

Projektleder KU/SSI	Anders Dalsgaard, KU
Projektgruppe	Anders Dalsgaard
Fagfællebedømmer	Jørgen Leisner, KU
Kontaktperson i FVST	Sten Mortensen og Kim Sigsgaard

Dato for henvendelse	Dato for svarfrist	Dato for afsendelse	Versionsnummer
	14. januar, 2021	14. januar, 2021	Version 1

Journalnummer/sagsnummer	FVST	KU	SSI
	2021-14-81-08827	061-188/21-3680	21/00181

Besvarelse vedr.

Beskrivelse af bestilling:

Fødevarestyrelsen ønsker en vurdering af, om der kan være mikrobiologiske eller kemiske risici ved mink, der har været nedgravet i seks måneder, og hermed blandet med jord og læsket kalk, i tilfælde af opgravning. Ligeledes om der skabes risici, som der skal tages hensyn til, når de nedgravede mink tilføres ilt og håndteres i forbindelse med opgravningen, ved transport og i affaldsforbrændingsanlæg.

Baggrund/kontekst for bestilling:

Fødevarestyrelsen ønsker at afdække eventuelle risici ved opgravning af mink, der har været nedgravet i omkring seks måneder.

Bemærkninger:

Konsortiet har tidligere vurderet i forhold til SARS-CoV-2, hvorfor dette ikke forventes at indgå. Der vedhæftes SOP for nedgravning af mink.

Det er efter henvendelse til kontaktperson i FVST (Kim Sigsgaard) omkring præcisering af tekst "Ligeledes om der skabes risici, som der skal tages hensyn til, når de nedgravede mink tilføres ilt og håndteres i forbindelse med opgravningen, ved transport og i affaldsforbrændingsanlæg" blevet præciseret, at der hermed menes, om der kan skabes agens under påvirkning af luftens ilt, når der kommer luft til den masse, der graves op af mink, kalk, jord og sand ved åbning af gravene. Det er endvidere bekræftet, at risikovurderingen omhandler de håndtering- og arbejdsmæssige risici ved opgravning, transport og ved affaldsforbrændingsanlæg, men ikke miljømæssige risici efter opgravning.

Resumé

Fødevarestyrelsen ønsker en vurdering af, om der kan være mikrobiologiske eller kemiske håndteringsmæssige risici ved mink, der har været nedgravet i seks måneder, og hermed blandet med jord og læsket kalk, i tilfælde af opgravning. Ligeledes om der skabes risici, som der skal tages hensyn til, når de nedgravede mink tilføres ilt og håndteres i forbindelse med opgravningen, ved transport og i affaldsforbrændingsanlæg.

Det forventes, at minkkadaverne efter 6 måneders nedgravning ikke længere vil være oppustede og indeholde større mængder luftgasser. Det er usikkert om dele af sådanne luftgasser eventuelt vil kunne

være indespærret og ophobet i lommer under jorden i nedgravningerne. Der forventes ikke at blive produceret egentlige giftige luftgasser. pH i massen af minkkadavere, jord og læsket kalk forventes at være i niveauet pH 9,4 til 12,8, hvor der stadig kan forventes forekomst af bakterier. Forrådelse af minkkadaverne vil sandsynligvis medføre et skift i bakteriefloraen fra primært aerobe til anaerobe bakterier, herunder sporedannere som clostridier. Ved eksponering til luft ved opgravning vil bakteriesammensætningen kunne ændres, især afhængig af tidsperiode til eventuel opbevaring og transporttid inden afbrænding. En sådan eventuel bakterievækst forventes ikke at medføre markant ændrede risikoforhold ved håndtering af den opgravede masse.

