

Modul 5: Biosikkerhetshygiene og EU-lovgivning for bearbejding af fiskeaffald til fôrprodukter til kæledyr

Runa Thrastardottir

Johanna Gisladdottir

Landbruksuniversitetet på Island (AUI)

Innholdsfortegnelse

Innledning	3
Patogener	3
Bakterier	3
<i>L. monocytogenes</i>	3
Salmonella	4
Clostridium	4
<i>E. coli</i>	6
<i>Bacillus cereus</i>	6
Staphylococcus aureus	6
Yersinia enterocolitica	7
Campylobacter	7
Vibrio	7
Parasitter	7
Virus	8
Giftstoffer	8
Tiaminase	8
Scombrotoksin	9
Tungmetaller	9
Mykotoksiner	9
Allergener	10
Forskrifter	10
Animalske biprodukter til kjæledyrfôr	10
Fôrhygiene	11
Krav til fôrvirksomheter i primærproduksjonsleddet for fôr vedlegg I	11
Krav til næringsmiddelforetak som ikke driver primærproduksjon vedlegg II	11
Systemer for risikoanalyse og kritiske kontrollpunkter (HACCP)	12
Markedsføring av fôr	12
Gift- og bakterienivåer i fôr	13
Hvordan gjøre fisk som kastes som fôr trygt for katter og hunder?	13
Produksjon	13
Emballasje, markedsføring og merking	14
Referanser	22

Introduksjon

Hovedspørsmålene som må besvares i forbindelse med dette temaet er: Hva er risikoen ved at kjæledyr spiser rå fisk, hvordan kan man forebygge denne risikoen, og hva står det i EU-lovgivningen?

Risikoen kan være sykdomsfremkallende mikroorganismer, toksiner, metaller og allergener, og det kan finnes glass i ubehandlet fisk som kan føre til at kjæledyret spiser glass.

Patogener

Mikrobiologiske farer er begrenset til bakterielle patogener siden virale patogener (virus) ikke er i stand til å vokse i mat, og alle parasitter i fisk drepes ved frysing ved -20 °C eller lavere i 7 dager. (U.S. Food and Drug Administration (FDA), 2022).

Bakterier

Bakterier som gir særlig grunn til bekymring i sjømat, er de sykdomsfremkallende stammene av *Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*), *Escherichia coli* (*E. coli*), *Salmonella spp*, *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), *Clostridium perfringens* (*C. perfringens*), *Clostridium botulinum* (*C. botulinum*), *Bacillus cereus* (*B. cereus*), *Campylobacter jejuni* (*C. jejuni*) og *Yersinia enterocolitica* (*Y. enterocolitica*). (FDA, 2022). Ifølge (Novoslavskij et al., 2016) er fisk ofte kontaminert med *Salmonella*, *L. monocytogenes*, *Vibrio spp*, *C. botulinum* og *Yersinia spp*. Sykdomsfremkallende bakterier kan være en del av fiskens mikrobiota eller dens omgivelser, eller de kan komme inn under bearbeidingstrinnet, f.eks. fra luften, urene hender, uhygieniske redskaper og utstyr, forurenset vann eller kloakk og gjennom krysskontaminering mellom rått og tilberedt produkt. (FDA, 2022). Forekomsten av næringsmiddelbåren sykdom er imidlertid lav hos friske hunder og katter (Miller et al., 2010, Craig, 2019). ettersom de anses å være relativt motstandsdyktige mot *Salmonella*, *Campylobacter spp*, *E. coli*, *S. aureus* og *B. cereus* (Craig, 2019). Kjæledyr med immunsuppressive infeksjoner, som gjennomgår cellegiftbehandling eller behandles med betennelsesdempende medisiner, kan imidlertid bli hardt rammet. Infiserte hunder og katter kan være klinisk normale, men likevel skille ut *Salmonella spp*, *Campylobacter spp* og *Y. enterocolitica* i avføringen. Derfor kan kjæledyr som føres med fôr kontaminert med sykdomsfremkallende bakterier, representere en smittekilde for mennesker og andre kjæledyr i samme husholdning. Mennesker kan eksponeres ved direkte kontakt med fôr og redskaper som har vært i kontakt med føret, ved kontakt med det kontaminerte miljøet mellom mennesker og kjæledyr og ved kontakt med kjæledyrenes avføring. (Miller et al., 2010). Tabell 1 oppsummerer den bakterielle risikoen i rå fisk beregnet på kjæledyr.

L. monocytogenes

L. monocytogenes kan forårsake listeriose (FDA, 2022). Listeriose er ikke vanlig hos kjæledyr, og ikke alle kjæledyr får symptomer, men de som får symptomer, kan få kvalme, diaré, feber og i sjeldne tilfeller nevrologiske symptomer (ACMSF, 2018). *L. monocytogenes* kan også forårsake abort hos drektige dyr. (ACMSF, 2018, Nemser et al., 2014). Symptomene kan vise seg i løpet av noen timer til uker etter infeksjonen. Kjæledyr som er smittet med *L. monocytogenes* trenger å vise symptomer for å skille ut bakterien i avføringen og smitte eierne sine (ACMSF, 2018). Hos mennesker kan *L. monocytogenes* forårsake milde influensalignende symptomer hos alle individer. Hos personer med nedsatt immunforsvar og spedbarn kan bakterien imidlertid føre til mer alvorlige symptomer og til og med død, og hos gravide kvinner listeriose medføre abort. Symptomene hos mennesker starter 3 dager til 3 uker etter infeksjonen. (FDA, 2022). *Listeria* kan finnes i ulike typer vannkilder, både ferskvann og saltvann, men forekomsten av *L. monocytogenes* isolert i fiskearter korrelerer med graden av menneskelig aktivitet og kan finnes i både ferskvanns- og sjøvannsoppdrettsanlegg og på fiskeslakterier. *L. monocytogenes* er funnet i ulike bearbejdede og ubearbejdede fiskeprodukter, inkludert frossen sjømat, og det er beskrevet at

sjømatoppdrettsanlegg har høyere risiko for *Listeria*-kontaminering enn innlandsfiskeoppdrettsanlegg. Videre har studier vist at bakterien er mer utbredt i fiskeprodukter fra tempererte strøk enn i varmere vann. I Danmark er det rapportert en forekomst av *Listeria* på 8,6% i atlantisk, i Storbritannia var forekomsten i regnbueørret 10 %, mens en finsk studie rapporterte 14,6 %. Et lavt antall listerioseutbrudd har imidlertid vært knyttet til inntak av fisk og fiskeprodukter. Bakterien kan overleve og formere seg ved svært lave temperaturer (Novoslavskij et al., 2016). og vekst opphører ved -0,4 °C. Ved langtidslagring er det derfor kun trygt å fryse ned produkter som kan være infisert med *L. monocytogenes*, ettersom bakterien kan ha vokst til et farlig nivå etter 7 dager i kjøleskap. Fôret bør heller ikke oppbevares i romtemperatur i mer enn 3 timer, da bakterien også kan ha vokst til et farlig nivå (FDA, 2022). På grunn av de alvorlige helsekonsekvensene av *L. monocytogenes* bør eiere som velger å gi rått fôr til kjæledyr, ta strenge forholdsregler for å unngå smitte ved å vaske hendene grundig og desinfisere alle overflater og gjenstander som kommer i kontakt med maten. I tillegg bør produsentene av disse produktene iverksette tiltak for å redusere den potensielle kontamineringen. (Nemser et al., 2014).

Salmonella

Salmonella kan forårsake sykdommen salmonellose og kan ramme både mennesker og kjæledyr. (FDA, 2022, ACMSF, 2018). Ikke alle kjæledyr viser symptomer når de smittes, men de som gjør det, kan få oppkast, diaré (kan være blodig), feber, appetittløshet og/eller redusert aktivitetsnivå, og symptomene kan begynne innen 72 timer etter smitte. Infiserte kjæledyr (både kjæledyr med symptomer og subkliniske kjæledyr) kan skille ut salmonella i avføringen (ACMSF, 2018, Ghasemzadeh og Namazi, 2015). og utskillelse av salmonella antas vanligvis å vare i opptil én uke etter føring med forurenset rått kjæledyrfôr bare én gang, men kan vare i opptil åtte måneder hvis dyrene føres med forurenset rått kjæledyrfôr over en lengre periode. (ACMSF, 2018). Smitteoverføring av salmonella fra kjæledyr til mennesker i samme husholdning er dokumentert (Miller et al., 2010). Disse infeksjonene har for eksempel oppstått ved håndtering av kontaminert kjæledyrfôr, og mange tilfeller av salmonellose hos mennesker har vært knyttet til kontaminert katte- og hundemat (Nemser et al., 2014). Symptomene på salmonellose hos mennesker ligner symptomene hos kjæledyr, og omfatter kvalme, oppkast, magekramper, diaré, feber og hodepine, og starter vanligvis mellom 6 timer og 2 dager etter inntak. Symptomene er mer alvorlige hos eldre, spedbarn og personer med nedsatt immunforsvar, og kan føre til kroniske reaktive artrittsymptomer (FDA, 2022). Salmonella finnes ikke naturlig i vannmiljøet, og forekomsten av salmonella i akvakulturmiljøer og -produkter skyldes hovedsakelig sviktende hygiene under produksjonen. Salmonella har imidlertid blitt isolert fra ulike typer sjømat, med høyest forekomst i filtrerende organismer og fiskearter med høyt fettinnhold. Salmonella kan også isoleres i ferskvannsfisk. Lokaliseringen av Salmonella i fisk kan også variere, og studier har vist at Salmonella er hyppigst isolert fra fordøyelseskanalen sammenlignet med andre deler av fisken. Det er imidlertid bare funnet én prøve av Salmonella i fisk på markedet i Europa. I studien ble det observert 75 prøver av Gilthead seabream og Sea bass i utsalgsteder i Hellas, og bare én av disse prøvene var positiv for Salmonella. Det er imidlertid bare gjort noen få slike studier i Europa, 3 i Storbritannia, 2 i Portugal, 1 i Tsjekkia, 1 i Frankrike og 1 i Hellas (Novoslavskij et al., 2016). Salmonella slutter å vokse ved 5,2 °C, noe som betyr at fiskeavfall kan oppbevares ved 4 °C for å hindre vekst, men det betyr ikke at bakteriene dør. Hvis kjæledyrfôret blir stående i romtemperatur i mer enn 2 timer, kan bakteriene ha vokst til farlige nivåer og være i stand til å forårsake sykdom hos kjæledyr og/eller deres eiere. (FDA, 2022)..

Clostridium

C. perfringens

C. perfringens er en bakterie som kan formere seg og produsere toksiner i tarmkanalen. (Quinn et al., 2011). Den forårsaker vanligvis ikke sykdomssymptomer hos kjæledyr (Miller et al., 2010), men endringer i tarmkanalen, f.eks. endringer i kostholdet, smittsomme sykdommer og ny medisiner, kan

aktivere bakterien til å produsere toksin (Brooks et al., 2021) som kan forårsake intermitterende diaré hos katter og hunder (Tams et al., 2010). Kjæledyr skiller ut bakterien i avføringen (Viegas et al., 2020) og avføringen kan fungere som en smitekilde for eierne (Verma et al., 2021). Hos mennesker kan *C. perfringens* forårsake magekramper og diaré, symptomene kan starte 8 timer til 1 dag etter smitte, og symptomene varer i én dag. Unge og eldre er mer mottakelige for bakterien enn friske voksne. (FDA, 2022). Det kreves vanligvis vedvarende høye nivåer av clostridiumtoksiner for at kliniske tegn skal oppstå hos både dyr og mennesker. (Quinn et al., 2011). Studier har vist at kjæledyr som føres med rått kjøttbasert fôr, har større sannsynlighet for å være positive for *C. perfringens* enn kjæledyr som føres med kommersielt tørrfôr (Viegas et al., 2020, Hellgren et al., 2019, Weese et al., 2005, Kim et al., 2017, Schmidt et al., 2018), noe som tyder på at rått kjøttbasert kosthold enten endrer *C. perfringens*-populasjonen i tarmen eller inneholder høye nivåer av *C. perfringens* i fôret (Viegas et al., 2020). *C. perfringens* vokser normalt ikke godt i rå fisk, men kan vokse hvis fiskens naturlige tilstand endres, for eksempel ved salting eller emballering med redusert oksygeninnhold. Denne bakterien produserer vanligvis ikke toksin hos mennesker med mindre den vokser til over 100 millioner bakterier, og en begrenset vekst av bakterien vil derfor ikke påvirke produktets sikkerhet, men tids- og temperaturkontrollene må være tilstrekkelige for å forhindre vekst før den smittsomme eller toksiske dosen er nådd. *C. perfringens* slutter å vokse ved 10 °C, og produktene kan derfor oppbevares i kjøleskap eller fryser uten ytterligere vekst, men de bør ikke oppbevares i romtemperatur i mer enn 2 timer, da bakterien kan ha vokst til et infeksjonsnivå. (FDA, 2022).

