

2021:01465 - Åpen

Rapport

Nedbryting og forråtnelse av døde mus

Effekt av jord, vann og luft (oksygen) på hastigheten av prosessene

Forfatter(e)

Kjell Josefsen

Roman Netzer

Stein Olav Christensen

Antonio Sarno



SINTEF Ocean AS

Postadresse:

Otto Nielsens vei 10

7052

Sentralbord: 464 15 000

E-mail: ocean@sintef.no

Foretaksregister:

NO 937 357 370 MVA

Rapport

Nedbryting og forråtnelse av døde mus

Effekt av jord, vann og luft (oksygen) på hastigheten av prosessene

RAPPORTNR	PROSJEKTNR	VERSJON	DATO
2021:01465	302005137	Final	2022-01-03

EMNEORD:

Mus Forråtnelse Likvoks

FORFATTER(E)Kjell Josefsen
Roman Netzer
Stein Olav Christensen
Antonio Sarno**OPPDRAGSGIVER(E)**

Kirkelig fellesråd i Trondheim

OPPDRAGSGIVERS REF.

Kristian Svardal, Trygve Jensen

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

31 sider + vedlegg

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

ISBN

978-82-14-07715-5

SAMMENDRAG

Forråtnelsen av musekadavre ble studert for å avklare betydningen av oksygen, vann og jord for dannelsen av likvoks, en substans som kan dannes i lik og bidra til at likets opprinnelige form bevares. Dermed brytes ikke liket i kista ned i løpet av fredningsperioden på 20 år. Spørsmålet som ble stilt var: Er det oksygenbegrensning grunnet stillestående vann rundt liket, som fører til økt dannelse av likvoks, eller fremmer vann i seg selv dannelse av likvoks? Musekadavrene ble lagret ved romtemperatur både i nærvær og fravær av oksygen, dvs. lufting versus anoksiske betingelser, i direkte kontakt med jord eller ikke, og nedsenket i vann eller ikke, og i alle kombinasjoner av disse tre faktorene. Direkte kontakt med jord hadde en sterkt positiv effekt på nedbrytingen av musekadaverne, formodentlig på grunn av mikroorganismene i jorda. Denne positive effekten ble observert både i fravær og nærvær av oksygen. God tilgang på oksygen (luft) hadde også en positiv effekt på nedbrytingen av musekadaverne, men på langt nær så stor effekt som direkte kontakt med jord. Kadavre lagret i en fuktig atmosfære, men ikke i direkte kontakt med vann eller jord, ble best bevart, hva enten atmosfæren inneholdt oksygen eller ikke. Trolig tørket disse kadavrene til en viss grad ut. Nedbrytingen syntes likevel å gå litt raskere i nærvær enn i fravær av oksygen. En talgaktig substans, tentativt likvoks, ble observert ved dissekering av musene, men kjemiske analyser ga ikke svar på om dette var likvoks eller ikke.

**UTARBEIDET AV**

Kjell Josefsen

KONTROLLERT AV

Svein Ramstad

GODKJENT AV

Aleksander Handå

Kjell D. Josefsen

Kjell D. Josefsen (Jan 3, 2022 12:57 GMT+1)

Svein Ramstad

Svein Ramstad (Jan 6, 2022 18:39 GMT+1)

Aleksander Handå

Aleksander Handå (Jan 3, 2022 10:39 GMT+1)

SINTEF Ocean AS

Postadresse:

Otto Nielsens vei 10

7052

Sentralbord: 464 15 000

E-mail: ocean@sintef.no

Foretaksregister:

NO 937 357 370 MVA



Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
Utkast #1	2020-07-07	Første utkast, sent oppdragsgiver for kommentarer
Utkast #2	2020-12-04	Andre utkast, kommentarer, etc. innarbeidet. Kjemiske analyser mht. lipid og stearinsyre lagt til. Revider skisse til drenering av kistegrav lagt til.
Final	2021-12-15	Utkast vanmerke fjernet og signert
Åpen versjon	2022-01-03	Gradering endret til "Åpen" og ISBN satt inn

Innholdsfortegnelse

BAKGRUNN	5
INTRODUKSJON.....	6
MATERIALER OG METODER.....	8
Mus	8
Jord.....	8
Deoksygenert vann	8
Kammere for lagring av musene.....	9
Prøvetaking av vevsmateriale og analyse av fettsyrer	14
RESULTATER.....	15
Prøvetaking 1.3.20 – etter 52 døgns lagring ved romtemperatur	19
Prøvetaking 5.4.20 – etter 87 døgns lagring ved romtemperatur	20
Prøvetaking 16.5.20 – etter 128 døgns lagring ved romtemperatur.....	21
Oppsummering av observasjoner	22
Analyser av stearinsyre.....	25
DISKUSJON.....	27
GEOTEKNISK VURDERING AV "KONTAKTDRENERING"	29
REFERANSER	31
BILAG	32

BILAG/VEDLEGG

9 Bilag

BAKGRUNN

Flere områder i Norge, inkludert Trondheim, har tidvis problemer med at gravlagte lik på kirkegårder ikke brytes ned i løpet av de 20 år med fredningstid før graven skal kunne benyttes på nytt. Dette kan både gi uønskede opplevelser når graven åpnes og legger ytterligere press på allerede begrensede arealer. Hvis nedbrytningsprosessen i en kistegrav stopper opp, dannes ofte likvoks, som bare meget langsomt brytes videre ned, og dermed kan gravplassen ikke brukes om igjen uten, ofte kostbare, tiltak. Fra et operativt, økonomisk og etisk synspunkt er det viktig å legge til rette for at nedbrytningsprosessen ikke hemmes. Dessverre finnes det bare få systematiske studier og data omkring denne problematikken. Et litteraturstudium (OC2018 F-041) kom fram til følgende hovedkonklusjoner:

- Høy fuktighet i en kistegrav fremmer dannelse av likvoks (adipocere).
- Siden kroppen består av >50 % vann, inneholder et lik nok vann til å fremme dannelse av likvoks hvis væsken ikke kan sige bort.
- Dannelse av likvoks fremmes av mangel på oksygen, men selv lave O₂ konsentrasjoner kan være tilstrekkelige for å hindre dannelse av likvoks.

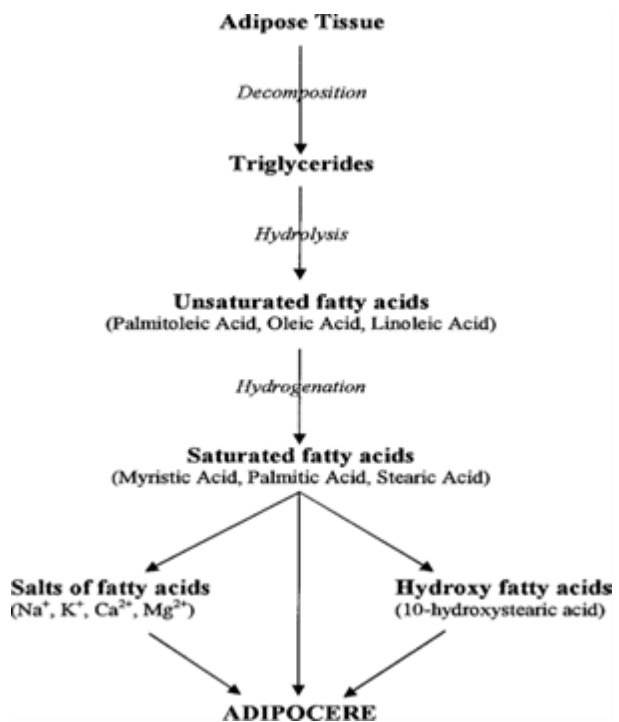
Hovedmålet med dette prosjektet her var å forsøke å klarlegge betydningen av tre faktorer for dannelse av likvoks og nedbryting/forråtnelse: ± god tilgang på oksygen, ± direkte kontakt mellom kadaveret og vann, og ± direkte kontakt mellom kadaveret og jord. Som forsøksdyr ble kadaver av mus benyttet. Lagringen skjedde ved romtemperatur og over en periode på 4 måneder.

INTRODUKSJON

I etterkant av et litteraturstudium om nedbrytingsproblemer i kistegraver utført av SINTEF (OC2018 F-041), gjennomførte KFiT og SINTEF flere møter for å diskutere videre fremdrift og mulige konsept for å utvikle fremtidige gravplasser. Litteraturstudien viste at nedbrytingsprosessene hindres og dannelse av likvoks fremmes under anaerobe betingelser (fravær av oksygen). Anaerobe betingelser i og omkring en kiste kan oppstå når vannet ikke dreneres bort og kisten blir omgitt av vann eller vannmettet leire. KFiT har derfor utarbeidet et konsept for drenering av gravene hvor kistene plasseres på en pute av dreneringsmasse som i sin tur er i kontakt med en dreneringsgrøft med et drenerør som løper mellom gravene. Idéen er at vann i og omkring kista og liket siver ned i puten med dreneringsmasse under kista og derfra videre ned i dreneringsgrøfta og drenerøret. Dermed oppnår man god drenering av kistegraven samtidig som dreneringsgrøftene mellom gravene vil være tilgjengelige for vedlikehold uten at gravene forstyrres. God drenering kan da opprettholdes i lang tid. Når vannet dreneres bort, vil oksygen forhåpentligvis tilføres i tilstrekkelig mengde og hastighet til å sikre god nedbrytning av liket og unngå dannelse av likvoks. Det er antatt at mye av oksygenet som når ned til likene trekkes ned med og i etterkant av regnvann som siver ned fra overflaten. Så lenge dreneringen av kistegraven er god vil sammensetningen av massen som benyttes for å dekke kista og fylle opp graven, f.eks. innholdet av leire, trolig ikke være en kritisk faktor.

Likvoks er en vokslignende substans som kan dannes i lik under forhold med liten oksygentilgang. Likvoks kan ha en hard konsistens og kan bidra til at likets opprinnelige form bevares. Den antatte dannelsesmekanismen er vist i [Figur 1](#). Figuren viser også hvorfor innholdet av stearinsyre (se senere) kan være en indikator for dannelse av likvoks..

I dette prosjektet ble det gjennomført laboratorieforsøk med kadavre av mus for å undersøke betydningen av oksygen og vann og deres relative betydning for dannelsen av likvoks. Spørsmålet som ble stilt var: Er det oksygenbegrensingen forårsaket av stillestående vann rundt liket som fører til økt dannelse av likvoks, eller fremmer vann i seg selv dannelse av



Figur 1 Antatt mekanisme for dannelse av likvoks (adipocere) fra fettvev (adipose tissue) (Sheppard et al., 2013).

Bakterier i og på liket hydrolyserer kroppens triglyserider i fettvevet til frie umettede fettsyrer og glyserol. De umettede fettsyrene blir deretter hydrogenert til mettede fettsyrer og det er disse som er hovedkomponentene i likvoks. Fettsyrene gir et surt miljø som inhiberer videre nedbrytning av likvoksen, og slik bevarer de også liket.

likvoks? Målet var å styrke eller svekke hypotesen om at bedre dreneringen av gravene kan redusere dannelsen av likvoks. Eksperimentene ble designet for å studere betydning av tre faktorer for nedbryting: ± god tilgang på oksygen, ± direkte kontakt mellom kadaveret og vann, og ± direkte kontakt mellom kadaveret og jord. Dette ga totalt 8 ulike lagringsbetingelser. Kadavrene var mus fra dyrestallen på universitetssykehuset St. Olavs i Trondheim og ble avlivet der. Eksperimentene ble gjennomført ved romtemperatur og over en periode på 4 måneder.

MATERIALER OG METODER

Mus

Musekadavrene (totalt 33 stk., 10 svarte og 23 hvite) ble hentet på dyrestallen ved St. Olavs universitetssykehus i Trondheim 8.1.2020 ca. kl. 13 og umiddelbart brakt tilbake til laboratoriet på Gløshaugen hvor de i løpet av et par timer ble plassert i bokser som beskrevet under. De hvite musene var noe større enn de svarte (Figur 2), men ingen av musene ble veid.



Figur 2 Noen av de sorte og hvite musekadaverne fotografert samme dag som de ble avlivet. Legg merke til at de hvite musene er større enn de sorte.

Jord

Standard jord (Type 2.3, se Bilag 9) ble overført til anaerob-bokser (Diagnostica, Merck, 2.4 L totalvolum) og spylt med Argon (Instrument-argon, 5.0) slik at den skulle inneholde så lite oksygen som mulig ved bruk. Jorden kommer fra et felt i Tyskland som ikke brukes til landbruk og hvor ikke gjødsel eller andre midler tilsettes. Den inneholder opprinnelig mikroflora og er karakterisert på kornstørrelse, C-, N-, og P-innhold.

Deoksygenert vann

RO (Reverse osmose-renset) vann ble deoksygenert ved at det ble overført til anaerobflasker (1 L) med butylgummiseptum og magnetstav (Figur 3) som så ble plassert i en laboratorieautoklav

og etter oppvarming utsatt for en serie "støtkokinger" for å koke ut så mye gass luft (O₂) av vannet som mulig. Støtkoking ble frembrakt ved at trykket i autoklaven ble tillatt å øke til 0.2-0.3 atm. overtrykk (dvs. vannets temperatur økte til noen få grader over 100 °C) og så ble overtrykket brått sluppet av slik at vannet kokte. Under kokingen satt gummiseptumet løst på flasketuten, men ved avsluttet koking ble septumet så raskt som mulig brukt til å tette åpningen og deretter forseglet med en skrukork. Vannet ble deretter under omrøring spylt med argon mens det langsomt ble kjølt ned til 30-40 °C, før flaskene ble forseglet igjen og lagret ved romtemperatur fram til bruk. Flasker med "ferdigkokt vann" ble oppbevart ved 80 °C inntil de kunne spyles under nedkjøling.



Figur 3 1-L septumflaske med løstsittende, fast montert og forseglet septum.

Kammere for lagring av musene

Til lagring av musene ble såkalte anaerob-bokser (Diagnostica, Merck, totalvolum ca. 2.4 liter benyttet. Disse boksene kan lukkes lufttett. Inne i boksene ble det laget et platå om lag 7 centimeter over bunnen ved at en stiv plastslange ble formet til en ring med høvelig diameter og planktonduk (nettverk med ca. 1.5 x 1.5 mm åpning) spent over ringen. Fire små bolter ble monter som bein (se f.eks. [Figur 4](#)).

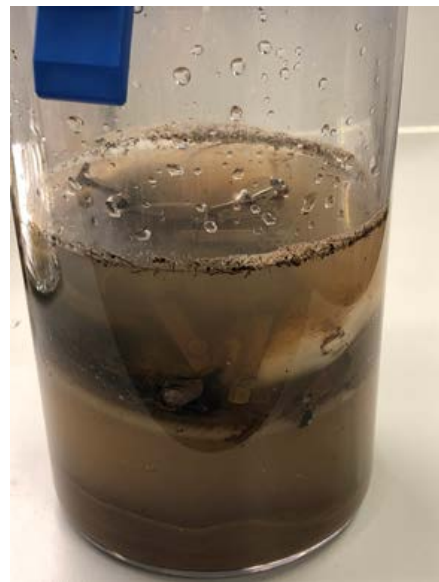
Boksene for anoksisk lagring av musene ble spylt med nitrogengass (N_2 6.0) både før de ble tatt i bruk og etter at de var fylt opp med mus, vann, og jord. I forsøk hvor kadavrene skulle dekket av anoksisk vann var det nødvendig å holde musene nede i vannet ved hjelp av et lodd (en stor slangeklemme).