De personer, der skal håndtere de opgravede masser af minkkadavere bør anvende godkendte værnemidler til forebyggelse af hudkontakt og irritation, øjenskader og eksponering af luftveje til mikrobiologisk agens og bestanddele af samme, herunder bakteriesporer. Der må forventes aerosoldannelse indeholdende bakterier, sporer mv under håndteringen af den opgravede masse. De nødvendige værnemidler syntes således i vid udstrækning at være identiske med værnemidlerne anvendt ved nedgravningen af de aflivede mink, se detaljer vedrørende sådanne værnemidler i "SOP for nedgravning af aflivede mink". Dog forventes åndedrætsværn ikke at skulle beskytte mod støv, men derimod mod aerosoler.

Baggrund, relevans og perspektiv

Baggrund, relevans og perspektiv er delvist beskrevet ovenfor.

Ifølge Fødevarestyrelsens "SOP for nedgravning af aflivede mink" dateret 12. november, 2020 version 2 er bunden af jordgravene med de døde mink blevet dækket med brændt kalk i et lag på ca. 5 cm, hvorpå der er placeret mink i en lagtykkelse på 0,5 m. Alternativt kan der være lagt et lag mink på op til 1 m tykkelse mod at den nævnte kalkmængde er blevet øget forholdsvis. Kalken blev tilført vand inden deponering af mink. Minkene er afslutningsvis blevet tildækket endnu et lag brændt kalk svarende til ca. 10-20% af den samlede kadavervægt. Den tilførte kalk er blevet overbruset med vand til kalken er gennemfugtet.

Metode, data m.m.

Der er foretaget forskellige litteratursøgninger, herunder med søgeordene "cadaver, bloat, decomposition, bacteria, quick lime, hydrated lime, human health risks".

Der foreligger en række studier, primært indenfor forensisk medicin, som har undersøgt mikrobiologiske forhold og ændringer i disse, når døde mennesker og dyr undergår forrådnelse, herunder i oppustede kadavere.

Resultater

Mikrobiologiske forhold

Hyde et al. (2013) undersøgte ved pyrosekventering af 16S rRNA gener ændringer i bakteriefloraen i forskellige organer og væv udtaget af døde menneskekroppe under forrådnelsesprocessen. I samme artikel præsenteres også lignende resultater fra andre studier baseret på dyrkningsbaserede undersøgelser. Sammenholdt viser disse undersøgelser et skift i bakteriefloraen fra primært aerobe (her især Staphylococcus and Enterobacteriaceae) til anaerobe bakterier (her især clostridier og Bacteroides), bla. grundet et fald i redoxpotentiale. Bacteroides bakterier udgør mellem 95-99% af bakteriefloraen i mavetarm systemet.

Dangerfield et al. (2019) karakteriserede bakteriesammensætningens udvikling i syv kvæg kadavere, som

var placeret på jorden. Også her fandtes der en ændring i bakteriesammensætningen i friske kadavere, oppustede kadavere og kadavere under nedbrydning med stigende forekomst af anaerobe bakterier, herunder clostridier. Der syntes kun at være lavet få undersøgelser af bakterieudvikling og sammensætning i kadavere behandlet med brændt og læsket kalk. Schotmans et al. (2014) viste dog i en undersøgelse af svinekadavere behandlet med brændt og læske kalk forekomst af forskellige bakterier. Dette indikerer, at trods et højt alkalisk pH (se nedenfor), så må der forventes at forekomme en ukendt koncentration af bakterier i materialet fra nedgravningerne af mink, herunder forskellige former for bakteriesporer (ex. clostridie sporer).

Kemiske forhold og dekomponering af kadavere

Undersøgelser af svinekroppe nedgravet og behandlet med brændt og læsket kalv efter 6, 17 og 42 måneders nedgravning viste en generel nedsat dekomponering af kadaverne sammenholdt med kadavere, som ikke blev eksponeret for kalk (Schotmans et al., 2012; Schotmans et al., 2014). Det blev konkluderet, at læsket kalk reducerer graden af dekomponering. Selvom bestemmende faktorer og graden af dekomponering af nedgravede døde svin og mink må forventes i nogen grad at være forskellig, er det sandsynligt, at dele (evt. betydelige) af mink kadaverne ikke er fuldt dekomponerede efter 6 måneders nedgravning under de angivne forhold. Dette er også fordi kalk har udtørrende egenskaber på animalsk væv. pH i miljøet i og omkring mink kadaverne vil efter tilsætning af brændt og hydrat kalk, som angivet i "SOP" for nedgravning af afliverede mink", forventes at være i niveauet pH 9,4 til 12,8 (Schotmans et al. 2014).

