. 105-114). Academic Press.
- Richardson, M. J. 1990. *An annotated list of seed-borne diseases*. Fourth edition. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.
- Shahida, P. & Abdul, G. 1995. *Pakistan Journal of Botany*, 27(1), 201-208.
- Shier, W. T. mfl. 1991. *Mycopathologia*, 116, 97-104.
- Sivanesan, A. 1987. *Mycological Papers*, 158, CAB International Mycological Institute, Kew, UK, 261 sider.
- Sowley, E.N. mfl. 2010. *European Journal of Plant Pathology*, 126, 61-71.
- Steenjtes, M.B. mfl. 2021. *Phytopathology*, 111(3), 464-473.
- Sundheim, L. 2011. *Plantevernleksikonet*. <https://www.plantevernleksikonet.no/1/oppslag/479/>
- Sundheim, L. 2013. *Plantevernleksikonet*. <https://www.plantevernleksikonet.no/1/oppslag/1287/>
- Sundheim, L. 2018. *Plantevernleksikonet*. <https://www.plantevernleksikonet.no/1/oppslag/1288/>
- Tadesse, B.A. mfl. 2018. *Plantevernleksikonet*. <https://www.plantevernleksikonet.no/1/oppslag/1175/>
- Toppe, B. & Herrero, M. 2016. *Plantevernleksikonet*. <https://www.plantevernleksikonet.no/1/oppslag/1312/>
- Tylkowska, K. & Dorna, H. 2001. *Phytopathologia Polonica* 21, 55-68.
- Williamson, B. mfl. 2007. *Molecular plant pathology*, 8(5), 561-580.
- Woudenberg, J.H.C. mfl. 2013. *Studies in mycology*, 75(1), 171-212.
- Woudenberg, J.H.C. mfl. 2017. *Studies in Mycology*, 87(1), 77-103.

Sist oppdatert 12.11.2024

3. Kontroll av sunnhets sertifikater

I henhold til plantehelseforskriftens vedlegg 5A (som nevnt i avsnitt 1.2) er det krav om plantesunnhetssertifikat for frø av tomat, løk, purre og grasløk som importeres til hobbymarkedet. Plantesunnhetssertifikatet skal bekrefte at varene er fri for planteskadegjørere i henhold til importkrav hos mottakerlandet, og eventuelt beskrive behandling som plantematerialet har gjennomgått for å sanere eventuell smitte (se tekstboks I). Krav ved frøimport av tomat og løkvekster til Norge er vist i Tabell 7.

Tabell 7. Planteskadegjørere som frø av tomat, løk, purre og grasløk skal være fri for ved import til Norge i henhold til vedlegg 1, 2 og 4A i plantehelseforskriften.

Plantart	Planteskadegjører	Vedlegg i plantehelseforskriften	Særskilte krav (plantehelseforskriften, vedlegg 4A)
Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i>)	<i>Ralstonia solanacearum</i> (mørk ringrâte)	1	
	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>sepedonicus</i> (lys ringrâte)	1	
	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	2	Det er offisielt konstatert at frøet er behandlet med en egnet syreekstraksjonsmetode eller en annen likeverdig metode, og at a) frøene har opprinnelse i områder der <i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> eller <i>Xanthomonas vesicatoria</i> og Potato spindle tuber viroid ikke er kjent å forekomme, eller b) symptomer på disse planteskadegjørerne ikke har vært observert på planter på produksjonsstedet siden den siste avsluttede vekstsesongen, eller c) en representativ prøve av frøet har gjennomgått en offisiell undersøkelse med egnede metoder for de ovennevnte planteskadegjørerne, og at frøene ved disse undersøkelsene er funnet fri for skadegjørerne.
	<i>Xanthomonas vesicatoria</i>	2	
	Potato spindle tuber viroid (PSTVd)	1	
	<i>Septoria lycopersici</i> (bladflekksjuke)	1	
Løk, purre, grasløk (<i>Allium cepa</i> ++)	<i>Ditylenchus dipsaci</i> (stengel-nematode)	2	

I forbindelse med innhenting av frøpartier til laboratorieanalyser (Tabell 1) fra en av de største importørene av planter og frø til hobbymarkedet i Norge, ble medfølgende sunnhets sertifikater for tomatfrø og løkvekster inspisert. Det gjaldt reeksportsertifikater for frøpartiene som prøvene 1.1-1.7 av tomatfrø (Tabell 1) var tatt ut ifra (kom opprinnelig fra Kina, se eksempel i Figur 1) og plantesunnhetssertifikatet for frøpartiene som prøvene 2.1-2.5 av løkvekster (Tabell 1) var tatt ut ifra (produsert i EU, se eksempel i Figur 2). Dokumentene var utstedt av 'Netherlands Food and Consumer Products Safety Authority' og hadde opplysninger om grønnsaknavn, antall poser/vekt, opprinnelsesland og informasjon om fyto sanitær tilstand. For de resterende prøvene av tomat (1.8-1.10) og løkvekster (2.6-2.10) ble frøene kjøpt fra nettbutikk for å få nok prøver til laboratorieanalysene. NIBIO innhentet ikke de tilhørende plantesunnhetssertifikatene for disse prøvene.

Tomatfrø i prøvene 1.1-1.7 kom fra Kina via Nederland i to ulike importsendinger til Norge. På reeksportsertifikatene som tilhørte frøene var det erklært at frøene var importert til Nederland med plantesunnhetssertifikat, inspisert i opprinnelsesland, at frøene ikke hadde vært i risikosituasjoner for infeksjon i Nederland og at fytosanitære krav var i samsvar med den norske planthelseforskriften (se Figur 1, teksten i punkt 10). En av de to reeksportsertifikatene, tilhørende prøve 1.1, 1.2, 1.6, og 1.7, var korrekt utfylt med tilleggserklæring (se Figur 1, teksten i punkt 11) som spesifiserte at symptomer av skadegjørerne *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis* og potato spindle tuber viroid (PSTVd) ikke var observert under frøproduksjonen (vedl 4, punkt 33b i plantehelseforskriften). Imidlertid, burde her også vært nevnt *Xanthomonas vesicatoria* (siden den også er inkludert under punkt 33b i plantehelseforskriften), alternativt kunne det vært tilstrekkelig å kun henwise til teksten i punkt 33b uten å navngi skadegjørerne. Reeksportsertifikatet for den andre importsendingen av tomatfrø, tilhørende prøve 1.3, 1.4, og 1.5, manglet tilleggserklæringen (teksten under punkt 11 i Figur 1) som spesifiserte at symptomer av skadegjørerne ikke var observert under frøproduksjonen.

