

Utrensning av små korn kan redusere innholdet av mykotoksiner i havrepartier

Guro Brodal, Heidi Udnes Aamot, Marit Almvik & Ingerd Skow Hofgaard

NIBIO Bioteknologi og plantehelse

guro.brodal@nibio.no

Innledning/bakgrunn

Flere arter innen sopp-slekta *Fusarium* kan angripe og forårsake sjukdommer, bl.a. aksfusariose, på kornartene våre. I løpet av utvikling og modning av angrepne aks / risler kan flere *Fusarium*-arter produsere mykotoksiner (soppgifter) i korna. Inntak av korn som inneholder mykotoksiner kan være helse-skadelig for mennesker og dyr. *Fusarium*-toksiner forekommer av og til i høye konsentrasjoner i norsk korn, blant annet i havre. *Fusarium*-infriserte korn, og som dermed har risiko for å inneholde mykotoksiner, er ofte mindre i størrelse og har ofte lavere 1000-kornvekt enn friske korn. Konsentrasjonen av mykotoksiner er ofte høyest i agner, skall og ytre deler av kjernene, og fordi små korn ofte har høy andel skall, har de ofte høyere innhold av mykotoksin enn store korn. I havre sitter mesteparten av mykotoksinene i skall og agner. Avskalling før videre bearbeiding til gryn, mjøl og andre produkter er derfor en effektiv metode for å redusere mykotoksininnholdet i havre. Det er rapportert at opptil 80–95 % av DON og HT2+T2 toksiner i havre kan fjernes ved avskalling. Avskalling er imidlertid en del av bearbeidinga, og avskalla korn aksepteres ikke som ubearbeidet korn til mat i henhold til mykotoksinregelverket for næringsmidler (Kommisjonsforordning (EF) nr. 1881/2006). Derimot regnes ikke rensing av kornet, som gjøres for å fjerne halmbiter, støv, ugrasfrø osv., samt utsortering av skadde, små og lette korn, som en del av bearbeidinga i henhold til regelverket. En slik «for-behandling» har vist seg å bidra til reduksjon i mykotoksininnholdet og dermed forbedre kvaliteten av kornpartier.

Rensing og størrelsessortering av kornpartier for å redusere innholdet av mykotoksiner har vært mest brukt i hvete for å redusere innholdet av DON, bl.a. i Nord-Amerika og en del Europeiske land. Tilsvarende effekt har ikke vært mye undersøkt i havre, men enkelte studier fra Sverige og Finland har indikert at dette kan være en metode for å redusere innholdet av DON og HT2+T2 toksiner også i denne

kornarten. Som en del av prosjektet «SafeOats» sorterte vi prøver av havrepartier i to størrelsesfraksjoner og sammenligna innholdet av mykotoksiner i de to fraksjonene, med innholdet i usortert korn.

Materiale og metoder

Prøver av 24 havrepartier (14 fra 2015 og 10 fra 2018), ble valgt ut fordi tidligere analyser hadde vist at de inneholdt en del HT2+T2 toksiner, som var de mykotoksinene vi var mest interessert i. De ble rensa/størrelsessortert på et 2,2 mm sold i en laborierensemaskin hos Kimen Såvarelaboratoriet. Vektandelen av frasortert materiale (små korn) utgjorde henholdsvis 15 og 21 % av gjennomsnittlig prøvevekt av urensa korn for havrepartiene fra 2015 og 2018. Prøver av de to størrelsesfraksjonene (små og store korn), samt prøver av usortert materiale av hvert parti ble analysert for 11 ulike mykotoksiner med en LC-MS/MS metode utviklet ved Avdeling pesticider og naturstoffkjemi i NIBIO.

Resultater og diskusjon

De fleste av de 24 havrepartiene inneholdt alle mykotoksinene de ble analysert for, men det var hovedsakelig HT2+T2 og Enniatin B (EnnB) i partier fra 2015, og DON i partier fra 2018, som forekom i «interessante» (moderate til høye) konsentrasjoner (tabell 1). Konsentrasjonene av de øvrige mykotoksinene, 3-Acetyl-DON+15-Acetyl-DON (ADONs), nivalenol (NIV), Enniatin A (EnnA), EnniatinA1 (EnnA1), Enniatin B1 (EnnB1), beauvericin (BEA) og zearalenon (ZEA), var generelt lave. Resultater for disse mykotoksinene omtales ikke her, men er presentert i Brodal *et al.* 2020.