I bokser for lagring av mus i nærvær av oksygen ble en slange ført ned til bunnen av kammeret hvor den endte i en luftestein (for akvarier). Slangen ble koblet til en akvariepumpe for å gi en jevn strøm av luft inn i boksen. I bokser hvor musene skulle lagres i fravær av vann ble det likevel fylt et par centimeter vann i bunnen av boksen slik at lufta som ble pumpet inn i karet ble fuktet opp. Dette for å minimere risikoen for at musene skulle tørke ut over tid. I bokser hvor musene skulle dekket av vann som samtidig skulle luftes (O_2 + vann og O_2 + vann + jord) ble det plassert en magnetstav i bunnen av boksen som ble plassert på en magnetrører for å sikre god omrøring i vannet under luftingen. For å sikre god lufting av boksen var det nødvendig å erstatte jorda med "jordvann" (1.5 liter vann + 50 g jord) i bokser med O_2 + vann + jord. I de luftede anaerob-boksene ble åpningen dekket med parafilm og lokket lagt løst oppå. Det var likevel nødvendig å fylle på ekstra vann under forsøket. Dette gjaldt også de luftede boksene som kun hadde litt vann i bunnen. Målet var å hindre at musekadaverne tørket ut under forsøket, noe vi bare lyktes delvis med (se senere).

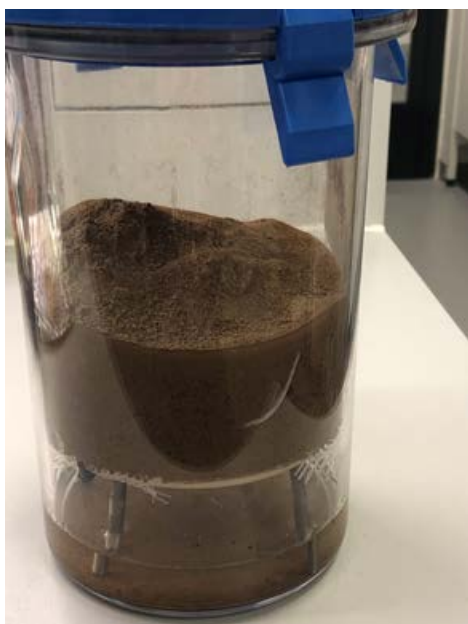
I bokser hvor musene ble dekket av vann (O_2 + vann og O_2 + vann + jord) var det nødvendig å holde musene nedsenket ved hjelp av et lodd (en bunt av mindre slangeklemmer).



Figur 4. Lagringsforsøk uten oksygen eller jord, men med vann. Musekadavrene (3 hvite og en sort) holdes nedsenket i vannet av en stor slangeklemme. Fotografiet er tatt dagen etter oppstart.



Figur 5. Lagringsforsøk uten oksygen, men med jord og vann. Musekadavrene (3 hvite og en sort) holdes nedsenket i vannet av en bunt med slangeklemmer. Jorda som opprinnelig omga musene, sank etter noen tid ned i hovedsak til bunns. Fotografiet er tatt dagen etter oppstart.



Figur 6. Lagringsforsøk uten oksygen eller vann, men med jord. Musekadavrene (3 hvite og en sort) er dekket av jord, men en hale sees mot veggen. I bunnen av karet er litt vann for å sikre høy luftfuktighet i kammeret, og noe jord har drysset ned i vannet. Fotografiet er tatt dagen etter oppstart.



Figur 7. Lagringsforsøk uten oksygen, vann, eller jord. Musekadavrene (3 hvite og en sort) ligger på platået og i bunnen er litt vann for å sikre høy luftfuktighet i kammeret. Fotografiet er tatt dagen etter oppstart.



Figur 8. Lagringsforsøk med oksygen (lufting) men uten jord eller vann. Musekadavrene (3 hvite og en sort) ligger fritt på platået. I bunnen av karet er litt vann og lufta bobles gjennom vannet for å få så høy fuktighet som mulig. Fotografiet er tatt dagen etter oppstart.



Figur 9. Lagringsforsøk med oksygen (lufting) og jord, men ikke vann. Musekadavrene (3 hvite og en sort) er dekket av jord. I bunnen av karet er litt vann og lufta bobles gjennom vannet for å få så høy fuktighet som mulig. Fotografiet er tatt dagen etter oppstart.



Figur 10. Lagringsforsøk med tilførsel av oksygen (luft) og musekadaverne nedsenket i vann, men ingen jord. Musene (2 hvite og 3 sorte) holdes nedsenket i vannet av en bunt med slangeklemmer. Lufting skjer vha. en akvariepumpe og via en sentralt plassert luftestein. Karet er plassert på en magnerører og magnetstaven som holder væsken i bevegelse kan så vidt skimtes. Karet er dekket med parafilm, mens lokket ligger løst oppå. Fotografiet er tatt dagen etter oppstart.



Figur 11. Lagringsforsøk med tilførsel av oksygen (luft) og musekadaverne nedsenket i en suspensjon av jord i vann. Musekadaverne (3 hvite og 1 sort) holdes nedsenket i vannet av en bunt med slangeklemmer. Lufting skjer vha. en akvariepumpe og via en sentralt plassert luftestein. Karet er plassert på en magnerører og en magnetstav holder væsken i bevegelse. Karet er dekket med parafilm, mens lokket ligger løst oppå. Fotografiet er tatt dagen etter oppstart.



Figur 11. *To musekadavre på et teppe av jord like før de dekkes av jord.*

Prøvetaking av vevsmateriale og analyse av fettsyrer

På hvert prøvetakingstidspunkt ble det tatt vevsprøver for mulig analyse av fettsyreinnhold. Stearinsyre, oleinsyre og palmitinsyre er en fettsyrer som ofte er dominerende i adipocere-materiale. Vevsmateriale ble tatt i gonaderegionen av musekadavrene siden der var det mest fettrike vevet. Det er viktig å nevne at vevsmateriale var av veldig forskjellig konsistens i de individuelle kadavrene og prøvetaking var særlig problematisk i kadavrene som var inntørket. Vevsmateriale ble overført i 50 ml falcon-rør og lagret ved -80°C .

Opparbeiding av vevsprøvene:

Lipider ble ekstraherte med Folch metoden (Folch et al., 1957). Vev ble suspendert i 3 ml 2:1 kloroform:metanol og homogenisert med en stål homogenisator (IKA T 10 basic ULTRA-TURRAX). Prøvene ble sentrifugerte på 2000 rpm i 5 min i 4°C for å fjerne partikler, og supernatanten derav ble filtrert med GF/C glass mikrofiber filter. Deretter ble prøvene spiket med 100 μl 100 ng/ml $^{13}\text{C}_{18}$ -stearinsyre (fra Merck). Faser ble separerte ved å tilsette 1,25 ml 0,9% NaCl med sentrifugering på 2000 rpm i 15 min i 4°C . Nederste fasen (organiske) ble

flyttet til et nytt rør og tørket under nitrogen. Totallipidutbytte ble bestemt gravimetrisk med utveiling av røret etter tørking.

Prøvene ble resuspendert i 100 µl 40:60 acetonitril:vann (ultra-ren) med 10 mM ammonium format og 0,1% maursyre. Prøvene ble analyserte med en Agilent 1260 væskkromatograf (HPLC) koblet til en 4670 trippel kvadrupol massespektrometer med en elektrospøyte ionekilde. Ionekildeparametere var: tørkegasstemperatur 320 °C, tørkegasstrøm 12 l/min, nebulizer-trykk 30 psi, sliregasstemperatur 400 °C, sliregasstrøm 12 l/min, kapillærspenning 5000 V og nozzle-spenning 2000 V. HPLC-kolonnen var en Waters Acquity CSH C18 kolonne (2,1 x 100 mm, 1.7 µm partikkelstørrelse), som var satt i 45 °C med strøm på 250 µl/min og 5 µl injeksjonsvolum. Mobilfasen besto av to komponenter: (A) 40:60 acetonitril:vann og (B) 90:10 isopropanol:acetonitril, både med 10 mM ammonium format og 0,1% maursyre. Gradient er beskrevet i Tabell 1. Masseoverganger (i negativ ioniseringsmodus) var 329,3 -> 283,2 og 283,1 -> 239 til stearinsyre og 347.3 -> 301,2 og 301,1 -> 257 til ¹³C₁₈-stearinsyre.

Tabell 1: Mobilfaseparametere til HPLC.

Tid	%A	%B
0	70	30
1,25	70	30
7,5	3	97
11,25	3	97
12	70	30

RESULTATER

Musekadavre ble lagret ved romtemperatur under følgende betingelser: I nærvær og fravær av oksygen, dvs. lufting versus anoksiske betingelser, i direkte kontakt med jord eller ikke, og nedsenket i vann eller ikke. Dette gir totalt 8 kombinasjoner av lagringsbetingelser. Kombinasjonen "nedsenket i vann" og "nærkontakt med jord" ble løst ved at musene ble senket ned i en blanding av jord og vann. For øvrig ble det sørget for at jorda var fuktig og atmosfæren hadde en høy fuktighet. Kadavrene ble lagret i totalt 128 døgn, og enkeltkadavre ble plukket ut etter 52 døgn, 87 døgn og 128 døgn for observasjon av deres tilstand og enkel disseksjon. Observasjonene er oppsummert i [Tabell 2 og 3](#).

Det mest slående resultatet er den positive effekten jord hadde på nedbrytingen av musekadaverne ([Figur 13](#)). Mus, i likhet med andre pattedyr, inneholder store mengder mikroorganismer, i første rekke bakterier, både på og i kroppen. Likevel hadde direkte kontakt med jord, formodentlig på grunn av mikroorganismene i jorda, en klart positiv effekt på nedbrytingen. Dette gjaldt både i fravær og nærvær av oksygen.

Nærvær av oksygen hadde, som forventet ut fra litteraturen, en positiv effekt på nedbrytingen av musekadaveret, men på langt nær så stor effekt som tilstedeværelsen av jord. Musekadavre lagret anoksiske i nærvær av jord var gått i oppløsning etter 128 døgn, mens musekadavre lagret

i luftet vann fortsatt var gjenkjennelige mus etter 128 døgn, om enn på grensen til å bli ugjenkjennelige. Sammenlignet med kadavre lagret i anoksisk vann, men uten jord, var likevel kadavre lagret i luftet vann kommet litt lenger i nedbrytingen.

Mus lagret i fuktig atmosfære, hvor enten atmosfæren inneholdt oksygen eller ikke, ble best bevart. Trolig tørket de til en viss grad ut. Nedbrytingen syntes å ha kommet litt lenger i musene lagret i nærvær av oksygen enn i de som var lagret anoksisk.



Figur 13 *To mus lagret i nærvær av oksygen (luft) i 52 døgn. Til venstre ei mus lagret uten direkte kontakt med jord eller vann. Til høyre restene av ei mus lagret i fuktig jord.*

Tabell 2 Musekadavre lagret i nærvær av oksygen, dvs. med kontinuerlig tilførsel av luft til beholderne vha. en akvariepumpe.

Lagrings- betingelser	Muse- kadaver plukket ut (døgn)	Observasjoner og kommentarer	Hen- visning til bilder
Musekadavre lagret med lufting, men uten direkte kontakt med jord eller vann.	52	Musekadaveret hadde tørket inn og var i det ytre vel bevart. Likevel noen bloduttredelser. De indre organer syntes relativt godt bevart. Luktet "gammel ost".	Bilag 1, Fig. B1-1 – B1-3
	87	Musekadaveret hadde tørket inn og i det ytre vel bevart. En svart mus dissekert. Indre organer i ferd med å gå i oppløsning. Luktet "gammel ost".	Bilag 1, Fig. B1-4 – B1-6
	128	De to gjenværende musekadaverne hadde betydelig vekst av muggsopp, men var fortsatt lett gjenkjennelige som mus. En svart mus dissekert. Musa var ikke helt inntørket. Skinnen var bevart, men de indre organene hadde gått helt i oppløsning. Luktet en blanding av "sterk fransk ost" og mugg.	Bilag 1, Fig. B1-7 – B1-8
Musekadavre lagret nedsenket i luftet vann, men uten kontakt med jord	52	Musekadaveret fortsatt gjenkjennelig som en mus. Skinnen holdt seg bra, men pelsen løsnet lett under behandlingen. Innvollene i ferd med å få "grøtkonsistens". pH i vannet 8.96. Råtten lukt.	Bilag 2, figur B2-1 – B2-3
	87	Musekadaveret fortsatt gjenkjennelig som en mus. Trolig ble en hvit mus vi plukket ut. Skinnen var fortsatt intakt, og de indre organene var også rimelig intakte. Luktet "gammel mugg".	Bilag 2, figur B2-4 – B2-6
	128	Musekadaver ikke lenger lett gjenkjennelig som en mus, men halen godt bevart. Trolig en svart mus som ble dissekert. Skinn og indre organer var relativt intakte. Luktet ikke mye.	Bilag 2, figur B2-7 – B2-9
Musekadavre nedgravd i fuktig jord, men uten direkte kontakt med vann. Kontinuerlig lufting.	52	Musekadaveret gikk delvis i oppløsning ved forsøk på å grave det ut. Spatel skar gjennom kadaveret nesten som "en kniv i varmt smør". Lukt som en veldig moden ost.	Bilag 3, figur B3-1 – B3-4
	87	Musekadaveret ikke gjenkjennelig som en mus. Bare en blanding av beinrester, skinn og annet. Luktet surt.	Bilag 3, figur B3-5 – B3-7
	128	Musekadaveret var gått i oppløsning og var ikke gjenkjennelig som en mus. Grov fram en del rester, men vet ikke om dette var fra en eller to mus. Jorda var fuktig men ganske fast, og fuktigere rundt kadavrene. Litt svovellukt.	Bilag 3, figur B3-8 – B3-10
Musekadavre nedsenket i luftet jordvann.	52	Musekadaver gjenkjennelig som en mus. Skinnen holdt seg bra, men pelsen løsnet under handling. Innvollene en "grøt". pH i vannet 8.56. Råtten lukt.	Bilag 4, figur B4-1 – B4-3
	87	Musekadaveret ikke gjenkjennelig som en mus, kun en klump med masse omgitt av jord og annet. Musa ble fisket opp med en skje. Den var klistret fast til de øvrige kadavrene. Mye svart utfelling, muligens jernsulfider, kanskje fra loddene som ble benyttet for å holde kadavrene nedsenket i vannet. Etter at jorden var vasket bort så vi at kroppsdelene manglet. Trolig var det en svart mus vi plukket ut. Luktet litt svovelforbindelser, ikke ulikt lukten fra mudder på ei havstrand.	Bilag 4, figur B4-4 – B4-5
	128	Musekadaveret var gått i kraftig oppløsning og var ikke gjenkjennelig som en mus. Mye hvit, nesten talgaktig masse inne i musa. Luktet ikke mye.	Bilag 4, figur B4-6 – B4-7

Tabell 3 Musekadavre lagret i fravær av oksygen.