Frø av løkvekster kom i to ulike importsendinger med plantesunnhetssertifikater via Nederland fra Danmark, Frankrike, Italia og Tyskland. På plantesunnhetssertifikatene for begge sendingene var det erklært at frøene hadde blitt inspisert og/eller testet i henhold til offisielle prosedyrer og at de var frie for karanteneskadegjørere i samsvar med den norske plantehelseforskriften (se Figur 2, teksten i punkt 10).

3

1 Name and address of exporter [Redacted] The Netherlands		2 PHYTOSANITARY CERTIFICATE FOR RE-EXPORT [Redacted] ORIGINAL																	
3 Declared name and address of consignee [Redacted] NORWAY		4 Plant Protection Organization of the Netherlands to Plant Protection Organization(s) of NORWAY																	
6 Declared means of conveyance Road		5 Place of origin CHINA																	
7 Declared point of entry NORWAY		8 Distinguishing marks; number and description of packages; name of produce; botanical name of plants																	
9 Quantity declared		10 This is to certify:																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Product (seeds for sowing)</th> <th>Packages</th> <th>Quantity</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>001</td> <td>Solanum lycopersicum, Vegetableseeds for sowing - 21800004521890002</td> <td>-</td> <td>0.403 kg</td> </tr> <tr> <td>002</td> <td>Solanum lycopersicum, Vegetableseeds for sowing - 21800004521890002</td> <td>-</td> <td>1,675 Pieces</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td>TOTAL 25 cartons 0.403 kg, 1,675 Pieces</td> </tr> </tbody> </table>		No.	Product (seeds for sowing)	Packages	Quantity	001	Solanum lycopersicum, Vegetableseeds for sowing - 21800004521890002	-	0.403 kg	002	Solanum lycopersicum, Vegetableseeds for sowing - 21800004521890002	-	1,675 Pieces				TOTAL 25 cartons 0.403 kg, 1,675 Pieces	<p>— that the plants or plant products or other regulated articles described above were imported into the Netherlands (contracting party of re-export) from [Redacted] (contracting party of origin) covered by Phytosanitary Certificate no. [Redacted] see box 8</p> <p>* <input type="checkbox"/> original <input checked="" type="checkbox"/> certified true copy of which is attached to this Certificate,</p> <p>— that they are <input checked="" type="checkbox"/> packed <input type="checkbox"/> repacked in <input type="checkbox"/> original <input checked="" type="checkbox"/> new containers,</p> <p>— that based on the <input checked="" type="checkbox"/> original Phytosanitary Certificate and <input type="checkbox"/> additional inspection, they are considered to conform with the current phytosanitary requirements of the importing country/contracting party, and</p> <p>— that during storage in the Netherlands (country/contracting party of re-export) the consignment has not been subjected to the risk of infestation or infection.</p> <p>* Insert tick in appropriate boxes.</p>	
No.	Product (seeds for sowing)	Packages	Quantity																
001	Solanum lycopersicum, Vegetableseeds for sowing - 21800004521890002	-	0.403 kg																
002	Solanum lycopersicum, Vegetableseeds for sowing - 21800004521890002	-	1,675 Pieces																
			TOTAL 25 cartons 0.403 kg, 1,675 Pieces																
11 Additional declaration		12 Treatment																	
<p>Consignment complies with annex 4A, point 33b. The seeds have been obtained by a suitable acid extraction method or an alternative equivalent method and no symptoms of the following pests have been observed on the plants at the place of production since the last complete cycle of vegetation: <i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> & potato spindle tuber viroid</p>		<p>Date: 16-FEBRUARY-2023</p> <p>Name and signature of authorized officer: [Redacted]</p> <p>[Redacted]</p> <p>Stamp of Organization</p>																	
13 Chemical (active ingredient)		14 Duration and temperature																	
15 Concentration		16 Date																	
17 Additional information		18 Place of issue																	



NPPO artikelnummer 2218/Reg.nr.:

(verification of document - www.e-cert.nl - verification number : [Redacted])

December 2020 model 20 client

Figur 1: Plantesunnhetssertifikat (reeksportsertifikat tilhørende prøve 1.1, 1.2, 1.6, og 1.7) av tomatfrø (*Solanum lycopersicum*) som erklærer at frøet har blitt behandla med egnet syreekstrakt eller tilsvarende alternativ metode og at ingen symptomer av *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* («Bacterial Canker of Tomato» på engelsk) og potato spindle tuber viroid (PSTVd) ble observert på plantene på produksjonslokaliteten.

3

1 Name and address of exporter [Redacted] The Netherlands		2 PHYTOSANITARY CERTIFICATE ORIGINAL [Redacted]																																					
3 Declared name and address of consignee [Redacted] NORWAY		4 Plant Protection Organization of the Netherlands to Plant Protection Organization(s) of NORWAY																																					
6 Declared means of conveyance Road		5 Place of origin Several countries																																					
7 Declared point of entry NORWAY		 • IRN: [Redacted] - < TEXT END > -																																					
8 Distinguishing marks; number and description of packages; name of produce; botanical name of plants		9 Quantity declared																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Product (seeds for sowing)</th> <th>Packages</th> <th>Quantity</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>001</td> <td>Allium schoenoprasum, (DENMARK) Herbseeds for sowing</td> <td>- -</td> <td>0.094 kg</td> </tr> <tr> <td>002</td> <td>Allium porrum, (ITALY) Vegetableseeds for sowing</td> <td>- -</td> <td>0.074 kg</td> </tr> <tr> <td>003</td> <td>Allium cepa, (FRANCE) Vegetableseeds for sowing</td> <td>- -</td> <td>0.205 kg</td> </tr> <tr> <td>004</td> <td>Allium cepa, (ITALY) Vegetableseeds for sowing</td> <td>- -</td> <td>0.05 kg</td> </tr> <tr> <td>005</td> <td>Allium schoenoprasum, (GERMANY) Herbseeds for sowing</td> <td>- -</td> <td>0.016 kg</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td>TOTAL</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td>25 cartons</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td>0.439 kg</td> </tr> </tbody> </table>		No.	Product (seeds for sowing)	Packages	Quantity	001	Allium schoenoprasum, (DENMARK) Herbseeds for sowing	- -	0.094 kg	002	Allium porrum, (ITALY) Vegetableseeds for sowing	- -	0.074 kg	003	Allium cepa, (FRANCE) Vegetableseeds for sowing	- -	0.205 kg	004	Allium cepa, (ITALY) Vegetableseeds for sowing	- -	0.05 kg	005	Allium schoenoprasum, (GERMANY) Herbseeds for sowing	- -	0.016 kg				TOTAL				25 cartons				0.439 kg		
No.	Product (seeds for sowing)	Packages	Quantity																																				
001	Allium schoenoprasum, (DENMARK) Herbseeds for sowing	- -	0.094 kg																																				
002	Allium porrum, (ITALY) Vegetableseeds for sowing	- -	0.074 kg																																				
003	Allium cepa, (FRANCE) Vegetableseeds for sowing	- -	0.205 kg																																				
004	Allium cepa, (ITALY) Vegetableseeds for sowing	- -	0.05 kg																																				
005	Allium schoenoprasum, (GERMANY) Herbseeds for sowing	- -	0.016 kg																																				
			TOTAL																																				
			25 cartons																																				
			0.439 kg																																				
10 This is to certify that the plants, plant products or other regulated articles described herein: — have been inspected and/or tested according to appropriate official procedures, and — are considered to be free from the quarantine pests specified by the importing contracting party, and — to conform with the current phytosanitary requirements of the importing contracting party, including those for regulated non-quarantine pests.																																							
11 Additional declaration ----- < TEXT END > -----																																							
DISINFESTATION AND/OR DISINFECTION TREATMENT		18 Place of issue																																					
12 Treatment -----		Date: [Redacted]																																					
13 Chemical (active ingredient) -----		Name and signature of authorized officer: [Redacted]																																					
14 Duration and temperature -----																																							
15 Concentration -----		Stamp of Organization																																					
16 Date -----																																							
17 Additional information -----																																							