C. botulinum

C. botulinum kan forårsake sykdommen botulisme (FDA, 2022). Bakterien anses ikke som farlig for mennesker eller dyr, med mindre den kan vokse under forhold som muliggjør toksindannelse, f.eks. under anaerobe forhold i rått kjøtt, feilaktig hermetisert mat og kadaver av døde dyr. Det finnes åtte typer botulinum-neurotoksiner (A, B, C, D, E, F, G og H). Type A, B, E, F og H kan forårsake sykdom hos mennesker, mens type C og D kan forårsake sykdom hos andre dyr (Novoslavskij et al., 2016). Både katter og hunder er mer motstandsdyktige mot toksinet enn mennesker, men toksin av type C kan forårsake lammelser som kan ende med døden. De kliniske tegnene kan oppstå fra 12 timer til 5-6 dager etter inntak (Miller et al., 2010). *C. botulinum* forekommer naturlig i vannmiljøet, men forekomsten av bakterien i vannsedimenter og fisk kan påvirkes av ulike faktorer som geografisk plassering og fiskearternes matvaner. Det er høy forekomst av *C. botulinum* som produserer toksin av type E i ferskvanns- og sjøsedimenter i de skandinaviske landene, på Grønland, i den kanadiske delen av kysten og i Østersjøen. Bunnsedimentene regnes som et viktig reservoar for denne bakterien i Østersjøen (Novoslavskij et al., 2016). En studie utført av Hyytiä et al. (1998) viste at 23 % av ikke-oppdrettede marine fiskearter fra kommersielt fiske i Østersjøen inneholder *C. botulinum* type E, med høyest forekomst (40 %) i østersjøsild. I tillegg tyder studier på at forekomsten av *C. botulinum* type E er høyere hos fisk som lever på bunnen enn hos pelagisk fisk (Novoslavskij et al., 2016). En studie utført av Hielm et al. (1998) viste at av 168 prøver av fisketarm i finsk ørretoppdrett var 15 % positive for *C. botulinum* type E, men ingen av typene A, B eller F ble påvist. Både type A og type B er imidlertid påvist i sjøvanns- og ferskvannsfisk i Frankrike (Novoslavskij et al., 2016). Videre kan *C. botulinum* type C påvises i noen fiskearter (Lalitha og Gopakumar, 2001, Nol et al., 2004), men bakterien vokser ikke ved temperaturer under 15 °C, noe som gjør at det er mer utbredt i fisk i varme farvann (Lalitha og Gopakumar, 2001). Forekomsten av *C. botulinum* type C hos fisk er imidlertid mindre undersøkt enn toksintypene som forårsaker infeksjon hos mennesker. Bakterien bæres oftest i tarmen hos fisk (Meurens et al., 2022). Mens *C. botulinum* type C slutter å vokse ved temperaturer under 15 °C. (Lalitha og Gopakumar, 2001), vil type A og noen typer B og F vil slutte å vokse ved 10 °C, mens type E og andre typer B og F vil vokse ned mot 3,3 °C (FDA, 2022). Ettersom katter og hunder bare kan bli klinisk syke av *C. botulinum* type C, er det tilstrekkelig å oppbevare fôret i kjøleskap over lengre tid og ikke la det stå

i romtemperatur i mer enn to dager for å forhindre smitte hos kjæledyr (Lalitha og Gopakumar, 2001). Botulisme hos dyr kan ikke overføres direkte til mennesker, bortsett fra ved direkte inntak av toksinet. (Ontario, 2022). For å forhindre smitte til mennesker er det derfor viktig å forhindre krysskontaminering mellom kjæledyrfôr og menneskemat og å rengjøre hendene etter tilberedning av fôret og etter å ha vært i kontakt med dyrenes ansikter.

E. coli

E. coli er en bakterie som kan forårsake sykdommer hos både kjæledyr og dyr. Det finnes imidlertid flere stammer av denne bakterien, både patogene og ikke-patogene stammer, og det er forskjell på hvilke dyrearter de kan gi symptomer hos. I tillegg er de kliniske tegnene forskjellige fra stamme til stamme. (Quinn et al., 2011). Patogenisiteten til *E. coli* hos katter og hunder er uklar (Miller et al., 2010), men kjæledyr kan fungere som bærere av bakterien til mennesker (ACMSF, 2018). Hos mennesker kan disse bakteriene, avhengig av bakteriestammen, forårsake magesmerter, diaré, oppkast, feber, frysninger, dehydrering, elektrolyttforstyrrelser, høy surhetsgrad i kroppsvæsken og generelt ubehag. Alle stammer av *E. coli* som kan forårsake matbårne sykdommer, gir mer alvorlige symptomer hos svært unge og eldre. (FDA, 2022). Hos greyhounds som deltar i kappløp, forårsaker Shiga-lignende toksinproduserende *E. coli* et klinisk syndrom som kjennetegnes av erytem, sårdannelse i ekstremitetene og glomerulær patologi i nyrene. Ingen spesiell behandling har vist seg å være effektiv, men mange hunder blir friske med symptomatisk behandling og god pleie. *E. coli* er funnet i kommersielt rått kjøtt (64 % av 25 kommersielle rått kjøttforblandinger) og kommersielt tørrfôr til kjæledyr, og et stort antall Shiga-lignende toksinproduserende *E. coli* er funnet i fôret til klinisk infiserte mynder. I tillegg er det funnet *E. coli* i avføringen til klinisk syke greyhounds. (Miller et al., 2010). *E. coli* vokser ikke naturlig i rå fisk, men kan vokse hvis den rå fiskens naturlige tilstand endres, f.eks. ved salting eller pakking med redusert oksygeninnhold. Den infektive dosen av *E. coli* er imidlertid vanligvis lav. Frysing og kjøling av rå fisk stopper veksten av sykdomsfremkallende *E. coli*-stammer, men bakterien kan vokse til farlige nivåer når produktet blir stående i romtemperatur i mer enn to timer. (FDA, 2022).

B. cereus

B. cereus er en bakterie som ikke utgjør noen betydelig fare for næringsmiddelbåren sykdom hos dyr, men som kan forårsake oppkast eller diaré hos mennesker. (Miller et al., 2010). Diarésykdommen starter 6-15 timer etter inntak, mens oppkastsykdommen starter mellom 30 minutter og 6 timer, og begge symptomene kan vare i 24 timer (FDA, 2022). Disse symptomene skyldes endotoksin som aktiveres ved romtemperatur. *B. cereus* har blitt isolert fra tørrfôr til kjæledyr, men det er lite sannsynlig at disse bakteriene kan forårsake sykdom hos kjæledyr med mindre fôret utsettes for fuktighet og romtemperatur over lengre tid (Miller et al., 2010). *B. cereus* vokser ikke naturlig i rå fisk, men kan vokse hvis den rå fiskens naturlige tilstand endres, f.eks. ved salting eller emballering med redusert oksygeninnhold. (FDA, 2022).. Det er utbredt forekomst av enterotoksigene *Bacillus cereus* i sjømat, og laks kan tjene som et godt substrat for vekst av enterotoksigene *B. cereus*, og bakterien kan nå nivåer som forbindes med matbåren sykdom etter moderat temperaturmisbruk. I USA er dessuten rundt 15 % av de matbårne sykdommene forårsaket av *B. cereus* knyttet til sjømat (Labbé og Rahmati, 2012). Eksplosjon av *B. cereus* ved kjøleskapstemperatur i over 5 dager eller ved romtemperatur i over 3 timer fører til vekst og toksindannelse av bakterien til infeksiose nivåer. Bakterieveksten og toksindannelsen inaktiveres ved frysing. (FDA, 2022).

S. aureus

S. aureus kan forårsake intoksikasjon (forgiftning) sykdom hos mennesker (FDA, 2022), men den forårsaker vanligvis ikke symptomer hos kjæledyr (Miller et al., 2010). Studier viser imidlertid at katter og hunder kan fungere som smittebærere for *S. aureus*, noe som kan føre til infeksjon hos mennesker. (Boost et al., 2008, Abdel-moein og Samir, 2011, Bierowiec et al., 2016, Scott et al., 2009). Hos

mennesker omfatter symptomene oppkast, diaré, magesmerter, kvalme og svakhet, og sykdommen starter vanligvis innen 4 timer etter smitte og er vanligvis selvbegrensende. *S. aureus* forårsaker mer alvorlige symptomer hos spedbarn, eldre og andre mottakelige personer og kan til og med forårsake død. *S. aureus* vokser normalt ikke godt i rå fisk, men bakterien kan komme inn i prosessen på råstoffet eller inn i maten under bearbeiding, fra urene hender, uhygieniske redskaper og utstyr. *S. aureus* når vanligvis ikke toksiske nivåer, men antallet bakterier må opp i 500 000 til 1 million per gram for å gi symptomer. Bakterien kan vokse ved temperaturer over 7 °C, men toksindannelse skjer vanligvis ikke under 10 °C. Produkter som eksponeres i mer enn 12 timer ved temperaturer mellom 10 og 21 °C eller i mer enn 3 timer ved temperaturer over 21 °C, kan nå et toksisk nivå. Derfor bør kjøledyrfôr ikke oppbevares i romtemperatur i mer enn 3 timer. (FDA, 2022).

Y. enterocolitica

Y. enterocolitica kan forårsake sykdommen yersiniose. (FDA, 2022).. Den forårsaker vanligvis ikke sykdom hos kjøledyr (Quinn et al., 2011), men overføring av matbåren *Y. enterocolitica* fra husholdninger har blitt dokumentert (Miller et al., 2010). Hos mennesker kan bakterien forårsake feber, magesmerter, diaré, oppkast, leddgikt og i sjeldne tilfeller blodforgiftning (FDA, 2022). og/eller gulsott (Miller et al., 2010). Symptomene er mer alvorlige hos personer med svekket immunforsvar, svært unge og eldre (FDA, 2022). *Y. enterocolitica* vokser mellom 4 og 42 °C, og opphøre under -1,3 °C. Bakterien kan overleve i sterilt vann i 5 år. *Yersinia* spp. er utbredt i vannmiljøer, men ikke-patogene stammer dominerer, og *Y. enterocolitica* vokser normalt ikke godt i rå fisk, med mindre fiskens tilstand endres, for eksempel gjennom salting eller oksygenreduert emballasje (FDA, 2022). Humanpatogen *Y. enterocolitica* kan imidlertid finnes i fiskeprodukter, og har blitt observert i kommersielle utvalg av både regnbueørret og atlantisk laks i Storbritannia (Novoslavskij et al., 2016).. Langtidslagring av fôr bør skje ved nedfrysning, ettersom bakterien kan vokse til smittsomt nivå etter én dag i kjøleskap eller 2,5 timer i romtemperatur. (FDA, 2022).

Campylobacter

C. jejuni er kan forårsake sykdommen campylobacteriose. (FDA, 2022). Bakterien kan forårsake diaré hos hunder og finnes i avføringen til infiserte hunder, og kjøledyrfôr som inneholder *C. jejuni*, kan derfor være en smittekilde for mennesker i samme husholdning (Miller et al., 2010). Hos mennesker omfatter symptomene diaré, feber, magesmerter, kvalme, hodepine og muskelsmerter, og de kan starte 2-5 dager etter smitte og vare i 7-10 dager. (FDA, 2022). *C. jejuni* kan finnes i fiskeprodukter, men den finnes for det meste i ferskt rått kjøledyrfôr som inneholder fjørfekjøtt og ikke fiskeprodukter. Den finnes imidlertid vanligvis ikke i frosne produkter, ettersom bakterieinnholdet reduseres kraftig når den fryses ned (ACMSF, 2018) og den slutter å vokse ved 30 °C. For å unngå *C. jejuni*-infeksjon er det derfor nok å kjøpe frosne produkter eller fryse dem ned etter innkjøp (FDA, 2022)..