Lagrings- betingelser	Muse- kadaver plukket ut (døgn)	Observasjoner og kommentarer	Hen- visning til bilder
Musekadavre lagret anoksisk, men uten direkte kontakt med jord eller vann.	52	Musekadaveret virker utenfra svært intakt. Luktet heller ikke mye. De indre organer så intakt ut.	Bilag 5, figur B5-1 – B5-2
	87	Musekadaveret fortsatt lett identifiserbart som en mus. En hvit mus plukket ut. Pelsen var fortsatt bra bevart bortsett fra litt bloduttredelser/fuktighet i partier. Indre organer fortsatt intakte, men musa er blitt litt tørr/hard. Lukter "veldig moden ost".	Bilag 5, figur B5-3 – B5-5
	128	Musekadaveret fortsatt lett gjenkjennelig som en mus. Plukket ut en hvit mus som fortsatt var så intakt at den kunne løftes ut etter halen. Innvollene begynte å bli harde med litt "tal-g-dannelse".	Bilag 5, figur B5-6 – B5-7
Musekadavre lagret anoksisk nedsenket i vann, men uten kontakt med jord	52	Musekadaveret hadde delvis intakte organer. pH i vannet 6.51. Motbydelig lukt.	Bilag 6, figur B6-1
	87	Musekadaveret hadde flytt opp. Ei hvit mus som var klart gjenkjennelig som ei mus plukket ut. Meget hard kropp. Indre organer så intakte ut. Mye hard, hvit masse inne i kroppen, kanskje tidligere fett. Motbydelig kloakkluft.	Bilag 6, figur B6-2 – B6-3
	128	Musekadaveret gjenkjennelig som en mus. Kroppen veldig hard og inneholder mye talgaktig masse. Et teppe av muggvekst på vannoverflata indikerer at det må sluppet til litt oksygen i boksen. Lekkasje?	Bilag 6, figur B6-4 – B6-8
Musekadavre nedgravd i fuktig, anoksisk jord, men uten direkte kontakt med vann.	52	Musekadaveret hadde en veldig fast konsistens, nærmest hardt å klemme på. Lukta var ikke veldig ille. Litt nedbrutt. Spesielt virket innvollene "inntørkede."	Bilag 7, figur B7-1
	87	Musekadaveret hadde jord klistret til kroppen, men var gjenkjennelig som en mus. Kroppen var hard og virket litt inntørket. Trolig en svart mus. Jorda var fuktig, men kan jorda ha trukket fuktighet ut av musa over tid og er det derfor den har blitt så hard? Luktet "gammel kjeller".	Bilag 7, figur B7-2 – B7-4
	128	Musekadaveret har gått i oppløsning. Mye jord klistret rundt restene. Innvoller ødelagt. Skarp, ubehagelig lukt	Bilag 7, figur B7-5 – B7-8
Musekadavre nedsenket i anoksisk jordvann.	52	Musekadaveret hadde en fast konsistens og indre organer virket svært intakte. pH i vannet 5.86. Motbydelig lukt.	Bilag 8, figur B8-1 – B8-2
	87	Musekadaveret på grensen til ikke lenger å være gjenkjennelig som ei mus. Musa, ei hvit, gikk litt i stykker da den ble fisket opp, men hadde fortsatt delvis intakte organer, men med en del hvit masse. Kroppen var fortsatt ganske fast. Luktet svært ille, en motbydelig blanding av svovelforbindelser og råtten lukt. .	Bilag 8, figur B8-3 – B8-4
	128	Ingen intakte musekadavre, bare mange rester som flyter i vannet eller blir holdt nede av loddene. Disse restene er meget harde og flere har et talgaktig utseende. Vannet veldig svart på farge. Kan det skyldes utfellinger av jernsulfid grunnet en reaksjon mellom lodd og sulfid dannet under forråtnelsen. Biofilm på overflata av vannet. Meget motbydelig lukt.	Bilag 8, figur B8-5 – B8-7

Prøvetaking 1.3.20 – etter 52 døgns lagring ved romtemperatur

De første prøvene av musekadavre ble tatt ut etter 52 døgn. En del observasjoner gjort under prøvetakingen er oppsummert i **Tabell 4**. Det bør også nevnes som en generell kommentar at selv om ingen av musekadaverne luktet godt, luktet musekadaverne lagret anoksisk betydelig verre enn musekadaverne lagret i nærvær av oksygen.

Tabell 4 *Observasjoner under prøvetaking etter 52 døgn*

Prøve	Observasjoner	Henvisning til fotografier
Musekadaver lagret med lufting, men uten direkte kontakt med vann eller jord	Musekadaveret hadde tørket inn; Lukten lignet "gammel ost" lukt	Figur B1-1 – B1-3
Musekadaver lagret i fuktig jord med lufting	Musekadaveret gikk mer eller mindre i oppløsning ved forsøk på å grave det ut. Spatel skar gjennom kadaveret nesten som en kniv i varmt smør; Lukten var strengere, men påminnte fortsatt på veldig moden ost.	Figur B3-1 – B3-4
Musekadaver lagret i jordvann med lufting	Skinnet holdt seg bra, men pelsen løsnet under handtering. Innvendig var innvollene en "grøt". pH i vannet 8.56. Råtten lukt.	Figur B4-1 – B4-3
Musekadaver lagret i vann med lufting (men ikke tilsatt jord)	Lignet musekadaveret over, men mer gjenkjennelig som en mus. Skinnet holdt seg, men pelsen løsnet lett, dog i mindre grad enn for musekadaveret lagret i jordvann. Innvendig hadde innvollene også noe mindre grøtkonsistens. pH i vannet 8.96. Råtten lukt.	Figur B2-1 – B2-3
Musekadaver lagret anoksisk, men uten kontakt med vann eller jord	Musekadaveret virker utenfra svært intakt. Lukter heller ikke mye; De indre organer så intakt ut.	Figur B5-1 – B5-2
Musekadaver lagret anoksisk i fuktig jord.	Musekadaveret hadde en veldig fast konsistens, nærmest hardt å klemme på. Lukta var ikke veldig ille. Litt nedbrutt. Spesielt virket innvollene "inntørket."	Figur B7-1
Musekadaver lagret anoksisk jordvann	Musekadaveret hadde en fast konsistens og indre organer virket svært intakte. pH i vannet 5.86. Motbydelig lukt.	Figur B8-1 – B8-2
Musekadaver lagret anoksisk i vann (men ikke tilsatt jord)	Musekadaveret hadde delvis intakte organer. pH i vannet 6.51. Motbydelig lukt.	Figur B6-1

Prøvetaking 5.4.20 – etter 87 døgns lagring ved romtemperatur

Den neste prøveserien av musekadavre ble tatt ut etter 87 døgn. En del observasjoner gjort under prøvetakingen er oppsummert i [Tabell 5](#). Det bør også nevnes som en generell kommentar at selv om ingen av musekadaverne luktet godt, luktet musekadaverne lagret anoksisk betydelig verre enn musekadaverne lagret i nærvær av oksygen.

Tabell 5 *Observasjoner under prøvetaking etter 87 døgn*

Prøve	Observasjoner	Henvisning til fotografier
Musekadaver lagret med lufting, men uten direkte kontakt med vann eller jord	Musekadaveret hadde tørket inn; Luktet "gammel ost". En svart mus dissekert.	Figur B1-4 – B1-6
Musekadaver lagret i fuktig jord med lufting	Musekadaveret ikke lenger gjenkjennelig som en mus. Bare en blanding av beinrester, skinn og annet. Grov opp og frøs ned noen av disse restene, men ellers var det lite å få ut av prøven. Luktet surt.	Figur B3-5 – B3-7
Musekadaver lagret i jordvann med lufting	Musekadaveret ikke lenger gjenkjennelig som en mus, kun en klump med masse omgitt av jord og annet. Musa ble fisket opp med en skje. Den satt klistret til de øvrige kadavrene. Mye svart utfelling, muligens jernsulfider, kanskje fra loddene som ble benyttet for å holde kadavrene nedsenket i vann. Etter at jorden var vasket bort så vi at kroppsdelene manglet. Trolig var det en svart mus vi plukket ut, men sikker kan vi ikke være. Luktet litt svovelforbindelser, ikke ulikt lukten fra mudder på ei havstrand.	Figur B4-4 B4-5
Musekadaver lagret i vann med lufting (men ikke tilsatt jord)	Musekadaveret var fortsatt gjenkjennelig som en mus. Trolig var det en hvis mus vi plukket ut. Skinnen var fortsatt intakt, og de indre organene var også rimelig intakte. Luktet "gammel mugg".	Figur B2-4 – B2-6
Musekadaver lagret anoksisk, men uten kontakt med vann eller jord	Musekadaveret fortsatt lett identifiserbart som en mus. En hvit mus plukket ut. Pelsen var også fortsatt bra bevart bortsett fra litt bloduttredelser/fuktighet i partier. Indre organer fortsatt intakte, men musa begynner å bli litt tørr/hard. Lukter "veldig moden ost".	Figur B5-3 – B5-5
Musekadaver lagret anoksisk i fuktig jord.	Musekadaveret hadde jord klistret til kroppen, men var fortsatt gjenkjennelig som en mus. Kroppen var hard og virket litt inntørket. Trolig en svart mus. Jorda var fuktig, men kan jorda ha trukket fuktighet ut av musa over tid og er det derfor den har blitt så hard? Luktet "gammel kjeller".	Figur 7-2 – B7-4
Musekadaver lagret anoksisk jordvann	Musekadaveret på grensen til ikke lenger å være gjenkjennelig som en mus. Musa, ei hvit, gikk litt i stykker da den ble fisket opp, men hadde fortsatt delvis intakte organer, men med en del hvit masse (likvoks?). Kroppen var fortsatt ganske fast. Luktet svært ille, en blanding av svovelforbindelser og råttent lukt. Klart den mest illeluktende i denne prøveserien.	Figur B8-3 – B8-4
Musekadaver lagret anoksisk i vann (men ikke tilsatt jord)	Musekadaveret hadde flytt opp. Ei hvit mus som fortsatt var klart gjenkjennelig som ei mus. Meget hard kropp og indre organer så intakte ut. Mye hard, hvit masse, kanskje tidligere fett. Motbydelig kloakklukt.	Figur B6-2 – B6-3

Prøvetaking 16.5.20 – etter 128 døgns lagring ved romtemperatur

Den siste serien av musekadavre ble tatt ut etter 128 døgn. En del observasjoner gjort under prøvetakingen er oppsummert i Tabell 6. Det bør også nevnes som en generell kommentar at selv om ingen av musekadaverne luktet godt, luktet musekadaverne lagret anoksisk betydelig verre enn musekadavrene lagret i nærvær av oksygen.

Tabell 6 Observasjoner under prøvetaking etter 128 døgn

Prøve	Observasjoner	Henvisning til fotografier
Musekadaver lagret med lufting, men uten direkte kontakt med vann eller jord	De to gjenværende musekadaverne har betydelig vekst av muggsopp, men fortsatt lett gjenkjennelige som mus. En svart mus dissekert. Musa var ikke helt inntørket og skinnen var bevart, men de indre organene hadde gått helt i oppløsning. Råtnet musa innenfra og ut? Luktet en blanding av "sterk fransk ost" og mugg.	Figur B1-7 – B1-8
Musekadaver lagret i fuktig jord med lufting	Musekadaveret var gått i oppløsning og var ikke lenger gjenkjennelig som en mus. Grov fram en del rester, men vet ikke om dette var fra en eller to mus. Jorda var fuktig, men ganske fast, og fuktigere rundt musekadaverne. Ingen disseksjon. Litt svovellukt.	Figur 3-8 – B3-10
Musekadaver lagret i jordvann med lufting	Musekadaveret var gått i kraftig oppløsning og var ikke lenger gjenkjennelig som en mus. Mye hvit, nesten talgaktig masse inne i musa. Luktet ikke mye.	Figur B4-6 – B4-7
Musekadaver lagret i vann med lufting (men ikke tilsatt jord)	Musekadaver ikke lenger lett gjenkjennelig som en mus, men halen godt bevart. Trolig en svart mus som ble dissekert. Skinn og indre organer var relativt intakte. Luktet ikke mye.	Figur B2-7 – B2-9
Musekadaver lagret anoksisk, men uten kontakt med vann eller jord	Musekadaver fortsatt lett gjenkjennelig som en mus. Plukket ut en hvit mus som fortsatt var så intakt at den kunne løftes ut etter halen.	Figur B5-6 – B5-7
Musekadaver lagret anoksisk i fuktig jord.	Musekadaveret har gått i oppløsning. Mye jord klistret rundt restene. Innvoller ødelagt. Skarp, ubehagelig lukt	Figur B7-5 – B7-8
Musekadaver lagret anoksisk jordvann	Ingen intakte musekadavre, bare mange rester som flyter i vannet eller blir holdt nede av loddene. Disse musrestene er meget harde og flere har et talgaktig utseende. Vannet er veldig svart på farge. Kan det skyldes utfelling av jernsulfid? Reaksjon mellom lodd og sulfid dannet under forråtnelsen. Biofilm på overflata av vannet. Lukten, eller snarere stanken, er meget motbydelig.	Figur B8-5 – B8-7
Musekadaver lagret anoksisk i vann (men ikke tilsatt jord)	Musekadaveret gjenkjennelig som en mus. Musa er veldig hard og inneholder mye talgaktig masse. Et teppe av muggvekst på vannoverflata indikerer at det må sluppet til litt oksygen. Lekkasje?	Figur B6-4 – B6-8

Tabell 7 pH i vannet ved avslutning 5.7.20 (128 døgn). I prøver merket med * var det ikke direkte kontakt mellom vannet og musekadaverne

Prøve	pH
Musekadaver lagret med lufting, men uten direkte kontakt med vann eller jord*	8.33
Musekadaver lagret i fuktig jord med lufting*	6.10
Musekadaver lagret i jordvann med lufting	8.48
Musekadaver lagret i vann med lufting (men ikke tilsatt jord)	6.23
Musekadaver lagret anoksisk, men uten kontakt med vann eller jord*	8.13
Musekadaver lagret anoksisk i fuktig jord*	8.36
Musekadaver lagret anoksisk jordvann	7.45
Musekadaver lagret anoksisk i vann (men ikke tilsatt jord)	8.20

Oppsummering av observasjoner

Musekadavre lagret med lufting, men uten direkte kontakt med vann eller jord

De musekadaverne som ble lagret med lufting, men uten direkte kontakt med vann eller jord tørket i stor grad ut, selv om luften som ble ført inn i kammeret ble fuktet (Figur 7). Etter hvert gikk imidlertid musenes indre organer i oppløsning, og ved avslutning av forsøket (128 døgn) var det betydelig muggvekst utenpå musekadaverne. De var imidlertid fortsatt lett gjenkjennelige som mus, om enn dekket av et lag med mugg. Totalt sett virker det som disse musene råtnet innenfra og ut.

Musekadavre lagret nedsenket i luftet vann, men uten tilsatt jord

Pelsen på musekadavre lagret i luftet vann var relativt godt bevart etter 52 døgn. På dette tidspunktet var pH i vannet relativt høy (pH 8.96), trolig pga. dannelse av ammonium som en del av nedbrytningsprosessen av proteiner/aminosyrer. Ved avslutning av forsøket etter 178 døgn var imidlertid pH sunket til 6.23, formodentlig fordi ammoniakken etter hvert ble "blåst ut" av det luftede vannet og andre prosesser tok over. Etter 87 døgn var musekadaveret dekket av en slimet masse, og inne i musa var det betydelig dannelse av en hvit talgaktig substans. Også etter 128 døgn var musekadaveret dekket av et slimlag og inne i musa var det en del hvit, talgaktig substans. Det begynte nå å bli vanskelig å gjenkjenne kadaveret som restene av en mus, men umulig var det ikke. Etter 128 dager lignede kadavrene mer en klump, men de indre organer var fortsatt godt identifiserbare. Det ble observert en talgaktig masse i kadavrene.

