

# Nye grenseverdier for innhold av mykotoksiner i matkorn gjeldende fra 2024

Ingerd Skow Hofgaard<sup>1</sup> & Hanne Marit Gran<sup>2</sup>

<sup>1</sup>NIBIO Plantehelse, <sup>2</sup>Mattilsynet

ingerd.hofgaard@nibio.no

## Innledning

Enkelte av soppartene som er vanlig forekommende i norsk korn kan produsere mykotoksiner (soppgifter) som kan være giftige for mennesker og dyr. For å sikre trygge matvarer har Mattilsynet fastsatt grenseverdier for innhold av visse mykotoksiner i korn og kornprodukter som skal brukes til mat, i henhold til EUs regelverk. Høsten 2023 fastsatte EU nye grenseverdier for innhold av mykotoksiner i matkorn, og for første gang ble det innført grenseverdier for mykotoksinene T-2 og HT-2 (T2 + HT2). Denne artikkelen omhandler forekomst av utvalgte mykotoksiner i norsk korn, hvordan risikoen for disse mykotoksiner kan reduseres, hvilke grenseverdier som vil være gjeldende for innhold av mykotoksiner i norsk matkorn fra sesongen 2024 og hvordan disse grenseverdiene fastsettes.

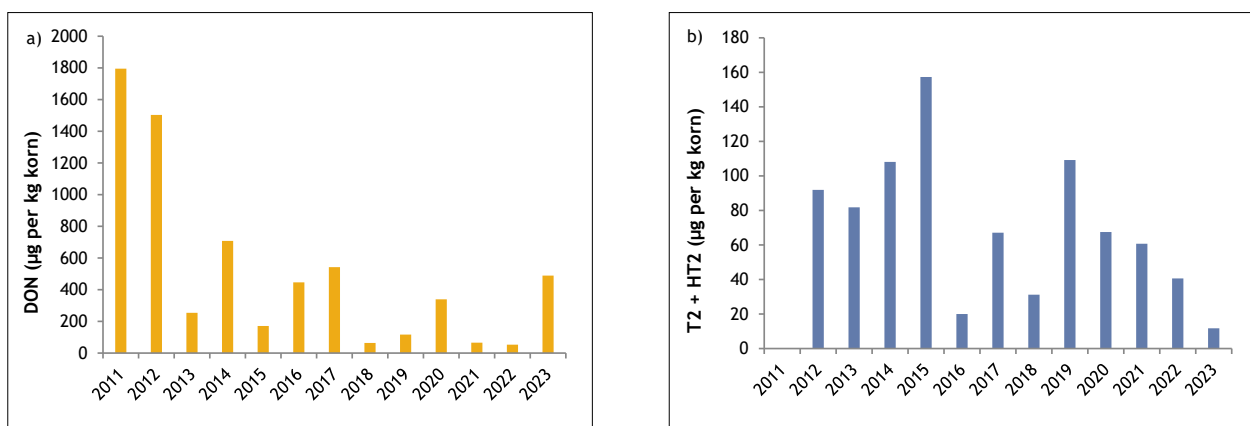
## Sopp og mykotoksiner i norsk korn

Aksfusariose er en kornsjukdom som kan angripe alle kornarter og som forårsakes av flere ulike sopparter innen slekta *Fusarium*. Ulike *Fusarium*-arter kan produsere en rekke forskjellige

mykotoksiner, blant annet deoksynivalenol (DON), Zearalenon (ZEN) og T2 + HT2. Meldrøye er en soppsjukdom i korn (rug er mest utsatt) som forårsakes av sopper innen slekta *Claviseps*. Disse soppene produserer sklerotier (hvileknoller) som kan inneholde giftige alkaloider, «meldrøyealkaloider». I dag har vi grenseverdier for hvilke konsentrasjoner av blant annet DON, ZEN og meldrøyealkaloider som er tillatt i korn som skal brukes til mat (Lovdata, 2015). Imidlertid har det hittil ikke vært fastsatt noen grenseverdier for innhold av T2 + HT2 i korn.