NPPO artikelnummer 2216 / Reg.nr. [Redacted]

(verification of document - www.e-cert.nl - verification number: [Redacted])

December 2021
model 1 client

No financial liability with respect to this certificate shall attach to the Plant Protection Organization of the Netherlands or to any of its officers or representatives.

Figur 2: Plantesunnhetssertifikat av importert løkfrø (*Allium* spp.) som erklærer at frøet er fritt for karanteneskadegjørere.

4. Oppsummering og konklusjoner

I denne delen av STOPPest-prosjektet har vi undersøkt forekomster av planteskadegjørere i stikkprøver av importert frø til hobbymarkedet av en del grønnsaker (tomat, løkvekster, salat, gulrot, kål og selleri) og blomster (solsikke og blomsterert). Målet var å undersøke om det kommer inn smitte av uønska planteskadegjørere ved slik frøimport, samt kontroll av plantesunnhetssertifikater for frøpartier av tomat og løkvekster for å undersøke om slik import foregår i samsvar med gjeldende norsk regelverk. Dette er første undersøkelse i sitt slag og inkluderte laboratorieanalyser for smitte av virus og viroid i tomatfrø og sopper på frø av de åtte vekstene.

Frøsmitte er en effektiv måte å introdusere og spre smitte av planteskadegjørere på. Det er kjent at en rekke planteskadegjørere har blitt spredd til nye arealer og over landegrenser/til andre regioner i verden ved internasjonal handel med infiserte frø. Frøsmitte kan, i tillegg til andre smittekilder, være en viktig kilde til angrep som kan gi reduserte avlinger og betydelige skader.

Ved import av frø til Norge, både til kommersiell dyrking og hobbydyrking, er det i motsetning til import av planter, *svært få spesifiserte krav i regelverket angående sjukdomssmitte*. Importfrø av de fleste plantearter er unntatt fra de fleste kravene angående planteskadegjørere nevnt i plantehelseforskriften. Imidlertid er det ved import av frø av artene tomat, løk, purre og grasløk, også av frø til hobbymarkedet, krav om plantesunnhetssertifikat som bekrefter at myndighetene i eksportlandet går god for at plantematerialet oppfyller plantehelsekravene i mottakerlandet. Kravet om sunnhetssertifikat gjelder ikke for privatpersoner som kan importere inntil 50 porsjonspakninger til Norge til privat og ikke-kommersielt formål.

Laboratorieanalysene for virus med molekylær metodikk avdekket at én av de ti testa tomatprøvene (importert fra Kina via Nederland) hadde smitte av karanteneskadegjøreren potato spindle tuber viroid (PSTVd). Dette viroidet skal i henhold til norsk plantehelseregulering ikke forekomme på importert tomatfrø. *Dette viser at inspeksjonsmetodene i opprinnelseslandet ikke var tilstrekkelige for å unngå smitte av denne sjukdommen på frø og at sunnhetssertifikatet ikke var til å stole på.* I tillegg ble tomatmosaikkvirus (ToMV) påvist i to frøprøver av tomat. Selv om dette viruset ikke er en karanteneskadegjørere, forårsaker det betydelige skader på planter (Tekstboks II) og er uønsket i frø. Tomatbrunflekkvirus (ToBRFV) har vært i fokus i EPPO-området de siste årene, men det ble ikke påvist i frø i våre undersøkelser.

Laboratorieanalysene for sopp viste at smitte av flere viktige sjukdommer kan være vanlig på ubeisa/ubehandla importert frø av diverse grønnsakarter, solsikke og blomsterert. I denne undersøkelsen ble sopper i hovedsak identifisert morfologisk til slekt. Innen de påviste slektene er det flere kjente patogener arter som kan forårsake viktige plantesjukdommer. Vi kan ikke utelukke at det var smitte av slike i prøvene, men vi kunne ikke identifisere eventuelle slike arter med sikkerhet ved kun morfologisk metode. I noen tilfeller var det imidlertid mulig å bestemme sopper til art basert på morfologiske kjennetegn. Soppene som ble påvist på frø er mer eller mindre vanlige i Norge, og forekomstene (både patogener og saprofytter) var i hovedsak i samsvar med forekomster påvist i frøanalyser av disse vekstene i andre land (se resultater/diskusjon og tekstboks III og IV). Resultatene fra denne undersøkelsen er også i samsvar med resultater fra soppanalyser av importert ubeisa frø av løkvekster, kål, gulrot og selleri som ble gjennomført på 1980- og 1990-tallet av et relativt stort antall frøpartier til kommersiell dyrking (Brodal 1980 til 1995; Landbrukstilsynet 1996 til 2001). Dette er første gang frø av tomat, salat, solsikke og blomsterert importert til Norge er undersøkt for sjukdomssmitte.

Fusarium ble funnet på frø av flere av de undersøkte artene, med høy smitteprosent i to prøver av løk. I de siste årene er det i flere land rapportert store problemer med nye, ulike raser av *F. oxysporum* i bla. salat, spesielt i veksthus (Amsterdam & Clarkson 2023, Herrero m.fl. 2021). Handel med infisert frø

anses som viktig årsak til spredning av *F. oxysporum* til mange land. Vi hadde dessverre ikke mulighet for å identifisere *Fusarium* til art i denne undersøkelsen.

