

Mykotoksiner i næringsmidler 2023

OK RAPPORT (2023)



Mykotoksiner i næringsmidler 2023

Rapporten er utarbeidet av Mattilsynet og Veterinærinstituttet, oktober 2024.

Prosjektleder: Hanne Marit Gran, Mattilsynet, Seksjon kjemisk mattrygghet

Kontaktperson Veterinærinstituttet: Gunnar Sundstøl Eriksen, Seksjon Forskning kjemi og toksinologi

Forsidefoto: Ellen Christensen, Veterinærinstituttet

Illustrasjonsfoto:

Publisert på www.mattilsynet.no

ISBN nummer: 978-82-93607-17-5

Refereres som: Eriksen, Gunnar Sundstøl, Gran, Hanne Marit, Tukun, Feng-Ling, Er, Chiek. Mykotoksiner i næringsmidler 2023. Rapport fra overvåking- og kartleggingsprogram. Mattilsynet. 36 sider

Innholdsfortegnelse

Forord	5
Sammendrag	6
English summary	6
Ordliste	7
1 Innledning	8
2 Bakgrunn og formål.....	9
2.1 Aflatoksin	9
2.2 Okratoksin A.....	10
2.3 Deoksynivalenol (DON).....	10
2.4 T-2 og HT-2.....	10
2.5 Zeralenon	11
2.6 Meldrøye-sklerotier og meldrøyealkaloider	11
2.7 Enniatin	11
2.8 Grenseverdier for mykotoksiner, og vurdering av funn med hensyn til grenseverdier.....	12
2.1 Oppfølging av funn.....	12
3 Materiale og metoder	13
3.1 Varespekter og prøveutvalg	13
3.2 Prøvetaking.....	13
3.3 Analysemetoder.....	14
3.4 Statistikk	16
4 Resultater	18
4.1 Nøtter.....	18
5 Vurdering.....	23
5.1 Overskridelser.....	23
5.2 Fusariumtoksiner i kornprodukter.....	23
5.3 Meldrøyealkaloider	23
6 Konklusjon.....	24
7 Referanser.....	25
Vedlegg:	26
Analyseresultater for peanøtter 2023	26

Analyseresultater for hasselnøtter 2023	27
Analyseresultater rosiner 2023.....	28
Analyseresultater Fusariumtoksiner i barnemat 2023	29
Analyser av meldrøyealkaloider i kornbasert barnemat	30
Analyse av Fusariumtoksiner i hvetemel	31
Analyser av meldrøyealkaloider i hvetemel.....	32
Analyser av Fusariumtoksiner i rugmel.....	33
Analyser av meldrøyealkaloider i rugmel.....	34
Analyser av Fusariumtoksiner i havremel/havregryn	35
Analyser av meldrøyealkaloider i havremel/havregryn	36

Forord

Denne rapporten presenterer resultater fra Mattilsynets overvåkings- og kartleggingsprogram for mykotoksiner i næringsmidler i 2023. Resultatene fra rutineovervåkingen er et hjelpemiddel både for myndighetene og bransjen for å treffe effektive tiltak som kan redusere inntaket av mykotoksiner fra næringsmidler.

Det er mange som har bidratt med innsats og engasjement i overvåkingsprogrammet. Inspektører fra flere av Mattilsynets regioner har tatt prøvene av næringsmidler for analyser av mykotoksiner.

Veterinærinstituttet (VI), Seksjon Forskning kjemi og toksinologi, er ansvarlig for analyser av prøvene. De veileder og koordinerer prøveuttaket, analyserer prøvene og utarbeider i samarbeid med Mattilsynet uttaksplaner og analyserapporter. Mattilsynets hovedkontor, Seksjon kjemisk mattrygghet, er ansvarlig for overvåkingen for mykotoksiner i næringsmidler.

Takk til alle som var involvert med å overvåke mykotoksiner i næringsmidler i 2023.

Sammendrag

Mattilsynet utfører årlig offentlig kontroll av fremmedstoffer i næringsmidler. I samarbeid med Veterinærinstituttet blir nivåene av naturlige giftstoffer fra sopp (mykotoksiner) undersøkt i mat.

Hensikten med overvåkingsprogrammet er hovedsakelig å overvåke nivået av mykotoksiner for å sikre at forbrukerne ikke utsettes for noen som kan utgjøre en helsefare. Overvåkingen skal også bidra til å sikre at næringsmiddelvirksomhetene etterlever regelverket slik at mykotoksiner ikke overskrider gjeldende grenseverdier.

Rapporten presenterer resultater fra 182 prøver tatt ut på det norske markedet i 2023 og analyserte for relevante mykotoksiner:

Antall prøver	Prøvemateriale
28	Peanøtter
23	Hassel nøtter
21	Rosiner
24	Kornbasert barnemat
31	Sammalt hvete
30	Havregryn og havremel
25	Sammalt rug

I 2023 var det ingen funn over grenseverdiene for mykotoksiner i næringsmidler.

English summary

In collaboration with Norwegian Veterinary Institute (VI), the Norwegian Food Safety Authority has an annual food safety program that monitors and controls for the levels of mycotoxins in selected food.

The purpose is to ensure consumers are not exposed to harmful levels of mycotoxin in the food.

The monitoring should also help ensure that food businesses comply with regulations so that mycotoxins do not exceed current maximum levels as regulated.

In 2023 a total of 182 samples were collected and analysed for a number of relevant mycotoxins.

No of samples	Food items
28	Peanuts
23	Hazel nuts
21	Raisins
24	Cereal-based infant formula
31	Wholewheat flour
30	Oatmeal
25	Wholerye flour

No samples exceeded the maximum limits in 2023.

Ordliste

Ord, navn, forkortelse	Forklaring
EFSA	EUs organ for mattrygghet EFSA= European Food Safety Authority
Funn av mykotoksin	Det er påvist et mykotoksin over kvantifiseringsgrense
Grenseverdi (ML)	Høyeste tillatte nivå av mykotoksiner i næringsmidler ML= Maximum Level
Import	Handel med aktører hjemmehørende i land utenfor EU/EØS
Kvantifiseringsgrense (LOQ)	Det laveste nivå som kan bestemmes med en validert analysemetode med akseptabel nøyaktighet og presisjon LOQ=Limit of quantification
Metabolitt/Nedbrytningsprodukt	Nedbrytningsstoffer. I denne rapporten er de omtalte metabolittene nedbrytnings-produkter av mykotoksiner
Multimetode	Metode der det analyseres for mange stoffer samtidig
Overskridelse	Funn over grenseverdi etter fratrukk av analyseusikkerhet
Overvåkingsprogram	Mattilsynet gjennomfører hvert år ulike overvåkings- og kartleggingsprogram. Hovedmålet med dette er å holde oversikt over utvalgte områder som Mattilsynet har ansvar for. Overvåking av mykotoksiner i mat er ett eksempel på dette.
Mykotoksiner	Mykotoksiner (muggsoppgifter) er giftstoffer som produseres av forskjellige muggsopparter. Mykotoksiner forekommer i fôr og mat og kan forårsake akutt forgiftning eller langvarige negative helseeffekter hos mennesker og dyr
RASFF	EUs rapporteringssystem for helsefarlige funn i matvarer RASFF=Rapid Alert System for Food and Feed

1 Innledning

Mykotoksiner (muggsoppgifter) er giftstoffer som produseres av forskjellige muggsopparter. Mykotoksiner forekommer i fôr og mat og kan forårsake akutt forgiftning eller langvarige negative helseeffekter hos mennesker og dyr (FHI).

Næringsmidlene som oftest kan inneholde mykotoksiner er korn og kornprodukter, nøtter, ris, mais, malt, fruktsaft (spesielt epleaft), melk og ost. Siden 1960 er flere enn 300 mykotoksiner identifisert.

Mykotoksiner lukter eller smaker ikke i matvarer, tåler godt varme og kulde og er vanskelig å fjerne fra mat eller fôrvarer. Slik behandling begrenser soppvekst og videre toksindannelse, men fjerner ikke toksiner som allerede finnes i matvarene. Fuktighet og temperatur er de viktigste faktorer for soppvekst og toksindannelse (FHI).

Overvåkingsprogrammet for mykotoksiner i næringsmidler omfatter et utvalg av næringsmidler omsatt på det norske markedet. Utvalget av prøvemateriale er risikobasert, og valgt ut bla. med bakgrunn i VKMs risikovurderinger «Fremmedstoffer i mat: identifisering og risikorangeing (2019:13) (2022:18). For de fleste av mykotoksinene som analyseres i dette programmet er det fastsatt øvre grenseverdier. Disse skal sikre at maten vi spiser er trygg. For noen mykotoksiner er det foreløpig ikke satt grenseverdier. Myndighetene vil da kunne bruke disse dataene i arbeidet med å fastsette grenseverdier for aktuelle matvarer.

Overvåkingsprogrammet for mykotoksiner er også viktige for å kunne gi informasjon om mykotoksiner i mat til forbrukere. I 2023 ble prøvematerialer av hasselnøtter, rosiner og kornprodukter til forbruker analysert for relevante mykotoksiner.

På oppdrag fra Mattilsynet, har Veterinærinstituttet undersøkt utvalgte matvarer for mykotoksiner i gruppen aflatoksiner, okratoksin, deoksynivalenol (DON), T-2 og HT-2, zeralenon, meldrøyealkaloider og enniatiner. Gjennom EØS-avtalen er Norge fullharmonisert med EU når det gjelder regulering av forurensende stoffer i mat.

Grenseverdier for mykotoksiner er tatt inn i forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler (FOR-2015-07-03-870).

Nye grenseverdier eller endrede grenseverdier er for flere av disse stoffene gjeldene fra en definert dato (en anvendelsesdato). Næringsmidler som er oppført i vedlegget til forordningen og som er lovlig brakt i omsetning før anvendelsesdatoen, kan fortsatt omsettes til datoen for minste holdbarhet eller siste forbruksdato, hvis annet ikke er bestemt.

2 Bakgrunn og formål

Mattilsynet overvåker mykotoksiner i næringsmidler for å sikre at nivåene ikke medfører helsefare for forbruker. Videre skal overvåkingen bidra til å sikre at næringsmiddelvirksomhetene etterlever regelverket slik at mykotoksiner ikke overskrider gjeldende grenseverdier.