## Forekomst av *Fusarium* og mykotoksiner i norsk korn

*Fusarium graminearum* er vanlig forekommende i norsk korn (Hofgaard et al., 2016). Denne sopparten produserer blant annet mykotoksinene DON og ZEN. Inntak av mat med høye DON-nivå kan blant annet forårsake oppkast og diaré (Pestka and Smolinski, 2005). *Fusarium langsethiae* er vanlig forekommende i norsk havre (Hofgaard et al., 2016). Denne sopparten kan produsere T2 og HT2-toksiner, som er giftigere enn DON. Forekomst av *F. langsethiae* og T2 + HT2-toksiner i norsk korn



**Figur 1.** Gjennomsnittlig årlig konsentrasjon av deoksynivalenol (DON) (a,) og T2 + HT2- toksiner (b) i havrekorn høsta fra naturlig infiserte feltforsøk over en periode på 13 år (2011-2023). Beregningene er basert på data fra 7-10 verdiprøvningsfelt per år. I årene 2011-2022 gjelder dette sorten Belinda og i 2023 sorten Haga. I 2011 ble det ikke gjennomført noe analyse av HT2+T2. Data er hovedsakelig henta fra Hofgaard et al. 2022.

er ikke nødvendigvis i samsvar med forekomst av *F. graminearum* og DON, og derfor kan det være risiko for økte nivåer av T2 + HT2 toksiner, selv i sesonger med generelt lave nivå av DON (Figur 1a og b). I tillegg til de ovennevnte soppartene, kan aksfusariose forårsakes av blant annet *Fusarium avenaceum* og *Microdochium majus*, sopparter som er vanlig forekommende i norsk korn.

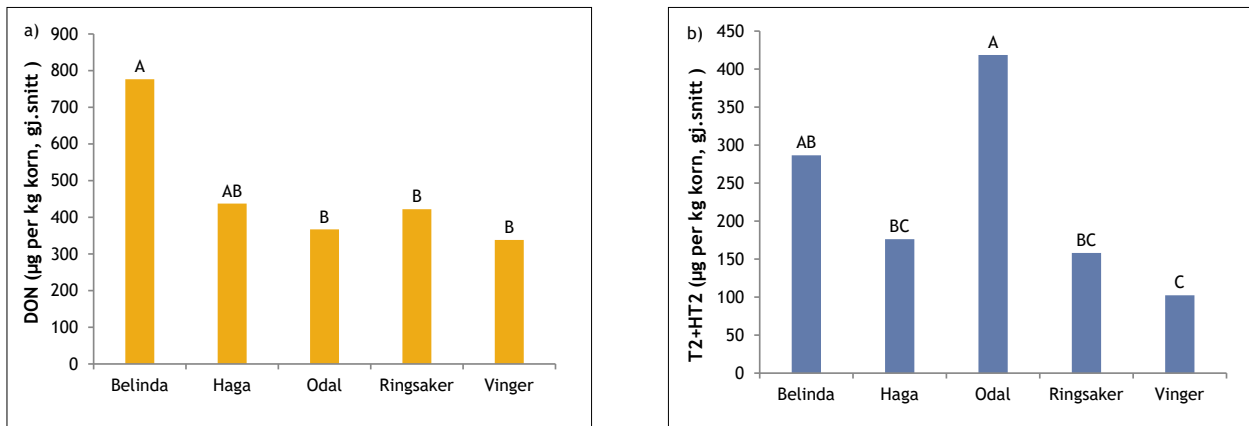
I en VKM rapport fra 2013 ble det konkludert med at norske barn fikk i seg for mye av mykotoksinet DON gjennom brødet og grøten som de spiste (VKM et al., 2013). Siden den gang er det lagt ned en betydelig innsats (sortsutvikling, dyrkingsveiledning, regelverk og analyser) for å redusere risikoen for mykotoksiner i norsk korn (Hofgaard et al., 2020; Mattilsynet, 2023).