Noen få sopper fra frø av solsikke ble identifisert til art med molekylær metodikk, som *Sclerotinia sclerotiorum* og *Macrophomina phaseolorum*. Disse patogenene lager overvintringsstrukturer (sklerotier) som kan overleve lenge i jorda.

Alle soppene påvist i denne undersøkelsen kan overleve i planterester i jord og på jordoverflaten. På den måten kan smitte av plantesjukdommer som opprinnelig kom fra frø, overleve (overvintre) i hagen med risiko for å spre seg i nærmiljøet over tid, og dermed føre til sjukdomsutbrudd i kommersiell planteproduksjon i området.

I seks av frøprøvene av blomsterert ble det i laboratorieanalysene observert insektskader, hvorav bille ble funnet inni frø i tre av prøvene. Billene ble ikke identifisert til art. I henhold til vedlegg D i såvareforskriften om grønnsakfrø (Lovdata 1999) skal såvare av belgplanter (til kommersiell dyrking) ikke være angrepet av eller inneholde levende insekter av bønnefrøbille (*Acanthoscelides obtectus*), ertefrøbille (*B. pisorum*), *B. affinis*, *B. atomarius* eller *Bruchus rufimanus* ('fabafrøbille'), men dette gjelder ikke import av frø til hobbymarkedet. *Bruchus rufimanus* er utbredt i mange land og økt utbredelse skyldes delvis handel med infiserte frø som kan inneholde levende larver, pupper eller voksne biller (Schjøll & Thöming 2023). De er gode flyvere og kan fly flere km for å finne aktuelle vertplanter for egglegging. De har et stort angreps- og spredningspotensial og kan være en alvorlig trussel for dyrking av blant annet åkerbønne (*Vicia faba*) som er svært utsatt for angrep. Et viktig tiltak for å redusere faren for angrep er å unngå infiserte frø. Import av bla. blomsterertfrø infisert med fabafrøbille til hobbydyrking vil på grunn av spredningspotensial kunne være en trussel for dyrking av viktige belg/proteinvekster.

Det ble funnet vekst av bakterier (uten nærmere identifisering) på frø av løk, solsikke og blomsterert.

Kontroll av plantesunnhetssertifikater for frøpartier av tomat og løkvekster viste at sertifikatene ikke alltid var tilfredsstillende. Sertifikatet for den ene forsendelsen av tomatfrø manglet erklæring om at forsendelsen tilfredsstilte kravene i plantehelseforskriftens vedlegg 4, punkt 33b. Det andre tomatfrøsertifikatet oppga at forsendelsen tilfredsstilte kravene i vedlegget, som sier at symptomer av de nevnte skadegjørerne (PSTVd og *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*,) ikke hadde vært observert på produksjonsstedet siden den siste avsluttede vekstsesongen. Her skulle også *Xanthomonas vesicatoria* vært nevnt. Det er imidlertid rapportert at infeksjon av PSTVd ikke alltid har synlige symptomer (O'Neill and Mumford 2006). Da er det kanskje ikke så overraskende at den ene tomatfrøprøven allikevel var infisert med PSTVd. Vårt funn tyder på at kravet i vedlegg 4, punkt 33b, ikke er tilstrekkelig for å dokumentere at frøet er fritt for de nevnte skadegjørerne.

Undersøkelsen av sjukdomssmitte på frø til hobbymarkedet viste at et tilfeldig utvalg av frø av vanlige hagebruksvekster førte med seg smitte av flere viktige plantesjukdommer til Norge, inkludert en karanteneskadegjører i tomat til tross for krav om sunnhetssertifikat. Det betyr at nåværende regelverk og håndheving ikke forhindrer at karanteneskadegjørere kan bli importert med frø. Nåværende mottakskontroll av frø til hobbydyrking er bare dokumentkontroll (dvs. sjekke at det følger med plantesunnhetssertifikater av de få artene der det kreves) og identitetskontroll (dvs. forsikre seg om at forsendelsen stemmer overens med sertifikatet), men ingen fysisk kontroll av varenes kvalitet, i motsetning til import av planter der man må undersøke plantenes helsetilstand og se etter planteskadegjørere.

I 2020 ble det importert 71 tonn grønnsakfrø og 19 tonn blomsterfrø til Norge i henhold til statistikk om internasjonal frøhandel (International Seed Federation <https://www.worldseed.org/resources/seed-statistics/>). Det finnes imidlertid ingen informasjon om hvor stor andel av dette som gikk til hobbymarkedet. Hobbydyrking av grønnsaker og blomster er svært populært og vi antar derfor at det utgjør en betydelig andel, og at slik import kan utgjøre en vesentlig risiko for å få inn smitte av uønska plantesjukdommer. Også offisielt sertifisert frø (importert

eller norsk-produsert) kan føre med seg smitte av mange viktige plantesjukdommer fordi såvareforskriften kun krever at sjukdomssmitte og skadedyr som begrenser såvarens bruksverdi skal være redusert til et minimum, i tillegg til noen svært få spesifikke krav for noen få sjukdommer på enkelte plantearter.

Et viktig tiltak mot mange plantesjukdommer er å starte med smittefritt frø. Bruk av friskt sertifisert frø eller frø med smittenivå under en terskelverdi (grenseverdi for hvor mye smitte som må til før skader av betydning kan oppstå på planter) anbefales ofte som et første tiltak for å sikre friske planter. Selv om de fleste frøoverførte soppsjukdommene ikke er omfattet av noe regelverk eller har status som karanteneskadegjørere, kan frøsmitte av mange viktige plantesjukdommer, såkalte kvalitetsskadegjørere, overføres fra frø til planter og forårsake betydelig avlingstap og skade på salgsprodukter. Denne undersøkelsen viste at frøene kan føre med seg smitte som potensielt kan forårsake dårlig vekst og redusert kvalitet ved hobbydyrking av grønnsaker, solsikke og blomsterert i tillegg til å utgjøre en risiko for spredning til kommersiell planteproduksjon og naturområder, med potensielt store tap som følger.

Mye grønnsakfrø som selges over hele verden til kommersiell dyrking testes for sjukdomssmitte med molekylære metoder av såvarefirmaene som har ansvar for frøproduksjonen. Dette har imidlertid resultert i at de følsomme metodene har avslørt lave, muligens ubetydelige smittenivåer, og at mange frøpartier (kanskje unødvendig?) har blitt vraket. Såvarefirmaene foreslår nå at positivt resultat ved slik metode i tillegg bør verifiseres med en mer 'tradisjonell/direkte' metode for å kunne beholde og selge frøpartier med 'ubetydelig smittenivå' (Hiddink mfl. 2023). Ut fra våre funn kan det være grunn til å anbefale at slike metoder også bør tas i bruk for frøpartier av grønnsaker og blomster til hobbymarkedet i produksjonslandet før de markedsføres.