Baseret på undersøgelser af nedgravede svin syntes udvikling og grad af oppustethed af kadavere i ringe grad at være påvirket af tilsætning af kalk (Schotmans et al., 2014). Schotmans et al. (2014) viste, at en maksimal grad af oppustethed blev fundet efter 18 dage i svinekadavere, hvorefter luftgasserne i svinekadaverne hurtigt forsvandt gennem rupturer af kropsdele og gennem kroppens naturlige åbninger. Med udgangspunkt i denne undersøgelse, må det forventes, at mink kadavere efter 6 måneders nedgravning ikke længere vil være oppustede og indeholde større mængder luftgasser. Det er usikkert om dele af sådanne luftgasser eventuelt vil kunne være indespærret og ophobet i lommer under jorden i nedgravningerne.

Sammensætningen af luftgasser, som generes ved mikrobiologiske processer under forrådnung og i oppustede kadavere, består primært af kuldioxid (CO₂) og hydrogen (H₂) og en lav koncentration af methan (CH₄) (Sakata et al., 1980). Der syntes således ikke at blive produceret egentlige giftige luftgasser.

Diskussion

Nedenfor diskuteres kort forhold, herunder risici, ved gasudvikling og kemisk- og mikrobiologiske aspekter af opgravningen, transport og håndtering af den opgravede masse i affaldsforbrændingsanlæg.

Gasudvikling: Gasudvikling er allerede dokumenteret i de eksisterende nedgravninger af døde mink ved at jord placeret oven på de nedgravede mink er blevet presset op og døde mink i nogle tilfælde er blevet blotlagt. Det vurderes ikke muligt ud fra litteraturen, at kunne sige noget om i hvilken udstrækning, der stadig kan forventes at være ophobning af gasser i luftlommer under dæklaget af jord. Minkkadaverne forventes i ringe udstrækning at være oppustede og derfor også at indeholde ringe mængder luftgasser efter 6 måneders nedgravning.

En vurdering af niveauet af jorden deponeret oven på minkene vil eventuelt kunne give en indikation på graden af indespærret luftgasser i gravene. Hvis forhøjningen af jordniveauet er reduceret kan dette

indikerer, at produktionen og mængden af ophobet gas er reduceret, eksempelvis gennem diffusion af luftgasser op gennem jorden til omgivelserne. Graden af diffusion af luftgas gennem jord må forventes at være relativt højere i sandjord, som primært skulle være brugt som dæklag på minkgravene i Vestjylland sammenlignet med lerjord. Det notes også, at luftgasser produceret under forrådnelsesprocessen syntes i ringe udstrækning at være direkte giftige.

Det kunne overvejes at lave prøveudgravninger til at fastlægge om der forekommer ophobninger af luftgasser. Der vurderes ikke at være behov for anvendelse af særligt luftværn, til beskyttelse mod giftige gasser, ved håndtering af den opgravede masse.

Kemiske forhold: pH i den masse, der graves op af mink, kalk, jord og sand må forventes ligge i området pH 9,4 til 12,8, der er stærkt basisk. Håndtering af den opgravede masse i forbindelse med opgravningen, ved transport og i affaldsforbrændingsanlæg bør således ske efter eksisterende sikkerhedsforskrifter for håndtering og anvendelse af brændt og læsket kalk, herunder brug af værnemidler til forebyggelse af farer for hudirritation, øjenskader og påvirkning af luftveje. Sikkerhedsdatablade fra producenterne af brændt og læsket kalk kan eventuelt konsulteres.

