

Genmodifisering i mat, fôr og såvarer 2016



Veterinærinstituttet
Norwegian Veterinary Institute



Genmodifisering i mat, fôr og såvarer 2016

Innhold

Sammendrag	3
English summary.....	3
Innledning	4
Regelverk	4
Analysemetodikk	5
Prøveuttak.....	6
Analyseresultater.....	6
Vurdering av analyseresultater og dokumentasjon og oppfølging av avvik	9
Vurdering av påvisnings- og kvantifiseringsgrenser	11
Spesielle utfordringer ved analyser og tolkning av resultater	12
Ikke-godkjente GMO	14
Referanser	16

Forfattere / Authors

Bjørn Spilsberg, Veterinærinstituttet
Arne Holst-Jensen, Veterinærinstituttet
Atiya R. Ali, Veterinærinstituttet
Aslaug Hagen, Mattilsynet
Inga Torp Nielsen, Mattilsynet

ISSN 1890-3290
© Veterinærinstituttet 2017

Design omslag: Reine Linjer
Foto forside © Color box

Sammendrag

Denne rapporten oppsummerer gjennomføringen og resultatene for 2016 av overvåknings- og kartleggingsprogrammet (heretter kalt OK-programmet) "Genmodifisering i mat, fôr og såvarer". Dette programmet inngår i Mattilsynets portefølje av årlige OK-programmer. Mattilsynet er ansvarlig for prøveuttak og oppfølging av resultatene, mens Veterinærinstituttet er nasjonalt referanselaboratorium for påvisning av genmodifisert materiale i mat, fôr og såvarer og har ansvar for laboratorieanalysene.

Resultatene for 2016 avviker ikke vesentlig fra resultatene fra tidligere år. Det ble gjort to funn med ulovlig høyt innhold av EU-godkjent genmodifisert (GM) materiale, hhv. GM mais i tortillachips fra Filippinene og GM soya i pitabrød fra USA. Begge funnene ble gjort i relativt små matvarepartier hos små/mellomstore importører. Totalt ble det analysert 129 prøver i programmet. GMO ble påvist i 58 (45 %) av disse prøvene.

Kontroll med genmodifisering byr på en rekke utfordringer, både for virksomheter, tilsynsmyndigheter og analyselaboratorier. De viktigste utfordringene og mulige løsninger drøftes i et eget kapittel i denne rapporten.

English summary

This report summarizes the implementation and results of the 2016 monitoring program (OK-program) "Genetically modified materials in foods, feeds and seeds) 2016. This program is part of the Norwegian Food Safety Authority's (NFSA; Mattilsynet) portfolio of monitoring and surveillance programs. The NFSA is responsible for sampling and overall risk management, while the Norwegian Veterinary Institute (NVI) serves as National Reference Laboratory for genetically modified organisms (GMOs) in foods, feeds and seeds. The NVI is responsible for the laboratory analyses within the program.

The results of the 2016 monitoring program do not deviate significantly from the results of previous GMO monitoring programs in Norway. This year's findings include one food sample with an illegally high content of EU-authorized GMO maize in tortilla chips from the Philippines and one food sample with an illegally high content of EU-authorized GMO soy in pita bread from the USA. Both products were imported by small/medium size importers. Altogether 129 samples were analyzed in the program. GMO was detected in 58 (45 %) of these samples.

Testing for genetic modifications is challenging for companies, as well as for competent authorities and analytical laboratories. The most important challenges and some possible solutions to these are discussed in a separate chapter of this report.

Innledning

OK-programmet «Genmodifisering i mat, fôr og såvarer» inngår som en del av Mattilsynets portefølje for overvåknings- og kartleggingsprogrammer. Programmet har som formål å overvåke markedet og bidra til etterlevelse av regelverk som omhandler genmodifisering under fagområdene mat, fôr og såvarer. Programmet skal også bidra til bevisstgjøring av industri og bransje med hensyn til regelverket og behovet for dokumentasjon og internkontroll på området.

Mattilsynet fører tilsyn med genmodifisert materiale (GM) og genmodifiserte organismer (GMO) i mat, såvarer og fôr til fisk og landdyr etter regelverk under [matloven](#) og [genteknologiloven](#). Samtlige prøver og analyseresultater i programmet rapporteres her. Tilsynet med levende GMO etter genteknologiloven oppsummeres i tillegg i en egen rapport til miljømyndighetene.

Norge har en absolutt nulltoleranse for GMO som ikke er godkjent i EU, og Mattilsynet reagerer strengt på slike påvisninger. I henhold til det norske regelverket må virksomheten kunne dokumentere at påviste spormengder av EU-godkjent genmodifisert materiale er under grenseverdiene, og at innholdet er utilsiktet og teknisk uunngåelig. Når det gjelder ukjente GMO finnes det naturlig nok lite systematisk kunnskap om mulig helse- eller miljørisiko.

Mattilsynet baserer mye av sitt tilsyn på GM-området på analyser med tanke på eventuelt innhold av genmodifisert materiale, samt vurdering av dokumentasjon virksomhetene besitter for å vise at regelverket etterleves. For både mat, fôr og såvarer gjøres et risikobasert prøveuttak og ikke et randomisert (tilfeldig) uttak.

Tilsyn med genmodifiserte produkter er et svært ressurs- og kompetansekrevede tilsynsområde, og i Mattilsynet er det satset på å bygge opp denne kompetansen ved utvalgte avdelingskontorer.

Veterinærinstituttet har på oppdrag fra Mattilsynet fungert som nasjonalt referanselaboratorium (NRL) for påvisning av genmodifisering i 2016. Denne rapporten oppsummerer omfanget og resultatene av oppdraget. I tillegg inneholder rapporten en oppsummering av Mattilsynets tilsyn med virksomhetenes internkontroll med tanke på å forhindre innførsel av ikke godkjente genmodifiserte produkter til Norge.

De utførte GMO-analysene er basert på påvisning av bestemte koder i arvestoffet (DNA-sekvenser). Teknologien som benyttes er kvantitativ sanntids-PCR (polymerase kjedereaksjon). Det er et stort og voksende antall genmodifiserte planter på verdensmarkedet. Det er derfor siden 2010 i hovedsak utført screening-baserte GMO-analyser som påviser koder som er felles for de fleste genmodifiserte planter. Analyser som identifiserer eller kvantifiserer den enkelte GMO har vært utført i tilfeller der dette har vært vurdert som hensiktsmessig i et nytte-kostnadsperspektiv.

Regelverk

Mat og fôr

I påvente av at EUs regelverk om genmodifisert mat og fôr skal innlemmes i EØS-avtalen, har Norge eget regelverk for godkjenning og merking av genmodifiserte produkter. Regelverket inneholder de viktigste elementene fra EUs regelverk, men er ikke en formell eller fullstendig gjennomføring av EUs forordninger.