Musekadavre lagret i fuktig jord, men ikke i direkte kontakt med vann, og med lufting

Musekadaverne som ble dekket med jord i et kammer med lufting, var helt klart mest nedbrutt etter 52 døgn. Lufta som ble pumpet inn i kammeret ble boblet gjennom vann, og i motsetning til musekadaverne lagret i luft (se over) holdt jorda på fuktigheten og musekadaverne tørket ikke inn. De var derimot betydelig nedbrutt og skjeen som ble benyttet for forsiktig å grave fram kadavrene etter 52 døgn, skar gjennom kadaveret som en "kniv i varmt smør". Jord var nærmest "limt" fast til kadaveret, og hadde det ikke vært for halen ville det vært vanskelig å si hva som var foran og bak. Det jorddekte kadaveret ble overført til en sil og skylt med vann i et forsøk på å vaske bort jorda. Under skyllingen desintegreerte kadaveret fullstendig. Samme situasjon, bare enda mer nedbrutte kadaver ble observert etter 87 døgn og 128 døgn, og det var vanskelig allerede etter 52 døgn og neppe mulig etter 87 og 128 døgn å si at dette var restene

av en mus uten nøye undersøkelser. Musekadavre lagret i fuktig jord og med god tilgang på oksygen (luft) ble brutt ned meget raskt.

Musekadavre lagret nedsenket i jordvann med lufting

Musekadaveret lagret i jordvann med lufting var også betydelig nedbrutt. Kadavrene ble holdt nedsenket i vannet vha. lodd laget av slangeklemmer, men oppdrift gjorde at det over tid var vanskelig å holde dem helt nedsenket. Pelsen hadde i stor grad løsnet, eller falt av ved lett berøring allerede etter 52 døgn, mens skinnet fortsatt var mer intakt. Vannet var fullt av ulike bakterier, men det ble ikke observert protozoer. Et brunt slim, trolig en blanding av pels, jordpartikler og mikroorganismer dekket musekadaveret som ikke lenger var lett gjenkjennelig som restene av en mus. Også de indre organer var i full nedbryting. Etter 87 døgn var restene ikke lenger gjenkjennelig som restene av en mus, og i det indre var det dannet betydelige mengder hvit, talgaktig substans. Musekadaverne var også svært svarte av farge, muligens utfellinger av jernsulfid, og i så fall har i det minste deler av systemet vært anoksiske. Etter 128 døgn falt kadavrene fra hverandre når de ble "fisket opp" av vannet. Fortsatt var det mye hvit talgaktig substans inne i musekadaveret.

Musekadavre lagret anoksiske, men uten direkte kontakt med vann eller jord

Musekadavre lagret anoksiske og uten direkte kontakt med jord eller vann så med første øyekast ikke ut som de hadde vært oppbevart ved romtemperatur i 52 døgn, men heller som om de nylig var blitt avlivet. De luktet ikke godt, men heller ikke mye sammenlignet med de som hadde vært lagret i kontakt med vann (se under). Bildet lyver likevel litt, for i en tidlig fase ble en del blodig masse presset ut av endetarmen, trolig grunnet gjæring inne i musekadaverne. Denne massen dryppet ned vannet i bunnen av kammeret. Dette vannet var der for å sikre en vannmettet atmosfære i kammeret. Skinnet var helt intakt uten tegn for strukturell svikt. Innvollene i kadaveret var relativt godt bevart og indre organer kunne identifiseres.

Etter 87 døgn var kadavrene fortsatt lett gjenkjennelige som mus, men de så ikke lenger like "ferske" ut, blant annet hadde de en del bloduttredelser. Innvollene var i ferd med å gå i oppløsning.

Etter 128 døgn var musekadaverne fortsatt lett gjenkjennelige som mus, og de indre organene var heller ikke veldig nedbrutt.

Oppsummert holdt disse musekadaverne seg meget godt.

Musekadavre lagret nedsenket anoksiske i vann, men ikke i kontakt med jord

Musekadaverne lagret anoksiske i vann luktet motbydelig. Kadavrene ble holdt nedsenket i vannet vha. lodd laget av slangeklemmer, men oppdrift gjorde at det over tid var vanskelig å holde dem helt nedsenket. I motsetning til kadavrene lagret med lufting satt pelsen fortsatt fast på kroppen. Dette kan ha sammenheng med at i kar med musekadavre lagret anoksiske i vann var pH i vannet litt på den sure siden (pH 6.5), mens pH var basisk i den samme prøven lagret med lufting (pH 9.0). Vannet innholdet en tett kultur av ulike bakterier, men det ble ikke observert protozoer. Musekadaveret hadde en fast konsistens og de indre organene var relativt godt bevart, men hadde en veldig bleik farge. Som observert for kadaveret lagret anoksiske i jordvann, var det antydning til en guldfarget voksaktig masse i gonadeområde til musa.

Etter 87 døgn var kadavrene i noen grad begynt å gå i oppløsning.

Etter 128 døgn var det dannet et tykt lag med mugg på vannoverflaten. Muggsopp vokser normalt ikke under anoksiske betingelser og indikerer at det må ha vært lekkasje av luft inn i det antatt anoksiske karet. Samtidig har trolig soppveksten forbrukt mye av oksygenet som sivet inn, slik at kadavrene fortsatt i hovedsak opplevde anoksiske forhold. Kadavrene var etter 128 døgn fortsatt gjenkjennelige som rester av en mus og de indre organene var også relativt godt bevart, selv om det var dannet mye hvit talgaktig substans.

Musekadavre begravd i fuktig, anoksiske jord, men ikke direkte kontakt med vann

Musekadaverne lagret anoksiske i fuktig jord var faste, nærmest harde, å ta på etter 52 døgn, omtrent som de ennå ikke var ute av *rigor mortis* (dødsstivheten). De luktet litt, men ikke på langt nær så motbydelig som de som ble lagret i nær kontakt med vann. Som for musekadaveret lagret i jord med lufting, klistret jord seg fast til kroppen, men nedbrytingen av kadaveret var ikke på langt nær like framskreden.

Etter 87 døgn var fortsatt jord klistret fast til kroppen, men de indre organene var betydelig nedbrutt. Den jordinnkapslede musekroppen var fortsatt gjenkjennelig som resten av ei mus.

Etter 128 døgn var situasjonen mye lik situasjonen etter 87 døgn, men det jordinnkapslede kadaveret var ikke lenger lett gjenkjennelig som restene av en mus, og nedbrytingen av de indre organer var langt framskreden.

Musekadaver lagret nedsenket i anoksiske i jordvann

Musekadaverne lagret anoksiske i jordvann luktet meget motbydelig etter 52 døgn. Kadavrene ble holdt nedsenket i vannet vha. lodd laget av slangeklemmer, men oppdrift gjorde at det over tid var vanskelig å holde dem helt nedsenket. I motsetning til kadavrene lagret med lufting satt pelsen fortsatt fast på kroppen. Dette kan ha sammenheng med at i kar med musekadavre lagret anoksiske var pH litt på den sure siden (pH 5.6-6.5), mens pH var basisk i de samme prøvene lagret med lufting (pH 8.6-9.0). Avhåring av skinn skjer ofte under basiske betingelser ved behandling av skinn. Vannet inneholdt en tett kultur av ulike bakterier, men det ble ikke observert protozoer. Et brunt slim dekket den delen av kadaveret som hadde vært nedsenket i vannet. Musekadaveret hadde en fast konsistens og de indre organene var relativt godt bevart. Det var antydning på en gulffarvet voksaktig masse i gonadeområde til musen.

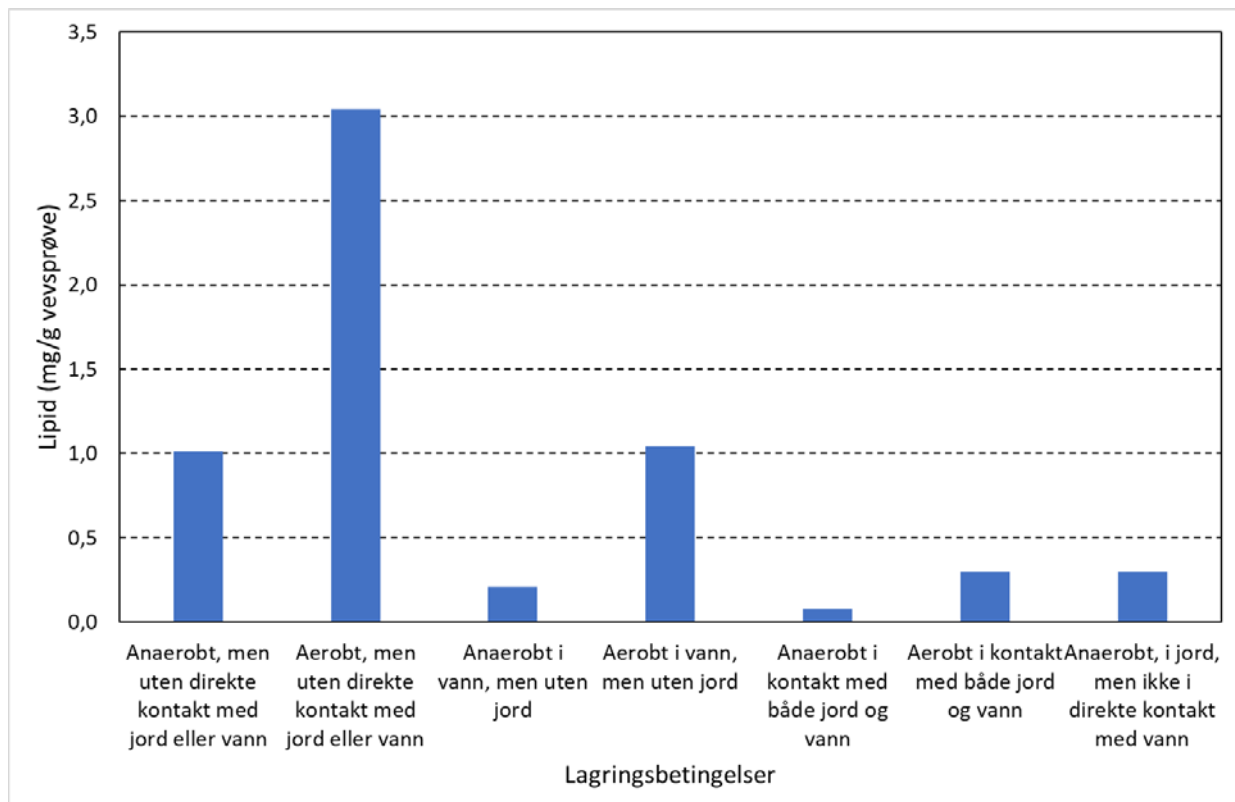
Etter 87 døgn var kadavrene fortsatt gjenkjennelige som rester av en mus. Inne i musa var det betydelige mengder av en hvit talgaktig substans.

Etter 128 døgn hadde musekadaverne gått delvis i oppløsning og var ikke lenger gjenkjennelige som rester av en mus. De indre organene var kraftig nedbrutt. Vannet var svart på farge, muligens på grunn av utfelling av jernsulfid. Under anoksiske forhold vil det ofte dannes hydrogensulfid (H_2S) som både er en meget illeluktende ("råtne egg") og svært giftig gass. Musekadaverne ble holdt nede av jernholdige slangeklemmer, og hydrogensulfid og jern danner en meget svart utfelling (FeS), som samtidig fjerner H_2S som eller vil forgifte også mange av de bakteriene som danner H_2S .

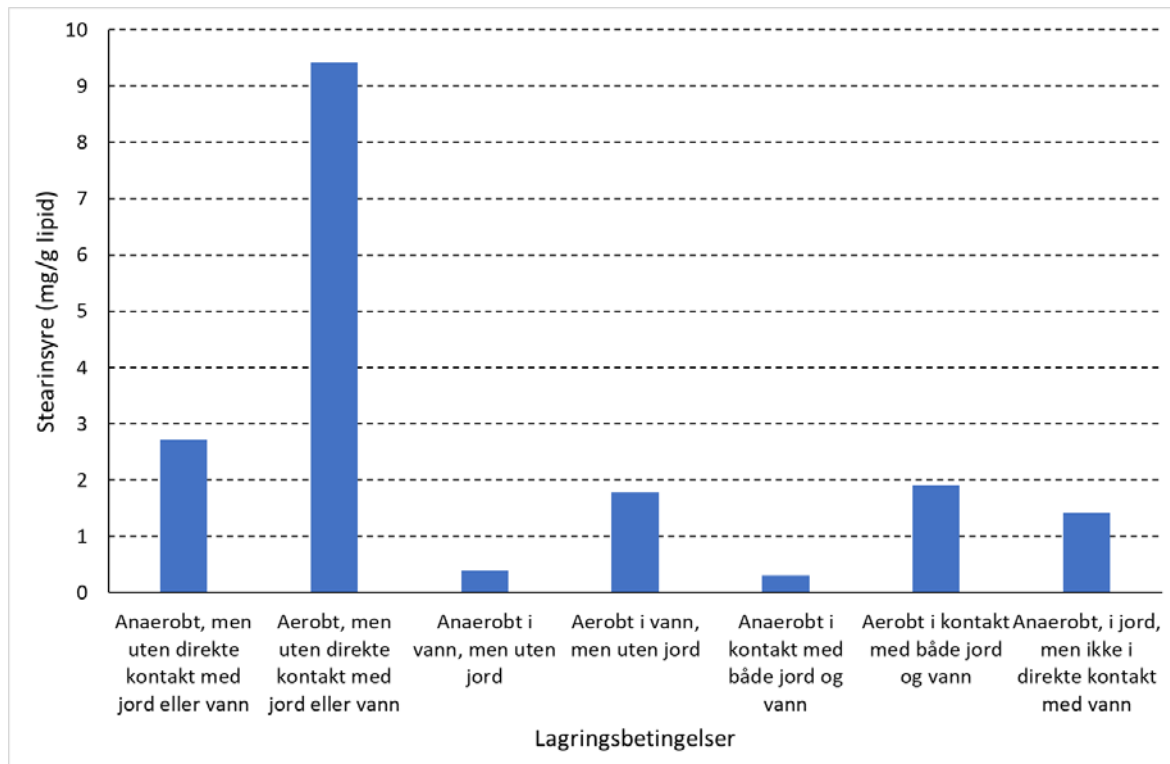
Analysér av stearinsyre

Ved dannelse av likvoks vil innholdet av umettede fettsyrer som stearinsyre og oljesyre øke (se Figur 1, side 5). Ved dissekering av mus under forsøket ble det tidvis observert en hvit voksaktig masse som ble tolket som mulig likvoks. Fra musekadavre lagret i 128 døgn ble noe av den voksaktige massen plukket ut og analysert for innhold av lipid og stearinsyre. Resultatene er vist i [Figur 14](#) og [Figur 15](#). Det er ingen tendens til at lipid fra musekadavre lagret anoksisk inneholdt mer stearinsyre enn kadavre lagret med god tilgang på oksygen, snarere tvert om. Imidlertid var innholdet av lipid i de analyserte prøvene meget lavt, fra 0.1-3 mg per g vev. Selv om vi antar 70-80 % vann i vevet, gir dette et lipidinnhold på 0.03-1.2 % av tørrvekt som er meget lavt. Til sammenligning utgjør fett 5-7 % av tørrvekt av kroppen til mus føret på en normal diett (Yang *et al.*, 2020). Et plott av innholdet av stearinsyre versus innholdet av lipid i de analyserte vevsprøvene gir også en påfallende god korrelasjon ([Figur 16](#)). Desto mer lipid i prøven, desto større relativt innhold av stearinsyre. Det må derfor stilles et spørsmål ved hvor representative disse analysene er for fettsyresammensetningen i kadavrene.