Effektiv kontroll av mykotoksiner er ofte vanskelig på grunn av svært heterogen fordeling i næringsmidlene. Det er derfor fastsatt retningslinjer for prøvetaking av næringsmidler for kontroll av mykotoksiner.

Mykotoksiner, eller muggsoppgifter, er giftige sekundære metabolitter som lages av muggsopp. At metabolittene er sekundære betyr at de ikke er essensielle for muggsoppens liv og formering. Mange muggarter lager ikke mykotoksiner, mens enkelte andre arter kan lage mange ulike mykotoksiner. Noen mykotoksiner kan lages av flere ulike arter av muggsopp. Blant de viktigste mykotoksiner i mat er aflatoksiner, okratoksin A, zearalenon, ulike typer av trichothecener som deoksynivalenol (DON), T-2 toksin og HT-2 toksin, fumonisiner og meldrøyealkaloider. Disse lages av muggsopp av de kjente slektene *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* og *Claviceps*.

Muggsoppvekst avhenger i stor grad av fuktighet og temperatur. Noen muggsopparter vokser best i tropisk klima, mens andre trives best i kjøligere klima. Toksiner fra sopp i tropisk klima forekommer i Norge stort sett bare i importerte matvarer, mens andre muggsopp vokser best og danner toksiner i vårt klima.

Noen muggsopp som *Fusarium* infiserer planter på åkeren og danner hovedsakelig toksiner før innhøsting, mens andre muggsopp som *Aspergillus* og *Penicillium* vokser og danner toksiner hovedsakelig etter innhøsting. Meldrøye (*Claviceps purpurea*) er en soppart som kan infisere kornets aks. Etter hvert dannes det et overvintringsorgan (sklerotie) som inneholder giftige stoffer som kalles meldrøyealkaloider.

Klima og årlige variasjoner i været har stor innvirkning på hvilke sopparter som vokser, hvilke mykotoksiner som dannes og mengde av dem. Det er derfor årlige variasjoner i innholdet av mykotoksiner i matvarer. I tillegg er lagringsforhold av stor betydning for innholdet av mykotoksiner. I importerte matvarer der det spesielt fokus på aflatoksiner i lagrede matvarer som nøtter og rosiner. Okratoksin A dannes i lagrede matvarer både i vårt klima og i tropisk klima.

2.1 Aflatoksin

Aflatoksiner er en gruppe mykotoksiner (muggsoppgifter) som lages av soppartene *Aspergillus flavus* og *Aspergillus parasiticus*. Dette er sopper som vokser og produserer toksiner i varme og fuktig klima og er derfor utbredt i tropiske områder, mens toksinene under normale forhold ikke dannes i vårt klima. Toksinene dannes primært ved lagring under suboptimale forhold der varene ikke er lagret tilstrekkelig tørt. Det er fire aflatoksiner som er vanligst i matvarer; aflatoksin B1, B2, G1 og G2. Det er også disse som har grenseverdier for matvarer. Pistasjnøtter, paranøtter, peanøtter, hasselnøtter, mais, ris, fiken og krydder er blant de mest utsatte matvarene. De siste årene ser det ut til at *Aspergillus* soppene sprer seg lenger nordover. De har de siste årene blitt ofte påvist i korn, inkludert mais dyrket i Europa.

Av mykotoksinene er det aflatoksin som har utgjort den største risikoen for folkehelsen på verdensbasis. Aflatoksiner kan gi akutte eller kroniske leverskade hos

dyr og mennesker og er kreftfremkallende. Aflatoksin anses for å være direkte genskadelige. Det betyr at ethvert inntak av aflatoksin anses for å øke sannsynligheten for kreft, og at vi anser at det ikke finnes en minste dose uten effekt. Derfor ønsker man å begrense eksponeringen for aflatoksin så mye som mulig.

2.2 Okratoksin A

Okratoksin A (OTA) er et lagringsmykotoksin produsert av sopper i slektene *Aspergillus* og *Penicillium*, som begge vokser i tropiske og tempererte områder. I norsk klima dannes OTA hovedsakelig av muggsopp i slekten *Penicillium*, mens det i tropiske områder dannes hovedsakelig av *Aspergillus*-arter. Toksinene dannes hovedsakelig under fuktige lagringsforhold. Normalt er nivåene av OTA forholdsvis lave, men OTA kan forekomme i høyere konsentrasjoner i enkelte partier av mange ulike næringsmidler når lagringsforholdene ikke er gunstige. Utsatte matvarekategorier er korn, kaffebønner, kakao, vin, øl, druesaft og mange tørkede frukter (blant annet rosiner).

Inntak av okratoksin kan ha ulike alvorlige toksiske effekter, spesielt ved langvarig eksponering. Noen av helsefarene ved inntak av OTA er kronisk nyresykdom, nevrologiske effekter og økt fare for kreft i urinrør. OTA gir også endringer i DNA og anses som genotoksiske.

2.3 Deoksynivalenol (DON)

Deoksynivalenol (DON) produseres primært før høsting av ulike *Fusarium*-sopper. I Norge er *F. graminearum* og *F. culmorum* de viktigste produsentene av DON. Soppene og dermed toksinene forekommer hovedsakelig i korn. DON er blant de vanligste mykotoksiner i norskdyrket korn. Den er også den vanligste påviste muggsoppgiftene i importert hvete. Forekomsten av DON og andre fusariumtoksiner er i stor grad avhengig av værforhold. Det kan derfor være store årlige og geografiske variasjoner i DON konsentrasjon i korn. DON er vanlig i hvete, bygg, men finnes i mindre grad i rug. DON finnes også i mais og ris.

DON kan forårsake kvalme og oppkast, og ble tidligere kalt «vomitoksin» eller «oppkasttoksin». Videre kan toksinet forårsake diaré, magesmerter og generelt ubehag i magen. Kronisk inntak av mindre mengder DON gir nedsatt appetitt og vekst og kan forstyrre immunsystemet. Lave mengder DON kan aktivere immunsystemet og føre til inflammasjon, mens større mengder reduserer antall immunceller og gir nedsatt immunforsvar.

2.4 T-2 og HT-2

T-2 toksin (T-2) og HT-2 toksin (HT-2) produseres av ulike *Fusarium*-arter og forekommer i alle de store hvete-, bygg- og havreproduserende områdene i verden. T-2 og HT-2 finnes vanligvis i høyere konsentrasjoner i havre enn i andre kornsorter. Det er store årlige variasjoner i forekomsten av T-2 og HT-2 på grunn av værforhold. Det tolerable daglige inntaket for summen av T-2 og HT-2 toksiner er lavt. En egen analytisk metode tilpasset kun disse toksinene i stedet for en multi-metode kan være nødvendig for å skaffe data til eksponeringsvurderinger.

T-2 og HT-2 kan ha flere skadelige effekter på menneskers helse ved inntak. Disse giftstoffene kan forårsake en rekke helseproblemer. Ved akutt toksisitet kan de forårsake alvorlige gastrointestinale plager, inkludert kvalme, oppkast, diaré og

magesmerter. Videre kan de undertrykke immunsystemet, noe som gjør individer mer utsatt for infeksjoner. Toksinene kan også påvirke benmargsfunksjonen, noe som fører til redusert produksjon av blodceller. Dette kan føre til anemi, leukopeni (lavt antall hvite blodlegemer) og trombocytopeni (lavt antall blodplater), noe som øker risikoen for blødning og infeksjoner. Toksinene kan også ha nevrotoksiske effekter, forårsake symptomer som svimmelhet, hodepine og i alvorlige tilfeller neurologisk svekkelse.

2.5 Zearalenon

Zearalenon er et mykotoksin produsert av ulike arter av *Fusarium*-sopper. Zearalenon finnes ofte i korn og kornbaserte produkter av mais, hvete, bygg, havre og rug.

Zearalenon virker som østrogen. Dette kan føre til hormonelle ubalanser og reproduksjonsproblemer, som inkluderer uregelmessig menstruasjon, tidlig pubertet og fruktbarhetsproblemer. Zearalenon kan også ha effekt på andre organer og funksjoner i kroppen som er påvirket av østrogen, inkludert immunsystemet.

2.6 Meldrøye-sklerotier og melldrøyealkaloider

Meldrøye (*Claviceps purpurea*) er en sopp som infiserer planter. Soppen produserer hvileknoller (sklerotier) i akset til gress og korn. Sklerotiene er overvintringsorganer som gjør det mulig for soppen å overleve i åkeren til neste vekstsesong. Meldrøye lager gifter (melldrøyealkaloider) som samles i sklerotiene. I Europa er *Claviceps purpurea* den mest utbredte arten. Den infiserer vanligvis gressarter, inkludert korn som rug, hvete, bygg, sorghum, hirse og havre. De høyeste nivåene av soppen og alkaloidene finnes vanligvis i rug.

Meldrøye-sklerotier og melldrøye-alkaloider kan ved inntak utgjøre en helsefare for mennesker. En av de farligste er vasokonstriksjon (sammmentrekning av blodårene), noe som fører til redusert blodstrøm, spesielt til ekstremitetene. Dette kan forårsake vevsdød (koldbrann), noe som igjen fører til symptomer som alvorlig smerte, brennende følelser, og til slutt tap av lemmer hvis det ikke behandles. Videre kan alkaloidene påvirke sentralnervesystemet og forårsake symptomer som muskelkramper, anfall, hallusinasjoner og alvorlige mentale forstyrrelser. Det kan også føre til hodepine, oppkast og alvorlige kramper. I tillegg kan sammmentrekningene av blodårene forårsake hjerte- og karproblemer, som høyt blodtrykk, hjertebank og i alvorlige tilfeller hjerteinfarkt eller slag.

Langvarig eksponering for lave nivåer av melldrøye-alkaloider kan føre til kroniske helseproblemer, som langsiktig skade på blodomløpet, nevropati (nerveskade) og vedvarende psykiske problemer.

På grunn av disse alvorlige helserisikoene er tilstedeværelsen av melldrøye-sklerotier og melldrøye-alkaloider i matvarer, spesielt kornprodukter, en stor bekymring. Det gjøres derfor innsats for å overvåke og kontrollere deres nivåer i næringsmidler. Det gjøres derfor innsats for å overvåke og kontrollere deres nivåer i næringsmidler.