Vibrio

Vibrio spp. er bakterier som er vidt utbredt i fisk og vannmiljøer. Selv om flere arter av *Vibrio* kan forårsake sykdommer hos mennesker ved inntak av forurenset fisk eller skalldyr (Novoslavskij et al., 2016). forårsaker disse bakteriene ikke sykdommer hos katter eller hunder (Quinn et al., 2011) og de er ikke oppført som en bakterie som kan overføres fra hunder til mennesker (Ghasemzadeh og Namazi, 2015).

Parasitter

Parasitter som er spesielt bekymringsfulle i sjømat som råfôr til kjøledyr, er *Anisakis simplex* (kveis) hos katt, *Dioctophyma renale*, *Diphyllbothrium latum* (fiskebendelorm), *Opisthorchis tenuicollis* (trematoder i tynntarm, gallegang og bukspyttkjertel) og *Nanophyetus salmincola* (lakseinfeksjon) hos hund (Ahmed et al., 2021). Alle parasitter i fisk kan imidlertid drepes ved frysing ved -20 °C eller lavere i 7 dager

(FDA, 2022, MedlinePlus, 2021) eller ved -35 °C i 15 timer for å være sikker på å drepe alle egg fra fiskens bendelorm (MedlinePlus, 2021).

Virus

De eneste virusene som kan smitte gjennom inntak av rå fisk er norovirus (både humant virus og virus fra katt og hund) (Villabruna et al., 2019) og hepatitt A-virus. Norovirus kan forårsake oppkast, diaré, dehydrering og slapphet hos hunder og katter (Stott, 2021, Di Martino et al., 2016). Norovirus kan også overføres fra kjæledyr til eier, ettersom viruset kan leve lenge i miljøet. For å forhindre smitte fra kjæledyr til mennesker er generell hygiene det viktigste (PETCARERX, 2007). Hepatitt A forårsakes av humant adenovirus, som verken katter eller hunder kan smittes med (Balayan, 1992). Hunder kan smittes med hundeadenovirus og katter med felint adenovirus (Decaro, 2021). World Small Animal Veterinary Association (WSAVA) anbefaler på det sterkeste at vaksinasjon mot hundeadenovirus inkluderes i kjernevaksinasjonsprogrammene for hunder i alle land, uavhengig av omstendigheter eller geografisk beliggenhet (Day et al., 2016) og det er f.eks. inkludert i vaksinasjonsprogrammet for hunder på Island (Gæludýra klíníkin, 2021). Selv om hundene ikke er vaksinert, er det lite sannsynlig at de kan bli smittet ved å spise fisk, ettersom viruset som oftest smitter gjennom direkte kontakt med smittede hunder (Weir et al.). Det finnes ikke mye informasjon om felint adenovirus, men eksisterende publikasjoner tyder på at viruset smitter på samme måte som adenovirus hos hund, og det finnes ingen publikasjoner som kobler adenovirusinfeksjon hos katt til fiskekonsum (Decaro, 2021).

Giftstoffer

Giftstoffene som kan finnes i rå fisk, inkluderer naturlige giftstoffer i fisken, mykotoksiner, plantevernmidler, rester av oppdrettsmedisiner, tungmetaller og mineraler.

Mengden av de fleste giftstoffer og tungmetaller i fisk er for det meste lav, og kjæledyr trenger å spise bare eller mye rå fisk for å få negative effekter. Derfor er det viktig for kjæledyr å ha et variert kosthold fra mange kilder i stedet for bare én.

Tiaminase

Enkelte fiskearter har enzymet tiaminase, som blokkerer opptaket av tiamin i kosten (Lichtenberger, 2011). Tiamin er et vannløselig B-vitamin som er essensielt for hunder og katter. Det er viktig for at kroppen skal kunne utnytte karbohydrater som energi, og er spesielt viktig for at nervesystemet og hjertet skal fungere godt. Mangel på tiamin kan forårsake nevrologiske symptomer, unormal hjerterytme og gastrointestinale symptomer (Markovich et al., 2013). Dette er mest bekymringsfullt dersom kjæledyr kun eller hovedsakelig føres med rå fisk som inneholder tiaminase. Tiaminase ødelegges ved varmebehandling, men ikke ved nedfrysning (Gnaedinger og Krzeczowski, 1966). Tiaminase finnes ikke i verken laks eller torsk, som vanligvis brukes i kommersielle produkter. I tabell 2 er det en liste over fiskearter og deres innhold av tiaminase (Lichtenberger, 2011, Council et al., 1982). Råfôr til kjæledyr har imidlertid ofte lite eller ingen karbohydrater og krever derfor mindre tiamin, ettersom mindre karbohydrater krever mindre tiamin i karbohydratmetabolismen. (Markovich et al., 2013). Derfor er det trygt å føre katter og hunder med rå fisk så lenge det ikke er det eneste fôringsmaterialet, og så lenge man vet om fiskearten inneholder tiaminase eller ikke, og hvis den inneholder tiaminase, må dyrene også føres med fôr som inneholder tiamin i høy nok konsentrasjon, eller det må tilsettes en passende mengde tiamin i fôret.

Scombrotoksin

Fet fisk som ansjos, makrell, laks, tunfisk og sardiner av scombroid-familien kan være forurenset med bakterier som forårsaker høye konsentrasjoner av histamin. Inntak av store mengder histamin forårsaker scombrotoksinforgiftning hos katter og hunder, noe som kjennetegnes av alvorlige gastrointestinale symptomer, som oppkast og diaré. Symptomene inntreffer innen 30 minutter etter inntak (Craig, 2019). Det er gjort få studier av histaminmengden i fiskebasert katte- og hundefôr. I følge Altafini et al. (2022) reduseres histamininnholdet noe ved kjøle- og frysing, men øker noe ved lagring i høy temperatur. Dette resultatet er i samsvar med en annen studie utført av Guilford et al. (1994) i Nord-Amerika.

Tungmetaller

Tungmetaller kategoriseres som grunnstoffer med tetthet $> 5 \text{ g/cm}^3$, og noen av dem er essensielle for overlevelse og fungerer som mikronæringsstoffer ved lave konsentrasjoner, men blir giftige i høye konsentrasjoner. Tungmetaller er spesielt problematiske i akvakultur på grunn av deres evne til å holde seg lenge og akkumuleres i miljøet. De tungmetallene som utgjør den største trusselen mot sjømaten, er bly (Pb), arsen (As), kvikksølv (Hg), kadmium (Cd), krom (Cr), kobolt (Co), kobber (Cu), sink (Zn), mangan (Mn), jern (Fe) og nikkel (Ni) (Emenike et al., 2022). Kvikksølvnivået er høyt i enkelte fiskearter, men lavt i andre, se tabell 2 (NRDC, 2006). Oppdrettsfisk eksponeres for disse tungmetallene på flere måter, f.eks. gjennom fôret, vannet og huden. Noen tungmetaller, for eksempel As og Zn, forekommer naturlig i miljøet, mens andre kommer inn i vannmiljøet gjennom fiskefôr, gjødsel, bunnbelegg, landbruks- og industriavfall og avrenning. Tungmetaller kan sedimenteres og inkorporeres i sedimenter, men sedimenter er de største reservoarene for tungmetaller i vannmiljøet. Når tungmetallene er tatt opp, går de over i blodet og fordeles til ulike vev som lever, nyrer og gjeller, der de akkumuleres. Hvor raskt vannlevende dyr akkumulerer tungmetaller fra miljøet, avhenger av pH, temperatur, saltholdighet, alkalinitet, oppløst oksygen, art, utviklingsstadium, kjønn og alder. Fiskearter som befinner seg høyere i næringskjeden, akkumulerer mer metaller enn fiskearter som befinner seg lavere i næringskjeden (Emenike et al., 2022). Tungmetallene Pb, Zn, Cd, As og Hg kan føre til toksisitet hos hunder og katter når de inntas i høye doser (Craig, 2019, Volhard Dog Nutrition, 2021,). Tungmetalltoksisitet forårsaker vanligvis kliniske tegn knyttet til det nevrologiske og gastrointestinale systemet (Ware, 2023). Disse kliniske tegnene avhenger av kjæledyrets alder, dose og varighet av eksponeringen, ettersom metaller kan akkumuleres i dyrets vev over tid. For eksempel forårsaker akutt blytoksisitet ofte sentralnervøse symptomer, mens kronisk eller lav eksponering forårsaker gastrointestinale symptomer (Craig, 2019).

Mykotoksiner

Mykotoksiner er en gruppe giftige sekundære metabolitter som produseres av ulike soppfamilier som vokser på jordbruksvekster, eksempelvis *Aspergillus*, *Fusarium* og *Penicillium* (Mostashari et al., 2021). Følgelig kan disse toksinene påvises i plantebasert mat og i dyrefôr (Grandi et al., 2019) f.eks. i akvakulturfôr, noe som kan føre til at sjømatprodukter blir forurenset av disse toksinene (Mostashari et al., 2021). Avhengig av typen mykotoksin kan inntak av disse toksinene føre til akutte eller langsiktige helseskader (Macías-Montes et al., 2020). Både katter og hunder er svært mottakelige for mykotoksiner som produseres av *Aspergillus*- og *Penicillium*-arter (Craig, 2019). De kliniske tegnene på inntak av disse toksinene avhenger av typen mykotoksin, konsentrasjonen, varigheten av eksponeringen og dyrets art, kjønn, alder og helse. Det spanner fra enkel avvisning av mat til utvikling av kreftformer (Macías-Montes et al., 2020). og mykotoksiner produsert av *Penicillium* kan forårsake krampeanfall hos hunder (Craig, 2019). Flere typer mykotoksiner er påvist i sjømat, f.eks. har *Fusarium*-mykotoksinene enniatiner blitt påvist i europeisk havabbor, gullbrasse, tilapia, seabream, havabbor, panga, pangasius, etc. (Smaoui et al.,

2023) og atlantisk laks (Tolosa et al., 2020). I tillegg har andre mykotoksiner som aflatoksin (AF, produsert av *Aspergillus*), ochratoksin (OTA, produsert av *Aspergillus*, *Fusarium* og *Penicillium*), zearalenon (ZEA, produsert av *Fusarium*) og deoksynivalenol (DON, hovedsakelig produsert av *Fusarium*) blitt funnet i sjømat i flere studier (Smaoui et al., 2023, Tolosa et al., 2020, Huang et al., 2011, Gonçalves et al., 2020, Fang et al., 2019, Tolosa et al., 2014, de Godoy et al., 2022). Forekomsten av mykotoksiner i sjømat er direkte relatert til mykotoksinforurensning i akvakulturfôr, og enniatiner er påvist i rundt 90 % av alle testede fôrprøver av europeisk marint fiskefôr (Smaoui et al., 2023). Mykotoksiner kan overføres fra akvakulturfôr og råvarer til spiselige deler av fisken (Tolosa et al., 2020). (Tolosa et al., 2020). Vi vet imidlertid svært lite om risikoen ved mykotoksiner i akvakultur (Smaoui et al., 2023). Mykotoksiner kan også påvises i tørrfôr til kjæledyr (Grandi et al., 2019, Macías-Montes et al., 2020, Boermans og Leung, 2007). ettersom kjæledyrfôr generelt inneholder relativt store mengder korn og biprodukter fra korn, som kan inneholde mykotoksiner. Studier har vist at mykotoksininnholdet i kattemat kan overskride EFSA's veiledende verdier for mykotoksiner (Grandi et al., 2019). Ettersom det mangler toksikologiske data for marine produkter, kan ikke mykotoksinrisikoen bestemmes for fiskeprodukter, og vi kan derfor ikke avgjøre om fisk som kastes eller kommersielt tørrfôr utgjør en høyere risiko for kjæledyr i forbindelse med mykotoksinforurensning (Smaoui et al., 2023, Chain, 2014). Mykotoksiner er stabile, og det er komplisert å fjerne dem fra næringskjeden, og bearbeiding av maten reduserer mykotoksinnivåene noe, men fjerner dem ikke helt. (Smaoui et al., 2023). selv ved bruk av høyt trykk og høye temperaturer (Grandi et al., 2019) eller ved frysing (Allen et al., 2016). Derfor er det lurt å foreta en rutinemessig screening for mykotoksiner i fiskeavfall dersom det skal brukes til produksjon av kjæledyrfôr (Grandi et al., 2019).