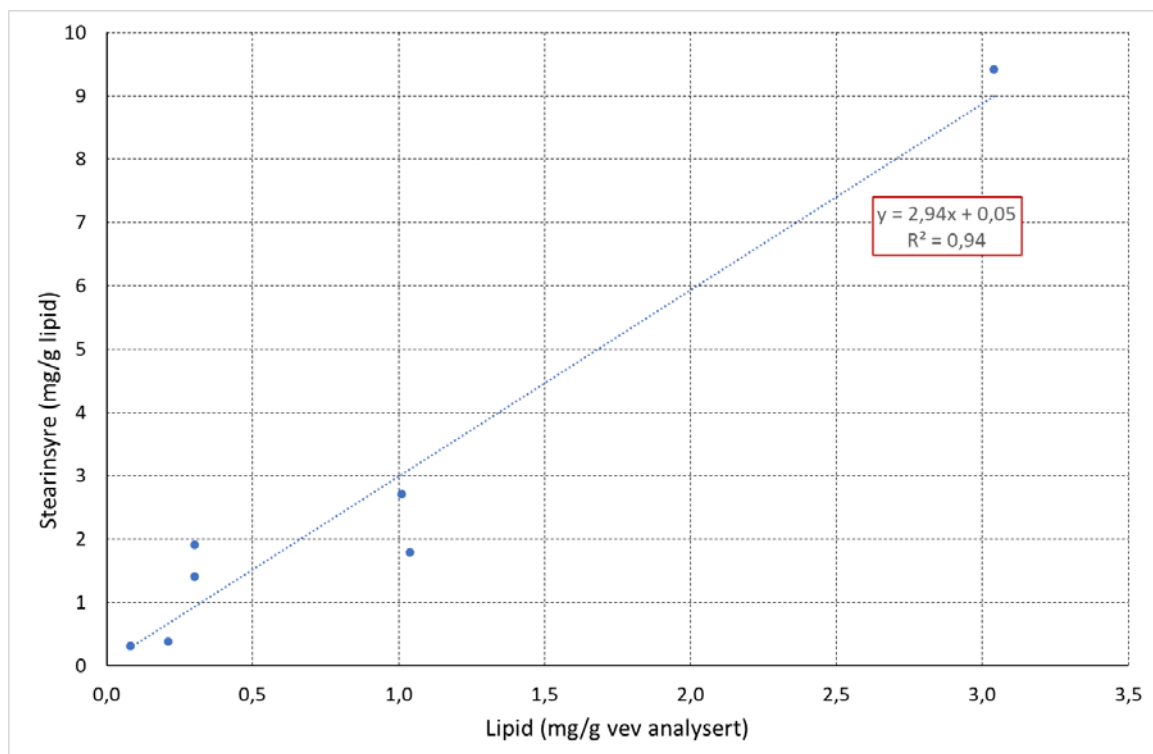
Disse resultater er i samsvar med en undersøkelse av adipoceramateriale fra en menneskelig lik som var begravet i en kistegrav i 4 år og nylig avdøde som kontroll. I denne studien ble det ikke funnet forskjeller i stearinsyre- og oleinsyresammensetningen mellom adipocere- og kontrollprøver heller (Nushida *et al.*, 2008). Det er nødvendig å kjøre mer omfattende analyser som dekker flere relevante fettsyrer på et større antall prøver og forskjellige vevstyper.



Figur 14 Innhold av lipid i analyserte vevsprøver



Figur 15 *Innhold stearinsyre i lipidet fra de analyserte vevsprøvene i Figur 14.*



Figur 16 *Innhold stearinsyre i lipidet som funksjon av innholdet av lipid i vevsprøvene.*

DISKUSJON

I et levende, sunt pattedyr, det være seg mus eller menneske, vil forekomsten av mikroorganismer være begrenset til tarmen, huden, øreganger og andre steder med åpen tilgang til det ytre miljø, inklusive noen få "gjester" nede i lungene. Noen av disse mikroorganismene har pattedyrets tarm eller hud som sitt naturlige levemiljø, mens andre er "gjester" som ved en tilfældighet er brakt i kontakt med eller inn i pattedyret og som vil dø eller forsvinne etter noen tid. De som har pattedyret som sitt naturlige levemiljø vil dominere og disse er tilpasset det miljøet de lever i, f.eks. en strikt anaerob (fullstendig oksygenfri og med redusert redoks nivå) tykktarm eller en sur hud (pH ca. 4.7), og en temperatur på omkring 37 °C. Indre organer som hjertet, leveren, hjernen og galleblæren er fullstendig fri for mikroorganismer (Can *et al.* 2014). Etter døden svikter kroppens immunsystem og mikroorganismene på og i kroppen formerer seg og sprer seg, ofte via blodåre og vener, ut i kroppen (Can *et al.* 2014). Tarmen, og spesielt tykktarmen som er "pakket full" av mikroorganismer, er en viktig kilde til mikroorganismene som sprer seg ut i kroppen. Disse mikroorganismene, sammen med kroppens egne enzymer som også kommer ut av kontroll etter døden, spiller en viktig rolle i den tidlige nedbrytingen av det døde legemet.

Imidlertid, de naturlige mikroorganismene på et pattedyr er tilpasset en temperatur på omkring 37 °C, og temperaturen i et dødt pattedyr synker snart ned til omgivelsene temperatur. Mikroorganismer tilpasset en temperatur på 37 °C vil overleve, men deres metabolske aktivitet vil synke drastisk med synkende temperatur. Allerede ved 20 °C vil mange av dem knapt kunne vokse, og ved 10 °C eller lavere vil de fleste være inaktive. Mer "tilfeldige gjester" kan imidlertid være tilpasset langt lavere temperaturer og i stedet for å dø eller forsvinne, var de så "heldige" at verten døde under besøket. Over tid vil disse mer "kuldetilpassede" gjestene formere seg og ta over nedbrytingen av kroppen. Likevel, utvalget av nedbrytende mikroorganismer vil være begrenset og tilfældigheter kan spille en rolle. Det er trolig her jorda kommer inn som kilde til et stort utvalg av ulike mikroorganismer. Resultatene fra de enkle forsøkene beskrevet her viser klart at tilstedeværelse og kontakt mellom jorda og musekroppen førte til en klart raskere nedbryting av musekadaverne. Dette var også tilfelle under anoksiske forhold, selv om tilgang på oksygen også fremmer en raskere nedbryting uavhengig av tilstedeværelsen av jord eller ikke. Et problem er imidlertid at ved god lufting kan musekadaveret også tendere til å tørke ut og dette vil naturlig begrense nedbrytingen.

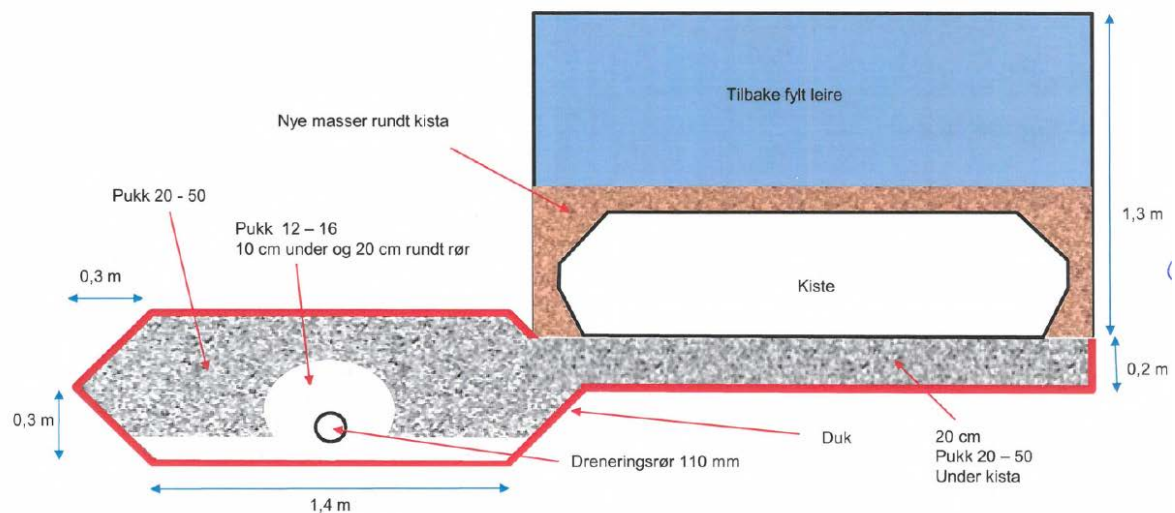
I moderne samfunn oppbevares døde mennesker gjerne på kjølerom de første dagene etter døden for så å legges i en "ren" kiste som snart lukkes og senkes i en grav som kanskje har en temperatur på 5-10 °C eller mindre. Normalt vil temperaturen likevel ikke komme under null etter gravleggingen. Dette innebærer imidlertid at utvalget av mikroorganismer som er tilgjengelige for å bryte ned kroppen fra start er begrenset. Over tid vil kista brytes ned og om den ikke bryter fullstendig sammen, så vil det oppstå lekkasjer som tilfører jordbakterier fra områdene omkring. Imidlertid, dette er prosesser som kan ta lang tid. Vi vet at mangel på oksygen kan hemme og forsinke nedbryting av lik av mennesker, og resultatene fra forsøkene med musekadavre beskrevet her indikerer også at mangel på oksygen reduserer nedbrytningshastigheten. Et pattedyr har tarmen full av obligat anaerobe bakterier, dvs. bakterier som ikke tåler tilstedeværelse av oksygen, men som nevnt over er disse tilpasset en helt annen temperatur enn i en

trøndersk grav. Dermed vil utvalget mikroorganismer som kan vokse og bryte ned kroppen i fravær av oksygen, ytterligere begrenses.

Et naturlig spørsmål på bakgrunn av forsøksresultatene i dette prosjektet, er om nedbrytingen av lik av mennesker også kan framskyndes ved at likene tidlig bringes i kontakt med jord som inneholder et rikt utvalg av ulike mikroorganismer. En kommersiell versjon av dette ville være et "spesialdesignet" inokulum av vevsnedbrytende mikroorganismer som f.eks. ble sprayet over liket rett før kista lukkes, men trolig kan et "jordvannekstrakt" gjøre samme nytten. Alternativ, kunne man legge et tynt lag med jord (2-5 cm) ned i kista og legge liket oppå denne, eventuelt med et tynt, lett biologisk nedbrytbart klede over jorda for at pårørende som ønsker å se liket i kista ikke uten videre ser at liket ligger på et leie av jord. Slike tiltak kunne stimulere nedbrytningsprosesser i den tidlige fasen, som vi vet er veldig avgjørende for å unngå dannelse av likvoks som vil hindre videre nedbryting. Det er ikke utenkelig at teknologi langs disse linjene kan framskynde nedbrytingen av likene med mange år, spesielt i et kjølig klima, men i hvilken grad dette har vært forsøkt eller studert er ukjent.

GEOTEKNISK VURDERING AV "KONTAKTDRENERING"

Innenfor prosjektet ble det også gjennomført en teoretisk vurdering av den geotekniske siden ved konseptet "Kontaktdrenering" som skal sikre gode forhold for nedbrytningsprosesser gjennom effektiv drenering av vannet samtidig som det kommer luft/oksygen til kistegravene. En skisse for oppbygging av kontaktdrenering er vist i Figur 14.



Figur 14. Skisse for nye gravplasser oppbygd etter prinsippet med kontaktdrenering.

Med bakgrunn i "Gravferdsforskriften" (se under) er det nedenfor skissert et forslag (Figur 15) til endringer for å tilfredsstille krav i forskriften og tilgang på oksygen.

Forskrift til lov om gravplasser, kremasjon og gravferd (gravferdsforskriften)

§ 8. Grunnvann og drenering m.v.

Høyeste grunnvannsstand i gravfelt skal ligge minst 0,3 meter under kiste eller urne. Drensledninger i gravfelt skal legges i egen trasé av minst 1 meters bredde mellom gravrekkene. Drensledninger med tilbehør skal være av høy kvalitet og skal være tilgjengelige for inspeksjon og spyling.

På et gravfelt som er tatt i bruk, kan det bare legges nye drensledninger når det er godkjent av bispedømmerådet.

Rør i bakken til vann, avløp mv. og lav- og høgspenningskabler skal legges i vegtraseer eller i egne traséer utenom gravfelt.

0 Endret ved [forskrift 18 des 2012 nr. 1328](#) (i kraft 1 jan 2013).

§ 13. Kistegrav

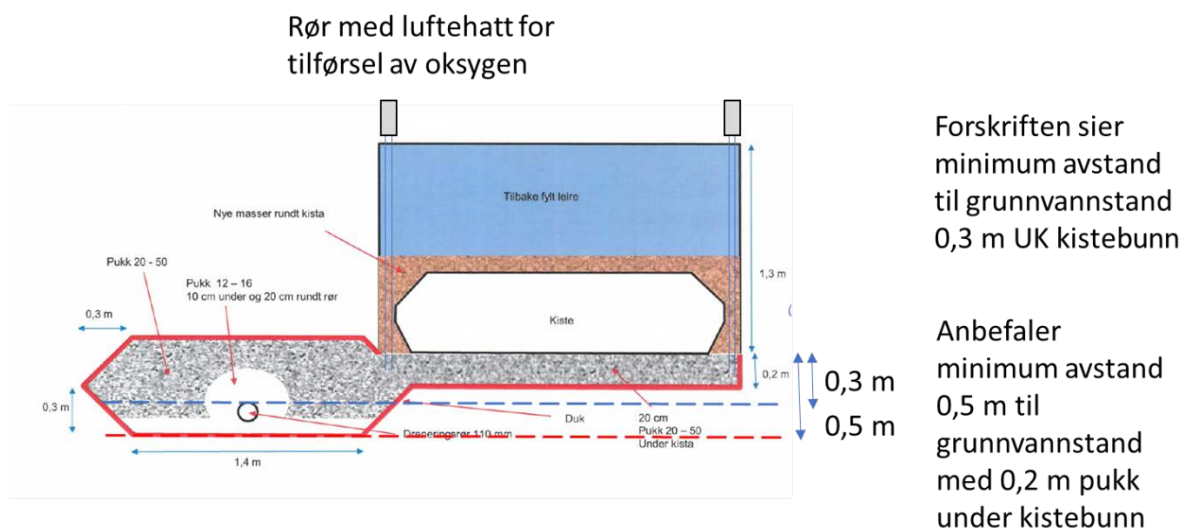
Kistegrav skal være minst 3 meter lang og 1,5 meter bred. På gravplass anlagt før 1. januar 1997 kan hver grav være minst 2,4 meter lang og 1,2 meter bred.

Kiste skal plasseres slik at den har minst 0,8 meter jordoverdekning og minst 0,3 meter jord under kistebunnen og på alle sider.

Når særlige forhold tilsier det, kan kirkelig fellesråd fravike bestemmelsene i annet ledd. Kiste kan likevel ikke gis mindre enn 0,8 meter jordoverdekning. Dersom forholdene tilsier det, skal kirkelig fellesråd treffe bestemmelse om større jordoverdekning enn 0,8 meter.

Når særlige forhold tilsier det, kan det i vedtektene fastsettes særskilte bestemmelser som fraviker kravene i første ledd.

0 Endret ved [forskrift 18 des 2012 nr. 1328](#) (i kraft 1 jan 2013).



Figur 15: Skisse med forbedringer til kontaktdrenering.