Mikrobiologiske forhold: Trods det forventede stærkt alkaliske pH i den opgravede masse vil denne forventes at indeholde en række bakterier og bakteriebestanddele, herunder sporer og cellebestanddele, hvoraf sidstnævnte kan være toksiske og allergene ved hudkontakt og inhalation. Det har ikke været muligt at angive estimater for koncentrationsniveauer for sådanne bakterier og cellebestanddele. Ved eksponering til luft ved opgravning vil bakteriesammensætningen kunne ændres. Omfanget af en sådan ændring vil afhænge af flere forhold, herunder tidsperiode til eventuel opbevaring og transporttid inden afbrænding. Under forudsætning af en relativ begrænset tidsperiode mellem opgravning og afbrænding forventes en bakterielvækst ikke at medføre markant ændrede risici forhold til håndtering af den opgravede masse.

Konklusion og perspektivering

Håndteringsmæssige risici ved opgravning, transport og håndtering af den opgravede masse i affaldsforbrændingsanlæg.

Jvf ovenstående forhold bør de personer, der skal foretage den nævnte håndtering anvende godkendte værnemidler til forebyggelse af hudkontakt og irritation, øjenskader og eksponering af luftveje til mikrobiologisk agens og bestanddele af samme, eksempelvis bakteriesporer.

Der må forventes aerosoldannelse indeholdende bakterier, sporer mv under håndteringen af den opgravede masse.

De nødvendige værnemidler syntes således i vid udstrækning at være identiske med værnemidlerne anvendt ved nedgravningen af de aflivede mink, se detaljer vedrørende sådanne værnemidler i "SOP for nedgravning af aflivede mink". Dog forventes åndedrætsværn ikke at skulle beskytte mod støv, men derimod mod aerosoler.

Opgravningen af minkene er en unik mulighed for at FVST og forskningsinstitutioner kan få en masse ny og relevant viden. Det bør derfor overvejes at igangsætte forskning i forbindelse med opgravningen, hvor der udtages relevant prøvemateriale til diverse kemiske og mikrobiologiske analyser. Sådanne undersøgelser vil bl.a. kunne give svar på:

- pH og andre kemiske forhold af betydning for desinfektion.
- Grad af dekompostering af minkene gennem bestemmelse og analyse af væv og organdele af kadavere.

- Mikrobiologisk sammensætning, herunder aerobe og anaerobe bakterier (inklusive sporedannere som clostridier mv). Dette kan bestemmes ved dyrknings- samt direkte DNA baserede teknikker.

En sådan viden vil være vigtig for, hvordan lignende situationer håndteres bedst muligt i fremtiden.

Litteratur:

Dangerfield CR, Frehner EH, Buechley ER, Sekerioglu CH, Brazelton WJ. 2020. Succession of bacterial communities on carrion is independent of vertebrate scavengers. PeerJ 8:e9307
<http://doi.org/10.7717/peerj.9307>.

Schotsmans EMJ, Denton J, Dekeirsschieter J, Ivaneanu T, Leentjes, SC, Janaway RC, Wilson AS. 2012. Effects of hydrated lime and quicklime on the decay of buried human remains using pig cadavers as human body analogues, Forensic Science International 217: 50–59.

Schotsmans EMJ, Denton J, Fletcher JN, Janaway RC, Wilson AS. 2014a. Short-term effects of hydrated lime and quicklime on the decay of human remains using pig cadavers as human body analogues: laboratory experiments, Forensic Science International, 238 <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2013.12.047>.

Schotsmans, EMJ, Fletcher JN, Denton J, Janaway RC, Wilson AS. 2014b. Long-term effects of hydrated lime and quicklime on the decay of human remains using pig cadavers as human body analogues: field experiments, Forensic Science International. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2013.12.046>.

Hyde ER, Haarmann DP, Lynne AM, Bucheli SR, Petrosino JF. 2013. The living dead: bacterial community structure of a cadaver at the onset and end of the bloat stage of decomposition. PLoS ONE 8(10): e77733. doi:10.1371/journal.pone.0077733.