I henhold til generell forskrift for næringsmidler [FOR-1983-07-08-1252](#) og fôrvareforskriften [FOR-2002-11-07-1290](#) kan en virksomhet ikke framby eller markedsføre bearbeidet mat eller fôr herunder tilsetningsstoffer og aromastoffer som er framstilt på grunnlag av genmodifiserte organismer med mindre Mattilsynet har godkjent det. Dette innebærer at alt prosessert/bearbeidet genmodifisert materiale i mat og fôr på det norske markedet skal være godkjent av Mattilsynet. I henhold til matinformasjonsforskriften [FOR-2014-11-28-1497](#) og fôrvareforskriften må eventuelle godkjente produkter merkes med informasjon

om at produktet består av, inneholder eller er produsert fra genmodifiserte råvarer. Det er pr. dags dato ikke godkjent genmodifisert materiale til bruk i mat eller fôr i Norge, og det er heller ingen søknader til behandling.

Godkjenningsplikt gjelder ikke ved utilsiktet eller teknisk uunngåelig tilstedeværelse av visse typer genmodifisert materiale under et definert nivå. Dette forutsetter at virksomheten kan dokumentere at forurensningen er utilsiktet eller teknisk uunngåelig, og at det er iverksatt nødvendige tiltak for å unngå slik tilstedeværelse. Grensene for utilsiktet eller teknisk uunngåelige spormengder er satt til:

tilstedeværelse opp til 0,9 % dersom det genmodifiserte materialet er godkjent i EU, eller

tilstedeværelse opp til 0,5 % dersom det genmodifiserte materialet har vært risikovurdert og er funnet helsemessig trygt av enten EFSA/EUs vitenskapskomiteer eller den norske Vitenskapskomiteen for mattrygghet samt at analysemetodikk er offentlig tilgjengelig.

I alle øvrige tilfeller er godkjenningsplikten absolutt. En oversikt over hvilke GMO som til enhver tid er godkjent i EU finnes på nettsiden http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm.

Det er virksomhetens ansvar å sørge for å iverksette nødvendige tiltak for å sikre etterlevelse av regelverket. Dette skal gjenspeiles i virksomhetens internkontrollsystem, jf. internkontrollforskriften for næringsmidler [FOR-1994-12-15-1187](#) og fôrhygieneforskriften [FOR-2010-01-14-39](#).

Det ble i flere år rapportert funn av ikke-godkjent GMO i risprodukter fra Kina gjennom det europeiske varslingsystemet "[Rapid Alert System for Food and Feed](#)" (RASFF). I januar 2012 innførte derfor Norge en forskrift om særskilte beskyttelsestiltak ved import av ris og risprodukter fra Kina [FOR-2012-01-12-35](#) i tråd med tilsvarende tiltak i EU. Alle forsendelser med opprinnelse i eller sendt fra Kina som inneholder ris eller produkter som inneholder ris, og hvor Norge er første mottaksstat, skal kontrolleres etter denne forskriften.

Såvarer

I henhold til forskrift om såvarer [FOR-1999-09-13-1052](#) er innførsel og omsetning av genmodifisert såvare kun tillatt dersom de er godkjent i Norge etter genteknologiloven. I tillegg må det for alle mat- og fôrvekster (f.eks. mais og raps) være en sort som står oppført på norsk offisiell sortliste eller EUs felles sortlister over godkjente plantesorter.

Analysemetodikk

Analysene ble i 2016 utført ved National Institute of Biology (Ljubljana, Slovenia) på grunnlag av spesifikke bestillinger fra Mattilsynet til Veterinærinstituttet. På grunn av det stadig økende antall GMO som er godkjent i EU, og det store antall GMO som er på forskningsstadiet, benyttes en screeningbasert analysestrategi. Den innebærer at alle prøver analyseres for tilstedeværelse av 5 ulike gensekvenser som er vanlige i GMO [1, 2]. Disse gensekvensene er blomkålsmosaikkvirus 35S promoter (p35S), *Agrobacterium* nopalin syntase terminator (tNOS), fusjonsmotivet *ctp2-cp4epsps* som koder for toleranse for ugressmidler med glyfosat, *bar* gen fra *Streptomyces hygroscopicus* og *pat* gen fra *Streptomyces viridichromogenes*. De to sistnevnte (*bar* og *pat*) koder begge for toleranse for ugressmidler med glufosinat. Påvist GMO beregnes relativt til påvist mengde av relevant artsspesifikt referansegen (for identifisering og mengdebestemmelse av ingrediens eller annen kilde til GMO i prøven).

Analysene er svært følsomme, og kan påvise meget små mengder av genmodifisert materiale. Tidligere har det vært benyttet metoder som påviser hver enkelt GMO for seg (eventspesifikke metoder). Problemet med slike metoder er at det må utføres mange analyser for å være rimelig trygg på at en prøve er fri for GMO. Screeningmetodikk påviser de fleste EU-godkjente GMO og svært mange ikke-godkjente GMO og er derfor mer kostnadseffektivt. For arter hvor det eksisterer EU-godkjente GMO som ikke kan påvises med

screeningmetodikk benyttes eventsspesifikke metoder i tillegg. Dette er p.t. implementert for soya i OK-programmet for GMO. Positive screeningresultater blir som hovedregel fulgt opp med kvalitative eventsspesifikke tilleggsanalyser for å identifisere konkrete GMO. Avgjørelse om behovet for slike kontrollanalyser tas som hovedregel av Veterinærinstituttet, ut fra en vurdering av hensiktsmessighet.

Screeningmetodikk og kvalitative event-spesifikke tilleggsanalyser vil kunne estimere GMO-innhold, men ikke kvantifisere den eller de konkrete GMOene prøven inneholder. I de fleste tilfeller vil det være mulig på grunnlag av screeningen å fastslå om mengden GMO i en prøve er under eller over en gitt grenseverdi. Dersom GMO mengden i en prøve vurderes å kunne være over grenseverdien vil det bli utført kvantitative eventsspesifikke analyser. For prøver hvor GMO-innholdet antas å være klart under denne grenseverdien er hovedregelen at det vurderes som lite hensiktsmessig å utføre kvantitative tilleggsanalyser, da de bare unntaksvis vil gi tilstrekkelig relevant ny informasjon.

Prøveuttak

På **matområdet** har Mattilsynets avdelinger vært ansvarlige for utvelgelsen av prøver i sine distrikter ut fra en risikovurdering. I tillegg til planteart, vektlegges eksportlandets status i forhold til dyrking av GMO-vekster. Fokus er lagt på registrerte importører, grossister og produsenter som håndterer produkter der GM er en relevant problemstilling. Virksomheter som tidligere har hatt avvik på produkter eller internkontrollrutiner med hensyn til GM blir normalt fulgt opp med ny prøvetaking året etter.