2.7 Enniatin

Enniatiner dannes av flere arter i soppeslekten *Fusarium*. De er vanlig forekommende i alle kornslag og kan finnes i til dels høye konsentrasjoner. Effektene av enniatiner er lite studerte

og det finnes per nå ikke grenseverdier for disse. De inngår i gruppen toksiner med økende oppmerksomhet og informasjon om forekomst av disse er prioritert.

2.8 Grenseverdier for mykotoksiner, og vurdering av funn med hensyn til grenseverdier

En grenseverdi (ML) er det høyeste nivået av mykotoksiner som er tillatt i mat. Helserisiko er alltid vurdert når grenseverdier for mykotoksiner fastsettes. EUs organ for mattrygghet (EFSA) har vurdert behovet for å begrense inntaket av mykotoksiner for eksempel ved å endre grenseverdiene slik at eksponeringen ikke vil medføre noen helserisiko for forbruker.

Grenseverdier er gitt i Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler, FOR-2015-07-03-870 der grenseverdiene er spesifisert i tabell i vedlegg.

En grenseverdi (ML; maximum level) er det høyeste nivået av mykotoksiner som er tillatt i mat og fôr. Grenseverdiene som fastsettes er basert på EUs organ for mattrygghet (EFSA) sine vurderinger.

Det stilles omfattende krav til dokumentasjon når det skal fastsettes grenseverdier for mykotoksiner i bestemte produkter. Det utføres inntaksberegninger der foreslåtte grenseverdier for ulike matvarer kombineres med inntaksdata. Det tas hensyn til både langtidseksponering og akutt giftighet. Ulike produkter kan få forskjellige grenseverdier på grunn av ulikt konsum. Funn under grenseverdiene skal ikke utgjøre noen helsefare for forbruker.

Norge har felles regelverk med EU for mykotoksiner i næringsmidler. Grenseverdiene er derfor som hovedregel de samme i Norge som i EU. Det kan i spesielle situasjoner være forsinkelser knyttet til endringer av grenseverdier i Norge når disse nylig er endret i EU. Nye EU forordninger må være tatt inn i EØS-avtalen før de kan fastsettes i norsk regelverk. I tilfeller der Norge har fastsatt en EU-forordning før endringene i grenseverdiene trer i kraft i EU, vil disse grenseverdiene gjelde fra samme tidspunkt i Norge som i EU.

Grenseverdier er gitt i Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler, FOR-2015-07-03-870 der grenseverdiene er spesifisert i tabell i vedlegg.

2.1 Oppfølging av funn

Ved oppfølging av funn over grenseverdi kontakter Mattilsynet virksomheten for å finne ut hva som er årsak til funnet. Mattilsynets regioner vurderer oppfølging og virkemiddelbruk i hvert enkelt tilfelle.

Mattilsynet varsler andre lands myndigheter om helsefarlige funn gjennom meldesystemet RASFF (the Rapid Alert System for Food and Feed) eller Administrative Assistance and Cooperation Network (AAC). RASFF utveksler meldinger om helsefarlig mat og fôr på det europeiske markedet mellom myndighetene i EU/EØS-landene. Systemene administreres av EU-kommisjonen og det kreves rask oppfølging av land som er flagget for oppfølging. Gjelder meldinger produkter fra land utenfor EU følger EU-kommisjonen saken opp i forhold til produsentlandet. Mattilsynet vurderer RASFF-meldinger fortløpende.

3 Materiale og metoder

3.1 Varespekter og prøveutvalg

Årlig uttaksplan bygger på en treårsplan. Planen er risikobasert. I denne omgangen inngår prøver av matvarer som ansees som viktig blant annet på grunn av høyt inntak, matvarer hvor en har tidligere funn, matvarer som inntas av sårbare grupper, virksomheter hvor det tidligere har vært funn, særlig giftige stoffer etc. Det har ikke vært tatt prøver av animalske matvarer da disse i Norge anses for å ha lavere risiko for å være kontaminert med mykotoksiner enn plantebaserte matvarer.

Av de planlagte 180 prøvene ble det tatt ut totalt 182 prøver av peanøtter, hasselnøtter, rosiner, kornbasert barnemat, sammalt hvete, havregryn, havremel og sammalt rug i OK programmet mykotoksiner 2023 (se tabell 1). Prøvene ble tatt ut i butikk.

Tabell 1: Oversikt over planlagte og mottatte prøver

Matvare	Antall planlagt	Mottatt og analysert	Analysert for
Peanøtter	25	28	Aflatoksin, okratoksin
Hasselnøtter	25	23	Aflatoksin, okratoksin
Rosiner	20	21	Aflatoksin, okratoksin
Kornbasert barnemat	25	24	DON, T-2, HT-2, ZEA, enniatiner, meldrøyealkaloider
Hvetemel	30	31	DON, T-2, HT-2, ZEA, enniatiner, meldrøyealkaloider
Havregryn/mel	30	30	DON, T-2, HT-2, ZEA, enniatiner, meldrøyealkaloider
Rugmel	25	25	DON, T-2, HT-2, ZEA, enniatiner, meldrøyealkaloider

3.2 Prøvetaking

Prøvene i overvåkingsprogrammet ble tatt ut av prøvetakere i Mattilsynets regioner. Prøvene er tatt ut i henhold til forskrift om prøvetaking og analyse for offentlig kontroll av visse forurensende stoffer i næringsmidler (FOR-2004-05-05-884). Denne henviser til krav i forordningene (EU) 2023/2783 om prøvetakings- og analysemetoder for offentlig kontroll av nivåene av toksiner i næringsmidler og (EU) 2023/2782 om fastsettelse av prøvetakings- og analysemetoder for offentlig kontroll av nivåene av mykotoksiner i næringsmidler. Videre gir forordning (EU) 2022/931 supplerende regler om gjennomføring av offentlig kontroll når det gjelder forurensende stoffer i næringsmidler.

Av ikke-animalsk mat skal EUs medlemsstater ta minst 100 til 2 000 prøver per år for analyse som er omfattet av forskrift om prøvetaking og analyse for offentlig kontroll av visse forurensende stoffer i næringsmidler, avhengig av landenes populasjonsstørrelse. I forhold til Norges populasjonsstørrelse, skal Norge ta ut minst 250 prøver av ikke animalske mat for analyse.

3.3 Analysemetoder

Kjemisk analyse av fusariumtoksiner i kornbaserte matvarer

Det ble benyttet en multi-mykotoksin metode basert på væskechromatografi - tandem massespektrometri (LC-MS/MS) (ME05_202) for å bestemme mange mykotoksiner. Metoden ble utviklet in-house hos Veterinærinstituttet og ble validert i henhold til SANTE 11312/2021 og FOR-2015-07-03-871. Dette samsvarer med krav i nasjonal standard og krav i det Europeiske regelverket for kontroll av mykotoksiner. Parametere som linearitet, selektivitet, gjennomsnittlig gjenvinning, presisjon og kvantifiseringsgrense (LOQ) ble evaluert (Tabell 2 og 3). Valideringsdataene påviste matriks-effekter varierende mellom 4-99 % for de ulike mykotoksinene på tvers av de fire valgte matriksene. For å kontrollere for dette ble det benyttet interne standarder (IS) for fire av de analyserte mykotoksinene (DON, HT-2, T-2 og ZEN). For kvantitative analyser av ergotalkaloider og enniatiner ble det utarbeidet matriksassisterte kalibreringer for hver matriks. Resultater fra ringtester organisert av EUs referanselaboratorium (EURL) bekreftet at metoden fungerer tilfredsstillende. Analyseresultatene ble korrigert om gjenvinning falt utenfor 70-120 %, Prøvene ble reanalysert om gjenvinningen var lavere enn 50 % eller over 140 %.

Tabell 2. Valideringsparametere for multi-mykotoksin metoden (ME05_202)

Toksiner	Gjenfinning (%) og utvidet målusikkerhet** (%)							
	Rug		Havre		Hvete		Barnemat	
DON	118 %	64 %	102 %	12 %	88 %	38 %	106 %	24 %
HT-2	116 %	35 %	114 %	57 %	78 %	52 %	81 %	44 %
T-2	97 %	44 %	116 %	63 %	84 %	62 %	86 %	58 %
ZEN	107 %	26 %	88 %	25 %	81 %	48 %	99 %	16 %
ENN A	96 %	52 %	72 %	64 %	93 %	20 %	88 %	26 %
ENN A1	103 %	35 %	105 %	57 %	99 %	15 %	79 %	46 %
ENN B	94 %	37 %	120 %	50 %	94 %	25 %	75 %	51 %
ENN B1	105 %	26 %	104 %	44 %	105 %	16 %	85 %	29 %
Ergocornine*	110 %	31 %	116 %	33 %	79 %	45 %	101 %	16 %
Ergocristine*	109 %	29 %	104 %	34 %	88 %	35 %	109 %	25 %
α-Ergocryptine*	90 %	37 %	95 %	41 %	86 %	43 %	104 %	10 %
Ergonovine*	116 %	34 %	85 %	33 %	62 %	78 %	114 %	29 %
Ergosine*	114 %	31 %	112 %	32 %	79 %	44 %	103 %	8 %
Ergotamine*	115 %	44 %	115 %	31 %	84 %	35 %	117 %	34 %

* summen av epimerer (-inine and -ine)

** utvidet målusikkerhet beregnes som $U' = 2u' = 2 \times \text{rot}(u' \text{ bias}^2 + u' \text{ precision}^2)$

Tabell 3. Kvantifiseringsgrense LOQ i rug, havre, hvete og barnemat

Toksin	LOQ ($\mu\text{g}/\text{kg}$)			
	Rug	Havre	Hvete	Barnemat
DON	25,1	60,0	192,5	6,4
HT-2	50,0	10,0	47,1	6,4
T-2	25,0	5,05	47,1	1,6
ZEN	12,5	10,0	9,63	1,6
ENN A	16,0	4,0	65	0,2
ENN A1	32,0	8,0	65	0,2
ENN B	480,0	32,0	65	0,5
ENN B1	160,0	16,0	65	0,5
Ergocornine*	50,0	10,0	76,8	16
Ergocristine*	50,0	10,0	76,8	16
α -Ergocryptine*	25,0	5,0	76,8	16
Ergonovine*	25,0	5,0	76,8	8
Ergosine*	25,0	10,0	76,8	16
Ergotamine*	25,0	10,0	76,8	8

* summen av epimers (-inine and -ine)

Prøver ble malt til fint pulver og blandet. En delprøve på 2,5 g ($\pm 0,5\%$) ble veid inn. Prøvene ble ekstrahert ved en to-trinns ekstraksjon (MeCN:H₂O:HCOOH, 80:19,9:0,1, v/v/v og MeCN:H₂O:HCOOH, 20:79,9:0,1, v/v/v). Ekstrakter ble så sentrifugert, filtrert og injisert i instrumentet.