Allergener

Noen katter og hunder kan utvikle allergi mot fisk, da fisk er et av de vanligste matallergenene hos katter, dog mindre vanlig hos hunder (Mueller et al., 2016). Matallergi forårsaker vanligvis atopisk dermatitt hos katter og hunder, men det kan også forårsake gastrointestinale symptomer (Imanishi et al., 2020, Guaguère og Prélaud, 2009). For å avgjøre om kjæledyrets kliniske symptomer er relatert til fiskeallergi, kan man gjennomføre en eliminasjonsdiett med ett eller flere fôrmidler som kjæledyret aldri tidligere har spist (Guaguère og Prélaud, 2009). Hvis det ser ut til å foreligge fiskeallergi, bør kjæledyret ikke føres med rå fisk, og det er viktig at produsenter av kjæledyrfôr oppgir alle ingredienser som kan finnes i fôret.

Forskrifter

Animalske biprodukter til kjæledyrfôr

Ifølge Europakommisjonen (2019) er det tillatt å produsere kjæledyrfôr basert på akvatiske dyr og deler av slike dyr, unntatt sjøpattedyr, dersom det ikke er tegn på sykdom som kan smitte til mennesker eller dyr. Animalske biprodukter fra akvatiske dyr med opprinnelse i virksomheter eller anlegg som produserer produkter til humant konsum kan også benyttes til kjæledyrfôr. Produsentene må imidlertid sørge for at risikoen for folke- og dyrehelsen kontrolleres ved trygg behandling. I denne forordningen skal trygge kilder omfatte bruk av materiale som ikke medfører noen uakseptabel risiko for folke- og dyrehelsen, materiale som er innsamlet og transportert fra innsamlingsstedet til produksjonsvirksomheten eller -anlegget under forhold som utelukker risiko for folke- og dyrehelsen, eller materiale som er importert til fellesskapet og transportert fra det første innførselsstedet til produksjonsvirksomheten eller -anlegget under forhold som utelukker risiko for folke- og dyrehelsen. Produsentene må fremlegge dokumentasjon på kravene til trygg innkjøp, inkludert bevis på sikkerhetstiltakene. Trygg behandling i denne forordningen må imidlertid omfatte en produksjonsprosess på det anvendte materialet som reduserer

risikoen for folke- og dyrehelsen fra det anvendte materialet eller fra andre stoffer som oppstår i produksjonsprosessen til et akseptabelt nivå, og som sikrer at det avledede produktet ikke utgjør noen uakseptabel risiko for folke- og dyrehelsen, særlig ved hjelp av testing av sluttproduktet. Alle ansatte som arbeider i en produksjonsbedrift for kjæledyrfôr der det brukes animalske biprodukter, må bruke egnede, rene og om nødvendig beskyttende klær. Alle ansatte må også skifte klær når de går fra uren til ren sektor, og utstyr og maskiner skal ikke flyttes fra uren til ren sektor uten først å ha blitt rengjort og desinfisert. Videre må produsenten utarbeide en plan for forflytning mellom uren og ren sektor i anlegget.

Fôrhygiene

Hygiene er viktig i all produksjon av fôr, uansett om fôret er beregnet på matproduserende dyr eller ikke-matproduserende dyr som katter og hunder. Forordning (EF) nr. 183/2005 (Europakommisjonen, 2005a) tar for seg hygiene i fôrproduksjonen for alle dyrearter. I henhold til denne forordningen må fôrvirksomhetsledere oppfylle ulike krav avhengig av om de driver primærproduksjon av fôr eller annen fôrvirksomhet enn primærproduksjon. Alle fôrvirksomheter skal imidlertid oppfylle spesifikke mikrobiologiske kriterier basert på vitenskapelige risikokriterier og iverksette tiltak eller prosedyrer som er nødvendige for å oppfylle spesifikke mål, holde anlegg og utstyr rent og sikre at fôret er rent. Videre må alle driftsansvarlige samarbeide med kompetente myndigheter i samsvar med relevant fellesskapslovgivning og nasjonal lovgivning som er forenlig med denne. De kompetente myndighetene skal føre et register over virksomheter, og fôrvirksomheter skal ikke drive uten verken registrering eller godkjenning fra myndighetene.

Krav til fôrvirksomheter på primærproduksjonsnivå for fôr Vedlegg I

Fôrvirksomhetsledere med ansvar for primærproduksjon av fôr skal sørge for at driften styres og utføres på en slik måte at farer som kan kompromittere fôrtryggheten forebygges, elimineres eller minimeres. Videre skal de, så langt det er mulig, sikre at primærprodukter som produseres, tilberedes, rengjøres, pakkes, lagres og transporteres under deres ansvar, er beskyttet mot forurensning og forringelse. For å oppfylle disse kravene skal fôrvirksomhetsledere overholde relevante forskrifter og nasjonale bestemmelser om kontroll av farer, herunder tiltak for å kontrollere farlig forurensning og tiltak knyttet til plantehelse, dyrehelse og miljø som har betydning for fôrsikkerheten, herunder programmer for overvåking og kontroll av zoonoser og zoonotiske agens. Alle anlegg, utstyr, beholdere, skap og kjøretøy som brukes i fôrproduksjonen må holdes rene og desinfiseres på en hensiktsmessig måte når det er nødvendig for å sikre at fôret er rent. For å forhindre farlig forurensning i fôret må produsentene bruke rent vann når det er nødvendig, forhindre at dyr og skadedyr kommer i kontakt med fôret så langt det er mulig, oppbevare og håndtere avfall og farlige stoffer separat og på en sikker måte, og sørge for at emballasjen ikke er en kilde til farlig forurensning. Fôrvirksomhetsledere må sørge for at det gjennomføres relevante analyser som er relevante for fôrtryggheten, og ta hensyn til resultatene av disse analysene. Fôrvirksomhetsledere som er ansvarlige for primærproduksjonen, må føre journal over tiltak for å kontrollere farer og gjøre relevant informasjon i denne journalen tilgjengelig for vedkommende myndighet. Nasjonale retningslinjer for god praksis for kontroll av farer i primærproduksjonen skal følges.

Krav til næringsmiddelforetak som ikke driver primærproduksjon vedlegg II

Fôrvirksomheter som driver annen virksomhet enn primærproduksjon, skal innføre, implementere og vedlikeholde en eller flere permanente skriftlige prosedyrer basert på HACCP-prinsippene (Hazard Analysis and Critical Control Points). I forordning (EF) nr. 1069/2009 (Europakommisjonen, 2019) fremgår det tydelig at produsenter av kjæledyrfôr må følge HACCP-prinsippet. Alle anlegg, alt utstyr, alle beholdere, kasser, kjøretøy og produksjonens umiddelbare omgivelser skal holdes rene, og det skal

iverksettes effektive programmer for skadedyrbekjempelse. I tillegg må hele produksjonen være utformet slik at det er mulig å gjennomføre tilstrekkelig rengjøring og/eller desinfeksjon, minimere risikoen for feil og unngå kontaminering, krysskontaminering og andre negative effekter på produktenes sikkerhet og kvalitet. Alle ansatte må være tydelig informert om sine plikter, sitt ansvar og sine fullmakter, og forvirksomhetene må sørge for at de ulike produksjonstrinnene utføres i henhold til fastsatte prosedyrer for å kontrollere de kritiske kontrollpunktene i produksjonsprosessen. Der det er hensiktsmessig, skal temperaturene holdes så lave som mulig for å unngå kondens og ødeleggelse. Forekomsten av forbudt fôr, uønskede stoffer og andre forurensninger som kan være skadelige for menneskers eller dyrs helse, skal overvåkes, og det skal iverksettes egnede kontrollstrategier for å minimere risikoen. Avfall og materialer som ikke er egnet som fôr, skal isoleres og identifiseres. Alt slikt materiale som inneholder farlige nivåer av veterinærmedisiner, forurensende stoffer eller andre farer, skal avhendes på en egnet måte og ikke brukes som fôr. Bearbeidet fôr skal skilles fra ubearbeidede fôrmidler og tilsetningsstoffer for å unngå krysskontaminering av det bearbeidede fôret, og det skal brukes egnede emballasjematerialer. Fôrvirksomhetsledere skal treffe tilstrekkelige tiltak for å sikre effektiv sporing av produktene, de må oppbevare dokumentasjon om råvarene som brukes i sluttproduktet, og detaljer om innkjøp, produksjon og salg av fôrråvarer. I tillegg må det tas prøver av ingrediensene i hvert parti av produkter som produseres og markedsføres i tilstrekkelig mengde, merkes og oppbevares under gode forhold for å sikre sporbarhet. Fôroperatørene må om nødvendig etablere et system for rask tilbakekalling av produkter i distribusjonen, definere hvordan en eventuell tilbakekalling skal foregå og gjennomgå en ny kvalitetskontroll før produktene settes i omlop igjen.

Systemer for risikoanalyse og kritiske kontrollpunkter (HACCP)

Som nevnt ovenfor må driftsansvarlige for andre fôrvirksomheter enn primærproduksjonen innføre et HACCP-system (Europakommisjonen, 2019). Ved utvikling av et HACCP-system er det flere ting som må være på plass. Alle farer som må forebygges, elimineres eller reduseres til et akseptabelt nivå, må identifiseres, kritiske kontrollpunkter (CCP) må identifiseres på det eller de trinnene der kontroll er avgjørende for å forebygge, eliminere eller redusere en fare til et akseptabelt nivå, og det må etableres kritiske grenser for hvert CCP og et system for å overvåke CCP. I tillegg må det være etablert korrigerende tiltak når overvåkningen indikerer at en bestemt CCP ikke er under kontroll. Det må være etablert prosedyrer for verifisering for å bekrefte at HACCP-systemet fungerer effektivt, og dette må dokumenteres.

Markedsføring av fôr

Forordning (EF) nr. 767/2009 (Europakommisjonen, 2018) diskuterer roller som må følges ved markedsføring av fôr. Som nevnt i forordning (EF) nr. 183/2005 (EU-kommisjonen, 2005a) (Europakommisjonen, 2005a) kan fôr bare markedsføres og brukes hvis det er trygt og ikke har en direkte negativ effekt på miljøet eller dyrevelferden. Videre må fôrprodusentene før fôret markedsføres forsikre seg om at fôret er sunt, ekte, uforandret, egnet til sitt formål og av salgbar kvalitet, og at det er merket, pakket og presentert i samsvar med denne forordningen. Merkingen skal være tydelig med hensyn til fôrets innhold, bruk, lagringstid og kontakthinformatjon fra fôroperatøren. Fôrråvarer og fôrblandinger kan bare markedsføres i forseglede pakninger eller beholdere som er forseglet på en slik måte at forseglingen er skadet og ikke kan gjenbrukes når pakningen eller beholderen åpnes. EU har ingen spesifikk lovgivning for emballasje til kjæledyrfôr, bortsett fra når det gjelder merking, men produsenter av kjæledyrfôr må være oppmerksomme på dette i henhold til artikkel 15.1 i forordning (EF) 178/2002. (Europakommisjonen, 2002a) er det forbudt å markedsføre fôr som ikke er trygt for den tiltenkte bruken,

men en del av dette er emballasjematerialer som kan migrere inn i fôret og forårsake helseskadelige effekter. (Keller og Heckman LLP's Packaging Practice Group, 2003).

Gift- og bakterienivåer i fôret

Noen stoffer kan ha skadelige effekter på mennesker og kjæledyr når de inntas i store mengder. Derfor har EU fastsatt grenseverdier for disse stoffene i mat og fôr. I henhold til forordning (EF) nr. 2073/2005 skal fiskeprodukter ikke ha høyere histamininnhold enn 100 mg/kg som gjennomsnittet av 9 prøveenheter, og ikke mer enn 2 prøveenheter skal ha verdier mellom 100 og 200 mg/kg. (Europakommisjonen, 2005b). Det er imidlertid ikke fastsatt noen grenseverdi for histamininnhold i kjæledyrfôr (Montegiove et al., 2020).

Det finnes ikke noe lovkrav om maksimumsinnhold av tunge giftstoffer i kjæledyrfôr i Europa. Det anbefales imidlertid at konsentrasjonen av Pb ikke overstiger 10 mg/kg i produkter beregnet på dyrefôr, at konsentrasjonen av Cd ikke overstiger 2 mg/kg i produkter beregnet på dyrefôr, at konsentrasjonen av Hg ikke overstiger 0,3 mg/kg i produkter beregnet på fôr til katter og hunder, og at konsentrasjonen av As ikke overstiger 2 mg/kg i produkter beregnet på dyrefôr (Europakommisjonen, 2002b) konsentrasjonen av Zn ikke overstiger 150 mg/kg i produkter beregnet på fôr til katter og hunder (EFSA Panel on Additives Products or Substances used in Animal Feed, 2014)..