Prøvetaking av mat i bulk skjer etter reglene for kontroll av mykotoksiner i næringsmidler [FOR-2015-07-03-871](#). Prøvetaking av emballerte varer skjer i henhold til intern tilsynsveileder på området.

Ved ordinært tilsyn hos importører og detaljister avdekkes av og til produkter merket med at de inneholder eller er produsert fra genmodifiserte ingredienser. Slike produkter analyseres ikke, da de automatisk utløser omsetningsforbud da ingen GM-produkter foreløpig er godkjent. Virksomhetene får også pålegg om etablering av internkontroll med hensyn til GM.

På **fôrområdet** ble det tatt prøver av alle partier av fôrmidler av mais, soya og raps, importert fra land utenfor EU. Prøvetakingen ble gjennomført på første mottakssted for varene og utført i henhold til gjeldende regler for prøvetaking av fôrvarer i kontrollforskriften [FOR-2008-12-22-1621](#). Prøvene ble i hovedsak tatt ut ved hjelp av automatisk prøvetaker som tar ut enkeltprøver gjennom hele lossingen av partiet. Dersom mottaksstedet ikke har automatisk prøvetakingsutstyr ble et representativt prøveuttak gjort manuelt, enten av autorisert prøvetaker eller av Mattilsynets inspektører.

På **såvareområdet** ble prøvene tatt ut av autoriserte prøvetakere i såvareforretningene på bestilling fra programkoordinator. Såvareprøvene ble tatt ut på bakgrunn av innmeldte importere, i henhold til instruks fra Mattilsynet og International Seed Testing Association (ISTA) sine [regler](#) for prøvetaking av såvarer. Prøvene ble sendt direkte inn til Veterinærinstituttet.

Analyseresultater

Det ble analysert 129 prøver i OK-programmet i 2016, et antall som er på nivå med de foregående årene (Tabell 4 og [3-7]). Oppdraget omfattet tre kategorier av prøver; mat, fôr og såvarer. Totalt ble det undersøkt 59 matprøver, 61 fôrprøver og 9 såvareprøver (Tabell 1). I noen prøver ble det undersøkt for flere ingredienser (plantearter). Disse framgår ikke av Tabell 1.

Av totalt 129 analyserbare prøver ble det ikke påvist innhold av genmodifisert materiale i 71 prøver (55 %). Det ble påvist GMO i 58 prøver (45 %) (Tabell 2). I 43 prøver (33,3 %) ble det påvist spormengder av EU-godkjent GM materiale under grenseverdien på 0,9 %. I 13 prøver (10 %) ble det påvist GMO med en kvantifiseringsgrense over 0,9% (Tabell 2). I to av prøvene (1,5 %) ble det påvist ulovlige mengder EU-godkjent GM materiale (Tabell 3).

Tabell 1. Fordeling av prøver på kategorier og art (hovedingrediens)

Program	Mais	Soya	Ris	Papaya	Raps/rybs	Totalsum
Mat	25	15	17	2	0	59
Fôr	16	43	0	0	2	61
Såvare	6	0	0	0	3	9
Totalsum	47	58	17	2	5	129

Tabell 2. Funn av GMO fordelt på art (hovedingrediens)

Art	Påvist ulovlig ikke EU-godkjent GMO	Påvist mengdebestemt over 0,9%	Påvist mengdebestemt under 0,9%	Påvist kunne ikke bestemmes. LOQ* over 0,9%	Påvist kunne ikke bestemmes. LOQ* under 0,9%	Ikke analyserbar	Ikke påvist GMO	Totalt
Mais	0	1	0	5	12	0	29	47
Soya	0	1	0	8	31	0	18	58
Ris	0	0	0	0	0	0	17	17
Papaya	0	0	0	0	0	0	2	2
Raps	0	0	0	0	0	0	5	5
Totalt	0	2	0	13	43	0	71	129

* LOQ = kvantifiseringsgrense

Tabell 3. Funn der GMO ble påvist og mengdebestemt over 0,9 % GMO

Produkt	Art	Resultat, GMO % ± usikkerhet
Jack & Jill Garlic & Vinegar Corn Chips, Filippinene	Mais	40 ± 12 % NK603 (MON-ØØ6Ø3-6)
Joseph's Pita Bread, USA	Soya	37 ± 11 % GTS40-3-2 (MON-Ø4Ø32-6)

Tabell 4. Sammenligning av GMO-påvisninger i OK-programmene i perioden 2011 - 2016

År	Påvist potensielt ulovlig GMO*	Påvist spormengder av GMO	Ikke påvist GMO	Ikke analyserbar	Totalt
2011	5	68	67	3	143
2012	2	50	64	10	126
2013	5	35	71	2	113
2014	7	49	65	0	121
2015	5	53	75	1	134
2016	2	56	71	0	129

*Inkluderer påvist potensielt ikke-godkjent GMO og ulovlig mengde EU-godkjent GMO

Resultatene for 2016 er sammenlignet med resultatene for tidligere år i Tabell 4 [3-7]. Prøveuttaket er risikobasert og det er derfor ikke enkelt å sammenligne resultatene fra år til år. Men, dersom en forutsetter at risikoprofilen er konstant, er det mulig å beregne en trend over år. For å undersøke om antallet påvisninger øker eller synker signifikant over disse 6 årene, benyttet vi Pearson's Chi-squared test [8]. Statistisk signifikans ble definert som $p \leq 0,05$ (95 % eller høyere sannsynlighet). Når vi sammenlignet antall prøver hvor potensielt ulovlig GMO ble påvist med antall analyserbare prøver hvor potensielt ulovlig GMO ikke er påvist (ikke påvist pluss spormengder), finner vi ingen signifikant forskjell mellom årene (Chi-squared test, $p > 0,05$). Heller ikke når vi sammenligner antall GMO påvisninger totalt med antall analyserbare prøver hvor GMO ikke er påvist, finner vi noe signifikant forskjell (Chi-squared test, $p > 0,05$). Det kan derfor konkluderes med at 2016 ikke avviker vesentlig fra resultatene fra tidligere år.

Tabell 5. Påviste GMO-ener

Event	Art	Antall påvisninger
GTS40-3-2	soya	38
MON87701	soya	17
MON89788	soya	14
NK603	mais	6
MON810	mais	6
MON89034	mais	3
MON88017	mais	3
DAS1507	mais	3
Bt11	mais	2
GA21	mais	1

I tillegg til screeninganalyse er det utført en rekke eventspesifikke analyser. Resultatene av disse er presentert i Tabell 5. Det er ofte påvist mer enn én event i en prøve. Både Roundup Ready soya (GTS40-3-2) og Roundup Ready 2 soya (MON89788) er som forventet påvist ofte. I tillegg er den insektresistente MON87701 påvist ofte. Dersom en tar hensyn til antall analyserte prøver av soya og mais (Tabell 1) er det påvist 1,2 eventer per soyaprøve og 0,5 eventer per maisprøve. Totalt ble det påvist GMO i 69 % av soyaprøvene og i 38 % av maisprøvene.