LC-MS/MS-analysene ble utført på et Agilent Triple Quadrupole LC-MS-system (1290-6470), utstyrt med en AJS elektrospyronisering (ESI). Agilent MassHunter programvare ble brukt til datainnsamling og kvantitative beregninger. 2 μL prøveekstrakt ble injisert i LC-systemet og analytter ble separert på en Kinetex F5 100 Å kolonne (100 x 2,1 mm), utstyrt med en forkolonne, under en konstant strøm på 0,25 ml/min. Gradienteluering ble utført med 5 mM ammoniumacetat/1 % eddiksyre i vann og 100% metanol for å oppnå optimal separasjon innen 21 minutter. På grunn av forskjeller i kjemiske egenskaper til hver analytt, ble Triple Quadrupole operert i både positiv og negativ ioniseringsmodus for optimal følsomhet. Identifikasjon av mykotoksiner ble utført ved bruk av tre forbindelsesspesifikke MRM-overganger for hvert toksin.

Kjemisk analyse av aflatoksiner og okatoksin A i hasselnøtter, peanøtter og rosiner

Aflatoksiner og okratoksin A (OTA) ble analysert ved en annen LC-MS/MS-metode (ME05_203) som ble utviklet og validert i henhold til SANTE 11312/2021 og NS-EN 17641:2022 med noen modifikasjoner.

Parametere som ble vurdert inkluderer linearitet, selektivitet, gjenvinning, presisjon og kvantifiseringsgrenser (LOQ) og er i samsvar med kravene i FOR-2015-07-03-871. Valideringen dokumenterte betydelige matrikseffekter for både aflatoksiner og OTA. For å korrigere for matrikseffekter og samtidig kompensere for tap under prøvepreparering, ble stabil-isotop-merkede analoger tilsatt til kalibreringsstandardene og alle prøvene før ekstraksjon. Resultater fra ringtester organisert av EUs referanselaboratorium (EURL) bekreftet anvendeligheten av metoden.

Metodens riktighet ble beregnet som gjenfinning (%) og ble undersøkt og beregnet som beskrevet over. (Tabell 4). Kvantifiseringsgrense (LOQ) er den laveste konsentrasjonen av en analytt i en testet prøve som kan bestemmes kvantitativt med et akseptabelt nivå av presisjon og riktighet (Tabell 5).

Tabell 4. Valideringsparametere for multi-mykotoksin metoden (ME05_203)

Toksiner	Gjenfinning (%) og utvidet målutsikkerhet*(%)					
	Hasselnøtter		Peanøtter		Rosiner	
AFB1	102 %	10 %	112 %	55 %	113 %	34 %
AFB2	104 %	11 %	114 %	51 %	107 %	19 %
AFG1	55 %	90 %	55 %	92 %	72 %	60 %
AFG2	59 %	83 %	90 %	38 %	74 %	53 %
OTA	100 %	8 %	118 %	39 %	108 %	20 %

*utvidet målutsikkerhet beregnes som $U' = 2u' = 2 \times \text{rot}(u' \text{ bias}^2 + u' \text{ presisjon}^2)$

Tabell 5. Kvantifiseringsgrense LOQ i hasselnøtter, peanøtter og rosiner

Toksiner	LOQ (µg/kg)		
	Hasselnøtter	Peanøtter	Rosiner
AFB1	1,25	1,88	0,31
AFB2	1,25	0,63	0,31
AFG1	1,25	0,63	1,56
AFG2	1,25	0,63	0,31
OTA	2,50	3,13	6,25

Prøver ble malt til fint pulver/slurry og en delprøve på 2 g ($\pm 0,5 \%$) ble veid inn. Deretter ble delprøvene ekstrahert med en ekstraksjonsprosedyre beskrevet i EN17641:2022 med mindre modifikasjoner.

LC-MS/MS-analysene ble utført på et Agilent Triple Quadrupole LC-MS-system (1290-6470), utstyrt med en AJS elektroprayonisering (ESI) mens Agilent MassHunter programvaren ble brukt til datainnsamling og kvantitativ analyse. 1 µL prøveekstrakt ble injisert i LC-systemet. Analytter ble separert på en EVO C18 100 Å kolonne (100 x 1,0 mm), utstyrt med en forkolonne, under en konstant strømming på 0,1 ml/min. Gradienteluering ble utført med 5 mM ammoniumformat/0,1 % maursyre i vann og 98 % metanol for optimal separasjon innen 16 minutter. Triple Quadrupole ble operert i positiv ioniseringsmodus og identifisering av mykotoksiner ble utført ved bruk av tre forbindelsesspesifikke MRM-overganger for hvert toksin.

3.4 Statistikk

Statistiske beskrivelser som gjennomsnitt, median etc er beregnet ved bruk av programvaren Stata versjon 17.

Ved bruk av akkrediterte metoder for vurdering av forekomster i forhold til regelverket er det krav til en sikkerhet ved fastsettelse av minste mengde som kan kvantifiseres (Limit of Quantification - LOQ). Det er imidlertid mulig å tallfeste mengder under dette, men da med større usikkerhet enn hva som er akseptabelt å bruke ved vurdering i forhold til grenseverdier av enkeltresultater.

For meldrøyealkaloider er det i regelverket bestemt at for å vurdere om det er overskridelser av grenseverdier for summen av alkaloidene skal nivået av ikke påviste analoger settes lik 0. Dette er også gjort for beregninger av statistiske beskrivelser som gjennomsnitt og median for disse toksinene.

For andre toksiner er verdier under LOQ kvantifisert og brukt til beregning av gjennomsnitt og median. Vi antar at usikkerheten knyttet til kvantifisering av enkeltverdier jevner seg ut over et antall prøver og at usikkerhet ved alternative metoder som eventuelt å benytte 0,5 LOQ for alle slike verdier er større enn ved denne tilnærmingen.

4 Resultater

4.1 Nøtter

Peanøtter

I 2023 ble det ikke funnet verken aflatoksiner eller okratoksin i 28 prøver av peanøtter (Tabell 6).

Tabell 6: Aflatoksiner og okratoksiner i peanøtter (n=28).

	Aflatoksiner				Okratoksin
	B1	B2	G1	G2	
Gjennomsnitt	0,95	0,32	0,32	0,32	1,55
Median	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,125
Minimum	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13
Maximum	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13
SD					
% over LOQ	0	0	0	0	0
% grenseverdi	0				0

For beregning av gjennomsnitt er verdiene satt til 0,5 x LOQ for matriser der ingen prøver kunne kvantifiseres. For matriser der noen verdier kunne kvantifiseres under LOQ er verdien i ikke-påviste prøver satt lik 0,5 x minste kvantifiserbare mengde.

Hasselnøtter

Det ble ikke funnet aflatoksiner i hasselnøtter i 2023. Det ble påvist okratoksin under kvantifiseringsgrensen i en av 23 prøve av hasselnøtter (Tabell 7).

Tabell 7: Aflatoksiner og okratoksiner i hasselnøtter (n=23).

	Aflatoksiner				Okratoksin
	B1	B2	G1	G2	
Gjennomsnitt	0,62	0,62	0,62	0,62	1,3
Median	< 1,25	< 1,25	< 1,25	< 1,25	< 2,5
Minimum	< 1,25	< 1,25	< 1,25	< 1,25	< 2,5
Maximum	< 1,25	< 1,25	< 1,25	< 1,25	< 2,5*
SD					
% over LOQ	0	0	0	0	0
% grenseverdi	0				0

*påvist under kvantifiseringsgrensen (LOQ) i 1 av 25 prøver.

For beregning av gjennomsnitt er verdiene satt til 0,5 x LOQ for matriser der ingen prøver kunne kvantifiseres. For matriser der noen verdier kunne kvantifiseres under LOQ er verdien i ikke-påviste prøver satt lik 0,5 x minste kvantifiserbare mengde.

Rosiner

Det ble ikke påvist aflatoksiner i noen prøver av rosiner i 2023, mens det ble påvist okratoksin under kvantifiseringsgrensen i seks av 21 prøver (Tabell 8).

Tabell 8: Aflatoksiner og okratoksiner i rosiner (n=21).

	Aflatoksiner				Okratoksin
	B1	B2	G1	G2	
Gjennomsnitt	0,6	0,6	0,76	0,6	3,2
Median	<0,32	<0,32	<1,56	<0,32	3,2
Minimum	<0,32	<0,32	<1,56	<0,32	<6,25
Maximum	<0,32	<0,32	<1,56	<0,32	<6,25*
SD					
% over LOQ	0	0	0	0	
% grenseverdi	0				0

*påvist under kvantifiseringsgrensen (LOQ) i 6 av 20 prøver.

For beregning av gjennomsnitt er verdiene satt til 0,5 x LOQ for matriser der ingen prøver kunne kvantifiseres. For matriser der noen verdier kunne kvantifiseres under LOQ er verdien i ikke-påviste prøver satt lik 0,5 x minste kvantifiserbare mengde.

Barnemat

Det ble ikke funnet mykotoksiner over grenseverdiene i noen prøver av kornbasert barnemat. Av de vanlige mykotoksinene med grenseverdi ble det påvist DON og T-2 toksin over kvantifiseringsgrensen i en prøve for hvert toksin. I tillegg ble det påvist DON i mengder under kvantifiseringsgrensen i 2 prøver, T-2 i en prøve og meldrøyealkaloider i tre prøver (Tabell 9, 10).

Tabell 9: Trichothecener (DON, T-2, HT-2), zearalenone og enniatiner i kornbasert barnemat ($\mu\text{g}/\text{kg}$, n=24).