Basert på denne rapporten om smitte av plantsjukdommer i stikkprøver av frø til hobbydyrking, og to foregående rapporter om konkrete funn av skadegjørere i importkontrollene som er utført i STOPPest-prosjektet, vil vi i en egen rapport diskutere om dagens importkontroll er tilfredsstillende, og hvilke endringer som eventuelt kan anbefales.

Kommentarer/forslag til noen tiltak for å redusere risiko for uønska frøsmitte ved frøimport:

- Den mest effektive måten å unngå frøsmitte av planteskadegjørere på er å ha best mulig bekjempelsesstrategier under frøproduksjonen (produsere så friskt frø som mulig med liten risiko for smitte). Kan det være mulig for Norge å kreve bedre oppfølging under produksjon av frø (også til hobbydyrking)? Pga. at det aller meste av frøproduksjonen av grønnsaker og blomster foregår i regi av store frøfirmaer 'ute i verden' og gjerne i andre verdensdeler, kan dette være vanskelig å påvirke. Det anbefales at dette tas opp igjennom aktuelle fora som f.eks. EPPO og EU.
- Frøprodusenter analyserer frø til kommersiell dyrking for viktige skadegjørere under produksjonen (usikker på om det også gjelder ikke-regulerte skadegjørere). Er det mulig å pålegge frøimportørene at de må kreve av 'frøselger' at frø er analysert for smitte? Og eventuelt kreve beising eller behandling mot smitte?
- Beising eller annen behandling av frø krever at en har kunnskap om sunnhetstilstand hos frøet, noe som krever analyser, dvs en må vite hva en skal behandle mot for å velge riktig beisemiddel/behandling, det er stor forskjell på hvilke beisemidler/behandlinger som virker mot hvilke sopper.
- Importkontroll: For å redusere risiko for å innføre smitte med frø, er det nødvendig med analyser for sjukdomssmitte av frøpartier. Er det praktisk mulig å kreve sunnhetsanalyser av importert frø, inkludert frø til hobbymarkedet? Uansett vil fri import av inntil 50 porsjonspakninger, samt netthandel, fortsatt utgjøre en risiko.

- Inkludering av kategorien RNQP ved revidering av norsk plantehelseregulering (bør skje så raskt som mulig), eventuelt vurdere om flere arter bør med, og kreve sunnhetssertifikat for disse. Men hva om sunnhetssertifikatene ikke er til å stole på?
- Bedre håndheving og konkretisering av den generelle setningen i såvareforskriften (om grønnsakfrø): Sjukdommer og skadedyr som begrenser frøets bruksverdi, skal være redusert til et minimum. Hvordan håndheves denne? Veldig vagt, er det noen som undersøker (bryr seg om) dette? Bør erstattes av mer konkrete krav. Sjukdomssmitte kan til en viss grad sammenlignes med renhet hos frø, som har både maks-grenser og spesifikke krav (inkludert uønska ugras/andre plantearter) i såvareforskriften.
- For å få bedre oversikt over hva som kreves i forbindelse ved frøimport foreslås en egen tabell (som f.eks. tabell 7 i denne rapporten, eventuelt i en 'veileder' eller lignende) med hvilke skadegjørere som er omfattet av regelverket ved import av frø av de ulike planteartene, inkludert RNQP'er når de blir inkludert i revidert forskrift.

5. Litteratur

- Addrah, M. E., Zhang, Y., Zhang, J., Liu, L., Zhou, H., Chen, W., & Zhao, J. 2019. Fungicide treatments to control seed-borne fungi of sunflower seeds. *Pathogens*, 9(1), 29.
- Ahmed, B., Khan, B., Ghazanfar, M. U., Rajput, N. A., Jabbar, A., Ahmad, W., & Walait, M. 2017. Occurrence and distribution of vegetables seed-borne mycoflora in Punjab Pakistan. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 29(2), 265-271.
- Akhtar, J., & Kumar, P. 2024. Seed-borne fungi: challenges in seed health testing for biosecurity and agricultural sustainability. *Indian Phytopathology*, 1-13.
- Al-Askar, A. A., Ghoneem, K. M., Rashad, Y. M., Abdulkhair, W. M., Hafez, E. E., Shabana, Y. M., & Baka, Z. A. 2014. Occurrence and distribution of tomato seed-borne mycoflora in Saudi Arabia and its correlation with the climatic variables. *Microbial biotechnology*, 7(6), 556-569.
- Alkowni, R., Alabdallah, O., & Fadda, Z. 2019. Molecular identification of tomato brown rugose fruit virus in tomato in Palestine. *Journal of Plant Pathology*, 101(3), 719-723. <https://doi.org/10.1007/s42161-019-00240-7>
- van Amsterdam, S., Jenkins, S., & Clarkson, J. P. 2023. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* Race 1 causing lettuce wilt in Northern Ireland. *Plant Disease*, 107(8), 2524.
- Bhatti, F. J., Ghazal, H., Irshad, G., Begum, N., & Bhutta, A. R. 2010. Study on seed-borne fungi of vegetable seeds. *Pakistan Journal of Seed Technology*, 2(15).
- Bostan, H., Nie, X. Z., & Singh, R. P. 2004. An RT-PCR primer pair for the detection of and its application in surveying ornamental plants for viroids. *Journal of Virological Methods*, 116(2), 189-193. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2003.11.014>
- Brodal G. 1980 til 1995. Sykdomsundersøkelser. Meldinger fra Statens Frøkontroll 1. juli 1970-30. juni 1980 til 1. juli 1991-30. juni 1992, Rapport om frøkontrollvirksomhet 1992/93 til 1994/95.
- Chrapačienė, S., Rasiukevičiūtė, N., & Valiuškaitė, A. 2022. Control of seed-borne fungi by selected essential oils. *Horticulturae*, 8(3), 220.
- Chohan, S., Perveen, R., Abid, M., Naqvi, A. H., & Naz, S. (2017). Management of seed borne fungal diseases of tomato: a review. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 29(1), 193-200.
- Denancé, N. & Grimault, V. 2022. Seed pathway for pest dissemination: The ISTA Reference Pest List, a bibliographic resource in non-vegetable crops. *EPPO Bulletin*, 52(2), 434-445.
- Elmer, W. H. 2001. Seeds as vehicles for pathogen importation. *Biological Invasions*, 3, 263-271.
- EPPO 2013. PM 7/113 (1) Pepino mosaic virus. EPPO Bulletin 43 (1), 94-104 <https://doi.org/10.1111/epp.12023>
- EPPO 2018. Regulated non-quarantine pests (RNQPs): methodology for preparing lists of RNQPs. EPPO Reporting Service no. 02, 2018. <https://gd.eppo.int/reporting/article-6220>
- FAO 2017/2021. International movement of seeds. ISPM 38. Publisert 2017, oppdatert 2021. 22 sider. <https://www.fao.org/3/i7219en/i7219en.pdf>.
- Farrar, J. J., Pryor, B. M., & Davis, R. M. 2004. Alternaria diseases of carrot. *Plant disease*, 88(8), 776-784.
- Franić, I., Cleary, M., Adaya, A. G., Bragança, H., Brodal, G., Cech, T. L., Chandelier, A., Doğmuş-Lehtijärvi, T., Eschen, R., Lehtijärvi, A., Ormsby, M., Prospero, S., Schwanda, K., Sikora, K., Szmidla, H., Talgø, V., Tkaczyk, M., Vetraino, A. M., & Perez-Sierra, A. 2024. The Biosecurity Risks of International Forest Tree Seed Movements. *Current Forestry Reports*, 10(2), 89-102. <https://doi.org/10.1007/s40725-023-00211-3>
- Herrero, M. L., Nagy, N. E., & Solheim, H. 2021. First Report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* Race 1 Causing Fusarium Wilt of Lettuce in Norway. *Plant Disease*, 105(8), 2239. <https://doi.org/10.1094/pdis-01-21-0134-pdn>
- Hiddink, G. A., Willmann, R., Woudenberg, J. H., & Souza-Richards, R. 2023. Seed health testing: doing things right. *PhytoFrontiers™*, 3(1), 71-74. <https://doi.org/10.1094/PHYTOFR-03-22-0029-FI>
- Hussien, Z. N., Ibrahim, M. M., Ahmed, M. I., & Khalil, A. A. 2018. Thermotherapy of sunflower seeds controlling charcoal-rot caused by *Macrophomina phaseolina*. *Egyptian Journal of Phytopathology*, 46(2), 179-194.
- International Seed Federation. Seed Health. <https://worldseed.org/our-work/seed-health/> Accessed 14. februar 2024.
- International Seed Federation. Seed statistics 2020. <https://worldseed.org/resources/seed-statistics/> Accessed 14. februar 2024.