HT2+T2

Konsentrasjonen av HT2+T2 (figur 1A) var generelt høyere i havrepartiene fra 2015 (parti 1-14) enn i partiene fra 2018 (parti 15-24). I 2015-partiene varerte innholdet fra 486-1368 µg/kg, og i 2018-parti-

Tabell 1. Innhold av mykotoksinene HT2+T2, DON og Enniatin B (gjennomsnitt, min. og maks. konsentrasjoner, µg/kg) i prøver av usortert havre og i store og små korn etter rensing/sortering på soldstørrelse 2,2 mm, og endring i toksininnhold (gjennomsnitt, min og maks) i store og små kornfraksjoner sammenligna med usorterte havreprøver fra partier høsta i årene 2015 og 2018 (fra Brodal et al. 2020)

Myko-toksin	Korn-fraksjon	2015 (n=14) µg/kg		2018 (n=10) µg/kg	
		Gjennomsnitt (min./maks.)	% endring ¹ (min./maks.)	Gjennomsnitt (min./maks.)	% endring ¹ (min./maks.)
HT2+T2	usortert	745 (486-1368)		178 (92-282)	
	store	328 (197-552)	-56 (-24/-76)	121 (70-187)	-32 (-2/-66)
	små	2775 (1149-6427)	+272 (+66/+840)	510 (192-804)	+187 (+87/+470)
DON	usortert	46 (1-153)		191 (100-309)	-24 (-3/-35)
	store	30 (0-178)	Ikke beregnet	145 (89-249)	+71 (+42/+145)
	små	52 (0-290)	Ikke beregnet	326 (245-514)	
EnnB	usortert	1059 (92-5356)		15 (8-25)	
	store	594 (48-3064)	-44 (+2/-63)	18 (4-43)	Ikke beregnet
	små	2101 (37-5319)	+98 (-60/+568)	33 (12-67)	+120 (-10/+500)

¹ Prosent endring i mykotoksin-konsentrasjon i store og små korn-fraksjoner i forhold til usortert (reduksjon vist som negativ verdi, økning vist som positiv verdi)

ene fra 92 til 282 µg/kg. Gjennomsnittlig nivå i µg/kg i usorterte prøver fra 2015 ble redusert fra 745 til 328 µg/kg etter frasortering av små korn, dvs. en reduksjon på 56 % (tabell 1). Gjennomsnittlig nivå i havre fra 2018 ble redusert fra 178 til 121 µg/kg, dvs. en reduksjon på 32 %. Større effekt av frasortering av små korn ved høyere konsentrasjoner av HT2+T2 enn ved lavere konsentrasjoner er også observert i andre undersøkelser, bl.a. i Sverige.

Vi observerte til dels store forskjeller mellom havrepartier i effekten av størrelses-sortering på innhold av HT2+T2, noe som også er observert i andre undersøkelser, bl.a. fra Tyskland. Årsaker til varierende effekt kan være forskjeller i kornstørrelser mellom sorter, mellom partier av samme sort og fordeling av mykotoksiner i enkeltkorn innen partiene som bl.a. skyldes ulike vær- og dyrkingsforhold i vekstsesongen. Andre sortsegenskaper, som skallprosent og resistens mot *Fusarium*-infeksjon vil også ha betydning for effekten av størrelses-sortering.