	DON	T-2	HT-2	Σ T-2+HT2	ZEA	Enniatiner				
						A	A1	B	B1	Σ Enn
Gjennomsnitt	2,31	0,39	3,2	<3,6	0,8	0,21	0,97	0,25	0,98	4,12
Median	< 6,4	0,39	3,2	<3,6	0,8	< 0,20	0,7	0,25	< 0,5	1,11
Minimum	< 6,4	< 0,78	< 6,4	<3,6	< 1,6	< 0,20	< 0,20	< 0,5	< 0,5	0,15
Maximum	8,8	3,0	< 6,4	6,2	< 1,6	1,4	8,1	28,68	14,52	52,72
SD	1,6	0,53	-	0,52		0,3	1,5	5,86	2,93	10,58
% over LOQ	4	4	0	4	0	21	96	38	33	96
% grenseverdi	0			0	0					

For beregning av gjennomsnitt er verdiene satt til 0,5 x LOQ for matriser der ingen prøver kunne kvantifiseres. For matriser der noen verdier kunne kvantifiseres under LOQ er verdien i ikke-påviste prøver satt lik 0,5 x minste kvantifiserbare mengde.

Tabell 10: Meldrøyealkaloider i kornbasert barnemat ($\mu\text{g}/\text{kg}$, n=24).

	Ergovin/-vinin	Ergosin/-sinin	Ergotamin/-aminin	Ergocornin/-corninin	α -ergocryptin/-cryptinin	Ergocristin/-cristinin	Σ Meldrøye
Gjennomsnitt	< 8	< 16	< 8	< 16	< 16	< 16	< 80
Median	< 8	< 16	< 8	< 16	< 16	< 16	< 80
Minimum	<0,16	< 16	< 8	< 16	< 16	< 16	< 80
Maximum	< 8 ¹	0,39 ²	< 8 ¹	< 16	< 16	< 16	< 80 ³
SD	0,08	0,10	0,38				0,54
% over LOQ	0	0	0	0	0	0	0
% grenseverdi							0

¹ påvist under kvantifiseringsgrensen (LOQ) i 1 av 24 prøver. ² påvist under kvantifiseringsgrensen (LOQ) i 3 av 24 prøver. ³ spor under LOQ påvist i 3 av 24 prøver.

Hvetemel

Det ble analysert 31 prøver av hvetemel. Ingen av de regulerte mykotoksinene ble påvist over kvantifiseringsgrensene, men DON ble påvist under kvantifiseringsgrensen i 22 av 31 prøver (Tabell 11). T-2, HT-2 og ZEA ble ikke påvist i noen prøver. De ikke-regulerte enniatinene ble påvist over kvantifiseringsgrensen i en prøve, under kvantifiseringsgrensen i 21 prøver og ikke påvist i 9 prøver.

Ingen prøver hadde et innhold av meldrøyealkaloider over kvantifiseringsgrensen, men et eller flere av dem ble påvist i mengder under kvantifiseringsgrensen i 11 av prøvene (Tabell 12).

Tabell 11: Trichothecener (DON, T-2, HT-2), zearalenone og enniatiner i hvetemel ($\mu\text{g}/\text{kg}$, $n=31$).

	DON	T-2	HT-2	Σ T-2+HT2	ZEA	Enniatiner				
						A	A1	B	B1	Σ Enn
Gjennomsnitt	23,1	23,5	23,5	47,1	4,8	0,12	0,93	10,4	3,0	14,5
Median	16,7	23,5	23,5	47,1	4,8	< 0,10	< 0,06	2,6	0,3	4,2
Minimum	< 9,0	<47,1	<47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,10	< 0,06	< 1,4	< 0,6	< 0,10
Maximum	70,6	<47,1	<47,1	< 47,1	< 9,6	0,91	9,29	82,6	27,5	115,4
SD	18,9						1,92	16,3	6,1	23,0
% over LOQ	0	0	0	0	0		0	3	0	3
% grenseverdi	0			0	0					

For beregning av gjennomsnitt er verdiene satt til $0,5 \times \text{LOQ}$ for matriser der ingen prøver kunne kvantifiseres. For matriser der noen verdier kunne kvantifiseres under LOQ er verdien i ikke-påviste prøver satt lik $0,5 \times$ minste kvantifiserbare mengde.

Tabell 12: Meldrøyealkaloider i hvetemel ($\mu\text{g}/\text{kg}$, $n=31$).

	Ergovin/-vinin	Ergosin/-sinin	Ergotamin/-aminin	Ergocornin/-corninin	α -ergocryptin/-cryptinin	Ergocristin/-cristinin	Σ Meldrøye
Gjennomsnitt	0,99	0,63	0,43	1,63	0,73	< 76,0	4,41
Median	< 4,06	< 0,96	< 3,82	< 3,78	< 10,28	< 76,0	< 76
Minimum	< 4,06	< 0,96	< 3,82	< 3,78	< 10,28	< 76,0	< 76
Maximum	11,1	5,7	9,5	16,30	16,30	< 76,0	40,55
SD	2,8	1,4	1,8	4,24	2,83		10,15
% over LOQ	0	0	0	0	0	0	0
% grenseverdi							0

For beregning av gjennomsnitt er verdiene satt til 0 i prøver som ikke kunne kvantifiseres i hht regelverkets bestemmelser om meldrøyealkaloider

Havremel og havregryn

Prøver av havregryn og havremel samlet inn i butikker i 2023 inneholdt lite mykotoksiner og de fleste prøvene hadde et innhold av mykotoksiner under kvantifiseringsgrensen (Tabell 13 og 14).

Tabell 13: Trichothecener (DON, T-2, HT-2), zearalenone (ZEA) og enniatiner i havre ($\mu\text{g}/\text{kg}$, $n=31$).

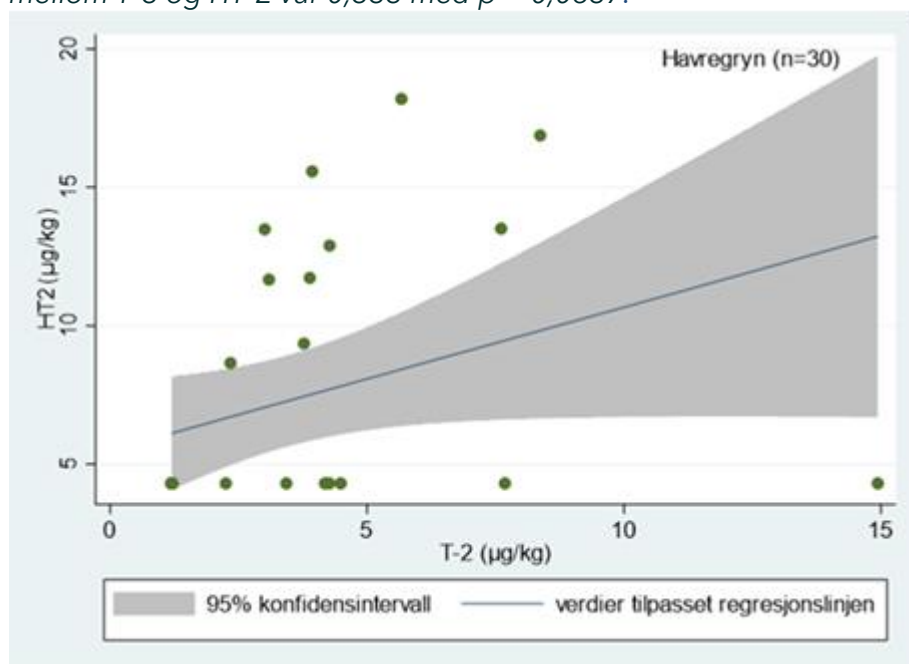
	DON	T-2	HT-2	Σ T-2 + HT2	ZEA	Enniatiner				
						A	A1	B	B1	Σ Enn
Gjennomsnitt	7,0	3,4	7,3	10,7	5,0	0,18	0,82	33,1	4,0	38,7
Median	< 60	2,7	4,3	8,1	5,0	< 0,05	< 0,25	< 2,0	< 0,66	< 3,5
Minimum	<	<	<	<	< 10	< 0,05	< 0,25	< 2,0	< 0,66	< 3,5
Maximum	39,4	15,0	18,2	25,3	< 10	4,6	19,3	945,2	103,2	1072,2
SD	7,96	3,0	4,6	6,3		0,83	3,5	172,2	18,7	195,3

% over LOQ	0	16	26	33	0	3	3	3	3	3
% > grenseverdi	0			0	0					

For beregning av gjennomsnitt er verdiene satt til 0,5 x LOQ for matriser der ingen prøver kunne kvantifiseres. For matriser der noen verdier kunne kvantifiseres under LOQ er verdien i ikke-påviste prøver satt lik 0,5 x minste kvantifiserbare mengde.

Det er en statistisk sammenheng mellom forekomst av T-2 og HT-2 i havre med Pearson korrelasjonskoeffisient = 0,34, $p=0,06$ (figur 1). Som det framgår av figuren er det en del prøver som avviker fra korrelasjonslinjen. Nivåene var imidlertid lave og med flere prøver under laveste kvantifiserbare mengde, spesielt for T-2 toksin, noe som gjør sammenhengen mer usikker.

Figur 1: Sammenheng mellom T-2 og HT-2 i havremel. Pearson korrelasjonskoeffisient mellom T-3 og HT-2 var 0,333 med $p=0,0637$.



Tabell 14: Meldrøyealkaloider i havremel/havregryn (µg/kg, n= 30).

	Ergovin/ -vinin	Ergosin/ -sinin	Ergotamin/ -aminin	Ergocornin/ -corninin	α - ergocryptin/ -cryptinin	Ergocristin/ -cristinin	Σ Meldrøye
Gjennomsnitt	0,02	0,24	0,13	0,3	0,19	0,49	1,41
Median	< 0,64	< 7,1	< 3,8	< 10	< 5,7	< 6,8	< 6,8
Minimum	< 0,64	< 7,1	< 3,8	< 10	< 5,7	< 6,8	< 6,8
Maximum	0,64	39	4,0	10,1	5,7	7,98	35,6
SD	0,12	8,0	0,7	1,8	1,0	1,88	6,6
% over LOQ	0	0	0	1	1	0	1
% > grenseverdi							0

For beregning av gjennomsnitt er verdiene satt til 0 i prøver som ikke kunne kvantifiseres i hht regelverkets bestemmelser om melldrøyealkaloider.

Rugmel

Det ble funnet lite Fusariumtoksiner i rug (Tabell 15). Ingen prøver hadde innhold av DON, T-2, HT-2 eller zearalenon over kvantifiseringsgrensen og kun 1 av 25 prøver inneholdt enniatiner over kvantifiseringsgrensen.