Myndighetene har fastsatt maksimumsgrenser for enkelte mykotoksiner i Europa, og disse grensene er 2 µg/kg for AF-B1, 5 µg/kg for OTA, 1250 µg/kg for DON og 100 µg/kg for ZEA. Dagens lovgivning har imidlertid ingen etablerte maksimumsgrenser eller overvåkningsprogram for sjømat, mens de fleste organisasjoner og land har fastsatt forskrifter eller retningslinjer for maksimale konsentrasjoner av mykotoksiner i vegetabiliske matmatriser og dyrefôr (Smaoui m.fl., 2023). Spesifikke veiledende verdier anbefales for DON (2 mg/kg fôr til hunder), ZEA (0,2 mg/kg fôr). OTA (0,01 mg/kg fôr), T2 og HT-2 (0,05 mg/kg fôr til katt) er innført for fôr til hund og katt. (EU-kommisjonen, 2016).

Det finnes ingen spesifikke regler for prøvetaking og klargjøring av prøver for mikrobielt innhold i fiskavfall som skal brukes til kjæledyrfôr. Forordning (EF) nr. 2073/2005 nevner imidlertid at dersom det ikke finnes spesifikke regler for prøvetaking og klargjøring av testprøver, skal ISO (International Organization for Standardization) brukes som referansemeter (Europakommisjonen, 2005b). I Tyrkia er de mikrobielle kriteriene for råfôr til kjæledyr at det ikke skal påvises Salmonella i fem prøver på 25 g av det testede fôret og maksimalt 300 Enterobacteriaceae i 1 g av fem testede fôrprøver (antallet Enterobacteriaceae må ikke være mellom 10 og 300 i mer enn to av disse fem prøvene) (Tarım Ve Köyişleri Bakanlığında, 2008)..

Hvordan gjøre fôr basert på fiskeavfall trygt for katter og hunder?

Produksjon

For å minimere bakteriekontaminering i kjæledyrfôr basert på fiskeavfall, må produsentene følge hygienereglene hele veien, holde anlegget og alt utstyr rent, og de ansatte må sørge for god personlig hygiene (Europakommisjonen, 2019, Europakommisjonen, 2005a). Ettersom produksjonen av rått kjæledyrfôr ikke omfatter noe formelt avlivningstrinn (bortsett fra frysing), er det en potensiell risiko for mikrobiologisk kontaminering i det endelige produktet som markedsføres (ACMSF, 2018). Det er viktig at produksjonen skjer ved temperaturer som ikke fremmer vekst av sykdomsfremkallende bakterier som kan finnes i fisk som kastes slik at vekst av mikroorganismer og potensiell toksinproduksjon hemmes.

Det er derfor viktig å kontrollere temperatur i produksjonsonprosessen. Kjøling eller frysing av rå fisk vil bremse eller stoppe det meste av bakterieveksten (FDA, 2022).

Fôrvirksomheter som ikke driver primærproduksjon, må utvikle et HACCP-system for sin produksjon som alle ansatte kjenner til. For å etablere et HACCP-system må hver eneste risiko i alle deler av produksjonen identifiseres (Europakommisjonen, 2019). Som nevnt tidligere er de største risikoene ved å benytte fisekavfall som kjæledyrfôr bakterier og toksiner. De bakterielle risikoene som må testes regelmessig i produktet, er *L. monocytogenes*, *Salmonella*, *C. perfringens*, *C. botulinum*, *E. coli*, *B. cereus*, *S. aureus*, *Y. enterocolitica* og *C. jejuni*. De toksiske risikoene som må testes i alle er histamin, Pb, Cd, Hg, As, Zn, AF-B1, DON, OTA, T2, HT-2 og ZEA. Spesifikke retningslinjer for klargjøring av laboratorieprøver av dyrefôr, inkludert kjæledyrfôr finnes i <https://www.iso.org/standard/52285.html> der metoden for identifisering av tungmetaller, bakterier og mykotoksiner diskuteres. Artikkelen koster imidlertid 170 €, som fôroperatørene må kjøpe selv. Det anbefales at fiskearter med svært høyt Hg-innhold (tabell 1) ikke brukes i produksjon av fôr til katter og hunder, da skadene av kvikksølvforgiftning er irreversible (Hollinger, 2021, Leeson, 2021). Ved produksjon av kjæledyrfôr fra fiskearter (tabell 1) som inneholder tiaminase, må produsentene enten tilsette syntetisert tiamin (vitamin B1) i fôret eller opplyse i merkingen at kjæledyrene må få ekstra tiamin fra en annen kilde (Gnaedinger og Krzeczowski, 1966).

Emballasje, markedsføring og merking

Rå fisk som produseres for kjæledyr, er ofte enten frossen eller hermetisert. Når du kjøper rå fisk på boks, er det mindre sannsynlig at det er patogener i produktet hvis det er pakket i vann uten tilsatt salt i stedet for i olje (Scott, 2022). I dette kurset vil vi imidlertid fokusere på rå fisk som selges frossen. I henhold til forordning (EF) nr. 767/2009 (Europakommisjonen, 2018) skal produkter beregnet på dyrefôr være i forseglet emballasje eller beholder hvis de skal markedsføres, ellers kan produktet utsettes for mange former for forringelse fra produksjon til forbruk, for eksempel forurensning fra ulike kilder, fysiske skader som følge av dårlig håndtering, dehydrering og kjemiske skader som følge av dårlige lagringsforhold. Emballasjen må utgjøre en effektiv barriere med tilstrekkelig slag- og trykkfasthet for å forhindre mekaniske skader. Emballasjematerialet må velges med omhu, da det må ha tilstrekkelige barriereegenskaper (Johnston et al., 1994) og være trygt (ikke inneholde komponenter som kan migrere inn i fôret på et nivå som kan ha en negativ effekt på dyrenes helse ved inntak). (Keller and Heckman LLP's Packaging Practice Group, 2003). Den primære emballasjen som kommer i kontakt med frossen fisk, er vanligvis plast som er avledet fra en naturlig hydrokarbonkilde, men kartonger som generelt anses som mer miljøvennlige, kan også brukes (Johnston et al., 1994). For å være på den sikre siden når det gjelder emballasjemateriale, bør fôrprodusentene følge forordning (EU) nr. 10/2011 (Europakommisjonen, 2011) om plastmaterialer og -gjenstander beregnet på å komme i kontakt med næringsmidler og forordning (EF) nr. 1935/2004 (Europakommisjonen, 2004) om materialer og gjenstander beregnet på å komme i kontakt med næringsmidler.

For å unngå kontaminering eller andre negative effekter knyttet til fôret skal produktet være merket med næringsinnhold, klare instruksjoner om fôrets bruk og lagringstid. I henhold til forordning (EF) nr. 767/2009 (Europakommisjonen, 2018) skal produktet også merkes med kontaktinformasjon fra fôroperatøren. Rå fisk til kjæledyrfôr kan enten oppbevares i kjøleskap eller i fryser, men rå fisk bør ikke konsumeres etter å ha vært nedkjølt i mer enn 1-2 dager, mens frysing av rått kjæledyrfôr gir lengre lagringstid. Hverken frysing av råfôr før fôring eller kjøp av frysetørket kommersielt kjæledyrfôr eliminerer imidlertid bakterier, da frysing er en ineffektiv metode for å drepe de fleste bakterier (FDA, 2022, Miller et al., 2010, ACMSE, 2018). Frossen mat kan tines ved å plassere den i kjøleskapet eller

tines i en bolle på benken, uten å la maten stå ute når den er tint. Det anbefales ikke å tine rått kjæledyrfôr i varmt vann, for når maten blir varmere enn 4,5 °C, begynner bakteriene å formere seg. Derfor er det viktig å holde maten ved en konstant temperatur på 4,5 °C eller lavere (Perfectly Rawsome) og det er også viktig å unngå at fôret blir stående i romtemperatur i mer enn 2 timer for å unngå at bakterier formerer seg til et smittomt nivå (FDA, 2022). Eierne bør derfor bare gi kjæledyrene sine så mye råfôr at de vet at de kan spise det på under to timer, hvis ikke må de kaste det som er igjen. Ettersom mennesker er mer utsatt for matbårne patogener enn kjæledyr, er det viktig å skille all rå kjæledyrmat fra menneskemat og bruke separate redskaper når maten tilberedes. I tillegg er det svært viktig med god personlig hygiene, f.eks. bør man alltid vaske hendene før og etter håndtering av rå kjæledyrmat, etter rengjøring av tilberedningsområdet og etter å ha plukket opp kjæledyrets avføring. Et rent og ryddig tilberedningsområde er en viktig del av forebyggingen av krysskontaminering.

Vedlikehold av et rent tilberedningsområde består i å fjerne mat som ikke er spist, desinfisere alle overflater som rå mat har vært i kontakt med, og rengjøre gjenstander som brukes til tilberedning og fôring (Miller et al., 2010, Perfectly Rawsome). Ekstra forholdsregler bør tas når det er mennesker eller kjæledyr i husholdningen som har immundepende infeksjoner (f.eks. humant immunsviktvirus (HIV), felint leukemivirus, felint immunsviktvirus), gjennomgår cellegiftbehandling eller behandles med betennelsesdempende medisiner. Siden barn og eldre er mer mottakelige enn friske voksne, bør det også tas ekstra forholdsregler i husholdninger med eldre og barn, og de bør ikke delta i rengjøringen av kattens kattedo eller i tilberedningen av fôret. Det anbefales at personer som er ekstremt mottakelige for infeksjonssykdommer, ikke bør fôre kjæledyrene sine med BARF (Miller et al., 2010).

Merkingen bør omfatte:

- Ingrediensliste, opplys om at fiskeprotein kan føre til allergiske reaksjoner hos enkelte dyr.
- Oppgi om fiskearten som brukes har tiaminase og om kjæledyrene trenger tiamin fra andre fôrklider.
- Lagringstid:
 - I fryseren.
 - I kjøleskap, og etter åpning i kjøleskap.
 - I romtemperatur.
- Mat til kjæledyr bør holdes adskilt fra menneskemat.
- Kontakt veterinær hvis en eller flere personer eller kjæledyr i husholdningen er mottakelige for infeksjoner.

Tabell 1. Oppsummering av bakterierisiko i rå fisk beregnet på kjæledyrfôr.