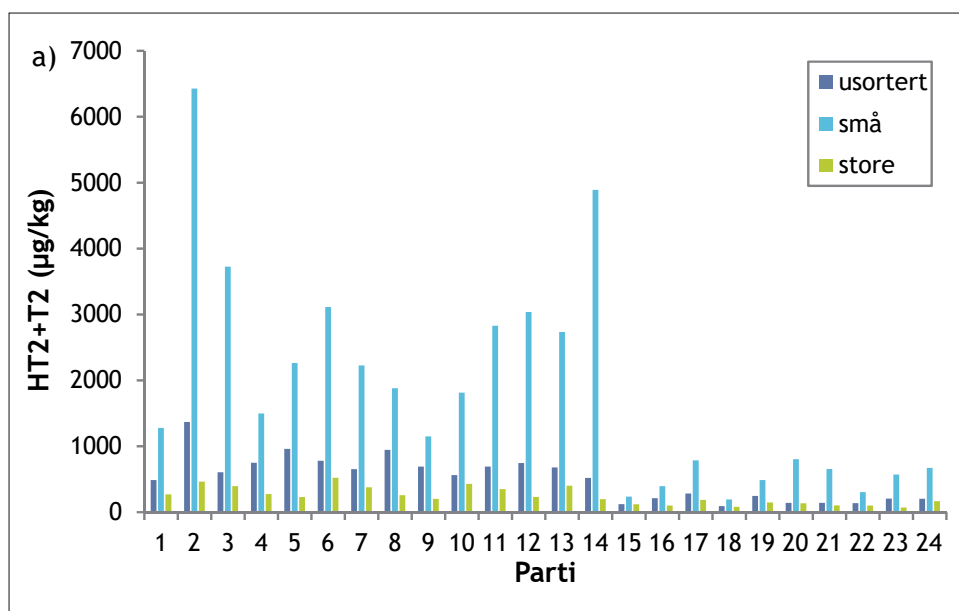
DON

Konsentrasjonen av DON (figur 1B) var generelt høyere i havrepartiene fra 2018 (parti 15-24) enn i partiene fra 2015 (parti 1-14). I 2018-partiene var innholdet fra 100-309 µg/kg, og i 2015-partiene fra kvantifiseringsgrensa (LOQ=1,0 µg/kg) til 153 µg/kg. Gjennomsnittlig nivå i µg/kg i usorterte prøver fra 2018 ble redusert fra 191 til 145 µg/kg etter frasortering av små korn, dvs. en reduksjon på

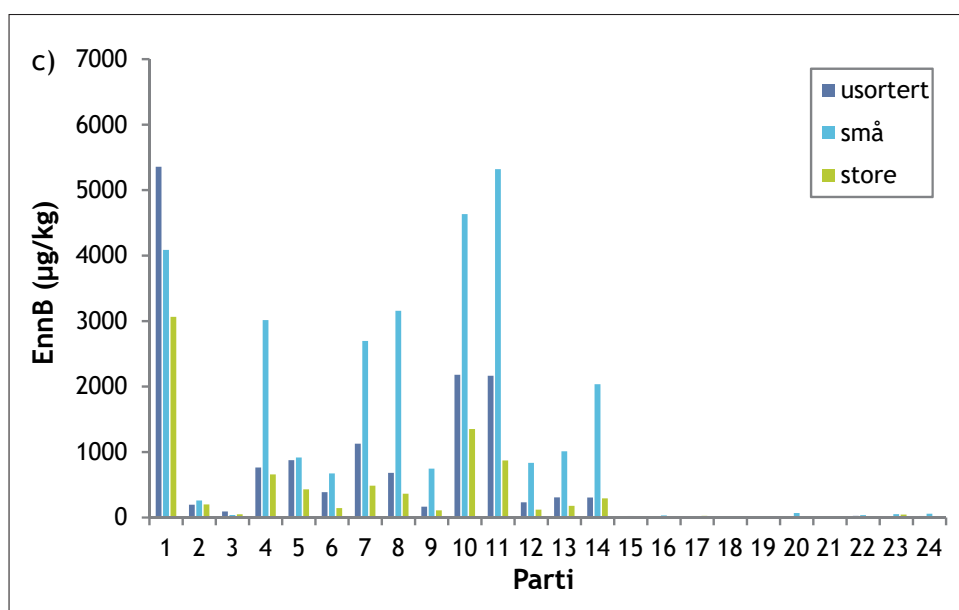
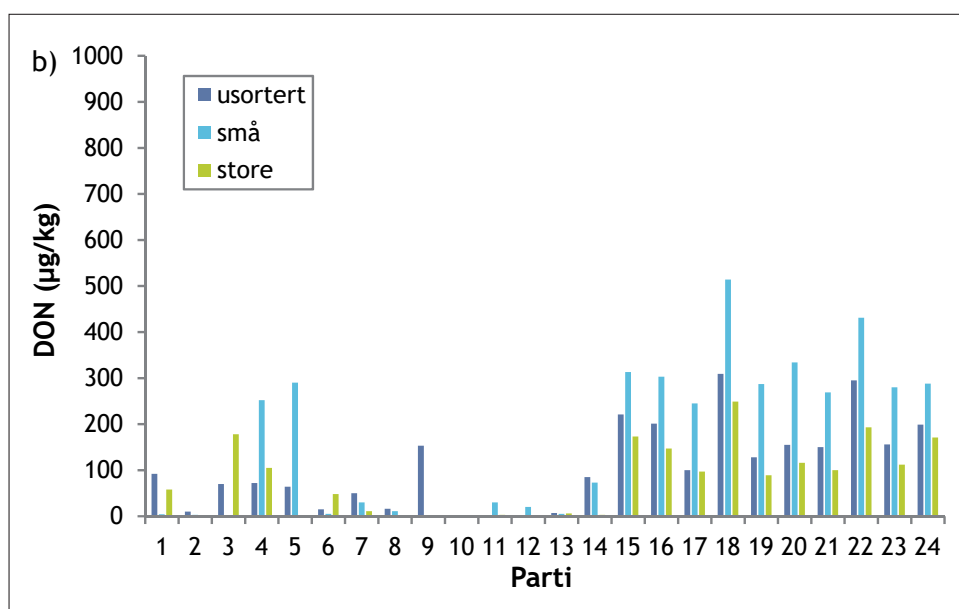
24 % (tabell 1). I 2015-partiene var det også en tendens til redusert innhold etter utrensing av små korn, men effekten var ikke statistisk sikker. Også for DON var det stor variasjon mellom parter i effekt av størrelses-sortering. Ved industriell rensing i USA er det rapportert omkring 20 % reduksjon av DON i hvete, som er omtrent det samme som vi i gjennomsnitt oppnådde for DON i havre.