- International Seed Testing Association (ISTA). 2024. International Rules for Seed Testing, Chapter 7, page 1-14. <https://doi.org/10.15258/istarules.2023.07>
- International Seed Testing Association (ISTA). 'Reference Pest List'. <https://www.seedtest.org/en/services-header/tools/seed-health-committee/ista-reference-pest-list.html>.
- Köycü, N. D., & Özer, N. 1997. Determination of seedborne fungi in onion and their transmission to onion sets. *Phytoparasitica*, 25, 25-31.
- Landbrukstilsynet. 1996-2001. Årsstatistikk for frøkontrollvirksomheten 1995/96 til 2000/2001.
- Levitskaya, K., Lyakh, V., & Afanasieva, O. 2023. Identification of sunflower seed pathogens and their effect on seed germination against the background of plant damage by Septoria leaf spot. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 60(6), 11-18.
- Lovdata 1999. Forskrift om såvarer. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1999-09-13-1052>
- Lovdata 2000. Forskrift om planter og tiltak mot planteskadegjørere. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2000-12-01-1333>
- Lovdata 2015. Forskrift om fremmede organismer. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-06-19-716>.
- Marshall, G. M. (1960). The incidence of certain seed-borne diseases in commercial seed samples: III. Septoria leaf spot, or blight, of celery. *Annals of Applied Biology*, 48(1), 27-33.
- Mattilsynet 2014. Informasjon om fornying av plante helsereguleringer. <https://hoering.mattilsynet.no/Hoering/2895>.
- Medić-Pap, S., Tančić-Živanov, S., Danojević, D., Ignjatov, M., Ilić, A., Glogovac, S., & Gvozdanić-Varga, J. 2022. Seedborne fungi on stored onion seeds. *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke*, 143, 39-52.
- Menzel, W., Jelkmann, W., & Maiss, E. 2002. Detection of four apple viruses by multiplex RT-PCR assays with coamplification of plant mRNA as internal control. *Journal of Virological Methods*, 99(1-2), 81-92. [https://doi.org/10.1016/S0166-0934\(01\)00381-0](https://doi.org/10.1016/S0166-0934(01)00381-0)
- Menzel, W., Knierim, D., Winter, S., Hamacher, J., & Heupel, M. 2019. First report of Tomato brown rugose fruit virus infecting tomato in Germany. *New Disease Reports*, 39. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-19-1045-PDN>
- Neergaard, P. 1977. Seed Pathology; Volume I og II. The MacMillan Press Ltd.: London, UK; 1187p
- Nishikawa, J., Kobayashi, T., & Natsuaki, K. T. 2014. Seed-borne fungi on genebank-stored cruciferous seeds from Japan. *Seed Science and Technology*, 42(1), 47-59.
- O'Neill, T. & Mumford, R. 2006. Potato spindle tuber viroid in tomato and new viroid reports. Factsheet 09/06. Horticultural Development Council. East Malling, UK.
- Picard C, Ward M, Benko-Beloglavec A, Matthews-Berry S, Karadjova O, Pietsch M, Van Der Gaag DJ (2017) A methodology for preparing a list of recommended regulated non-quarantine pests (RNQPs). *EPPO Bulletin* 47(3), 551-558.
- Schjøll, A.F. & Thöming, G. 2023. Fabaførø, *Bruchus rufimanus*. Plantevernleksikonet. <https://www.plantevernleksikonet.no/l/oppslag/2010/>
- Sowley, E. N., Dewey, F. M., & Shaw, M. W. (2010). Persistent, symptomless, systemic, and seed-borne infection of lettuce by *Botrytis cinerea*. *European Journal of Plant Pathology*, 126, 61-71.
- Szopińska, D., & Tylkowska, K. (2004). Effects of osmopriming and fungicide treatment on germination, vigour and health of lettuce (*Lactuca sativa*) seeds. *Phytopatol. Pol*, 31, 45-56.
- Sokhandan-Bashir, N., Ghasemzadeh, A., Masoudi, N., Khakvar, R., & Farajzadeh, D. (2013). Degenerate Primers Facilitate the Detection and Identification of Potyviruses From the Northwest Region of Iran. *Iranian Journal of Biotechnology*, 11(2), 115-122. <https://doi.org/10.5812/ijb.11213>
- Tahvonen, R. (1979). Seed-borne fungi on cruciferous cultivated plants in Finland and their importance in seedling raising. *Agricultural and Food Science*, 51(1), 327-379.
- White, T. J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. *PCR Protocols: A guide to methods and applications/Academic Press, Inc*.
- Zamora-Ballesteros, C., Diez, J. J., Martín-García, J., Witzell, J., Solla, A., Ahumada, R., ... & Hantula, J. (2019). Pine pitch canker (PPC): pathways of pathogen spread and preventive measures. *Forests*, 10(12), 1158. <https://www.mdpi.com/1999-4907/10/12/1158>

Vedlegg

Vedlegg 1. Spireprosent og smitte av sopper innen flere slekter (prosent infiserte frø) påvist i frøprøver av tomat, løkvekster, salat, solsikke, gulrotkål, selleri og blomsterert (10 prøver av hver art) importert til hobbymarkedet i Norge våren 2023 (to delprøver à 100 frø av hver prøve analysert med metode for morfologisk identifisering).