	Forårsaker sykdom hos katter og hunder	Overføring til mennesker	Kilde/ fiskeart	Symptomer	Forebyggende tiltak
<i>B. cereus</i>	Lav risiko	Ja	Vokser ikke naturlig godt i rå fisk. Utbredt i sjømat. Har blitt isolert fra tørrfôr til kjæledyr.	Oppkast og diaré	Frys (ingen tidsbegrensning) eller oppbevar i kjøleskap i mindre enn 5 dager, ikke la maten stå i romtemperatur i mer enn 3 timer.
<i>C. jejuni</i>	Ja	Ja	Ikke mye i fiskeprodukter, mest i rått fjørfekjøtt.	Diaré hos hunder, diaré, feber, magesmerter, kvalme, hodepine og muskelsmerter hos mennesker.	Frysing reduserer innholdet av campylobacter kraftig, og de vokser ikke ved temperaturer under 30 °C.
<i>C. botulinum</i>	Ja	Muligens	Naturlig i vannmiljøet Høy forekomst av toksin av type E i ferskvanns- og sjøsedimenter i Skandinavia, Grønland, kanadiske ledd og Østersjøen. Toksiner av type A og B er påvist i sjøvann og ferskvannsfisk i Frankrike. Type C-toksin er funnet i noen fiskearter, og skal være mer utbredt i varmt vann.	Generalisert lammelse som kan ende med døden.	Frys (ingen tidsbegrensning) eller oppbevar i kjøleskap i mindre enn 7 dager, ikke la maten stå i romtemperatur i mer enn 2 timer.
<i>C. perfringens</i>	Ja	Ja	Vokser vanligvis ikke godt i fisk	Magesmerter og diaré, intermitterende diaré hos katter og hunder	Frys eller oppbevar i kjøleskap (ingen tidsbegrensning), ikke la maten stå i romtemperatur i mer enn 2 timer.
<i>E. coli</i>	Lav risiko (unntatt for mynder)	Ja	Vokser ikke naturlig godt i rå fisk. Har ofte blitt funnet i rått kjøtt i fôr til kjæledyr.	Avhengig av belastningen. Hos mennesker: magesmerter, diaré, oppkast, feber, frysninger, dehydrering, elektrolyttforstyrrelser, høy surhetsgrad i kroppsvæskene og generelt ubehag. Hos kappløpende mynder: erytem, sårdannelse i ekstremiteter og glomerulær patologi i nyrene	Frys eller oppbevar i kjøleskap (ingen tidsbegrensning), ikke la maten stå i romtemperatur i mer enn 2 timer.
<i>L. monocytogenes</i>	Ja	Ja	Både ferskvanns- og saltvannsoppdrettsanlegg Fiskeslakteri	Kvalme, diaré og feber hos kjæledyr, milde influensalignende symptomer (listeriose) hos mennesker, mer alvorlige symptomer	Frys (ingen tidsbegrensning) eller oppbevar i kjøleskap i mindre enn 7 dager, ikke la

			Prevalens isolert i fiskearter korrelerer med menneskelig aktivitet. Heller i temperert klima enn i varmere, og er blant annet funnet i fiskeprodukter i Danmark, Storbritannia og Finland. Lavt antall utbrudd i forbindelse med inntak av fisk	hos immunsvekkede, kan føre til abort hos både mennesker og kjæledyr.	den stå i romtemperatur i mer enn 3 timer.
<i>Salmonella sp.</i>	Ja	Ja	Inhiberes ikke naturlig i vannmiljøet Hovedsakelig forårsaket av sviktende hygiene i oppdrettsnæringen Har blitt isolert fra ulike typer sjømat. Høyest forekomst hos filtrerende organismer og fiskearter med høyt fettinnhold. Bare påvist i kommersiell fisk i Europa én gang, lite data. Det er heller i varmere vann, og er f.eks. funnet i fiskeprodukter i Hellas.	Gastrointestinal (salmonellose), kvalme, oppkast, diaré, kan føre til kroniske symptomer på reaktiv artritt hos mottakelige personer.	Frys eller oppbevar i kjøleskap (ingen tidsbegrensning), ikke la maten stå i romtemperatur i mer enn 2 timer.
<i>S. aureus</i>	Lav risiko	Ja	Vokser ikke naturlig godt i rå fisk. Kan tilføres produktet ved direkte eller indirekte kontakt med mennesker.	Oppkast, diaré, magesmerter, kvalme og svakhet. Mer alvorlig hos mottakelige personer og kan til og med forårsake død.	Frys eller oppbevar i kjøleskap (ingen tidsbegrensning), ikke la maten stå i romtemperatur i mer enn 3 timer.
<i>Y. enterocolitica</i>	Nei	Ja	Finnes i stor utstrekning i vannmiljøer. Ikke-patogene stammer dominerer. Vokser ikke naturlig godt rå fisk. Patogene stammer har blitt observert i kommersielle utsalgsteder i Europa. Har blitt observert hos regnbueørret og atlantisk laks i Storbritannia.	Feber, magesmerter, diaré, oppkast, leddgikt og i sjeldne tilfeller blodforgiftning og/eller gulsott.	Frys ned (ingen tidsbegrensning) eller oppbevar i kjøleskap i mindre enn 1 døgn, ikke la maten stå i romtemperatur i mer enn 2,5 timer.

Tabell 2. Innhold av tiaminase og kvikksølv i ulike fiskearter (ikke oversatt).

Taxonomy		Thiaminase	Mercury
Marine water			
Anchovies (Engraulidae)		Yes	Low
Broad-striped anchovy	<i>Anchoa hepsetus</i>	Yes	Low
Californian anchovy	<i>Engraulis mordax</i>	Yes	Low
Goldspotted grenadier anchovy	<i>Coilia dussumieri</i>	Yes	Low
European anchovy	<i>Engraulis encrasicolus</i>	Yes	Low
Japanese anchovy	<i>Engraulis japonicus</i>	Yes	Low
Peruvian anchovy	<i>Engraulis ringens</i>	Yes	Low
Herrings (Clupeidae)		Yes	Low
Atlantic herring	<i>Clupea harrengus harrengus</i>	Yes	Low
Baltic herring	<i>Clupea harengus membras</i>	Yes	Low
Araucanian herring	<i>Clupea bentincki</i>	Yes	Low
Pacific herring	<i>Clupea pallasii</i>	Yes	Low
Atlantisk menhaden	<i>Brevoortia tyrannus</i>	Yes	Low
Gulf menhaden	<i>Brevoortia patronus</i>	Yes	Low
Razor belly sardine	<i>Harengula jaguana</i>	Yes	Low
European pilchard	<i>Sardina pilchardus</i>	Yes	Low
Alewite	<i>Alosa pseudoharengus</i>	Yes	Low
Gizzard Shad	<i>Dorosoma cepedianum</i>	Yes	Low
Mackerels, tunas, bonitos (Scombridae)			
Skipjack tuna	<i>Katsuwonus pelamis</i>	Yes	Moderate
Yellowfin tuna	<i>Neothunnus macropterus</i>	Yes	High
Chilean jack mackerel	<i>Trachurus murphyi</i>	Yes	
Chub mackerel	<i>Scomber japonicus</i>	Yes	Low
Atlantic mackerel	<i>Scomber scombrus</i>	No	Low
Kawakawa	<i>Euthynnus affinis</i>	No	Moderate
Bigeye tuna	<i>Thunnus obesus</i>		Very high
Ahi tuna			Very high
Spanish mackerel	<i>Scomberomorus regalis</i>		High
Atlantic Spanish mackerel	<i>Scomberomorus maculatus</i>		High
King mackerel	<i>Scomberomorus cavalla</i>		Very high
Jacks (Carangidae)			
Bigeye scad	<i>Selar crumenophthalmus</i>	Yes	
Giant trevally	<i>Caranx ignobilis</i>	Yes	
Doublespotted queenfish	<i>Scomberoides lysan</i>	Yes	
Greater amberjack	<i>Seriola dumerilii</i>	No	
Yellowtail scad	<i>Atule mate</i>	No	
Mackerel scad	<i>Decapterus pinnulatus</i>	No	
Dolphinfishes (Coryphaenidae)			
Common dolphinfish	<i>Coryphaena hippurus</i>	Yes	Moderate
Mulletts (Mugilidae)			
Flathead mullet	<i>Mugil cephalus</i>	Yes	Low
Other mullets	<i>Mugil spp.</i>	No	Low
Swordfish (Xiphiidae)			
Swordfish	<i>Xiphias gladius</i>	Yes	Very high
Sprats			
European Sprat	<i>Sprattus sprattus</i>	No	
Black and Caspian Sea sprat	<i>Clupeonella cultriventris</i>	Yes	
Moray eels (Muraenidae)			
Southern ocellated moray	<i>Gymnothorax ocellatus</i>	Yes	
Snappers (Lutjanidae)			
Green jobfish	<i>Aprion virescens</i>	Yes	Moderate
Ruby snapper	<i>Etelis carbunculus</i>	Yes	Moderate
Crimson jobfish	<i>Pristipomoides filamentosus</i>	Yes	Moderate
Goatfishes (Mullidae)			
Red Sea goatfish	<i>Mulloidichthys auriflamma</i>	Yes	

Yellowstripe goatfish	<i>Mulloidichthys samoensis</i>	Yes	
Manybar goatfish	<i>Parupeneus multifasciatus</i>	Yes	
Butterfishes (Stromateidae)			
American butterfish	<i>Peprilus triacanthus</i>	Yes	Low
Bonefishes (Albulidae)			
Bonefish	<i>Albula vulpes</i>	Yes	
Milkfish (Chanidae)			
Milkfish	<i>Chanos chanos</i>	Yes	
Aholeholes (Kuhliidae)			
Hawaiian flagtail	<i>Kuhlia sandvicensis</i>	Yes	
Morid cods (Moridae)			
Black cod	<i>sp. indet.</i>	Yes	Moderate
Threadfins (Polynemidae)			
Sixfinger threadfin	<i>Polydactylus sexfilis</i>	Yes	
Parrotfishes (Scaridae)			
Regal parrot	<i>Scarus dubius</i>	Yes	
Joel			
<i>Big-scale sand smelt</i>	<i>Atherina boyeri</i>	No	
Righteye flounders (Pleuronectidae)			
Winter flounder	<i>Pseudopleuronectes americanus</i>	No	Low
Lemon sole	<i>Pseudopleuronectes americanus</i>	No	Low
Pacific sole	<i>Microstomus pacificus</i>		Low
American plaice	<i>Hippoglossoides platessoides</i>	No	Low
Yellowtail flounder	<i>Limanda ferruginea</i>	No	Low
Atlantic halibut	<i>Hippoglossus hippoglossus</i>	No	Moderate
Pacific halibut	<i>Hippoglossus stenolepis</i>		Moderate
European plaice	<i>Pleuronectes platessa</i>	No	Low
Cods and haddock (Gadidae)			
Atlantic cod	<i>Gadus morhua</i>	No	
Haddock	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	No	Low
Saithe, Pollock	<i>Pollachius spp.</i>	No	Low
Whiting	<i>Merlangius merlangus</i>		Low
Drums or croakers (Sciaenidae)			
Atlantic croaker	<i>Micropogonias undulates</i>	No	Low
Southern kingfish	<i>Menticirrhus americanus</i>	No	
Spot croaker	<i>Leiostomus xanthurus</i>	No	
White croaker	<i>Genyonemus lineatus</i>		Moderate
Silver seatrout	<i>Cynoscion nothus</i>	No	Moderate
Sand weakfish	<i>Cynoscion arenarius</i>	No	Moderate
Wrasses (Labridae)			
Cunner	<i>Tautoglabrus adspersus</i>	No	
Tautog	<i>Tautoga onitis</i>	No	
Cutlassfishes (Trichiuridae)			
Largemouth hairtail	<i>Trichiurus lepturus</i>	No	
Dogfish sharks (Squalidae)			
Piked dogfish	<i>Squalus acanthias</i>	No	Very high
Phycid hakes (Phycidae)			
Hake	<i>Urophycis spp</i>	No	Low
Merluccid hakes (Merlucciidae)			
Silver hake	<i>Merluccius bilinearis</i>	No	Low
Lizardfishes (Synodontidae)			
Inshore lizardfish	<i>Synodus foetens</i>	No	
Porgies (Sparidae)			
Southern porgy	<i>Stenotomus chrysops</i>	No	
Rockfishes (Sebastidae)			
Redfish	<i>Sebastes marinus</i>	No	Low
Sea basses and Groupers (Serranidae)			
Black seabass	<i>Centropristis striata</i>	No	High
Groupers	<i>Epinephelinae</i>		High

Sea catfishes (Ariidae)			
Hardhead sea catfish	<i>Ariopsis felis</i>	No	Low
Searobins (Triglidae)			
Seorbin	<i>Prionotus spp.</i>	No	
Surgeonfishes (Acanthuridae)			
Eyestripe surgeonfish	<i>Acanthurus dussumieri</i>	No	
Billfishes (Istiophoridae)			
Atlantic blue marlin	<i>Makaira nigricans</i>	No	Very high
Soldierfishes (Holocentridae)			
Blotcheye soldierfish	<i>Myripristis berndti</i>	No	
Bigeyes (Priacanthidae)			
Glasseye	<i>Heteropriacanthus cruentatus</i>	No	
Barracudas (Sphyraenidae)			
Great barracuda	<i>Sphyraena barracuda</i>	No	
Skates (Rajidae)			
Skate	<i>Raja sp.</i>	No	Moderate
True soles (Soleidae)			
Common sole	<i>Solea solea</i>	No	
Tilefish (Malacanthidae)			
			Very high
Slimehead (Trachichthyidae)			
Orange roughy	<i>Hoplostethus atlanticus</i>		Very high
Notothenes (Nototheniidae)			
Patagonian toothfish	<i>Dissostichus eleginoides</i>		High
Pomatomidae			
Bluefish	<i>Pomatomus saltatrix</i>		High
Sablefishes (Anoplopomatidae)			
Sablefish	<i>Anoplopoma fimbria</i>		Moderate
Goosefish (Lophiidae)			
Monkfish	<i>Lophius spp.</i>		Moderate
Brackfish (freshwater to marine)			
Lampreys (Petromyzontidae)			
Sea lamprey	<i>Petromyzon marinus</i>	Yes	
Sculpins (Cottidae)			
Fourhorn Sculpin	<i>Triglopsis quadricornis</i>	Yes	
Salmonids (Salmonidae)			
			Low
Pink salmon	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	Yes	Low
Chum salmon	<i>Oncorhynchus keta</i>	Yes	Low
Lake whitefish	<i>Coregonus clupeaformis</i>		Low
Round whitefish	<i>Prosopium cylindraceum</i>	Yes	Low
Atlantic and baltic salmon	<i>Salmon salar</i>	No	Low
Rainbow trout	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	No	Low
Lake herring	<i>Coregonus artedii</i>	No	Low
Coho salmon	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	No	Low
Sea trout	<i>Salmo trutta</i>	No	Low
Bloater	<i>Coregonus hoyi</i>	No	Low
Lake trout	<i>Salvelinus namaycush</i>	No	Low
Smelt (Osmeridae)			
Rainbow smelt	<i>Osmerus mordax</i>	Yes	
Pond smelt	<i>Hypomesus olidus</i>	No	
True eels (Anguillidae)			
Common eel	<i>Anguilla anguilla</i>	No	
American eel	<i>Anguilla rostrata</i>	No	
Neotropical silverside (Atherinopsidae)			
Jack silverside	<i>Atherinopsis californiensis</i>		Moderate
Shads (Alosidae)			
American shad	<i>Alosa sapidissima</i>		Low