Plassering av drensgroft må ligge slik at UK duk i grøft ligger over eller likt med grunnvannstand som vist i Figur 15. Dette for å hindre at grunnvannstanden på kirkegården senkes med påfølgende setninger.

Omfyllingsmasser rundt rør er foreslått som pukk 12-16 mm 10 cm under rør og 20 cm rundt rør. Dette vil gi en bra filterovergang til øvrig pukk 20-50 mm i grøft og under kistebunn. Permeabiliteten til begge disse pukkfraksjonene er meget høy for vann, og væske fra kontaktdrenering er i hovedsak vann. Etter utgraving og legging av duk må pukk komprimeres lett for hvert lag i 0,3 m høyde.

Skissen viser at det skal tilføres nye masser rundt kista og i et visst nivå over kista. Dette materialet bør ha tilstrekkelig permeabilitet slik at omgivelsene rundt kistegraven har sirkulasjon av luft. Det er foreslått tilbakefylling med leire over grav. Leire har som regel lav permeabilitet og vil hindre tilførsel av oksygen til pukken. Det foreslås derfor å sette ned rør med hatt for å etablere nok oksygen til kisteområdet som vist på Figur 15.

REFERANSER

Can, I., Javan, G.T., Pozhitkov, A.E. og Noble, P.A. 2014. Distinctive thanamicrobiome signatures found in the blood and internal organs of humans. *J. Microbiol. Methods* **106**: 1-7

Sheppard, K., Davidson, A.R. og Cassella, J.P. 2013. The Effect of decomposition and adipocere formation: Are these affected by body wrapping? https://www.researchgate.net/publication/258406032_The_Effect_of_Decomposition_and_Adipocere_Formation_Are_these_Affected_by_Body_Wrapping

Yang, J.H., Tran, T.T. og Le, V.V.M. 2020. Hypolipidemic and Hepatoprotective Effects of High-Polydextrose Snack Food on Swiss Albino Mice. *Hindawi. J. of Nutrition Metabolism*, Vol. 2020, Article ID 5104231, <https://doi.org/10.1155/2020/5104231>

Nushida, H., et al. (2008). Adipocere formation via hydrogenation of linoleic acid in a victim kept under dry concealment. *175(2-3)*: 160-165. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2007.06.008>

Folch, J., et al. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipid from boron fluoride-methanol. *226*: 495-509.

BILAG

- Bilag 1** Musekadavre lagret i nærvær av oksygen, men uten direkte kontakt med jord eller vann (side 32)
- Bilag 2** Musekadavre lagret nedsenket i luftet vann, men uten direkte kontakt med jord (side 38)
- Bilag 3** Musekadavre nedgravd i fuktig jord, men uten direkte kontakt med vann. Kontinuerlig lufting (side 44)
- Bilag 4** Musekadavre nedsenket i luftet jordvann (side 50)
- Bilag 5** Musekadavre lagret anoksisk, men uten direkte kontakt med jord eller vann (side 57)
- Bilag 6** Musekadavre lagret i anoksisk vann, men uten kontakt med jord (side 63)
- Bilag 7** Musekadavre begravd i fuktig jord under anoksisk forhold (side 71)
- Bilag 8** Musekadavre nedsenket i anoksisk jordvann (side 77)
- Bilag 9** Datablad for jord benyttet i forsøkene (side 84)

Bilag 1 Musekadavre lagret i nærvær av oksygen, men uten direkte kontakt med jord eller vann.

Etter 52 døgn ved romtemperatur



Figur B1-1 *Musekadavre lagret med lufting, men uten direkte kontakt med vann eller jord i 52 døgn. Disse kadavrene tørket trolig delvis ut i løpet av relativt kort tid og var relativt godt bevart.*



Figur B1-2 *Et delvis inntørket musekadaver med noen bloduttredelser på siden som har vendt ned. Musa luktet ikke godt, men heller ikke utpreget vondt.*



Figur B1-3 *Indre organer syntes godt bevart.*

Etter 87 døgn ved romtemperatur



Figur B1-4 *Et godt bevart musekadaver lagret i 87 døgn med lufting, men uten direkte kontakt med vann eller jord.*

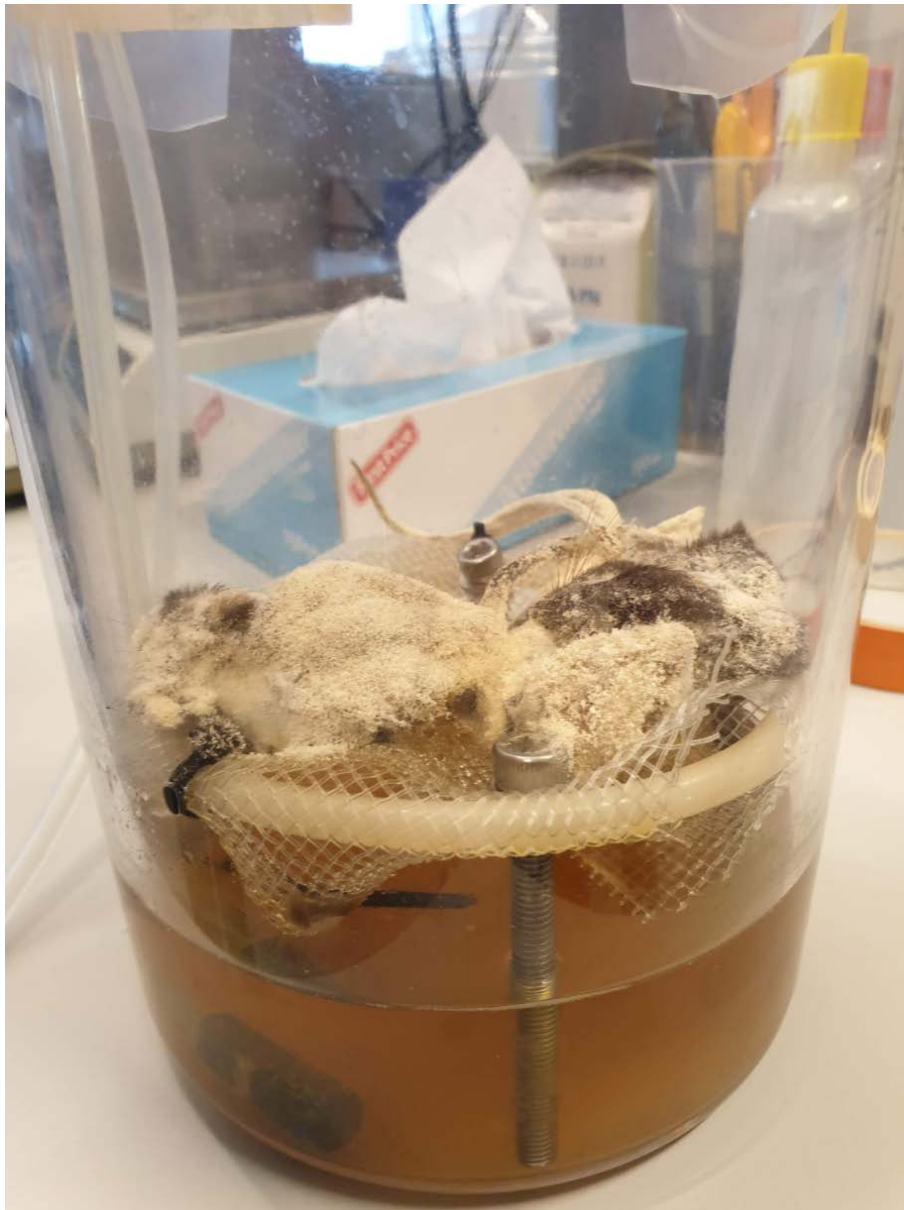


Figur B1-5 *Slik ble musekadaverne lagret i 87 døgn med lufting, men uten direkte kontakt med vann eller jord.*

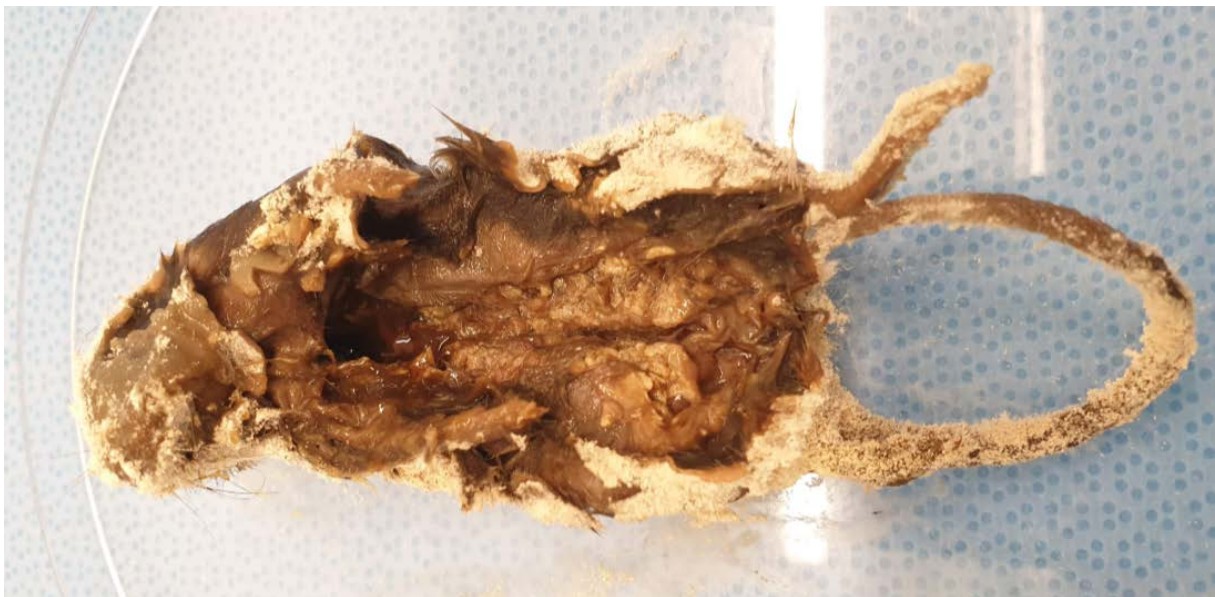


Figur B1-6 *De indre organene var i ferd med å gå i oppløsning etter 87 døgn med lufting, men uten direkte kontakt med vann eller jord.*

Etter 128 døgn ved romtemperatur



Figur B1-7 *Etter 128 døgn var det dannet et lag av mugg på muskadaverne lagret med lufting, men uten direkte kontakt med jord eller vann.*



Figur B1-8 *En muggen mus lagret i 128 døgn med lufting, men uten direkte kontakt med jord eller vann, før og etter dissekering. Bemerk den kraftige muggveksten utenpå musene.*

Bilag 2 Musekadavre lagret nedsenket i luftet vann, men uten direkte kontakt med jord.

Etter 52 døgn ved romtemperatur



Figur B2-1 *Luftet vann med nedsenkete musekadavre etter 52 døgn. Bemerkt at vannet var helt klart ved start av forsøket.*



Figur B2-2 *Musekadaver fra luftet vann, men uten tilsatt jord, etter 52 døgn. Bemerk at pelsen i stor grad har løsnet fra skinnet.*



Figur B2-3 *Musekadaver fra luftet vann, men uten tilsatt jord, etter 52 døgn. De indre organene var fortsatt relativt godt bevart.*

Etter 87 døgn ved romtemperatur



Figur B2-4 *Musekadavre i luftet vann, men uten tilsatt jord, etter 87 døgn. Ved en inkurie hadde vannet fått fordampe så mye at kadavrene var kommet over vannet, men de var fortsatt dekket av et godt lag vått slim.*



Figur B2-5 *Musekadaver fra luftet vann, men uten tilsatt jord, etter 87 døgn. Et godt slimlag på utsiden av kroppen.*



Figur B2-6 *Dissekert musekadaver fra luftet vann, men uten tilsatt jord, etter 87 døgn. Betydelig dannelse av en hvit, talgaktig masse, men indre organer fortsatt delvis bevart.*

Etter 128 døgn ved romtemperatur



Figur B2-7 *Et musekadaver fiskes opp fra luftet vann, men uten tilsatt jord, etter 128 døgn.*



Figur B2-8 *Et musekadaver fra luftet vann, men uten tilsatt jord, etter 128 døgn. Kadaveret er dekket av et lag med slim.*



Figur B2-9 *Dissekert musekadaver fra luftet vann, men uten tilsatt jord, etter 128 døgn. De indre organene fortsatt delvis bevart, men en del hvit, talgaktig masse dannet.*

Bilag 3 Musekadavre nedgravd i fuktig jord, men uten direkte kontakt med vann. Kontinuerlig lufting.

Etter 52 døgn ved romtemperatur



Figur B3-1 Forsøk på forsiktig å grave fram et jorddekket musekadaver.



Figur B-3-2 *Skjeen som ble benyttet for å grave fram musekadaveret skar lett inn i musekadaveret.*



Figur B3-3 *Musekadaver med jord "limt fast" til kroppen.*



Figur B3-4 *Musekadaver etter forsøk på å skylle bort jorda.*

Etter 87 døgn ved romtemperatur



Figur B3-5 *Kammer med jord med nedgravde mus. Slangen til venstre fører innpumpet luft inn under jordlaget for å sikre så god tilgang på oksygen som mulig.*



Figur B3-6 *Litt jord skjøvet til side og avdekker et musekadaver i full oppløsning.*



Figur B3-7 *Restene av musekadaveret etter at jorda var vasket bort med vann.*

Etter 128 døgn ved romtemperatur



Figur B3-8 Kammer med jord med nedgravde mus sett fra siden etter 128 døgn.



Figur B3-9 *Rester av nedgravde musekadavre overført til en sil.*



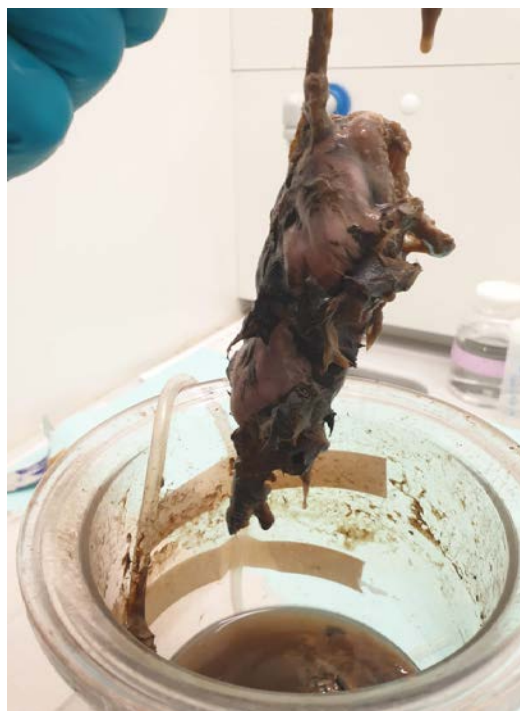
Figur B3-10 *Rester av nedgravde musekadavre overført etter vasking med vann.*

Bilag 4 Musekadavre nedsenket i luftet jordvann.