Tabell 15: *Trichothecener (DON, T-2, HT-2), zearalenon og enniatiner i rugmel ($\mu\text{g}/\text{kg}$, $n=25$).*

	DON	T-2	HT-2	Σ T-2 + HT2	ZEA	Enniatiner				
						A	A1	B	B1	Σ Enn
Gjennomsnitt	17,80	12,5	25	37,5	6,25	0,15	0,71	21,4	3,25	25,52
Median	17,10	12,5	25	37,5	6,25	< 0,2	< 1,1	< 4,7	< 4,7	< 4,7
Minimum	< 8,4	< 25	< 50	< 75	< 12,5	< 0,2	< 1,1	< 4,7	< 4,7	< 4,7
Maximum	58,39	< 25	< 50	< 75	< 12,5	0,89	4,25	344,19	42,21	390,77
SD	146,37					0,16	0,75	68,75	8,32	77,73
% over LOQ	0	0	0		0	0	0	4	0	4
% grenseverdi	0			0	0					

For beregning av gjennomsnitt er verdiene satt til 0,5 x LOQ for matrikser der ingen prøver kunne kvantifiseres. For matrikser der noen verdier kunne kvantifiseres under LOQ er verdien i ikke-påviste prøver satt lik 0,5 x minste kvantifiserbare mengde.

Rug er kjent for å kunne inneholde høyere mengder av meldrøye og meldrøyealkaloider enn andre kornslag. Til tross for dette fant vi i prøver fra 2023 ingen mengder av alkaloider over grenseverdiene og få prøver over kvantifiseringsgrensen (Tabell 16).

Tabell 16: *Meldrøyealkaloider i rugmel ($\mu\text{g}/\text{kg}$, $n=25$).*

	Ergovin/ -vinin	Ergosin/ -sinin	Ergotamin/ -aminin	Ergocornin/ -corninin	β - ergocryptin/ -cryptinin	Ergocristin/ -cristinin	Σ Meldrøye
Gjennomsnitt	4,36	7,47	11,37	9,86	18,66	10,17	61,90
Median	4,41	< 4,5	< 3,82	< 3,78	< 10,28	< 76,8	6,68
Minimum	< 4,06	< 4,5	< 3,82	< 3,78	< 10,28	< 76,8	< 76,8
Maximum	23,86	93,69	135,24	148,01	314,96	98,01	715,75
SD	4,99	19,58	29,50	30,89	63,59	22,12	151,39
% over LOQ	0	0	0	0	12	4	20
% > grenseverdi							0

For beregning av gjennomsnitt er verdiene satt til 0 i prøver som ikke kunne kvantifiseres i hht regelverkets bestemmelser om meldrøyealkaloider.

5 Vurdering

5.1 Overskridelser

Vi fant ingen overskridelser av grenseverdier for de regulerte mykotoksinene i noen matvarer i prøver tatt i 2023. Det har ikke vært overvåking av mykotoksiner i næringsmidler de senere årene, så det er ikke noe sammenligningsgrunnlag for dette.

5.2 Fusariumtoksiner i kornprodukter.

Det var lave nivåer i kornprodukter som mel og havregryn samlet inn fra butikk i 2023. I overvåkingsprogrammet for fôrkorn ble det påvist høyere nivåer av fusariumtoksiner i korn enn på flere år (Eriksen et al., 2024). Dette er imidlertid ikke sammenlignbare tall da det i fôrprogrammet ble samlet inn prøver av korn dyrket i Norge i 2023, mens det i matvarer kan inngå både korn fra tidligere år og importert korn.

Nivåene av DON i hvetemel og havre fra 2023 var betydelig lavere enn i prøver samlet inn i årene 2008 - 2012 (Clasen & Børsum, 2012, Clasen & Eriksen, 2013). Dette samsvarer med hva som er kjent fra fôrkorn der det er funnet spesielt høye nivåer av spesielt DON i korn dyrket i årene fram til 2012 (Eriksen et al., 2024). Noen år med kraftig økning i DON i norskdyrket korn ble etterfulgt av noen tørre summere med lave nivåer av DON. Veterinærinstituttet har byttet analysemetode siden prøvene fra 2008 - 2012 ble analysert. Selv om det kan være noe usikkerhet til ny analysemetode var begge metodene akkrediterte og gav gode resultater i ringtester slik at resultatene burde være sammenlignbare, men det kan være noe usikkerhet i en slik sammenligning med verdier rundt LOD/LOQ som er ulik i de 2 metodene.

Nivåene er T-2 og HT-2 er svært lave og en stor andel av prøvene ligger under eller nær påvisningsgrensen. Det er derfor større usikkerhet rundt disse tallene og vanskeligere å sammenligne med nivåer fra tidligere der en annen analysemetode ble brukt. De lave verdiene, og spesielt antall prøver av T-2 toksin under deteksjonsgrensen gir også økt usikkerhet om forholdet mellom mengdene av T-2 toksin og HT-2 toksin.

Zearalenon inngikk ikke i den tidligere analysemetoden så det finnes ikke tidligere data fra mel eller havregryn fra Norge. De påviste nivåene i disse matvarene var langt under grenseverdiene.

Enniatiner er vanlig forekommende i hele korn, men har ikke tidligere vært analysert i matprodukter som mel eller havregryn i det norske markedet. Det finnes heller ikke noen grenseverdier eller retningslinjer for innhold i matvarer. Sammenlignet med nivåer fra helt korn er nivåene av enniatiner lave i mel og havregryn.

5.3 Meldrøyealkaloider

Meldrøyealkaloider har ikke tidligere vært analysert i matvarer som mel eller havregryn fra Norge. Nivåene her er lave og under de foreliggende grenseverdiene i alle prøvene.

6 Konklusjon

I 2023 ble det undersøkt i alt 182 prøver av matvarer for mykotoksiner. De undersøkte matvarene var diverse kornbaserte matvarer, undersøkt for forekomst av ulike Fusarium-toksiner og melldrøyealkaloider. Det ble funnet lave konsentrasjoner av mykotoksiner i mange prøver, og det ble ikke påvist noen overskridelser av grenseverdiene.

I tillegg ble nøtter og rosiner undersøkt for lagringstoksinene aflatoksiner og okratoksin. Her ble det ikke funnet noen prøver over kvantifiseringsgrensen (LOQ).

7 Referanser

Clasen P-E, Børsum J. 2012. Mattilsynets overvåkingsprogram for mykotoksiner i næringsmidler i 2011. Veterinærinstituttets rapport-serie 5-2012. Oslo: Veterinærinstituttet; 2012.

Clasen P-E, Eriksen, GS. 2013. Mattilsynets overvåkingsprogram for mykotoksiner i næringsmidler i 2012. Veterinærinstituttets rapport-serie 5-2012. Oslo: Veterinærinstituttet; 2013.

Eriksen G.S., Er C, Tukun F.-L., Christensen E., Bernhoft A. The surveillance programme for feed and feed materials for terrestrial animals in Norway 2023 - Mycotoxins, fungi and bacteria. Surveillance program report 24, 2024. Veterinærinstituttet 2024.

https://www.vetinst.no/overvaking/fortrygghet/_attachment/download/8fe4a6ef-a8c7-43c7-84da-52705266ca0e:2d2d72fead3d47cd489f83cfe38a61aa855d9485/Feed_safety_2023.pdf

FHI: [Mykotoksinforgiftning \(muggsoppforgiftning\) - FHI](#)

FOR-2015-07-03-870: [Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler](#)

FOR-2015-07-03-871: [Forskrift om prøvetaking og analyse for offentlig kontroll av visse forurensende stoffer i næringsmidler](#)

VKM Report 2022:18: [Food and chemical substances relevant for monitoring](#)

VKM Report 2019:13: [Food and chemical substances relevant for monitoring](#)

Vedlegg:

Analyseresultater for peanøtter 2023

Antall		28					
Resultater aflatoksin og ochratoksin A (µg/kg)							
PJS nr.	Prøvenr.	Afla B1	Afla B2	Afla G1	Afla G2	Ochra	
2023-21-108	1.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-109	1.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-110	1.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-112	1.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-114	1.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-115	1.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-140	1.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-174	2.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-175	2.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-176	2.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-185	1.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-186	1.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-187	1.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-197	1.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-199	1.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-221	1.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-225	1.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-227	1.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-227	2.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-259	3.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-260	3.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-261	3.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-262	2.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-263	1.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-264	3.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-265	1.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-266	3.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
2023-21-267	8.1	< 1,88	< 0,63	< 0,63	< 0,63	< 3,13	
LOQ (µg/kg)		1,88	0,630	0,630	0,63	3,13	

Analyseresultater for hasselnøtter 2023

Antall		24				
Resultater aflatoksin og ochratoksin A (µg/kg)						
PJS nr.	Prøvenr.	Afla B1	Afla B2	Afla G1	Afla G2	Ochra
2023-21-111	1.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-221-114	2.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-221-115	2.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-21-117	1.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-21-118	1.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-21-141	2.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-21-175	1.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-21-176	1.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-21-190	1.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-21-191	1.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-21-192	1.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-21-195	1.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-21-198	1.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-21-222	1.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-21-223	1.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-21-226	2.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-21-259	2.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-21-260	2.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-21-261	2.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-21-262	3.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-21-264	2.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-21-266	2.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
2023-21-267	2.1	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 2,5
LOQ (µg/kg)		1,25	1,250	1,250	1,25	2,50