TOMAT

Prøve- nr.	Spiring % *	<i>Alternaria</i> %		<i>Penicillium/ Aspergillus</i> %		<i>Botrytis</i> %		<i>Fusarium</i> %		Diverse
		Del- prøve	Gj. snitt	Del- prøve	Gj. snitt	Del- prøve	Gj. snitt	Del- prøve	Gj. snitt	
1.1.1	91	0	0	6	6	0	0,5	0	0	
1.1.2		0		6		1		0		
1.2.1	83	0	0	1	0,5	0	0	0	0,5	
1.2.2		0		0		0		1		
1.3.1	90	0	0	0	0	0	0	0	0	
1.3.2		0		0		0		0		
1.4.1	82	12	9	0	0,5	15	12	0	0,5	3 frø m/ <i>Phoma</i> (gj.snitt 1,5%)
1.4.2		6		1		8		1		
1.5.1	80	0	0	0	0	2	2	0	0	
1.5.2		0		0		2		0		
1.6.1	83	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	
1.6.2		1		1		2		0		

1.7.1	95	0	0	0	0	0	0	0	0	
1.7.2		0		0		0		0		
1.8.1	88	1	0,5	0	0	0	0	0	0	
1.8.2		0		0		0				
1.9.1	92	29	28	1	1	9	13	0	0,5	1 frø m/ <i>Drechslera</i> . (gj.snitt 0.5%)
1.9.2		27		1		16		1		
1.10.1	92	1	0,5	0	0,5	1	1	0	0	
1.10.2		0		1		1		0		

*Spireprosent oppgitt på frøposer

LØKVEKSTER

Prøve- nr.	Spiring % *	<i>Alternaria</i>		<i>Penicillium/ Aspergillus</i>		<i>Botrytis</i>		<i>Fusarium</i>		<i>Stemphylium</i>		Diverse
		Del- prøve	Gj. snitt	Del- prøve	Gj. snitt	Del- prøve	Gj. snitt	Del- prøve	Gj. snitt	Del- prøve	Gj. snitt	
2.1.1	91	1	0,5	0	0	11	7	1	3	1	0,5	
2.1.2		0		0		2		4		0		
2.2.1	84	1	0,5	0	0	0	1	0	0	0	0	
2.2.2		0		0		2		0		0		
2.3.1	88/96	1	1,5	0	1	5	10	0	0	9	8	
2.3.2		2		2		17		0		7		

2.4.1	96/97?	1	0,5	10	13	1	2	56	55	0	0	Litt <i>Rhizopus</i>
2.4.2		0		16		3		53		0		
2.5.1	92	0	0	0	1,5	0	0,5	75	76	0	0	
2.5.2		0		3		1		77		0		
2.6.1	92	4	3	4	3	0	1	0	0	0	0	
2.6.2		2		2		2		0		0		
2.7.1	90	12	12	0	0	0	1,5	0	0,5	0	0,5	
2.7.2		12		0		3		1		1		
2.8.1	88	8	9	0	1,5	10	9	0	0	14	12	
2.8.2		10		3		7		0		9		Noen frø m/bakterievekst
2.9.1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2.9.2		0		0		0		0		0		
2.10.1	95	0	0	2	1	1	0,5	0	0	0	0	
2.10.2		0		0		0		0		0		1 frø m/bakterievekst

*Spireprosent oppgitt på frøposer

SALAT

Prøve- nr.	Spiring % *	<i>Alternaria</i> %		<i>Penicillium/ Aspergillus</i> %		<i>Botrytis</i> %		<i>Fusarium</i> %		<i>Stemphylium</i> %		Diverse
		Del- prøve	Gj. snitt	Del- prøve	Gj. snitt	Del- prøve	Gj. snitt	Del- prøve	Gj. snitt	Del- prøve	Gj. snitt	

3.1.1	94	1	0,5	0	0	3	4	0	0	0	0	
3.1.2		0		0		4		0		0		
3.2.1	80	38	43	0	0	6	4	0	0	11	12	1 frø m/ <i>Bipolaris</i> (gj.snitt 0.5%)
3.2.2		47		0		1		0		12		
3.3.1	80	21	22	0	0	1	1	0	0	1	1	
3.3.2		23		0		1		0		1		
3.4.1	88	7	11	1	1,5	11	11	0	0	1	1,5	
3.4.2		14		2		10		0		2		
3.5.1	98	6	6	0	0	2	1	0	0	0	0	
3.5.2		5		0		0		0		0		
3.6.1	86	14	13	9	5	59	64	0	0	0	0	
3.6.2		12		1		69		0		0		
3.7.1	86	0	0	3	6	0	0	0	0	1	0,5	
3.7.2		0		9		0		0		0		
3.8.1	94	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	
3.8.2		2		0		0		0		0		
3.9.1	80	57	50	0	0	0	0	0	0	0	1	
3.9.2		43		0		0		0		2		
3.10.1	88	1	0,5	0	0	2	1,5	1	1,5	0	0	* ett isolat ble i etterkant identifisert ved molekylær metode til å være <i>Fusariella</i>
3.10.2		0		0		1		2		0		

*Spireprosent oppgitt på frøposer

SOLSIKKE

Prøve- nr	Spiring % *	<i>Cladosporium</i> %		<i>Penicillium/ Aspergillus</i> %		<i>Fusarium</i> %		Diverse
		Del- prøve	gj. snitt	Del- prøve	gj. snitt	Del- prøve	gj. snitt	
4.1.1	98	6	7	2	2	0	0	<i>Mye Rhizopus</i>
4.1.2		7		2		0		
4.2.1	80/86/95	3	5	2	1	0	0	<i>Mye Rhizopus</i>
4.2.2		6		0		0		
4.3.1	95	0	0	0	0	0	0	<i>Mye Rhizopus, 15 frø m/bakterievekst</i>
4.3.2		0		0		0		
4.4.1	90/96	0	0	0	0	0	0	<i>Litt Rhizopus, 4 frø m/bakterievekst</i>
4.4.2		0		0		0		
4.5.1	75	34	33	0	0,5	0	0,5	
4.5.2		31		1		1		
4.6.1	80/86/95	7	9	16	9	0	0	<i>2 sclerotier av Sclerotinia sclerotiorum, litt Rhizopus</i>
4.6.2		10		1		0		
4.7.1	95	15	8	0	0	0	0	<i>3 frø m/bakterievekst</i>
4.7.2		1		0		0		
4.8.1	90/96	0	0	0	0	0	0	<i>4 frø m/bakterievekst</i>
4.8.2		0		0		0		