Mat

Tabell 6. Funn av GMO i mat

	Påvist ulovlig ikke EU-godkjent GMO	Påvist mengdebestemt over 0,9%	Påvist kunne ikke mengdebestemmes. LOQ* over 0,9%	Påvist kunne ikke mengdebestemmes. LOQ* under 0,9%	Ikke påvist GMO	Ikke analyserbar	Totalt
Mais	0	1	1	5	18	0	25
Soya	0	1	1	2	11	0	15
Ris	0	0	0	0	17	0	17
Papaya	0	0	0	0	2	0	2
Totalt	0	2	2	7	48	0	59

* LOQ = kvantifiseringsgrense

Totalt ble det påvist GMO i 11 av 59 analyserbare matprøver (Tabell 6), tilsvarende 19 %. I 2 prøver (3,4 % av matprøvene) ble det gjort vesentlige påvisninger.

I to prøver ble det, ved kvantitative analyser, påvist ulovlige mengder EU-godkjent GM materiale (Tabell 3). Den første av disse to var en prøve av maischips fra Filippinene der det ble påvist 40 ± 12 % NK603 (MON-ØØ6Ø3-6). Den andre prøven var en prøve av pitabrød fra USA der det ble påvist 37 ± 11 % GTS40-3-2 (RoundupReady soy; MON-Ø4Ø32-6).

Fôr

Totalt ble det påvist GMO i 47 av 61 fôrprøver (Tabell 7), tilsvarende 77 % av prøvene. Av de 47 påvisningene var 36 med sikkerhet mindre enn 0,9 %. Det ble ikke påvist ulovlig GMO innhold i noen av fôrprøvene.

Tabell 7. Funn av GMO i fôr

	Påvist ulovlig ikke EU-godkjent GMO	Påvist mengdebestemt over 0,9 %	Påvist mengdebestemt under 0,9 %	Påvist kunne ikke mengdebestemmes LOQ* over 0,9 %	Påvist kunne ikke mengdebestemmes LOQ* under 0,9 %	Ikke påvist GMO	Totalt
Mais	0	0	0	4	7	5	16
Soya	0	0	0	7	29	7	43
Raps	0	0	0	0	0	2	2
Totalt	0	0	0	11	36	14	61

* LOQ = kvantifiseringsgrense

Såvarer

Det ble analysert 9 såvareprøver; seks mais og tre raps. Det ble ikke påvist GMO i noen av disse prøvene.

Analyse av antibiotikaresistensgener

I oppdraget fra Mattilsynet til Veterinærinstituttet inngår det å gjøre analyse for påvisninger av funksjonelle antibiotikaresistensgener (ARG) ved mistanke om brudd på nasjonalt regelverk om forbud mot slike gener ([FOR-2000-03-04-257](#) og [FOR-2002-11-07-1290](#)). Ved mistanke om dette skal det gjøres analyser for påvisning av funksjonelle antibiotikaresistensgener (ARG) for å føre kontroll med overholdelse av norsk regelverk om forbud mot slike gener. Det har ikke blitt gjort funn med mistanke om brudd på dette forbudet siden kontrollen ble innført i 2002. Det ble heller ikke gjort noen funn i 2016 hvor det var mistanke om at prøvematerialet kunne inneholde ARG, og det ble derfor ikke gjennomført spesifikke analyser for å påvise antibiotikaresistensgener på de prøvene som ble undersøkt i 2016.

Vurdering av analyseresultater og dokumentasjon og oppfølging av avvik

Vurdering av analyseresultater

Der påviste spormengder ikke overskrider grenseverdiene og det i tillegg kan dokumenteres/sannsynliggjøres at forurensningen er utilsiktet og uunngåelig, anses regelverket å være overholdt. Ved mangelfull dokumentasjon blir virksomheten vanligvis pålagt å bedre sine rutiner for innkjøp av risikoprodukter.

Der spormengdene er usikre er det nødvendig å vurdere annen dokumentasjon i tillegg til analyseresultat, for å kunne avgjøre overholdelse av norsk regelverk. I årets saker har summen av informasjon sannsynliggjort at produktene inneholder tillatte spormengder og at importøren har nødvendig internkontroll.

To analyseresultater ble fulgt opp som regelverksbrudd:

1. **Jack & Jill Garlic & Vinegar Corn Chips, Filippinene. Prøven inneholdt omkring 40 % ± 12 % NK603 EU-godkjent genmodifisert mais.**
2. **Joseph's Pita Bread, USA. Prøven inneholdt 37 % ± 11 % GTS40-3-2 (RoundupReadySoya) EU-godkjent genmodifisert soya.**

Disse funnene er i strid med regelverket, da produkter med EU-godkjent GM materiale over grenseverdien på 0,9 % er ulovlige å omsette i Norge. Produktene ble tatt ut av omsetning etter vedtak fra Mattilsynet. Begge importører fikk pålegg om å bedre sine importrutiner med hensyn til genmodifisering.

Påvisningene har ikke blitt notifisert i RASFF, da produktene er tillatt å omsette i EU.

Fra 2017 har Norge tatt i bruk systemet AAC (Administrative Assistance and Cooperation), som er et parallelt informasjonssystem driftet av EU-kommisjonen for enkel og strukturert utveksling av informasjon i saker som ikke angår helsefare. Ved påvisning av EU-godkjent GM materiale i importerte produkter som mangler merking med informasjon om at produktet inneholder genmodifisert materiale og hvis det er mistanke om matsvindel (food fraud), vil det være aktuelt å varsle EU gjennom dette systemet.

Dokumentasjonskontroll

Vurdering av virksomhetens internkontrollsystem og partidokumentasjon knyttet til fravær av genmodifisert materiale er en viktig del av Mattilsynets overvåkningsprogram. Mattilsynet har derfor etterspurt hvilke tiltak virksomhetene har gjort for å sikre at produktene de importerer og omsetter overholder norsk regelverk. Det er virksomhetens ansvar å gjøre relevante fareanalyser og iverksette nødvendige tiltak for å sikre etterlevelse av regelverket. Den praktiske løsningen er som regel forhåndsoversendt dokumentasjon fra leverandør framfor eget prøveuttak etter import.

Regelverket definerer ikke spesifikke krav til dokumentasjon, men dokumentasjonen må være relevant og dekkende. Det vanligste er **sporbar analysedokumentasjon** for sluttprodukt eller risikoråvarer.