Etter 52 døgn ved romtemperatur



Figur B4-1 *Musekadavre lagret i luftet jordvann, dvs. vann tilsatt litt jord som inokulum for mikroorganismer fra jorda. Situasjonen etter 52 døgn.*



Figur B4-2 *Et musekadaver løftes ut av det luftede jordvannet.*



Figur B4-3 *Muskadaveret fra det luftede jordvannet var betydelig degradert både utenpå og inni.*

Etter 87 døgn ved romtemperatur

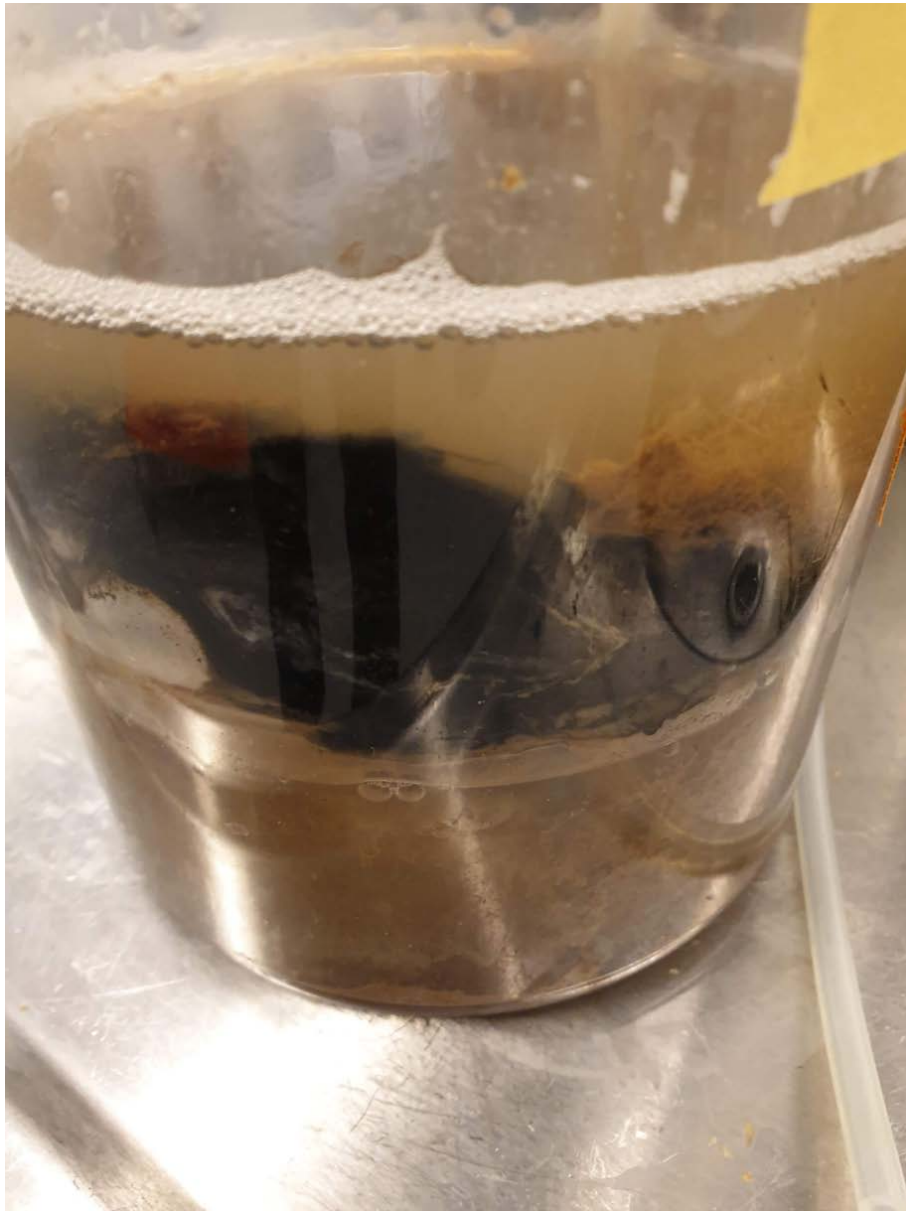


Figur B4-4 Karet med luftet jordvann sett ovenfra etter 87 døgn. Slangeklemmene ble benyttet som "lodd" for å holde musekroppene nedsenket i vannet.

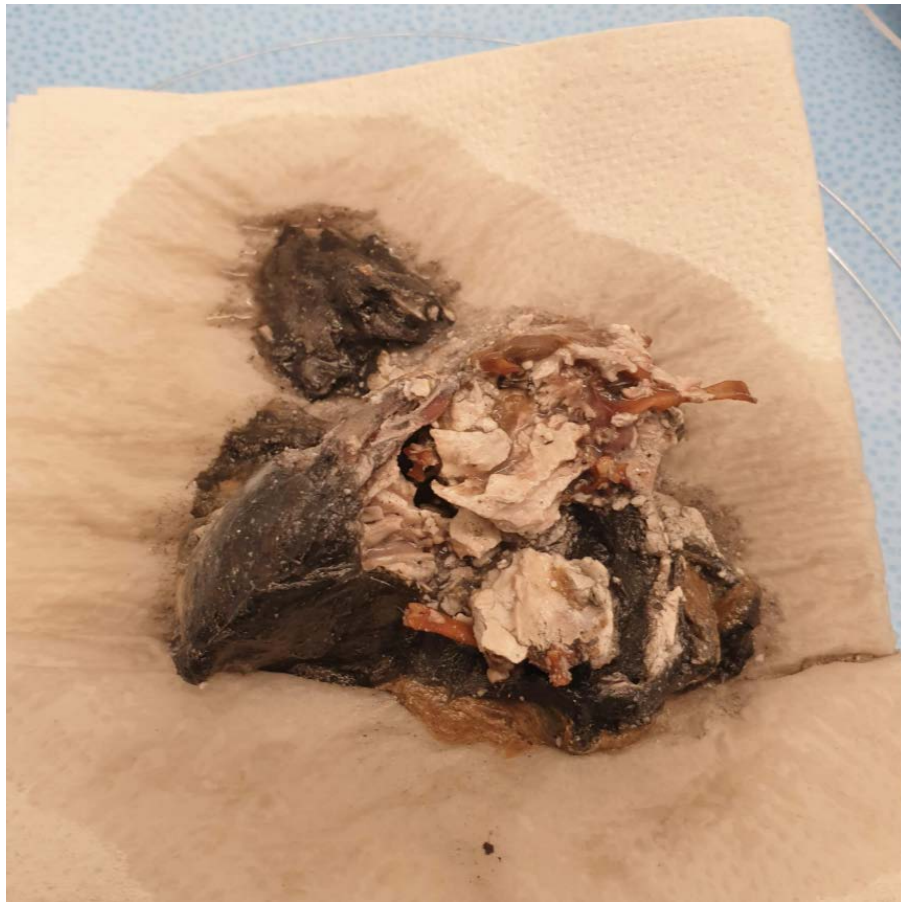


Figur B4-5 *Musekadaveret fra luftet jordvann etter 87 døgn var ikke lenger lett gjenkjennelig som en mus. Inne i kadaveret var det dannet betydelige mengder hvit talgaktig masse.*

Etter 128 døgn ved romtemperatur



Figur B4-6 Kar med musekadaver i luftet jordvann etter 128 døgn. Lodd var ikke lenger nødvendig for å holde kadavrene på plass nede i vannet.



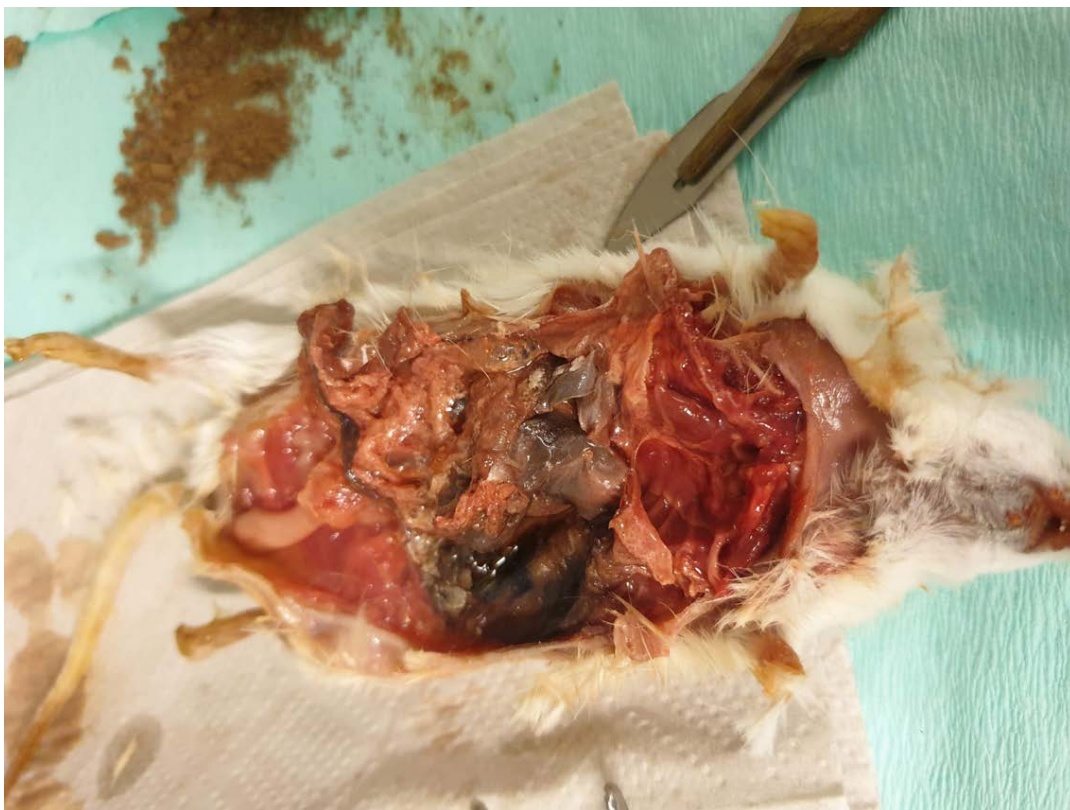
Figur B4-7 *Musekadaveret falt delvis fra hverandre da det ble plukket opp av vannet og var ikke lenger gjenkjennelig som ei mus. Fortsatt mye hvit talgaktig masse..*

Bilag 5 Musekadavre lagret anoksisk, men uten direkte kontakt med jord eller vann.

Etter 52 døgn ved romtemperatur



Figur B5-1 *Musekadavre lagret 52 døgn i en anoksisk atmosfære, men uten direkte kontakt med jord eller vann.*



Figur B5-2 *Innvollene i et musekadaver lagret anoksisk i 52 døgn, men uten direkte kontakt med vann eller jord, var godt bevart.*

Etter 87 døgn ved romtemperatur



Figur B5-3 *Musekadavre lagret 87 døgn i en anoksisk atmosfære, men uten direkte kontakt med jord eller vann.*



Figur B5-4 *Musekadaveret lagret 87 døgn i en anoksisk atmosfære, men uten direkte kontakt med jord eller vann, var fortsatt godt bevart, men med en del "bloduttredelser".*

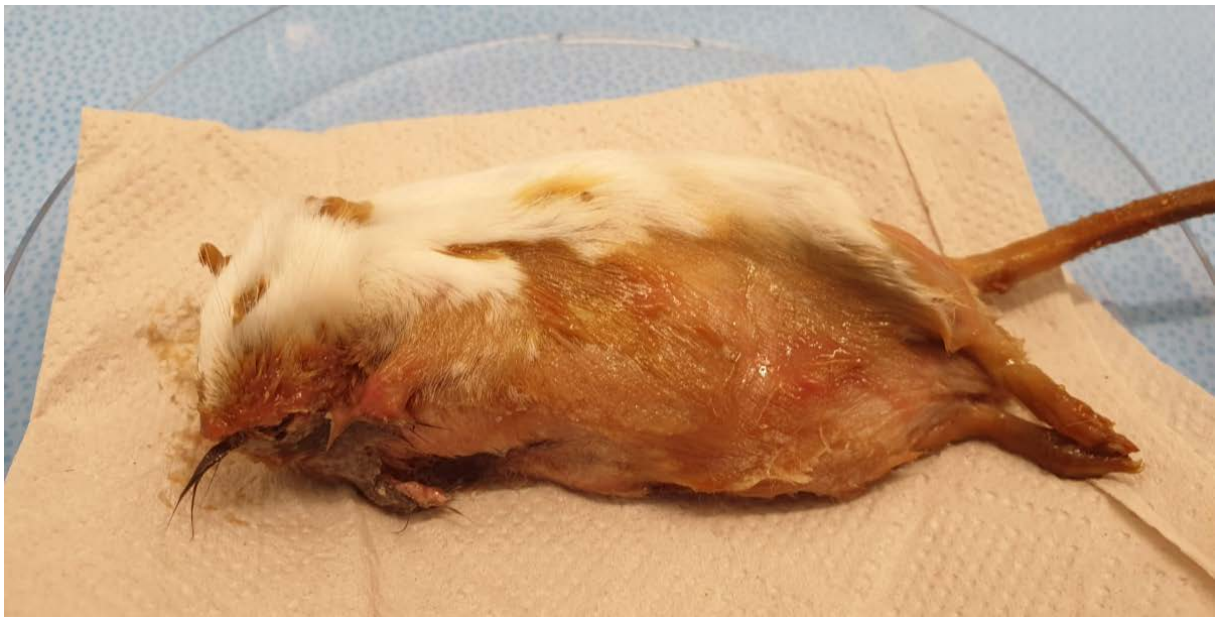


Figur B5-5 *Innvollene i musekadaveret lagret 87 døgn i en anoksisk atmosfære, men uten direkte kontakt med jord eller vann, var i ferd med å gå i oppløsning.*