4.9.1	75	29	31	0	0	0	1	5 frø m/bakterievekst
4.9.2		32		0		2		
4.10.1	80/86/95	3	4	10	9	0	0	Mye <i>Rhizopus</i>
4.10.2		5		8		0		

*Spireprosent oppgitt på frøposer

GULROT

Prøve- nr.	Spiring % *	<i>Alternaria</i> %		<i>Alternaria dauci</i> %		<i>Alternaria radicina</i> %		<i>Penicillium/ Aspergillus</i> %		<i>Botrytis</i> %		Diverse
		Del- prøve	Gj. snitt	Del- prøve	Gj. snitt	Del- prøve	Gj. snitt	Del- prøve	Gj. snitt	Del- prøve	Gj. snitt	
5.1.1	88	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	
5.1.2		8		0		0		0		0		
5.2.1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5.2.2		0		0		0		0				
5.3.1	83	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	
5.3.2		0		0		0		0				
5.4.1	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5.4.2		0		0		0		0				
5.5.1	92	13	10	1	0,5	0	0	0	0	5	4	
5.5.2		6		0		0		0		3		

5.6.1	80	100	100	0	0	0	0,5	0	0	8	10	
5.6.2		100		0		1		0		11		
5.7.1	80	8	14	10	11	8	7	0	0	0	0	
5.7.2		20		12		5		0		0		
5.8.1	88	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	
5.8.2		5		0		0		0				
5.9.1	80	30	30	11	10	3	4	0	0	0	0	
5.9.2		30		8		5		0		0		
5.10.1	88	3	2	0	0	0	0	1	0,5	0	0	
5.10.2		1		0		0		0				

*Spireprosent oppgitt på frøposer

KÅL

Prøve- nr:	Spiring % *	<i>Alternaria</i> %		<i>Penicillium/ Aspergillus</i> %		<i>Botrytis</i> %		Diverse
		Del- prøve	Gj. snitt	Del- prøve	Gj. snitt	Del- prøve	Gj. snitt	
6.1.1	95	5	7	0	0	1	0,5	
6.1.2		9		0		0		
6.2.1	93	8	6	0	0	0	0,5	
6.2.2		4		0		1		

6.3.1	84	2	0,5	0	6	0	0	
6.3.2		0		12		0		
6.4.1	98	0	0	2	1	12	12	
6.4.2		0		0		11		
6.5.1	86	2	3	1	0,5	1	1	
6.5.2		4		0		1		
6.6.1	80	1	0,5	4	7	0	0	
6.6.2		0		9		0		
6.7.1	93	14	13	42	39	0	0,5	
6.7.2		12		35		1		
6.8.1	86	24	16	1	0,5	0	0,5	
6.8.2		7		0		1		
6.9.1	95	1	0,5	1	0,5	1	1	
6.9.2		0		0		1		
6.10.1	93	18	22	34	37	1	1,5	
6.10.2		26		40		2		

*Spireprosent oppgitt på frøposer

SELLERI

Prøve- nr.	Spiring % *	<i>Septoria apicola</i> %		<i>Alternaria</i> %		<i>Botrytis</i> %		Diverse
		Del- prøve	Gj. snitt	Del- prøve	Gj. snitt	Del- prøve	Gj. snitt	
7.1.1	84	0	0	0	0	0	0	
7.1.2		0		0		0		
7.2.1	80	0	0	8	7	0	0,5	
7.2.2		0		5		1		
7.3.1	84	0	0,5	0	0,5	0	0	
7.3.2		1		1		0		
7.4.1	84	0	0,5	2	1	0	0	
7.4.2		1		0		0		
7.5.1	84	2	2	0	0	0	0	
7.5.2		2		0		0		
7.6.1	84	0	1	0	0	1	1	
7.6.2		2		0		1		
7.7.1	80	1	0,5	6	7	0	0	
7.7.2		0		8		0		
7.8.1	80	1	1,5	1	1,5	1	0,5	
7.8.2		2		2		0		
7.9.1	80	2	2	1	3	0	0	1 frø med <i>Stemphylium botryosum</i>

7.9.2		2		4		0		(gj.snitt 0.5%)
7.10.1	80	1	0,5	0	0,5	3	1,5	
7.10.2		0		1		0		

*Spireprosent oppgitt på frøposer

BLOMSTERERT

Prøve- nr.	Spiring % *	<i>Alternaria</i> %		<i>Penicillium/ Aspergillus</i> %		<i>Botrytis</i> %		Diverse
		Del- prøve	Gj. snitt	Del- prøve	Gj. snitt	Del- prøve	Gj. snitt	
8.1.1	86	0	0	0	0	0	0	7 frø m/bakterievekst
8.1.2		0		0				
8.2.1	85	0	0	1	0,5	0	0	8 frø m/bakterievekst, 1 frø m/insektskade
8.2.2		0		0				
8.3.1	90	0	0	2	1	0	0	24 frø m/bakterievekst, 1 frø m/insektskade (bille lå inne i frøet)
8.3.2		0		0				
8.4.1	83/84	0	0	0	0	0	0	6 frø m/bakterievekst, 1 frø m/insektskade
8.4.2		0		0				
8.5.1	75	0	0	3	1,5	0	0	43 frø m/bakterievekst, 1 frø m/insektskade
8.5.2		0		0				
8.6.1	75	1	0,5	0	0,5	2	1	1 frø m/ <i>Ascochyta</i> (gj.snitt 0.5%),

8.6.2		0		1		0		6 frø m/bakterievekst
8.7.1	76	1	0,5	1	0,5	0	0	6 frø m/bakterievekst
8.7.2		0		0		0		
8.8.1	81	0	0	0	0,5	0	0	47 frø m/bakterievekst
8.8.2		0		1		0		
8.9.1	83/84	0	0	0	0,5	0	0	6 frø m/bakterievekst, 1 frø m/bille inni
8.9.2		0		1		0		
8.10.1	85	0	0	0	0	0	0	11 frø m/bakterievekst, 1 frø m/bille inni
8.10.2		0		0		0		

*Spireprosent oppgitt på frøposer

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.