En stor andel importerte produkter er så bearbeidet og vanskelige å analysere at analysedokumentasjon ikke gir tilstrekkelig svar på om et produkt har et ulovlig innhold av genmodifisert materiale eller ikke. For slike produkter må importøren hovedsakelig basere seg på **annen produktdokumentasjon**. Mattilsynet anbefaler at det importeres såkalte IP-sikrede produkter (IP = Identity Preserved). IP-dokumentasjon innebærer at følgende kan dokumenteres:

- Råvarene er helt atskilt fra genmodifisert råvare eller varer som inneholder GM materiale i alle ledd gjennom hele verdikjeden (dyrking, transport, lagring, bearbeiding og produksjon).
- Det tas ut prøver til analyse i flere ledd fra bondens åker til det ferdige produktet, parallelt med at det utføres inspeksjoner med skriftlige rapporter.

For produkter som på et tidspunkt i prosessen ikke lar seg analysere, er det naturlig å forvente at produktet er IP-sikret. Også for IP-sikrede råvarer er det, på grunn av fare for kryssforurensing, likevel vanskelig å gi en 100 % garanti for GM-fri vare. Andre dokumentasjonsrutiner, for eksempel kvalitetssertifikater eller bransjeretningslinjer med tilhørende analyser, kan også være tilfredsstillende. Generelle garantier fra leverandører anses ikke som tilstrekkelig dokumentasjon. Dokumentasjonen må kunne spores tilbake til det produktet som er prøvetatt.

I 2016 ble mat fra 33 importører/grossister prøvetatt og vurdert opp mot framlagt dokumentasjon. Dokumentasjonen ble vurdert å være tilfredsstillende for 14 (42 %) av de 33 virksomhetene. Kun 19 (33%) av 58 prøver hadde tilfredsstillende dokumentasjon. Dette er omtrent samme resultat som i 2015. I 2014

ble dokumentasjonen vurdert til å være i orden hos 40 % av importørene, i 2013 hos 85 % av virksomhetene, mens andelen i 2012 var 67 %. Utvalget av virksomheter gjøres etter en risikovurdering og varierer fra år til år. Det er derfor vanskelig å sammenligne tallene direkte.

Det var i hovedsak større importører - dagligvaregrossister og produksjonsbedrifter - som hadde dokumentasjon av tilstrekkelig kvalitet for sine produkter, og som kunne vise tilfredsstillende rutiner for å sikre at de ikke omsetter genmodifiserte produkter.

Mattilsynet vil også fremover vektlegge tilsyn og overvåking hos importører, grossister og produsenter, samt hos detaljister som importerer egne produkter der GM er en relevant problemstilling. Mattilsynet vil ha hovedfokus på om virksomhetene har systemer som sikrer at de kan fremskaffe relevant dokumentasjon på at produktene tilfredsstiller det norske regelverket og at det er implementert internkontroll på dette området.

Vurdering av påvisnings- og kvantifiseringsgrenser

Prøvespesifikk LOD og LOQ

Påvisningsgrensen (LOD) og kvantifiseringsgrensen (LOQ) er spesifikt knyttet både til det konkrete prøvematerialet som undersøkes, og til metoden som benyttes. LOD og LOQ må derfor beregnes for hver enkelt prøve og ikke bare for hver metode generelt. Det kan for eksempel være stor forskjell mellom ulike maisprodukter selv om disse tilsynelatende er av samme type. Mengden DNA og antall individer eller partikler i prøven vil være de to viktigste faktorene som bestemmer LOD/LOQ. LOQ er som en tommelfingerregel 8 til 10 ganger høyere (dårligere) enn LOD.

Prøvemateriale bestående av hele korn vil som oftest ha et høyt innhold av DNA. Høyt innhold av DNA vil som hovedregel medføre at man har en lav LOD/LOQ (høy følsomhet, som er bra). Hele korn er imidlertid store og tunge. LOD og LOQ for slike prøver blir derfor ikke avgjort av mengden DNA som kan isoleres, men av antall hele korn prøven består av. Typisk vil LOD og LOQ av 1 kg hele maiskorn være henholdsvis ca. 0,1% og 1%. DNA-innholdet i mel er ofte høyt, og i dette tilfellet er også hver partikkel svært liten. Melet består av en blanding av materiale fra et ukjent, men høyt antall korn. En relativt liten mengde mel representerer derfor normalt et meget stort antall frø og et enda større antall partikler. Det kan da gi svært høy følsomhet (som er bra). For eksempel vil 1 gram melprøve kunne gi en LOD/LOQ som er minst 10 ganger mindre (bedre) enn 1 kilo hele maiskorn.

Prøvemateriale som har vært utsatt for hard behandling under bearbeiding (oppvarming, vann, syre, osv.) kan ha lavt innhold av DNA fordi DNA har blitt vasket vekk, skadet eller nedbrutt [9, 10]. Ferdigmat, hermetikk, gluten- og fôrprøver vil ofte inneholde lite DNA som også er skadet og nedbrutt. Det vil da som regel være innholdet av DNA som kan isoleres og undersøkes som avgjør LOD og LOQ. Lavt DNA-innhold vil gi høy LOD/LOQ (dårlig følsomhet, som er uheldig).

Prøvene som ble analysert i 2016 ble kategorisert etter individuell prøvespesifikk LOD (Tabell 8). Det er benyttet fem kategorier; LOD som er svært god ($LOD \leq 0,01 \%$), god ($0,01 \% < LOD \leq 0,1 \%$), middels ($0,1 \% < LOD \leq 0,5 \%$), dårlig ($0,5 \% < LOD \leq 2 \%$) og svært dårlig ($2 \% < LOD \leq 100 \%$).

Tabell 8. Vurdering av LOD (påvisningsgrense) for analyser utført på hovedingrediens

	Svært god LOD ≤ 0,01 %	God 0,01 < LOD ≤ 0,1 %	Middels 0,1 < LOD ≤ 0,5 %	Dårlig 0,5 < LOD ≤ 2 %	Svært dårlig 2 < LOD ≤ 100 %	Ikke bestemt*	Totalt
Fôr	1	27	20	3	4	4	59
Næringsmiddel	8	25	22	3	3	0	61
Såvare	1	7	1	0	0	0	9
Totalsum	10	59	43	6	7	4	129

*LOD er ikke fastsatt.

Hele soyabønner gir generelt noe dårligere LOD enn soyamel og soyaprotein. Dette skyldes i noen grad at hele soyabønner (frø) er større enn melpartikler. Hovedårsaken til den observerte forskjellen i LOD er at soyabønner er fettrike og har et høyt innhold av kjemiske urenheter som skaper problemer i analysene. DNA fra soyabønner må derfor fortynnes mer enn DNA fra mel og soyaprotein før det kan benyttes i analysene. Da blir mengden DNA i analysen lavere og dermed blir følsomheten i analysene dårligere.

For papaya som hele frukter vil antall frukter i prøven i praksis alltid bestemme LOD, men i hermetisk eller prosessert papaya kan det være en utfordring å bestemme LOD. I en papayamos kan svært mange individer være representert og DNA-mengden vil kunne avgjøre LOD. Men består et papayaprodukt av fruktbitene vil antall individer avhenge av antall biter i prøven og om alle bitene kommer fra ulike individer.