### Faktorer som påvirker forekomst av *Fusarium* og mykotoksiner

Vær og dyrkingsforhold kan påvirke risikoen for utvikling av *Fusarium* og mykotoksiner i korn. Ved fuktige værforhold i kornets blomstringsperiode kan risikoen for angrep av *F. graminearum* og utvikling av DON, øke (Hjelkrem et al., 2022). Når det gjelder *F. langsethiae* og T2 + HT2 toksiner i havre, har vi imidlertid observert økt forekomst ved fuktige værforhold i perioden før aksskyting (Hjelkrem et al., 2018). En forutsetning for utvikling av sjukdom er at det er smitte til stede. *Fusarium*sopper overlever i stubb og halmrester (smittekilde) gjennom vinteren. Ensidig korndyrking vil derfor bidra til å øke mengden av *Fusarium*smitte i en åker og dermed øke risikoen for aksfusariose og utvikling av mykotoksiner i neste års avling. NIBIO har observert økt risiko for *Fusarium* og mykotoksiner i havre ved redusert jordarbeiding, sammenliknet med pløying i feltforsøk med ensidig havredyrking (Hofgaard et al., 2023). Alle sorter av havre, hvete og bygg som finnes på det norske markedet i dag er mottakelige for *F. graminearum* og utvikling av DON. Imidlertid er det sortsforskjeller når det gjelder grad av mottakelighet og dermed risiko for mykotoksiner (Strand, 2023). Dersom kornplantene er angrepet av aksfusariose, kan nedbør og utsatt høsting ytterligere øke risikoen for utvikling av mykotoksiner i kornet. Det er dessuten økt risiko for utvikling av mykotoksiner i korn høstet fra arealer med mye legde, og i korn som ikke er raskt nedtørket til lagertørr vare (< 15 % vann).

### Hvordan dyrke korn med minst mulig risiko for *Fusarium* og mykotoksiner?

Dyrkingstiltak inkludert vekstskifte, jordarbeiding, sortsvalg og kjemisk bekjempelse kan påvirke risikoen for utvikling av *Fusarium* og mykotoksiner i korn (Hofgaard et al., 2020; McMullen et al., 2012). Selv om *Fusarium* sopper kan angripe og overvintre på andre plantearter enn korn og gras, vil vekstskifte med for eksempel oljevekster eller belgvekster redusere mengde smitte i en åker og dermed bidra til å redusere risikoen for *Fusarium* og mykotoksiner (Fernandez, 2007). Ved ensidig korndyrking vil pløying eller nedmolding av *Fusarium*-infriserte planterester kunne bidra til å redusere risikoen for at soppsmitte kan oppformerer og spres i åkeren. I forsøk utført ved NIBIO/NLR var innholdet av T2 + HT2 om lag dobbelt så høyt i havrekorn høstet fra harva ruter sammenliknet med pløyde ruter, og vårploying var tilnærmet like effektivt for å redusere risiko for *Fusarium* og mykotoksiner som dyp høstpløying ved ensidig havredyrking (Hofgaard et al., 2023). For å redusere risikoen for utvikling av mykotoksiner i korn bør en unngå å dyrke kornsorter som er spesielt mottakelige for *Fusarium*. I feltforsøk gjennomført over en 10-års periode i årene 2011-2020 var gjennomsnittlig innhold av DON i havresorten Belinda dobbelt så høyt som nivåene i flere andre sorter, inkludert Vinger (Hofgaard et al., 2022). I havre er det vist at rangering av havresorter etter innhold av DON ikke nødvendigvis er i samsvar med rangering for T2 + HT2 toksiner (Figur 2a og b). Dette betyr at en bør velge havresorter som har høy grad av resistens både mot DON og mot T2/HT2. Ved risiko for utvikling av DON kan behandling med soppmidler (fungicid) i være aktuelt. Kart som viser antatt risiko for DON i havre for ulike lokaliteter inneværende år legges ut på VIPS (vips-landbruk.no). Behandling med soppmidler må foregå under blomstring av kornet for å få ønsket effekt mot *Fusarium* og DON, men dessverre har denne behandlingen ikke hatt noen effekt på T2/HT2. På VIPS kan du beregne tidspunkt for når havren er i blomst og dermed når en eventuell behandling med soppmiddel mot *Fusarium* må utføres. For å begrense utvikling av mykotoksiner bør dessuten åkeren treskes så snart den er moden og kornet bør tørkes raskt ned til lagertørr vare. Områder med mye legde bør høstes og lagres separat. Forsøk i NIBIO har vist at utsortering av små korn kan bidra til å redusere nivåene av mykotoksiner havre (Brodal et al., 2020).