Freshwater			
Catfishes (Ictaluridae)			
Brown bullhead catfish	<i>Ameiurus nebulosus</i>	Yes	Low
Black bullhead catfish	<i>Ameiurus melas</i>	Yes	Low
Channel catfish	<i>Ictalurus punctatus</i>	Yes	Low
Hakes and burbots (Lotidae)			
Burbot	<i>Lota lota</i>	Yes	Low
Tusk	<i>Brosme brosme</i>	No	Low
Temperate basses (Moronidae)			
White bass	<i>Morone chrysops</i>	Yes	
Striped bass	<i>Morone saxatilis</i>		Moderate
Loaches (Cobitidae)			
Loach, Weatherfish	<i>Misgurnus sp</i>	Yes	
Minnows and carps (Cyprinidae)			
Common bream	<i>Abramis brama</i>	Yes	Moderate
Goldfish	<i>Carassius auratus</i>	Yes	Moderate
Eurasian carp	<i>Cyprinus carpio</i>	Yes	Moderate
Fathead minnow	<i>Pimephales promelas</i>	Yes	Moderate
Central stoneroller	<i>Camptostoma anomalum</i>	Yes	Moderate
Emerald shiner	<i>Notropis atherinoides</i>	Yes	Moderate
Spottail shiner	<i>Notropis hudsonius</i>	Yes	Moderate
Olive barb	<i>Puntius sarana</i>	Yes	Moderate
Suckers (Catostomidae)			
White sucker	<i>Catostomus commersonii</i>	Yes	
Bigmouth buffalo	<i>Ictiobus cyprinellus</i>	Yes	
Bowfins (Amiidae)			
Bowfin	<i>Amia calva</i>		
Perches (Percidae)			
Yellow perch	<i>Perca flavescens</i>	No	Moderate
European perch	<i>Perca fluviatilis</i>	No	Moderate
Walleye	<i>Sander vitreus</i>	No	Moderate
North American Sunfishes (Centrarchidae)			
Largemouth bass	<i>Micropterus salmoides</i>	No	Moderate
Northern rock bass	<i>Ambloplites rupestris</i>	No	
Northern smallmouth bass	<i>Micropterus dolomieu</i>	No	Moderate
Blue gill	<i>Lepomis macrochirus</i>	No	
Black crappie	<i>Pomoxis nigromaculatus</i>	No	
Pumpkinseed	<i>Lepomis gibbosus</i>	No	
Ayu fish (Plecoglossidae)			
Ayu	<i>Plecoglossus altivelis</i>	No	
Gars (Lepisosteidae)			
Longnose gar	<i>Lepisosteus osseus</i>	No	
Pikes (Esocidae)			
Northern pikes	<i>Esox lucius</i>	No	
Cichlids (Cichlidae)			
Tilapia	Various species	No	Low

Referanser

- The U.S. Food and Drug Administration (FDA) 2022. *Fish and Fishery Products: Hazards and Controls Guidance June 2022 Edition*.
- Novoslavskij, A., Terentjeva, M., Eizenberga, I., Valciņa, O., Bartkevičs, V. & Bērziņš, A. 2016. Major foodborne pathogens in fish and fish products: a review. *Annals of Microbiology*, 66, 1-15.
- Miller, E. P., Ahle, N. W. & DeBey, M. C. 2010. Food Safety. In: HAND, M. S., THATCHER, C. D., REMILLARD, R. L., ROUDEBUSH, P. & NOVOTNY, B. J. (eds.) *Small Animal Clinical Nutrition*. 5 ed. St. Louis, MO, USA: Mark Morris Institute.
- Craig, J. M. 2019. Food intolerance in dogs and cats. *Journal of Small Animal Practice*, 60, 77-85.
- ACMSF 2018. 1 ACM/1270 Annex A Advisory Committee on the Microbiological Safety of Food. Raw Pet Food. UK.
- Nemser, S. M., Doran, T., Grabenstein, M., McConnell, T., McGrath, T., Pamboukian, R., Smith, A. C., Achen, M., Danzeisen, G., Kim, S., Liu, Y., Robeson, S., Rosario, G., McWilliams Wilson, K. & Reimschuessel, R. 2014. Investigation of *Listeria*, *Salmonella*, and toxigenic *Escherichia coli* in various pet foods. *Foodborne Pathog Dis*, 11, 706-9.
- Ghasemzadeh, I. & Namazi, S. H. 2015. Review of bacterial and viral zoonotic infections transmitted by dogs. *J Med Life*, 8, 1-5.
- Quinn, P. J., Markey, B. K., Leonard, F. C., Hartigan, P., Fanning, S. & Fitzpatrick, E. S. 2011. *Veterinary Microbiology and Microbial Disease*, Wiley.
- Brooks, W., DVM & DABVP. 2021. *Clostridium perfringens Causes Diarrhea in Dogs* [Online]. Available: <https://veterinarypartner.vin.com/default.aspx?pid=19239&catId=102899&id=4952429> [Accessed 18.04 2023].
- Tams, T. R., DVM & DACVIM. 2010. *Acute and chronic diarrhea in dogs and cats: Giardiasis, Clostridium perfringens Enterotoxigenesis, Tritrichomonas foetus, and Cryptosporidiosis (Proceedings)* [Online]. Available: <https://www.dvm360.com/view/acute-and-chronic-diarrhea-dogs-and-cats-giardiasis-clostridium-perfringens-enterotoxigenesis-tritrich> [Accessed 18.04 2023].
- Viegas, F. M., Ramos, C. P., Xavier, R. G. C., Lopes, E. O., Júnior, C. A. O., Bagno, R. M., Diniz, A. N., Lobato, F. C. F. & Silva, R. O. S. 2020. Fecal shedding of *Salmonella* spp., *Clostridium perfringens*, and *Clostridioides difficile* in dogs fed raw meat-based diets in Brazil and their owners' motivation. *PLOS ONE*, 15, e0231275.
- Verma, A., Carney, K., Taylor, M., Amsler, K., Morgan, J., Gruszynski, K., Erol, E., Carter, C., Locke, S., Callipare, A. & Shah, D. H. 2021. Occurrence of potentially zoonotic and cephalosporin resistant enteric bacteria among shelter dogs in the Central and South-Central Appalachia. *BMC Veterinary Research*, 17, 313.
- Hellgren, J., Hästö, L. S., Wikström, C., Fernström, L. L. & Hansson, I. 2019. Occurrence of *Salmonella*, *Campylobacter*, *Clostridium* and *Enterobacteriaceae* in raw meat-based diets for dogs. *Vet Rec*, 184, 442.
- Weese, J. S., Rousseau, J. & Arroyo, L. 2005. Bacteriological evaluation of commercial canine and feline raw diets. *Can Vet J*, 46, 513-6.
- Kim, J., An, J. U., Kim, W., Lee, S. & Cho, S. 2017. Differences in the gut microbiota of dogs (*Canis lupus familiaris*) fed a natural diet or a commercial feed revealed by the Illumina MiSeq platform. *Gut Pathog*, 9, 68.
- Schmidt, M., Unterer, S., Suchodolski, J. S., Honneffer, J. B., Guard, B. C., Lidbury, J. A., Steiner, J. M., Fritz, J. & Kölle, P. 2018. The fecal microbiome and metabolome differs between dogs fed Bones and Raw Food (BARF) diets and dogs fed commercial diets. *PLoS One*, 13, e0201279.
- Hyttiä, E., Hielm, S. & Korkeala, H. 1998. Prevalence of *Clostridium botulinum* type E in Finnish fish and fishery products. *Epidemiol Infect*, 120, 245-50.

- Hielm, S., Björkroth, J., Hyytiä, E. & Korkeala, H. 1998. Prevalence of *Clostridium botulinum* in Finnish trout farms: pulsed-field gel electrophoresis typing reveals extensive genetic diversity among type E isolates. *Appl Environ Microbiol*, 64, 4161-7.
- Lalitha, K. V. & Gopakumar, K. 2001. Growth and toxin production by *Clostridium botulinum* in fish (*Mugil cephalus*) and shrimp (*Penaeus indicus*) tissue homogenates stored under vacuum. *Food Microbiology*, 18, 651-657.
- Nol, P., Rocke, T. E., Gross, K. & Yuill, T. M. 2004. Prevalence of neurotoxic *Clostridium botulinum* type C in the gastrointestinal tracts of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) in the Salton Sea. *J Wildl Dis*, 40, 414-9.
- Meurens, F., Carlin, F., Federighi, M., Filippitzi, M. E., Fournier, M., Fravallo, P., Ganière, J. P., Grisot, L., Guillier, L., Hilaire, D., Kooh, P., Le Bouquin-Leneveu, S., Le Maréchal, C., Mazuet, C., Morvan, H., Petit, K., Vaillancourt, J. P. & Woudstra, C. 2022. *Clostridium botulinum* type C, C/D, and D/C: An update. *Front Microbiol*, 13, 1099184.
- Ontario. 2022. *Animal health: Botulism* [Online]. Available: <https://www.ontario.ca/page/animal-health-botulism> [Accessed 12.04 2023].
- Labbé, R. & Rahmati, T. 2012. Growth of enterotoxigenic *Bacillus cereus* on salmon (*Oncorhynchus nerka*). *J Food Prot*, 75, 1153-6.
- Boost, M. V., O'Donoghue, M. M. & James, A. 2008. Prevalence of *Staphylococcus aureus* carriage among dogs and their owners. *Epidemiol Infect*, 136, 953-64.
- Abdel-moein, K. A. & Samir, A. 2011. Isolation of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* from pet dogs and cats: a public health implication. *Vector Borne Zoonotic Dis*, 11, 627-9.
- Bierowiec, K., Płoneczka-Janeczko, K. & Rypuła, K. 2016. Is the Colonisation of *Staphylococcus aureus* in Pets Associated with Their Close Contact with Owners? *PLOS ONE*, 11, e0156052.
- Scott, E., Duty, S. & McCue, K. 2009. A critical evaluation of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and other bacteria of medical interest on commonly touched household surfaces in relation to household demographics. *Am J Infect Control*, 37, 447-53.
- Ahmed, F., Cappai, M. G., Morrone, S., Cavallo, L., Berlinguer, F., Dessì, G., Tamponi, C., Scala, A. & Varcasia, A. 2021. Raw meat based diet (RMBD) for household pets as potential door opener to parasitic load of domestic and urban environment. Revival of understated zoonotic hazards? A review. *One Health*, 13, 100327.
- MedlinePlus. 2021. *Fish tapeworm infection* [Online]. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US). Available: <https://medlineplus.gov/ency/article/001375.htm> [Accessed 13.06 2023].
- Villabruna, N., Koopmans, M. P. G. & de Graaf, M. 2019. Animals as Reservoir for Human Norovirus. *Viruses*, 11.
- Stott, D. 2021. *Can Dogs Get Norovirus?* [Online]. Available: <https://wagwalking.com/wellness/can-dogs-get-norovirus> [Accessed].
- Di Martino, B., Di Profio, F., Melegari, I., Sarchese, V., Cafiero, M. A., Robetto, S., Aste, G., Lanave, G., Marsilio, F. & Martella, V. 2016. A novel feline norovirus in diarrheic cats. *Infect Genet Evol*, 38, 132-137.
- PETCARERX. 2007. *Norovirus Can Live On Pets What Can You Do To Protect Them From The Virus?* [Online]. Available: <https://www.petcarerx.com/article/norovirus-can-live-on-pets/6330> [Accessed].
- Balayan, M. S. 1992. Natural hosts of hepatitis A virus. *Vaccine*, 10 Suppl 1, S27-31.
- Decaro, N. 2021. 23 - Infectious Canine Hepatitis and Feline Adenovirus Infection. In: SYKES, J. E. (ed.) *Greene's Infectious Diseases of the Dog and Cat (Fifth Edition)*. Philadelphia: W.B. Saunders.
- Day, M. J., Horzinek, M. C., Schultz, R. D. & Squires, R. A. 2016. WSAVA Guidelines for the vaccination of dogs and cats. *J Small Anim Pract*, 57, E1-e45.
- Gæludýra klíníkin. 2021. *Bólusetningar hunda, katta og kanína* [Online]. Reykjavík, Iceland. Available: <https://www.gdk.is/2021/05/30/bolusetningar-hunda-katta-og-kanina/> [Accessed 21.06 2023].