Totalt 53 % av prøvene har LOD som er vurdert som god eller svært god, og 86 % av prøvene har LOD som er bedre enn 0,9 %. De resterende prøvene er enten prøver der antall enheter i prøven begrenser LOD, eller prosesserte prøver der det er vanskelig å isolere nok DNA og der DNA i tillegg ofte er skadet og nedbrutt.

Spesielle utfordringer ved analyser og tolkning av resultater

Bedre og mer kostnadseffektive analysemetoder

Siden de første genmodifiserte planteartene og produkter av disse kom på markedet for ca. 20 år siden, har antallet GMO som er EU-godkjent, godkjent utenfor EU eller bare dyrkes i feltforsøk, økt dramatisk. De første årene kunne man nøye seg med å lete direkte etter den enkelte GMO. De senere årene har man i stedet benyttet en to-trinns strategi: Først leter man etter genetiske elementer som er felles for mange GMO (screening). Deretter, på grunnlag av den innledende screeningen, leter man etter et mer begrenset utvalg av GMO. Bruken av genetiske elementer er i endring, og stadig oftere er det slik at en ny GMO ikke inneholder noen av de felles elementene [11]. Det er flere årsaker til dette, og vi kommer tilbake til disse nedenfor. Konsekvensene av endringene er store for analyselaboratoriene. Enten fordi man må gjøre langt flere tester, eller fordi man risikerer at en del GMO ikke blir oppdaget. Det er stadig behov for utvikling av nye analyseverktøy. Et stort internasjonalt forskningsprosjekt som skulle bidra til å løse noen av disse utfordringene ble avsluttet i 2016 ([DECATHLON](#), med finansiering fra EU). Veterinærinstituttet hadde en svært sentral rolle i dette prosjektet og prioriterte å fokusere på kostnadseffektivitet. I samarbeid med National Institute of Biology i Slovenia ble det utviklet en alternativ kvantifiseringsmetode som kan gi 20-70 % billigere og betydelig mer presise påvisninger av EU-godkjente GMO. Metoden benytter seg av digital PCR i kombinasjon med multipleksing (samtidig påvisning av mange markører) [12, 13].

I Norge tillates inntil 0,9 % EU-godkjent GMO i et mat- eller fôrprodukt forutsatt at tilstedeværelsen er utilsiktet og teknisk uunngåelig. I EU kreves det ikke merking dersom konsentrasjonen av EU-godkjent GMO er under 0,9 % for hver ingrediens, forutsatt at tilstedeværelsen er utilsiktet og teknisk uunngåelig. I begge tilfelle reguleres spormengder av GMO som en gruppe, og det er summen av GMO i et produkt eller

en ingrediens som reguleres. I tolkning av analytiske data forstås ingrediens som art. For eksempel er det summen av GMO-mais relativt til det totale DNA-innholdet eller totale maisinnholdet i en prøve som måles mot en terskelverdi. Dette gir mulighet til å analysere alle EU-godkjente GMO av hver art sammen, og å konkludere på grunnlag av summen av GMO for hver art. Digital droplet PCR blir benyttet for denne tilnærmingen fordi det er en robust kvantitativ metode. Eventspesifikke metoder for alle de 12 maiseventene som var EU-godkjent da metoden ble utviklet, blir analysert sammen. Denne metoden er publisert [12] og kan bli benyttet i framtidige norske overvåkningsprogrammer. Senere har to nye mais-eventer blitt EU-godkjent MON87427 (MON-87427-7) og MON87460 (MON-87460-4), mens MON863 (MON-ØØ863-) mistet sin EU-godkjenning fra januar 2016 (ikke fornyet). Ytterligere fire mais-GMO kan bli godkjent i nær framtid (SYN-E3272-5, DAS-4Ø278-9, SYN-Ø5307-1 og VCO-Ø1981-5). Det vil derfor være nødvendig å gjøre noen tilpasninger av metoden før den kan brukes rutinemessig.

Veterinærinstituttet og National Institute of Biology i Slovenia har utviklet en tilsvarende metode for EU-godkjente soyavarianter. Metoden er nå ferdig utviklet og forventes å bli publisert i løpet av 2017 [13]. Denne metoden er laget slik at den, om nødvendig, også klarer å håndtere de soya-GMOene som så langt er søkt godkjent i EU (september 2016). Også denne metoden kan bli benyttet i framtidige norske overvåkningsprogrammer.

Når vi snakker om GMO i mat og førsammenheng, har det til nå i praksis vært slik at vi snakker om genmodifiserte planter. Noen av de viktigste årsakene til at nye GMO planter sjeldnere inneholder felles elementer er: 1) felles elementer kommer ofte fra virus eller bakterier og disse fungerer gjerne dårligere enn mer spesielle elementer som kommer fra samme plante eller en nær slektning av planten som genmodifiseres; 2) man ønsker at tilførte gener bare uttrykkes under visse betingelser, og dette krever helt spesielle regulerende elementer; 3) i en del tilfeller ønsker man å slå av et gen slik at det ikke uttrykkes, og det gjøres ofte lettere ved å sette inn en litt endret ekstra kopi av genet man vil slå av; og 4) det foregår en omfattende patentering av genetiske elementer, og dette begrenser tilgangen til en del elementer, for eksempel på tvers av firmaer. I november 2015 godkjente amerikanske myndigheter en GMO-laks. Dette er det første genmodifiserte dyret som er godkjent som mat. Konsekvenser av dette vil vi komme tilbake til nedenfor.

GMO med flere genmodifiseringer (stacking, adderte linjer)

En vanlig måte å utvikle GMO med flere ønskede egenskaper, er å bruke tradisjonell kryssing av eksisterende GMO. For eksempel har GMO med insektsresistens vært krysset med GMO med sprøytemiddelresistens for å få en GMO-hybrid med både insektsresistens og sprøytemiddelresistens. Internasjonalt kalles denne hybridene en stack (stabel) fordi den inneholder flere nye (stabile) funksjonelle genmodifiseringer. På norsk brukes av og til betegnelser som adderte linjer eller kombinerte genmodifiseringer. I EU er omtrent halvparten av GMOene som er godkjent for bruk i mat og fôr adderte linjer. Hver ny addert linje godkjennes i EU som om den er en helt ny GMO, på samme måte som GMO med én enkelt genmodifikasjon.

Rådende analyseteknikk kan ikke skille mellom en blanding av to enkelt-GMO og en addert linje framstilt ved å krysse de to GMOene. Når to genmodifiseringer ligger på to ulike steder i genomet er det ikke mulig å si om disse kommer fra samme individ eller fra to ulike individer. Hvis prøven kommer fra ett individ vet man jo selvsagt at begge genmodifiseringene kommer fra samme individ, men mat og fôr er nesten uten unntak bearbeidet på en slik måte at materiale fra mange individer av samme art er blandet (f.eks. mel).