**Figur 2:** Gjennomsnittlig konsentrasjon av mykotoksiner i korn ( $\mu\text{g}$  per kg korn) beregnet for fem ulike havresorter dyrket i naturlig infiserte feltforsøk over en periode på 10 år (2011-2020). DON = deoksynivalenol (a), T<sub>2</sub> + HT<sub>2</sub> = T-2 og HT-2 toksiner (b). Gjennomsnittet er basert på data fra henholdsvis 20 (DON) og 14 (T<sub>2</sub>+HT<sub>2</sub>) verdiprøvingfelt. Ulike bokstaver indikerer signifikante forskjeller (Tukey's LSD, 5%). Data fra Hofgaard et al. 2022.

## Nye grenseverdier for mykotoksiner i matkorn

### Hvordan fastsettes grenseverdier for mykotoksiner i korn?

Grenseverdiene for mykotoksiner i mat er regulert i Forskrift om visse forurensede stoffer i næringsmidler (Lovdata, 2015). For norsk kornproduksjon er grenseverdiene for DON, Zearalenon, T-2 og HT-2, meldrøyesklerotier og meldrøyealkaloider de mest aktuelle å forholde seg til. Grenseverdiene fastsettes i EU og gjennom EØS-avtalen blir disse grenseverdiene senere innlemmet i Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler. Grenseverdiene er gitt for å sikre trygge matvarer.

Norge deltar på møtene i arbeidsgrupper i EU der grenseverdiene vurderes og risikohåndteres før de senere stemmes over. Avstemningen skjer i komitéen som heter; Standing Committee on Plants, Animals, Food and Feed, Section Novel Food and Toxicological Safety of the Food Chain (PAFF NovTox).

Grenseverdiene (MRL) fastsettes på bakgrunn av European Food Safety Authority (EFSA) sine saklige begrunnelser (reasoned opinions) og annen relevant informasjon. EFSA's vurderinger kan man finne på EFSA's nettsider (EFSA). For mykotoksiner i fôr er det ikke fastsatt grenseverdier, men anbefalte verdier som næringen forholder seg til (Mattilsynet, 2019).

## Nye grenseverdier for innhold av mykotoksiner i matkorn fra 2024

Det skjer jevnlig endringer i regelverket (Lovdata, 2015). Fra 1. juli 2024 er det fastsatt nye grenseverdier for innhold av T-2 og HT-2 toksiner og endrede verdier for innhold av DON i matkorn (Tabell 1). Disse vil antagelig bli innlemmet i Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler før 1. juli 2024. Endringene gjelder spesielt grenseverdiene for;

- T-2 og HT-2 toksin og ulike kornsorter og kornprodukter. Grenseverdien for havre er foreløpig høyere enn ønskelig. Det er derfor bestemt at havre og havreprodukter skal følges spesielt opp, for senere å kunne vurdere hvor lavt ned man kan sette grenseverdien.
- DON og kornsorter og kornprodukter: De fleste av grenseverdiene er blitt redusert, bortsett fra for havre, og korn beregnet på direkte konsum.

Fra 1. juli 2024 har EU dessuten bestemt nye grenseverdier for innhold av meldrøyesklerotier og meldrøyealkaloider i korn. EUs arbeidsgruppe for landbrukskontaminanter vurderer om disse lar seg overholde, og om man skal fastsette nye grenseverdier før 1.7.2024. Arbeidsgruppen vurderer spesielt grenseverdier for rug, og hvor denne kan synes å være for lav i forhold til produksjonsevne.

**Tabell 1.** Grenseverdier ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) for maksimalt tillatt innhold av mykotoksiner i korn som skal brukes til mat gjeldende fra 1. juli 2024.

| Kornart             | Deoxynivalenol (DON) | Zearalenon (ZEN) | T2 + HT2-toksiner |
|---------------------|----------------------|------------------|-------------------|
| Havre <sup>1)</sup> | 1750                 | 100              | 1250              |
| Bygg <sup>2)</sup>  | 1000                 | 100              | 150               |
| Hvete, rug          | 1000                 | 100              | 50                |

<sup>1)</sup> med skall, <sup>2)</sup> maltbygg kan ha andre grenseverdier

## Hvordan vil Mattilsynet følge opp de nye grenseverdiene for mykotoksiner i matkorn?

Mattilsynet utfører årlig en offentlig kontroll av fremmedstoffer i næringsmidler. Mattilsynet samarbeider med Veterinærinstituttet (VI) om analyser av mykotoksiner i mat. Hensikten med overvåkingsprogrammet på mykotoksiner i mat er hovedsakelig å overvåke nivået av mykotoksiner for å sikre at forbrukerne ikke utsettes for mykotoksiner som kan utgjøre en helsefare.