Analyseresultater rosiner 2023

Antall		21					Resultater aflatoksin og okratoksin A (µg/kg)
PJS nr.	Prøvenr.	Afla B1	Afla B2	Afla G1	Afla G2	Ochra	
2023-21-108	2.1	< 0,31	< 0,31	< 1,56	< 0,31	< 0,7	
2023-21-110	2.1	< 0,31	< 0,31	< 1,56	< 0,31	1,47	
2023-21-113	1.1	< 0,31	< 0,31	< 1,56	< 0,31	1,74	
2023-21-115	3.1	< 0,31	< 0,31	< 1,56	< 0,31	< 0,7	
2023-21-115	4.1	< 0,31	< 0,31	< 1,56	< 0,31	0,75	
2023-21-141	1.1	< 0,31	< 0,31	< 1,56	< 0,31	< 0,7	
2023-21-174	1.1	< 0,31	< 0,31	< 1,56	< 0,31	4,12	
2023-21-177	1.1	< 0,31	< 0,31	< 1,56	< 0,31	< 0,7	
2023-21-185	2.1	< 0,31	< 0,31	< 1,56	< 0,31	< 0,7	
2023-21-189	1.1	< 0,31	< 0,31	< 1,56	< 0,31	< 0,7	
2023-21-196	1.1	< 0,31	< 0,31	< 1,56	< 0,31	< 0,7	
2023-21-226	1.1	< 0,31	< 0,31	< 1,56	< 0,31	2,06	
2023-21-227	3.1	< 0,31	< 0,31	< 1,56	< 0,31	< 0,7	
2023-21-228	1.1	< 0,31	< 0,31	< 1,56	< 0,31	< 0,7	
2023-21-259	1.1	< 0,31	< 0,31	< 1,56	< 0,31	< 0,7	
2023-21--260	1.1	< 0,31	< 0,31	< 1,56	< 0,31	< 0,7	
2023-21-261	1.1	< 0,31	< 0,31	< 1,56	< 0,31	< 0,7	
2023-21-262	1.1	< 0,31	< 0,31	< 1,56	< 0,31	< 0,7	
2023-21-264	1.1	< 0,31	< 0,31	< 1,56	< 0,31	< 0,7	
2023-21-266	2.1	< 0,31	< 0,31	< 1,56	< 0,31	< 0,7	
2023-21-267	1.1	< 0,31	< 0,31	< 1,56	< 0,31	< 0,7	
LOQ (µg/kg)		0,31	0,31	1,563	0,31	6,25	

Analyseresultater Fusariumtoksiner i barnemat 2023

Antall		Resultater (µg/kg)									
PJS nr.	Prøvenr.	ΣT-2+HT-2									
		DON	HT-2	T-2	ZEA	ENN A	ENN A1	ENN B	ENN B1	Σ Enns	
2023-21-142	1.1	5,65	< 6,4	0,39	3,59	0,80	1,42	8,10	28,68	14,52	52,72
2023-21-143	1.1	1,80	< 6,4	2,95	6,15	0,80	0,61	1,28	5,56	2,20	9,64
2023-21-147	1.1	1,80	< 6,4	0,78	3,98	0,80	0,56	0,83	2,21	1,16	4,76
2023-21-148	1.1	1,80	< 6,4	0,39	3,59	0,80	0,05	0,54	0,41	0,51	1,51
2023-21-149	1.1	3,16	< 6,4	0,39	3,59	0,80	0,55	0,67	0,95	0,78	2,96
2023-21-153	1.1	< 3,16	< 6,4	0,39	3,59	0,80	0,05	0,56	0,54	0,55	1,71
2023-21-157	2.1	< 3,16	< 6,4	0,39	3,59	0,80	0,05	0,70	0,30	0,48	1,53
2023-21-158	1.1	8,81	< 6,4	0,39	3,59	0,80	0,56	0,79	4,20	1,34	6,89
2023-21-167	2.1	< 3,16	< 6,4	0,39	3,59	0,80	0,11	0,70	0,15	0,10	1,06
2023-21-207	1.1	< 3,16	< 6,4	0,39	3,59	0,80	0,11	0,70	0,07	0,06	0,94
2023-21-209	2.1	< 3,16	< 6,4	0,39	3,59	0,80	0,05	0,70	0,07	0,03	0,85
2023-21-210	1.1	< 3,16	< 6,4	0,39	3,59	0,80	0,10	0,70	0,07	0,05	0,92
2023-21-211	2.1	< 3,16	< 6,4	0,39	3,59	0,80	0,15	0,38	1,62	0,60	2,75
2023-21-212	1.1	< 3,16	< 6,4	0,39	3,59	0,80	0,13	0,26	0,68	0,34	1,41
2023-21-214	3.1	< 3,16	< 6,4	0,39	3,59	0,80	0,05	0,70	0,31	0,11	1,16
2023-21-215	2.1	< 3,16	< 6,4	0,39	3,59	0,80	0,05	0,70	0,07	0,04	0,86
2023-21-216	2.1	< 3,16	< 6,4	0,39	3,59	0,80	0,05	0,70	0,07	0,04	0,86
2023-21-259	5.1	< 3,16	< 6,4	0,39	3,59	0,80	0,05	0,70	0,07	0,01	0,83
2023-21-261	7.1	< 3,16	< 6,4	0,39	3,59	0,80	0,05	0,70	0,07	0,01	0,83
2023-21-262	4.1	< 3,16	< 6,4	0,39	3,59	0,80	0,05	0,70	0,07	0,03	0,85
2023-21-263	3.1	< 3,16	< 6,4	0,39	3,59	0,80	0,05	0,70	0,07	0,00	0,82
2023-21-264	5.1	< 3,16	< 6,4	0,39	3,59	0,80	0,05	0,15	0,14	0,16	0,51
2023-21-266	5.1	< 3,16	< 6,4	0,39	3,59	0,80	0,05	0,70	0,07	0,01	0,83
2023-21-267	7.1	< 3,16	< 6,4	0,39	3,59	0,80	0,05	0,70	0,59	0,28	1,61
LOQ (µg/kg)		6,4	6,4	1,6		1,6	0,2	0,2	0,5	0,5	

Analyser av meldrøyealkaloider i kornbasert barnemat

PJS nr.	Prøvenr.	Ergonovin =Ergometrine	Ergosine	Ergotamine	Ergocornine	Alfa Ergocryptine	Ergocristine	Σ Ergot
2023-21-142	1.1	< 0,42	0,00	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-143	1.1	< 0,42	0,00	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-147	1.1	< 0,42	0,00	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-148	1.1	< 0,42	0,00	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-149	1.1	< 0,42	0,00	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-153	1.1	< 0,42	0,00	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-157	2.1	< 0,42	0,00	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-158	1.1	< 0,42	0,00	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-167	2.1	< 0,42	0,00	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-207	1.1	< 0,42	0,00	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-209	2.1	< 0,42	0,00	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-210	1.1	< 0,42	0,00	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-211	2.1	< 0,42	0,00	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-212	1.1	< 0,42	0,39	1,84	0,00	0,00	0,00	2,65
2023-21-214	3.1	< 0,42	0,19	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,19
2023-21-215	2.1	< 0,42	0,31	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,31
2023-21-216	2.1	< 0,42	0,00	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-259	5.1	< 0,42	0,00	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-261	7.1	< 0,42	0,00	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-262	4.1	< 0,42	0,00	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-263	3.1	< 0,42	0,00	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-264	5.1	< 0,42	0,00	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-266	5.1	< 0,42	0,00	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-267	7.1	< 0,42	0,00	< 1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
LOQ (µg/kg)		8	16	8	16	16	16	

Analyse av Fusariumtoksiner i hvetemel

Antall	38	Resultater (µg/kg)									
PJS nr.	Prøvenr.	DON	HT-2	T-2	ΣT-2+HT-2	ZEA	ENN A	ENN A1	ENN B	ENN B1	Σ ENNS
2023-21-150	1.1	13,36	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	0,15	0,56	5,72	0,91	7,33
2023-21-151	1.1	4,50	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	0,10	1,41	34,50	4,80	40,81
2023-21-152	1.1	18,52	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	0,11	0,75	22,32	2,24	25,42
2023-21-154	1.1	14,63	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	0,28	2,01	22,30	3,92	28,51
2023-21-156	1.1	9,85	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	0,36	2,31	17,55	3,93	24,14
2023-21-157	1.1	4,50	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	0,32	2,03	12,36	3,55	18,25
2023-21-167	1.1	15,72	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	< 0,6	< 1,4	< 0,6	1,08
2023-21-206	1.1	30,32	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	< 0,6	< 1,4	< 0,6	1,08
2023-21-209	1.1	12,41	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	< 0,6	< 1,4	< 0,6	1,08
2023-21-213	1.1	26,87	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	< 0,6	< 1,4	< 0,6	1,08
2023-21-215	1.1	13,80	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	< 0,6	< 1,4	< 0,6	1,08
2023-21-219	1.1	4,50	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	< 0,6	< 1,4	< 0,6	1,08
2023-21-220	1.1	4,50	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	< 0,6	1,92	< 0,6	2,30
2023-21-232	3.1	4,50	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	< 0,6	1,38	< 0,6	1,76
2023-21-233	1.1	4,50	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	< 0,6	< 1,4	< 0,6	1,08
2023-21-234	1.1	23,82	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	< 0,6	2,56	< 0,6	2,94
2023-21-235	1.1	70,62	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	< 0,6	< 1,4	< 0,6	1,08
2023-21-236	1.1	4,50	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	< 0,6	12,29	< 0,6	12,67
2023-21-243	1.1	25,54	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	< 0,6	4,80	< 0,6	5,18
2023-21-245	1.1	32,17	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	< 0,6	2,40	< 0,6	2,78
2023-21-247	1.1	34,12	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	0,31	3,18	0,60	4,14
2023-21-259	4.1	16,73	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	0,50	12,02	2,04	14,62
2023-21-260	4.1	24,75	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	< 0,6	< 1,4	< 0,6	1,08
2023-21-261	4.1	37,04	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	0,27	5,06	82,58	27,51	115,42
2023-21-262	7.1	37,25	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	1,24	18,03	6,08	25,40
2023-21-263	2.1	29,14	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	< 0,6	< 1,4	< 0,6	1,08
2023-21-264	4.1	60,82	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	2,59	< 1,4	4,17	7,55
2023-21-265	2.1	4,50	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	< 0,6	< 1,4	< 0,6	1,08
2023-21-266	4.1	60,37	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	0,91	9,29	19,35	21,93	51,48
2023-21-267	3.1	60,76	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	< 0,6	17,53	1,91	19,52
2023-21-267	5.1	11,64	< 47,1	< 47,1	< 47,1	< 9,6	< 0,1	0,07	22,51	4,17	26,79
LOQ (µg/kg)		192,5	47,1	47,1		9,63	65	65	65	65	