Hvis en prøve for eksempel inneholder 0,7 % av en EU godkjent mais GMO og 0,7 % av en annen EU godkjent mais GMO utgjør det totalt 1,4 % av maisen og varen vil være ulovlig i Norge og merkepliktig i EU. Hvis prøven inneholder en addert linje som er en kryssing av de to, kan GMO-regelverket tolkes slik at GMO-innholdet er 0,7 %. Det vil da i visse tilfeller kunne aksepteres som sporforurensning i Norge, og være unntatt fra merkeplikten i EU.

Botanisk forurensing

Om man går ut og ser på en typisk åker vil man se at den ikke er 100 % ren. Både ugress og enkeltplanter av tidligere dyrkede arter vokser innimellom det som er hovedavlingen på åkeren. Det har i flere år vært kjent at mange produkter av mais kan inneholde spormengder av soya. Tilsvarende kan soya inneholde mais, og ris kan inneholde bomull [14]. Kravet om å deklare innhold er både i Norges og EUs regelverk knyttet til andel/mengde. I en fôrvare er inntil fem prosent utilsiktet innblanding tillatt og ikke deklarasjonspliktig ([FOR-2011-04-02-360](#)). Veterinærinstituttet observerer ofte at maisprodukter inneholder udeklart soya. Soya både dyrkes, høstes, transporteres og lagres i det samme produksjonssystemet som mais, og det er stor sannsynlighet for slik utilsiktet innblanding. I USA og Argentina er praktisk talt all soya som dyrkes genmodifisert, og på verdensbasis er ca. 83 % av all soya genmodifisert [15]. Sannsynligheten er derfor stor for at slik utilsiktet innblanding av soya vil dreie seg om genmodifisert soya. Den tilsvarende risiko for å få inn genmodifisert mais i soya er mindre, men fortsatt betydelig. For andre plantearter vil dette variere både mellom arter og med hvor i verden det dyrkes GMO.

Ikke-godkjente GMO

Papaya

Det ble i 2016 rapportert flere funn av genmodifisert papaya i Europa, notifisert gjennom RASFF. De vanligste genmodifiserte sortene er SunUp og Rainbow papaya og kryssninger av disse [16]. Disse variantene inneholder screeningelementene p35S og tNOS og kan derfor påvises med screeningmetodene.

Ris

Ris er basiskost for halve jordas befolkning. Det drives derfor utstrakt forskning på ris i mange land, både med konvensjonell foredling og ved hjelp av genteknologi. Det finnes svært mange GMO ris. Noen av disse er kjente, men en del GMO ris som er utviklet finnes det lite eller ingen offentlig tilgjengelig informasjon om. Flere ganger har GMO ris kommet på avveie. LL601 (LibertyLink), Bt63 (TT51-1), KeFeng-6 og KMD1 (Kemingdao) genmodifisert ris har alle kommet på avveie og blitt funnet i matkjeden. Disse tilfellene har fått store konsekvenser for internasjonal rishandel. Fra et analysestandpunkt er vanskelig å avsløre at en ukjent GMO er tilstede. Det mangler til dels gode metoder, men ny sekvenseringsteknologi har potensiale til å kunne avsløre mange ukjente GMO [17].

Linfrø

Det ble rapportert ett funn av genmodifisert linfrø gjennom RASFF i 2016 ([RASFF referanse 2016.0978](#)). Det ble gjort flere tilsvarende funn i Europa i 2009/2010 og ett funn i 2011. I Norge ble det gjort to funn i 2009. Det ble vurdert som en liten risiko for at genmodifisert linfrø skulle bli omsatt i Norge i 2016, og det ble derfor ikke utført linfrøanalyser i 2016.

Hvete

I 2013 ble det påvist ikke-godkjent Roundup Ready hvete (MON71800; MON-71800-3) på en tidligere forsøksgård i Oregon i USA. Denne GMOen er utviklet av Monsanto, som i 2004 bestemte seg for ikke å kommersialisere den. En spesifikk [analysemetode](#) ble benyttet for å finne ut om MON71800 finnes andre steder der det har vært dyrkningsforsøk, men ingen nye funn ble gjort. I Europa ble samme [metode verifisert](#) av EU-RL GMFF i 2013.

I 2016 ble en lignende hvete (MON71700) funnet i staten [Washington i USA](#). En spesifikk analysemetode for MON71700 har blitt utviklet og prøver fra åkre rundt funnstedet har blitt analysert. MON71700 har ikke blitt påvist andre steder ifølge det [amerikanske landbruksdepartementet](#).

Genmodifisert laks

I 2015 godkjente USAs Food and Drug Administration (FDA) den genmodifiserte laksen AquaAdvantage fra firmaet AquaBounty. Dette innebærer at det for første gang i verden åpnes for kommersiell produksjon av GMO-dyr som mat. Godkjenningen gjelder ikke andre land. Foreløpig eksisterer det ikke en offisiell analysemetode for å påvise denne laksen. Det er trolig bare et tidsspørsmål før en slik metode blir publisert.

Den viktigste konsekvensen på lengre sikt kan bli at flere andre genmodifiserte dyr etter hvert kan bli godkjent som mat i USA eller andre land. For de europeiske GMO-laboratoriene medfører utviklingen at man tenker enda mer på hvordan man skal lage gode analysemetoder og bruke disse effektivt, for å være beredt på framtidens GMO-produkter.

Ukjente GMO

Uten tilgang til relativt detaljerte opplysninger om selve genmodifiseringen (DNA sekvensdata) er det ikke mulig å lage en gen-analyse (PCR-metode) som kan påvise den aktuelle GMOen. I noen tilfeller kan likevel screeningmetoder føre til påvisning. Problemet da er at man ikke har mulighet for å identifisere GMOen, og derfor ikke kan føre tilstrekkelig bevis for at den er tilstede. På den måten kan GMO som ikke er risikovurdert og som potensielt utgjør en helse- og/eller miljørisiko, unngå å bli avslørt. Dette er en problemstilling som lenge har utfordret både myndigheter og kontrollaboratorier verden over. Ny avansert teknologi er i ferd med å hjelpe oss med løsninger. Særlig er utviklingen innen DNA-sekvenseringsteknologi svært lovende [17-19]. Denne teknologien gjør det nå mulig å sekvensere en DNA-prøve på en måte som gjør at man kan finne nesten alle gensekvenser i prøven. Ved hjelp av avanserte dataprogrammer kan man tolke seg fram til hvilke genmodifiseringer som er tilstede og deretter foreta en foreløpig avgrenset karakterisering. Man kan dessuten lage en mer spesifikk gen-analyse (PCR-metode) som kan benyttes til å spore tilstedeværelsen av den eventuelle GMOen.