Enniatin B

Forekomstene av Enniatiner i havrepartiene vi undersøkte samsvarte med tidligere undersøkelser som har rapportert at denne gruppen av mykotoksiner er vanlig på korn i Norge. Vanligvis forekommer disse mykotoksinene i lave konsentrasjoner, men av og til er særlig EnnB påvist i høye konsentrasjoner. Vi fant relativt høye konsentrasjoner av EnnB i noen av havrepartiene fra 2015, mens konsentrasjonene i alle partiene fra 2018 var svært lave (figur 1C). Frasortering av små korn resulterte i 44 % lavere innhold i partiene fra 2015 (tabell 1). Enniatiner har som mange andre mykotoksiner i korn, helseskadelige effekter, men fordi det ikke foreligger nok data for helserisiko er det foreløpig ikke fastsatt noen grenseverdier i regelverket for innhold i korn. Dermed er det heller ikke noe krav om å undersøke eller behov for å redusere innholdet av Enniatiner i kornpartier, men dersom det skulle være ønskelig viser undersøkelsene våre at det innholdet kan reduseres betydelig ved utrensing av små korn.



Figur 1. Innhold av HT2+T2 toksiner **a**), deoxynivalenol (DON) **b**) og Enniatin B **c**) i 24 usorterte havrepartier og i små og store kornfraksjoner etter rensing/størrelsessortering på 2,2 mm sold. Parti 1-14 fra 2015 og parti 15-24 fra 2018. NB! Ulik skala på aksene for konsentrasjonsnivå. Fra Brodal *et al.* 2020.



Innhold av mykotoksiner i små korn

Innholdet av HT2+T2 i små korn (avrens) økte med 272 % i gjennomsnitt for havrepartiene fra 2015, og med 187 % i partiene fram 2018, i forhold til usortert havre (tabell 1). Økningen i enkeltpartier varierte fra under 100 % til 840 % i forhold til urensa vare.

Avrens fra partier med høyt innhold av mykotoksiner er ikke egnet som dyrefôr, men må håndteres som avfall eller brukes til brensel.

Konklusjon

Våre resultater viser at utrensing av små korn kan redusere innholdet av mykotoksiner og dermed forbedre kvalitet av havrepartier. Dette gjør det mulig at en større andel havre kan brukes til mat istedenfor til dyrefôr. Analyser av en del partier av havre fra 2015 og 2018 viste at ved rensing med sold-størrelse

2,2 mm (15–20 % vektandel av korna ble rensa ut som små korn) ble innholdet av HT2+T2 toksiner i gjennomsnitt redusert med henholdsvis 56 % og 32 %, deoxynivalenol (DON) ble redusert med 24 % i partiene fra 2018 og Enniatin B ble redusert med 44 % i partiene fra 2015. På grunn av store variasjoner i effekt på innholdet av mykotoksiner er det viktig å gjennomføre analyser også etter rensing/størrelses-sortering. Det er viktig å være klar over at små korn (avrens-fraksjonen) kan inneholde svært høye konsentrasjoner av mykotoksiner og dermed være uegnet til dyrefôr.

Referanse

Brodal, G., Aamot, H.U., Almvik, M. & Hofgaard, I.S. 2020. Removal of Small Kernels Reduces the Content of *Fusarium* Mycotoxins in Oat Grain. *Toxins* 2020, 12, 346, 19 pp. <https://www.mdpi.com/2072-6651/12/5/346>