- Weir, M., Hunter, T. & Ward, E. *Infectious Hepatitis (Adenovirus) in Dogs* [Online]. VCA animal hospital. Available: <https://vcahospitals.com/know-your-pet/hepatitis-adenovirus-infection-in-dogs> [Accessed 21.06. 2023].
- Lichtenberger, M. 2011. *Thiaminase and its role in predatory pet fish (and other piscivores) nutrition* [Online]. Available: http://www.wetwebmedia.com/ca/volume_6/volume_6_1/thiaminase.htm [Accessed 15.03. 2023].
- Markovich, J. E., Heinze, C. R. & Freeman, L. M. 2013. Thiamine deficiency in dogs and cats. *J Am Vet Med Assoc*, 243, 649-56.
- Gnaedinger, R. & Krzeczowski, R. 1966. Heat inactivation of thiaminase in whole fish. *Commercial Fisheries Review*, 28, 11-14.
- Council, N. R., Agriculture, B. & Nutrition, C. A. 1982. *Nutrient Requirements of Mink and Foxes, Second Revised Edition, 1982*, National Academies Press.
- Altafini, A., Roncada, P., Sonfack, G. M., Guerrini, A., Romeo, G. A., Fedrizzi, G. & Caprai, E. 2022. Occurrence of Histamine in Commercial Cat Foods under Different Storage Conditions. *Vet Sci*, 9.
- Guilford, W. G., Roudebush, P. & Rogers, Q. R. 1994. The histamine content of commercial pet foods. *N Z Vet J*, 42, 201-4.
- Emenike, E. C., Iwuozor, K. O. & Anidiobi, S. U. 2022. Heavy Metal Pollution in Aquaculture: Sources, Impacts and Mitigation Techniques. *Biological Trace Element Research*, 200, 4476-4492.
- NRDC 2006. Mercury in Fish. A Guide to Protecting Your Family's Health. *A Guide to Protecting Your Family's Health*. nrdc.org.
- Volhard Dog Nutrition. 2021. *Adding fish to your dog's diet: what to know* [Online]. Available: <https://www.volharddognutrition.com/blog/adding-fish-to-your-dogs-diet-what-to-know/> [Accessed 03.05 2023].
- Ware, E. *Heavy Metal Poisoning in Dogs and EDTA* [Online]. wedgewood pharmacy. Available: <https://www.wedgewoodpharmacy.com/blog/posts/heavy-metal-poisoning-in-dogs-and-edta.html#:~:text=Heavy%20metal%20poisoning%20will%20cause,%2C%20and%20changes%20in%20behavior>. [Accessed 10.05 2023].
- Mostashari, P., Amiri, S., Rezazad Bari, L., Hashemi Moosavi, M. & Mousavi Khaneghah, A. 2021. Physical Decontamination and Degradation of Aflatoxins. In: HAKEEM, K. R., OLIVEIRA, C. A. F. & ISMAIL, A. (eds.) *Aflatoxins in Food: A Recent Perspective*. Cham: Springer International Publishing.
- Grandi, M., Vecchiato, C. G., Biagi, G., Zironi, E., Tondo, M. T., Pagliuca, G., Palmonari, A., Pinna, C., Zaghini, G. & Gazzotti, T. 2019. Occurrence of Mycotoxins in Extruded Commercial Cat Food. *ACS Omega*, 4, 14004-14012.
- Macías-Montes, A., Rial-Berriel, C., Acosta-Dacal, A., Henríquez-Hernández, L. A., Almeida-González, M., Rodríguez-Hernández, Á., Zumbado, M., Boada, L. D., Zaccaroni, A. & Luzardo, O. P. 2020. Risk assessment of the exposure to mycotoxins in dogs and cats through the consumption of commercial dry food. *Science of The Total Environment*, 708, 134592.
- Smaoui, S., D'Amore, T., Agriopoulou, S. & Mousavi Khaneghah, A. 2023. Mycotoxins in Seafood: Occurrence, Recent Development of Analytical Techniques and Future Challenges. *Separations*, 10, 217.
- Tolosa, J., Barba, F. J., Pallarés, N. & Ferrer, E. 2020. Mycotoxin Identification and In Silico Toxicity Assessment Prediction in Atlantic Salmon. *Marine Drugs*, 18, 629.
- Huang, Y., Han, D., Zhu, X., Yang, Y., Jin, J., Chen, Y. & Xie, S. 2011. Response and recovery of gibel carp from subchronic oral administration of aflatoxin B1. *Aquaculture*, 319, 89-97.
- Gonçalves, R. A., Schatzmayr, D., Albalat, A. & Mackenzie, S. 2020. Mycotoxins in aquaculture: feed and food. *Reviews in Aquaculture*, 12, 145-175.

- Fang, Z., Zhou, L., Wang, Y., Sun, L. & Gooneratne, R. 2019. Evaluation the effect of mycotoxins on shrimp (*Litopenaeus vannamei*) muscle and their limited exposure dose for preserving the shrimp quality. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43, e13902.
- Tolosa, J., Font, G., Mañes, J. & Ferrer, E. 2014. Natural Occurrence of Emerging Fusarium Mycotoxins in Feed and Fish from Aquaculture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62, 12462-12470.
- de Godoy, S. H. S., Gomes, A. L., Burbarelli, M. F. d. C., Bedoya-Serna, C. M., Vasquez-Garcia, A., Chaguri, M. P., de Sousa, R. L. M. & Fernandes, A. M. 2022. Aflatoxins in Fish Feed and Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Tissues in Brazil. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 31, 726-734.
- Boermans, H. J. & Leung, M. C. K. 2007. Mycotoxins and the pet food industry: Toxicological evidence and risk assessment. *International Journal of Food Microbiology*, 119, 95-102.
- Chain, E. P. o. C. i. t. F. 2014. Scientific Opinion on the risks for human and animal health related to the presence of modified forms of certain mycotoxins in food and feed. *EFSA Journal*, 12, 3916.
- Allen, T., Chilvers, M., Faske, T., Freije, A., Isakeit, T., Mueller, D., Price, T., Smith, D., Tenuta, A., Wise, K., Woloshuk, C. & Network, C. P. 2016. Mycotoxin FAQs. *Corn Disease Management CPN-2002*.
- Mueller, R. S., Olivry, T. & Prélaud, P. 2016. Critically appraised topic on adverse food reactions of companion animals (2): common food allergen sources in dogs and cats. *BMC Vet Res*, 12, 9.
- Imanishi, I., Uchiyama, J., Mizukami, K., Kamiie, J., Kurata, K., Iyori, K., Fujimura, M., Shimakura, K., Nishifuji, K. & Sakaguchi, M. 2020. IgE reactivity to fish allergens from Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) in atopic dogs. *BMC Veterinary Research*, 16, 341.
- Guaguère, E. & Prélaud, P. 2009. Food hypersensitivity in the cat. *EJCAP*, 19, 234-241.
- European Commission 2019. Consolidated text: Regulation (EC) No 1069/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 laying down health rules as regards animal by-products and derived products not intended for human consumption and repealing Regulation (EC) No 1774/2002 (Animal by-products Regulation).
- European Commission 2005a. Regulation (EC) No 1831/2005 of the European Parliament and of the Council of 12 January 2005 laying down requirements for feed hygiene (Text with EEA relevance). Belgium Brussel.
- European Commission 2018. Consolidated text: Regulation (EC) No 767/2009 of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 on the placing on the market and use of feed, amending European Parliament and Council Regulation (EC) No 1831/2003 and repealing Council Directive 79/373/EEC, Commission Directive 80/511/EEC, Council Directives 82/471/EEC, 83/228/EEC, 93/74/EEC, 93/113/EC and 96/25/EC and Commission Decision 2004/217/EC (Text with EEA relevance)Text with EEA relevance. Belgium, Brussel.
- European Commission 2002a. Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety. 01.07.2022 ed. Belgium, Brussel.
- Keller and Heckman LLP's Packaging Practice Group. 2003. *EU Regulation of Pet Food Packaging* [Online]. packaginglaw.com. Available: <https://www.packaginglaw.com/special-focus/eu-regulation-pet-food-packaging> [Accessed 16.05. 2023].
- European Commission 2005b. Commission Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs (Text with EEA relevance). Belgium, Brussel.
- Montegiove, N., Calzoni, E., Cesaretti, A., Alabed, H., Pellegrino, R. M., Emiliani, C., Pellegrino, A. & Leonardi, L. 2020. Biogenic amine analysis in fresh meats and meat meals used as raw materials for dry pet food production. *Sci Bull Ser F Biotechnol*, 24, 33-42.

- European Commission 2002b. Consolidated text: Directive 2002/32/EC of the European Parliament and of the Council of 7 May 2002 on undesirable substances in animal feed.
- EFSA Panel on Additives Products or Substances used in Animal Feed 2014. Scientific Opinion on the potential reduction of the currently authorised maximum zinc content in complete feed. *EFSA Journal*, 12, 3668.
- European Commission 2016. Commission Recommendation 2016/1319/EC of 29 July 2016 amending Commission Recommendation 2006/576/EC on the presence of deoxynivalenol, zearalenone, ochratoxin A, T-2 and HT-2 and fumonisins in products intended for animal feeding. *Off J Eur Union*, 208, 58-60.
- Tarım Ve Köyişleri Bakanlığında. 2008. Hayvansal Kökenli Yemlerde Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği (Tebliğ No: 2008/47). *Resmî Gazete*, 21.08.2008.
- Hollinger, H. 2021. *Mercury Poisoning in Dogs* [Online]. Available: <https://wagwalking.com/condition/mercury-poisoning> [Accessed 12.05. 2023].
- Leeson, J. 2021. *The Dangers of Mercury Poisoning in Cats: How to Safely Feed Fish to Your Feline* [Online]. DailyPaws. Available: <https://www.dailypaws.com/cats-kittens/health-care/cat-conditions/mercury-poisoning-in-cats> [Accessed 12.05. 2023].
- Scott, D. 2022. *Can Dogs Eat Raw Fish?* [Online]. dogs naturally. Available: <https://www.dogsnaturallymagazine.com/can-dogs-eat-raw-fish/> [Accessed 24.03 2023].
- Johnston, W., Nicholson, F. J., Roger, A. & Stroud, G. D. 1994. Treatment of Fish after Freezing. *Freezing and refrigerated storage in fisheries*. Rome, Italy: Food & Agriculture Org. (FAO).
- European Commission 2011. Commission Regulation (EU) No 10/2011 of 14 January 2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food Text with EEA relevance. Brussel, Belgium.
- European Commission 2004. Regulation (EC) No 1935/2004 of the European Parliament and of the Council of 27 October 2004 on materials and articles intended to come into contact with food and repealing Directives 80/590/EEC and 89/109/EEC. Brussel, Belgium.
- Perfectly Rawsome. *RAW FEEDING FOOD SAFETY 101* [Online]. Available: <https://perfectlyrawsome.com/raw-feeding-knowledgebase/raw-feeding-food-safety-101/> [Accessed].