Foreløpig er det en del vesentlige begrensninger som må overvinnes. For det første er slike analyser svært kostbare. Typisk kan prisen for analyse av en enkelt prøve fort bli hundre tusen kroner. For det andre kan man foreløpig ikke analysere typiske fôr- og næringsmiddelprøver som består av blandinger der genmodifiseringen utgjør betydelig mindre enn 10 %. For det tredje vil analysen foreløpig ta flere uker. Den teknologiske utviklingen går likevel så raskt at det er realistisk å se for seg at vi i løpet av få år kan bruke denne framgangsmåten også på fôr og mat. Både kostnadene og tidsbruken ventes å gå dramatisk ned, parallelt med at mengden data som kan produseres og analyseres ventes å gå dramatisk opp. Disse problemstillingene forskes det på, bl.a. ved Veterinærinstituttet.

Referanser

1. Huber, I., Block, A., Sebah, D., Debode, F., Morisset, D., Grohmann, L., Berben, G., Stebih, D., Milavec, M., Zel, J., and Busch, U., *Development and validation of duplex, triplex, and pentaplex real-time PCR screening assays for the detection of genetically modified organisms in food and feed*. *J Agric Food Chem*, 2013. **61**(43): p. 10293-301.
2. Waiblinger, H.U., Grohmann, L., Mankertz, J., Engelbert, D., and Pietsch, K., *A practical approach to screen for authorised and unauthorised genetically modified plants*. *Anal.Bioanal.Chem.*, 2010. **396**(6): p. 2065-72.
3. Holst-Jensen, A., Spilsberg, B., Ali, A.R., Emanuelsen, L., Skjæret, C., Røyneberg, T., and Østhagen, Ø. *Tilsyn med genmodifisering i såvarer, fôrvarer og næringsmidler 2011*. Veterinærinstituttets rapportserie 2012; Available from: http://www.vetinst.no/content/download/10079/121477/file/Rapportserie_12_10_GMO-2011.pdf.
4. Spilsberg, B., Holst-Jensen, A., Emanuelsen, L., Basset, C., Foam, N., Huang, Q., Røyneberg, T., and Østhagen, Ø. *Tilsyn med genmodifisering i såvarer, fôrvarer og næringsmidler 2012*. Veterinærinstituttets rapportserie 2013; Available from: http://www.vetinst.no/content/download/10809/135739/file/Rapportserie_13-10_GMO_i_naeringsmidler.pdf.
5. Spilsberg, B., Holst-Jensen, A., Ali, A.R., Basset, C., Skjæret, C., Røyneberg, T., and Østhagen, Ø. *Tilsyn med genmodifisering i såvarer, fôrvarer og næringsmidler 2013*. Veterinærinstituttets rapportserie 2014; Available from: http://www.vetinst.no/content/download/13509/163831/file/Rapportserie_14-9_Tilsyn_med_genmodifisering.pdf.
6. Spilsberg, B., Holst-Jensen, A., Ali, A.R., Skjæret, C., Hagen, A., and Østhagen, Ø. *Tilsyn med genmodifisering i næringsmidler, fôrvarer og såvarer 2014*. Veterinærinstituttets rapportserie 2015; Available from: http://www.vetinst.no/content/download/15612/180287/file/Tilsyn%20med%20genmodifisering_2014.pdf.
7. Spilsberg, B., Holst-Jensen, A., Ali, A.R., Hagen, A., and Nielsen, I.E. *Tilsyn med genmodifisering i mat, fôr og såvarer 2015*. Veterinærinstituttets rapportserie 2016; Available from: <http://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2016/tilsyn-med-genmodifisering-i-mat-for-og-savarer-2015>.
8. Pearson, K., *X. On the criterion that a given system of deviations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling*. *Philosophical Magazine Series 5*, 1900. **50**(302): p. 157-175.
9. Gawienowski, M.C., Eckhoff, S.R., Yang, P., Rayapati, P.J., Binder, T., and Briskin, D.P., *Fate of maize DNA during steeping, wet-milling, and processing*. *Cereal Chemistry*, 1999. **76**(3): p. 371-374.
10. Gryson, N., *Effect of food processing on plant DNA degradation and PCR-based GMO analysis: a review*. *Anal Bioanal Chem*, 2010. **396**(6): p. 2003-22.
11. Holst-Jensen, A., Bertheau, Y., De Loose, M., Grohmann, L., Hamels, S., Hougs, L., Morisset, D., Pecoraro, S., Pla, M., Den Bulcke, M.V., and Wulff, D., *Detecting un-authorized genetically modified organisms (GMOs) and derived materials*. *Biotechnol.Adv.*, 2012. **30**(6): p. 1318-1335.
12. Dobnik, D., Spilsberg, B., Bogozalec Kosir, A., Holst-Jensen, A., and Zel, J., *Multiplex quantification of 12 European Union authorized genetically modified maize lines with droplet digital polymerase chain reaction*. *Anal Chem*, 2015. **87**(16): p. 8218-26.
13. Košir, A.B., Spilsberg, B., Holst-Jensen, A., Žel, J., and Dobnik, D., *Development and inter-laboratory assessment of droplet digital PCR assays for multiplex quantification of 15 genetically modified soybean lines*. manuscript submitted, 2017.
14. Holst-Jensen, A., Ali, A.R., Emanuelsen, L., Grønbeck, T.M., Harbo, S.B., Skjæret, C., Spilsberg, B., and Waiblinger, H.-U., *Testing for genetically modified organisms (GMO) revealed the real source of rice imported to Norway, in Case studies in food safety and authenticity: Lessons from real-life situations*, J. Hoorfar, Editor. 2012, Woodhead Publishing: UK. p. 334-341.
15. James, C., *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2015*. ISAAA Brief, 2015. **51**.
16. Davidson, S.N., *Forbidden fruit: transgenic papaya in Thailand*. *Plant Physiol*, 2008. **147**(2): p. 487-93.
17. Holst-Jensen, A., Spilsberg, B., Arulandhu, A.J., Kok, E., Shi, J., and Zel, J., *Application of whole genome shotgun sequencing for detection and characterization of genetically modified organisms and derived products*. *Anal Bioanal Chem*, 2016. **408**(17): p. 4595-614.

18. Yang, L., Wang, C., Holst-Jensen, A., Morisset, D., Lin, Y., and Zhang, D., *Characterization of GM events by insert knowledge adapted re-sequencing approaches*. *Sci Rep*, 2013. **3**(2839): p. 1-9.
19. Arulandhu, A.J., Van Dijk, J.P., Dobnik, D., Holst-Jensen, A., Shi, J., Zel, J., and Kok, E.J., *DNA enrichment approaches to identify unauthorized genetically modified organisms (GMOs)*. *Anal Bioanal Chem*, 2016. **408**(17): p. 4575-93.