Analyser av meldrøyealkaloider i hvetemel

PJS nr.	Prøvenr.	Ergonovin= Ergometrin e	Ergosine	Ergotamin e	Ergocornin e	Alfa Ergocryptin e	Ergocristin e	ΣErgot
2023-21-150	1.1	0,00	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96
2023-21-151	1.1	0,00	2,54	0,00	3,78	0,00	0,00	6,32
2023-21-152	1.1	0,00	2,40	0,00	5,86	0,00	0,00	8,26
2023-21-154	1.1	0,00	2,01	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01
2023-21-156	1.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-157	1.1	0,00	1,46	3,82	0,00	0,00	0,00	5,27
2023-21-167	1.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-206	1.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-209	1.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-213	1.1	11,05	5,71	0,00	13,51	10,28	0,00	40,55
2023-21-215	1.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-219	1.1	0,00	4,50	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50
2023-21-220	1.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-232	3.1	0,00	0,00	9,49	16,30	12,30	0,00	38,09
2023-21-233	1.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-234	1.1	7,76	0,00	0,00	11,16	0,00	0,00	18,92
2023-21-235	1.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-236	1.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-243	1.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-245	1.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-247	1.1	7,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,83
2023-21-259	4.1	4,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,06
2023-21-260	4.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-261	4.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-262	7.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-263	2.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-264	4.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-265	2.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-266	4.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-267	3.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-267	5.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LOQ (µg/kg)		76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	

Analyser av Fusariumtoksiner i rugmel

Antall	33	Resultater (µg/kg)									
PJS nr.	Prøvenr.	DON	HT-2	T-2	ΣT-2+HT-2	ZEA	ENN A	ENN A1	ENN B	ENN B1	Σ ENNS
2023-21-136	4.1	15,94	< 50	< 25	< 50	< 12,5	0,89	1,08	< 4,7	5,42	< 7,5
2023-21-138	1.1	22,71	< 50	< 25	< 50	< 12,5	0,22	< 1,1	25,79	4,20	30,74
2023-21-139	1.1	35,92	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	< 1,1	< 4,7	< 1,6	< 7,5
2023-21-139	2.1	12,20	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	< 1,1	< 4,7	< 1,6	< 7,5
2023-21-166	1.1	23,59	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	< 1,1	68,22	7,92	76,79
2023-21-204	1.1	21,40	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	4,25	344,19	42,21	390,77
2023-21-204	2.1	15,73	< 50	< 25	< 50	< 12,5	0,30	< 1,1	25,05	3,96	29,85
2023-21-205	1.1	19,45	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	< 1,1	< 4,7	< 1,6	< 7,5
2023-21-209	4.1	17,10	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	< 1,1	8,36	1,57	10,58
2023-21-213	2.1	22,63	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	< 1,1	< 4,7	< 1,6	< 7,5
2023-21-216	1.1	26,56	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	< 1,1	17,48	< 1,6	18,93
2023-21-230	1.1	< 11,0	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	< 1,1	< 4,7	< 1,6	< 7,5
2023-21-231	1.1	23,15	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	< 1,1	4,65	2,15	7,45
2023-21-233	3.1	< 11,0	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	< 1,1	< 4,7	< 1,6	< 7,5
2023-21-234	3.1	58,39	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	< 1,1	< 4,7	< 1,6	< 7,5
2023-21-235	3.1	18,87	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	< 1,1	< 4,7	< 1,6	< 7,5
2023-21-236	3.1	17,69	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	< 1,1	< 4,7	< 1,6	< 7,5
2023-21-245	3.1	26,21	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	< 1,1	< 4,7	< 1,6	< 7,5
2023-21-259	7.1	10,60	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	< 1,1	< 4,7	< 1,6	< 7,5
2023-21-260	6.1	11,34	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	< 1,1	< 4,7	< 1,6	< 7,5
2023-21-261	6.1	12,93	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	< 1,1	< 4,7	< 1,6	< 7,5
2023-21-262	6.1	13,22	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	< 1,1	< 4,7	< 1,6	< 7,5
2023-21-264	7.1	11,04	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	< 1,1	< 4,7	< 1,6	< 7,5
2023-21-266	7.1	8,37	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	< 1,1	< 4,7	< 1,6	< 7,5
2023-21-267	4.1	< 11,0	< 50	< 25	< 50	< 12,5	< 0,22	< 1,1	< 4,7	< 1,6	< 7,5
LOQ (µg/kg)		25,1	50	25		12,5	16	32	480	160	

Analyser av meldrøyealkaloider i rugmel

PJS nr.	Prøvenr.	Ergonovin=		Alfa		Ergocristine	ΣErgot	
		Ergometrine	Ergosine	Ergotamine	Ergocornine			Ergocryptine
2023-21-136	4.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
2023-21-138	1.1	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00	4,54	5,51
2023-21-139	1.1	6,22	27,52	59,59	23,63	60,03	98,01	275,00
2023-21-139	2.1	7,65	15,88	37,35	43,22	45,91	37,76	187,77
2023-21-166	1.1	6,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,68
2023-21-204	1.1	6,72	0,00	3,70	0,00	0,00	0,00	10,42
2023-21-204	2.1	6,70	0,00	4,73	0,00	0,00	0,00	11,43
2023-21-205	1.1	6,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,69
2023-21-209	4.1	23,86	93,69	135,24	148,01	314,97	0,00	715,75
2023-21-213	2.1	6,74	0,00	7,43	0,00	0,00	0,00	14,16
2023-21-216	1.1	6,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,65
2023-21-230	1.1	4,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,48
2023-21-231	1.1	4,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50
2023-21-233	3.1	4,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,41
2023-21-234	3.1	4,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,25
2023-21-235	3.1	4,89	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	5,65
2023-21-236	3.1	4,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,29
2023-21-245	3.1	4,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,25
2023-21-259	7.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,64	31,64
2023-21-260	6.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-261	6.1	0,00	0,00	8,57	0,00	0,00	25,68	34,24
2023-21-262	6.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023-21-264	7.1	0,00	14,81	0,00	0,00	9,19	0,00	24,01
2023-21-266	7.1	0,00	19,16	0,00	0,00	11,63	31,11	61,90
2023-21-267	4.1	0,00	14,96	26,71	31,76	24,85	25,60	123,88
LOQ (µg/kg)		25	25	25	50	25	50	

Analyser av Fusariumtoksiner i havremel/havregryn

PJS nr.	Prøvenr.	DON	HT-2	T-2	Σ T-2+HT-2	ZEA	ENN A	ENN A1	ENN B	ENN B1	Σ ENNS
2023-21-136	1.1	16,90	11,67	3,09	14,76	< 10	0,11	0,88	19,39	4,36	24,73
2023-21-136	2.1	< 6,4	11,73	3,89	15,61	< 10	0,05	0,34	2,03	1,06	3,48
2023-21-136	3.1	< 6,4	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,07	0,32	4,66	1,48	6,53
2023-21-137	1.1	< 6,4	15,58	3,93	19,51	< 10	0,06	0,46	2,35	0,66	3,53
2023-21-137	2.1	< 6,4	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	4,60	19,29	945,16	103,14	1072,18
2023-21-155	1.1	9,80	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,04	0,25	3,56	1,10	4,96
2023-21-166	2.1	< 6,4	13,51	7,61	21,11	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-208	1.1	< 6,4	18,20	5,67	23,86	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-209	3.1	14,87	12,89	4,27	17,16	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-211	1.1	< 6,4	< 8,7	2,25	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-212	2.1	< 6,4	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-214	1.1	< 6,4	< 8,7	4,18	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-214	2.1	< 6,4	< 8,7	4,49	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-232	1.1	23,22	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-232	2.1	39,42	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-233	2.1	< 6,4	16,88	8,37	25,25	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-234	2.1	< 6,4	< 8,7	3,43	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-235	2.1	< 6,4	8,65	2,34	10,99	< 10	0,02	0,13	10,67	0,33	11,15
2023-21-236	2.1	< 6,4	13,48	3,01	16,49	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-244	1.1	< 6,4	< 8,7	4,27	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-245	2.1	< 6,4	9,36	3,77	13,13	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-259	6.1	10,00	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-260	5.1	6,40	< 8,7	7,68	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-261	5.1	12,74	< 8,7	1,20	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-262	5.1	3,20	< 8,7	14,94	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-263	4.1	10,09	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-264	6.1	< 6,4	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-265	3.1	< 6,4	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-266	1.1	< 6,4	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-267	6.1	< 6,4	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
LOQ (µg/kg)		60	10	5,05		10	4	8	32	16	

Analyser av meldrøyealkaloider i havremel/havregryn

PJS nr.	Prøvenr.	DON	HT-2	T-2	Σ T-2+HT-2	ZEA	ENN A	ENN A1	ENN B	ENN B1	Σ ENNS
2023-21-136	1.1	16,90	11,67	3,09	14,76	< 10	0,11	0,88	19,39	4,36	24,73
2023-21-136	2.1	< 6,4	11,73	3,89	15,61	< 10	0,05	0,34	2,03	1,06	3,48
2023-21-136	3.1	< 6,4	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,07	0,32	4,66	1,48	6,53
2023-21-137	1.1	< 6,4	15,58	3,93	19,51	< 10	0,06	0,46	2,35	0,66	3,53
2023-21-137	2.1	< 6,4	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	4,60	19,29	945,16	103,14	1072,18
2023-21-155	1.1	9,80	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,04	0,25	3,56	1,10	4,96
2023-21-166	2.1	< 6,4	13,51	7,61	21,11	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-208	1.1	< 6,4	18,20	5,67	23,86	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-209	3.1	14,87	12,89	4,27	17,16	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-211	1.1	< 6,4	< 8,7	2,25	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-212	2.1	< 6,4	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-214	1.1	< 6,4	< 8,7	4,18	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-214	2.1	< 6,4	< 8,7	4,49	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-232	1.1	23,22	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-232	2.1	39,42	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-233	2.1	< 6,4	16,88	8,37	25,25	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-234	2.1	< 6,4	< 8,7	3,43	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-235	2.1	< 6,4	8,65	2,34	10,99	< 10	0,02	0,13	10,67	0,33	11,15
2023-21-236	2.1	< 6,4	13,48	3,01	16,49	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-244	1.1	< 6,4	< 8,7	4,27	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-245	2.1	< 6,4	9,36	3,77	13,13	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-259	6.1	10,00	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-260	5.1	6,40	< 8,7	7,68	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-261	5.1	12,74	< 8,7	1,20	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-262	5.1	3,20	< 8,7	14,94	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-263	4.1	10,09	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-264	6.1	< 6,4	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-265	3.1	< 6,4	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-266	1.1	< 6,4	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
2023-21-267	6.1	< 6,4	< 8,7	< 2,3	< 8,7	< 10	0,02	0,13	1,00	0,33	1,48
LOQ (µg/kg)		60	10	5,05		10	4	8	32	16	