Overvåkingen skal også bidra til å sikre at næringsmiddelvirksomhetene etterlever regelverket slik at mykotoksiner ikke overskrider gjeldende grenseverdier.

Ved funn over grenseverdi må partier tilbakekalles fra markedet. I Årsrapport 2023 vil Mattilsynet presentere resultater fra dette overvåkingsprogrammet for prøver tatt ut på det norske markedet i 2023 (vil bli utgitt i 2024).

## Oppsummering

Grenseverdiene for innhold av mykotoksiner i mat er regulert i Forskrift om visse forurensede stoffer i næringsmidler. Grenseverdiene er gitt for å sikre trygge matvarer. Det skjer jevnlig endringer i regelverket. Fra 2024 vil det innføres grenseverdier for T2 + HT2 toksiner i korn som skal brukes til mat. Disse mykotoksinene er vanlig forekommende i norsk korn, særlig i havre. De nye grenseverdiene for tillatt innhold av DON i mathvete vil dessuten være noe lavere enn tidligere. Vær og dyrkingsforhold påvirker risiko for angrep av *Fusarium*-sopper og utvikling av mykotoksiner i korn. Ved fuktige værforhold rundt kornets blomstringsperiode kan risikoen for angrep av *Fusarium*-sopper, og dermed risikoen for mykotoksiner, øke.

Vekstskifte og å redusere mengde planterester i åkeren kan bidra til å redusere mengde *Fusarium*-smitte i en åker og dermed redusere risikoen for akksfusariose og utvikling av mykotoksiner i korn. For å ytterligere begrense risiko for mykotoksiner

bør en dyrke kornsorter med størst mulig grad av resistens mot akksfusariose. Fungicidbehandling i blomstringsperioden med et egnet preparat kan redusere risiko for DON i korn. Været er det vanskelig å gjøre noe med, men det er viktig å høste når kornet er modent og tørke raskt ned da *Fusarium* og mykotoksiner kan utvikles i modent korn og under lagring dersom kornet ikke er tørket ned.

## Referanser

Brodal, G., Aamot, U.H., Almvik, M., Hofgaard, S.I., (2020). Removal of Small Kernels Reduces the Content of Fusarium Mycotoxins in Oat Grain. *Toxins*. 12(5:346), 346. <https://doi.org/10.3390/toxins12050346>

EFSA, *Mycotoxins*. <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/mycotoxins>.

Fernandez, M.R., (2007). Fusarium populations in roots of oilseed and pulse crops grown in eastern Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*. 87(4), 945-952. <https://doi.org/10.4141/P06-145>.

Hjelkrem, A.G., Aamot, H.U., Lillemo, M., Sørensen, E.S., Brodal, G., Russenes, A.L., Edwards, S.G., Hofgaard, I.S., (2022). Weather Patterns Associated with DON Levels in Norwegian Spring Oat Grain: A Functional Data Approach. *Plants*. 11(1:73), 73. <https://doi.org/10.3390/plants11010073>.

Hjelkrem, A.G.R., Aamot, H.U., Brodal, G., Strand, E.C., Torp, T., Edwards, S.G., Dill-Macky, R., Hofgaard, I.S., (2018). HT-2 and T-2 toxins in Norwegian oat grains related to weather conditions at different growth stages. *European Journal of Plant Pathology*. 151(2), 501-514. <https://doi.org/10.1007/s10658-017-1394-3>.

Hofgaard, I.S., Brodal, G., Almvik, M., Lillemo, M., Russenes, A.L., Edwards, S.G., Aamot, H.U., (2022). Different Resistance to DON versus HT2 + T2 Producers in Nordic Oat Varieties. *Toxins*. 14(5), 313. <https://www.mdpi.com/2072-6651/14/5/313>.

Hofgaard, I.S., Seehusen, T., Aamot, H.U., Tørresen, K.S., Riley, H., Brodal, G., (2023). Effekt av redusert jordarbeiding på halmdekke, avling, ugras, Fusarium og mykotoksiner i havre, in: Strand, E. (Ed.) *Forsøk i korn, olje- og belgvekster, engfrøavl og potet 2022*. NIBIO, <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/3054878>.

Hofgaard, I.S., Aamot, H.U., Brodal, G., Russenes, A.L., Hjelkrem, A.R., Lillemo, M., Strand, E., (2020). Hvordan

- reduere risiko for mykotoksiner i korn?, in: Henriksen, B. (Ed.) *NIBIO-pop*. pp. 1-4.  
<http://hdl.handle.net/11250/2445706>
- Hofgaard, I.S., Aamot, H.U., Torp, T., Jestoi, M., Lattanzio, V.M.T., Klemsdal, S.S., Waalwijk, C., van der Lee, T., Brodal, G., (2016). Associations between *Fusarium* species and mycotoxins in oats and spring wheat from farmers' fields in Norway over a six-year period. *World Mycotoxin Journal*. 9(3), 365-378. <https://doi.org/10.3920/WMJ2015.2003>.
- Lovdata, (2015). Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler. Helse- og omsorgsdepartementet. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-07-03-870>.
- Mattilsynet, (2019). Anbefalte grenseverdier for sopp og mykotoksiner i fôrvarer [https://www.mattilsynet.no/dyr\\_og\\_dyrehold/for/anbefalte\\_grenseverdier\\_for\\_innhold\\_av\\_muggsopp\\_og\\_mykotoksiner\\_i\\_forvarer.6664/binary/Anbefalte%20grenseverdier%20for%20innhold%20av%20muggsopp%20og%20mykotoksiner%20i%20f%C3%B4rvarer](https://www.mattilsynet.no/dyr_og_dyrehold/for/anbefalte_grenseverdier_for_innhold_av_muggsopp_og_mykotoksiner_i_forvarer.6664/binary/Anbefalte%20grenseverdier%20for%20innhold%20av%20muggsopp%20og%20mykotoksiner%20i%20f%C3%B4rvarer).
- Mattilsynet, (2023). *Muggsoppgifter (mykotoksiner)*. <https://www.mattilsynet.no/mat-og-drikke/uonskede-stoffer-i-mat/biologiske-gifter/muggsoppgifter#kap-4--regelverk-om-muggsoppgifter-i-mat>.
- McMullen, M., Bergstrom, G.C., De Wolf, E., Dill-Macky, R., Hershman, D., Shaner, G., Van Sanford, D., (2012). A Unified Effort to Fight an Enemy of Wheat and Barley: Fusarium Head Blight. *Plant Disease*. 96(12), 1712-1728.  
<https://doi.org/10.1094/PDIS-03-12-0291-FE>
- Pestka, J.J., Smolinski, A.T., (2005). Deoxynivalenol: mechanisms of action, human exposure, and toxicological relevance. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 84(8), 31. <http://dx.doi.org/10.1007/s00204-010-0579-8>.
- Strand, E., (2023). Jord og Plantekultur 2023, in: Korsæth, A. (Ed.) *Forsøk i korn, olje- og belgvekster, engfrøavl og potet 2023*. NIBIO, NIBIO, postboks 115, 1431 Ås, p. 335. <https://hdl.handle.net/11250/3054878>.
- VKM, Bernhoft, A., Eriksen, G.S., Sundheim, L., Berntssen, M., Brantsæter, L.A., Brodal, G., Fæste, C.K., Hofgaard, I.S., Rafoss, T., Sivertsen, T., Tronsmo, A.M., (2013). Risk assessment of mycotoxins in cereal grain in Norway, in: Safety, N.S.C.f.F. (Ed.) *Opinion of the Scientific Steering Committee of the Norwegian Scientific Committee for Food Safety*. Norwegian Scientific Committee for Food Safety, pp. 1-287. <http://hdl.handle.net/11250/2472315>