Etter 128 døgn ved romtemperatur



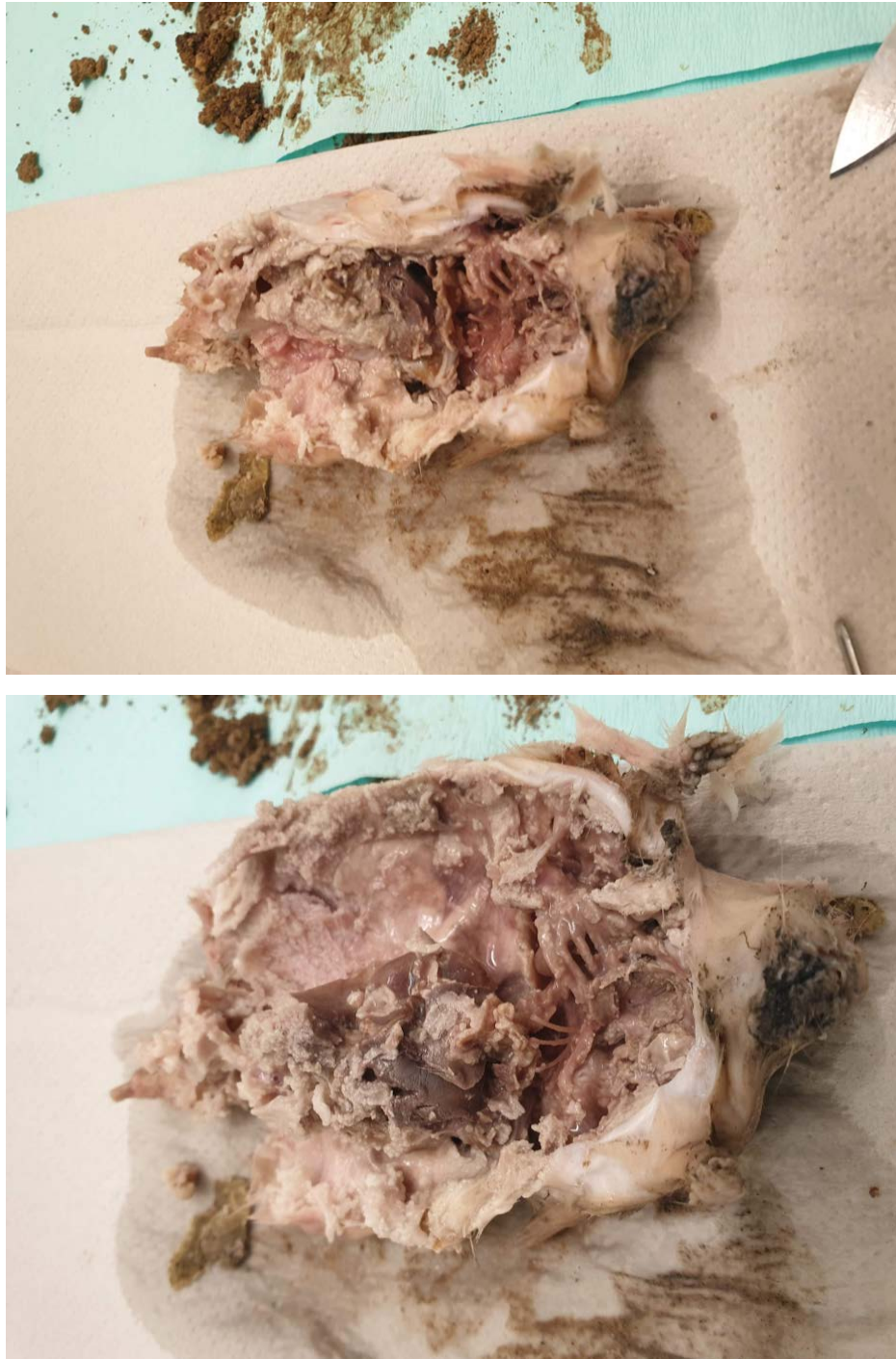
Figur B5-6 *Musekadavre lagret 128 døgn i anoksisk atmosfære, men uten direkte kontakt med jord eller vann, er fortsatt lett gjenkjennelige som mus og godt bevart selv om noen kroppsvæske hadde droppet ned.*



Figur B5-7 *Dissekert musekadaver lagret 128 døgn i anoksisk atmosfære, men uten direkte kontakt med jord eller vann, var fortsatt lett gjenkjennelig som en mus, og de indre organer var også relativt godt bevart.*

Bilag 6 Musekadavre lagret i anoksisk vann, men uten kontakt med jord.

Etter 52 døgn ved romtemperatur

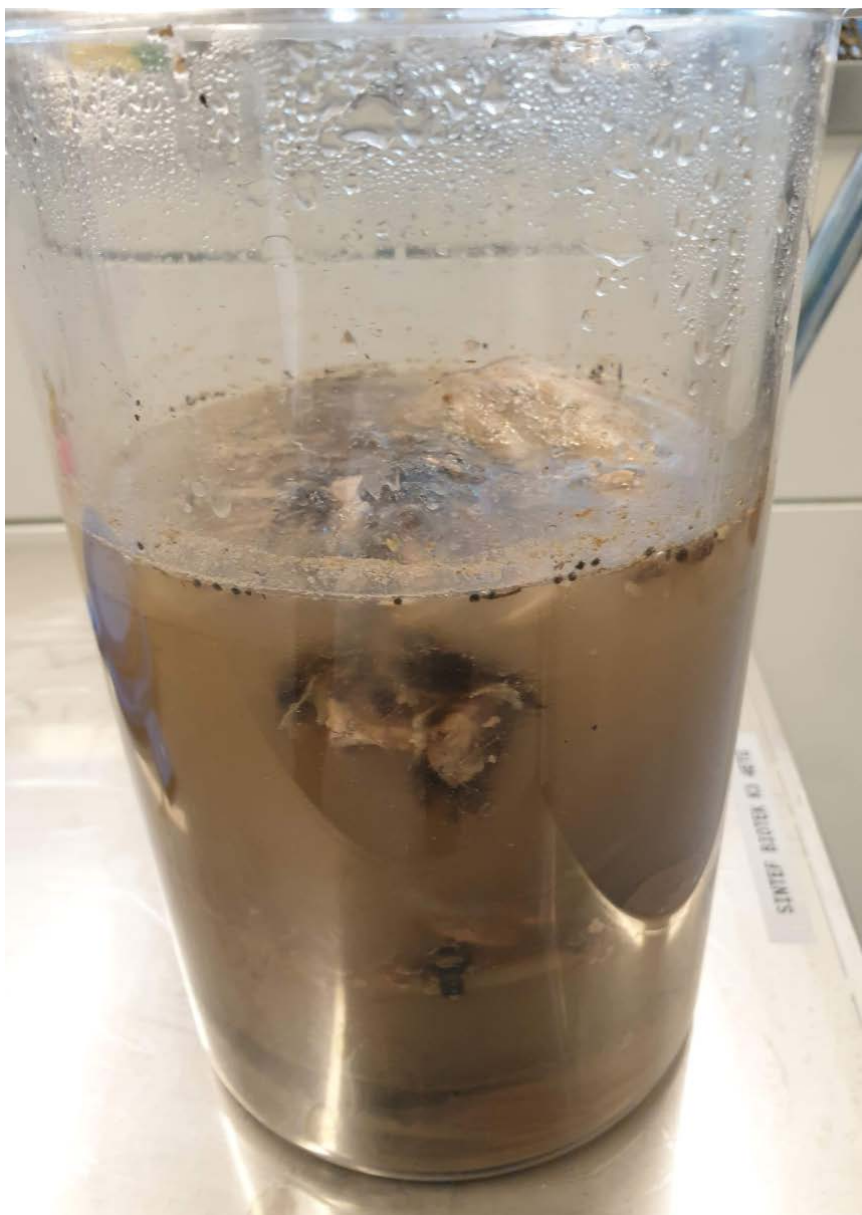


Figur B6-1 *Dissekert musekadaver lagret anoksisk i vann, men uten tilsatt jord, i 52 døgn.*

Etter 87 døgn ved romtemperatur

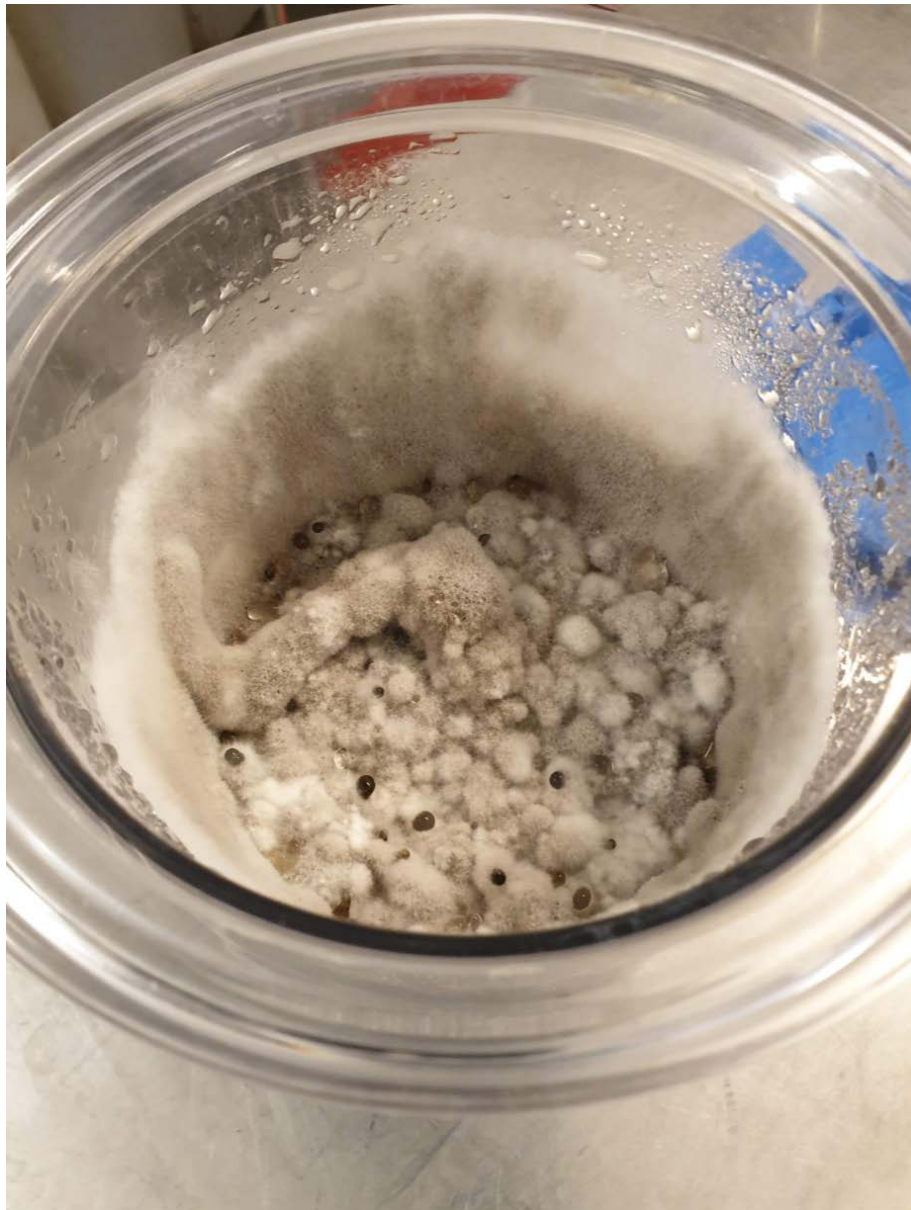


Figur B6-2 Etter 87 døgn var kadavrene lagret i anoksisk vann i noen grad begynt å gå i oppløsning.



Figur B6-3 Etter 87 døgn var kadavrene lagret i anoksisk vann i noen grad begynt å gå i oppløsning.

Etter 128 døgn ved romtemperatur



Figur B6-4 Etter 128 døgn var det kraftig muggvekst på vannoverflaten i den presumtvt anoksiske beholderen. Muggsopp vokser ikke i fravær av oksygen, og indikerer at det hadde sluppet litt oksygen inn i beholderen. Dette skyldtes trolig en lekkasje.



Figur B6-5 *Beholderen med muggvekst sett fra siden.*



Figur B6-6 Nærbilde av "mugglokket" etter at det var tatt ut av karet. Ulike degraderingsprodukter fra de råtnende musene hadde gitt soppen mye å vokse på, men trolig har muggveksten også forbrukt oksygenet i karet slik at musekadaverne nede i vannet fortsatt ble lagret under tilnærmet anoksiske forhold.



Figur B6-7 *Vann med musekadaver etter at mugglokket er løftet ut.*



Figur B6-8 *Dissekert musekadaver lagret i anoksisk vann i 128 døgn var fortsatt gjenkjennelig som ei mus selv om pelsen i stor grad hadde løsnet. De indre organene var også relativt bra bevart, selv om det var dannet mye hvit talgaktig masse.*

Bilag 7 Musekadavre begravd i fuktig jord under anoksisk forhold.

Etter 52 døgn ved romtemperatur



Figur B7-1 *Dissekert musekadaver lagret anoksisk i fuktig jord i 52 døgn.*

Etter 87 døgn ved romtemperatur



Figur B7-2 *Kar med anoksisk jord sett ovenfra etter 87 døgn.*

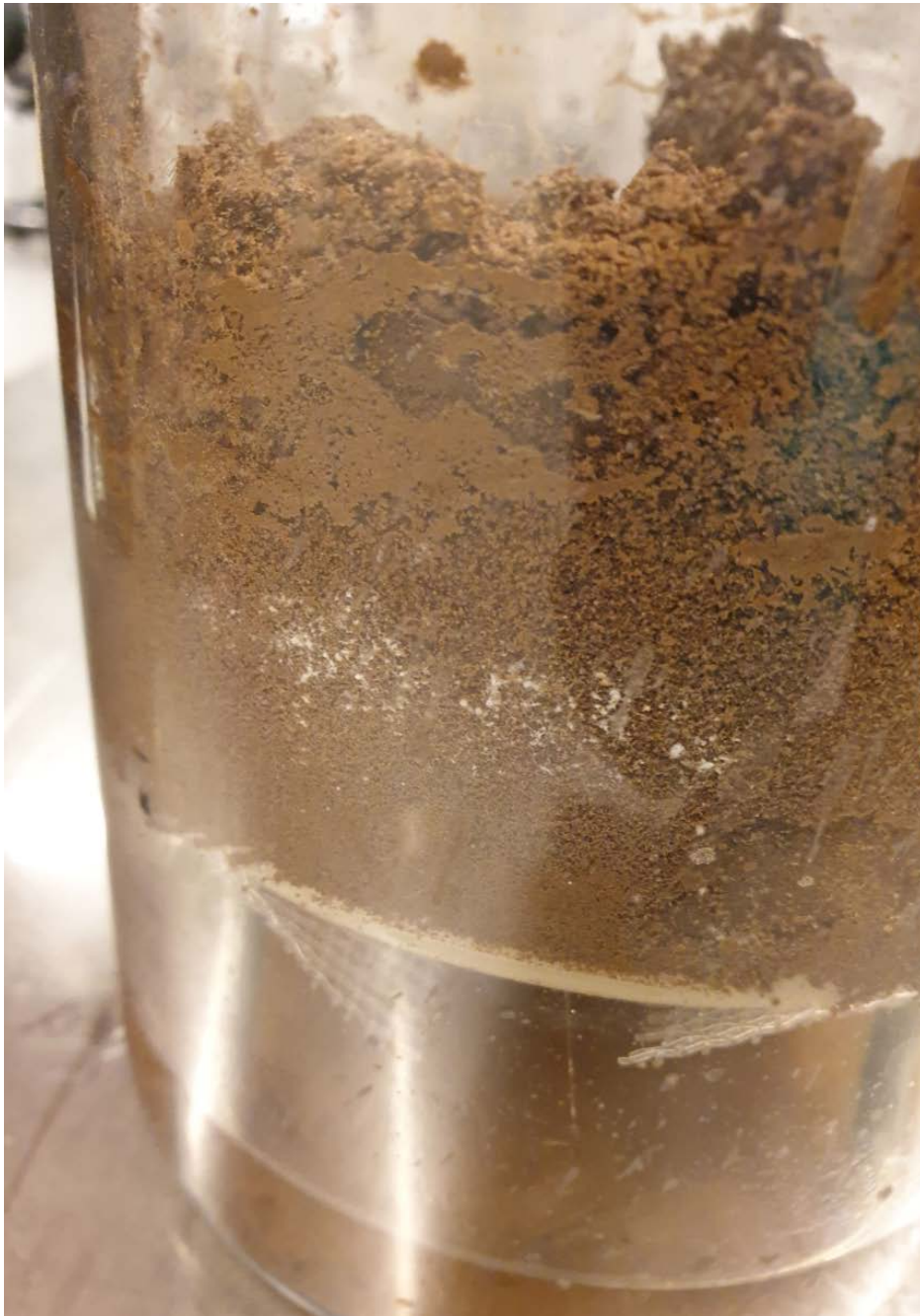


Figur B7-3 *Forsøk på å vaske fastklistret jord fra musekadaveret.*



Figur B7-4 *Dissekert musekadaver lagret i anoksisk jord i 87 døgn.*

Etter 128 døgn ved romtemperatur



Figur B7-5 *Kar med anoksisk jord sett fra siden etter 128 døgn.*



Figur B7-6 *Kar med anoksisk jord sett ovenfra etter 128 døgn.*



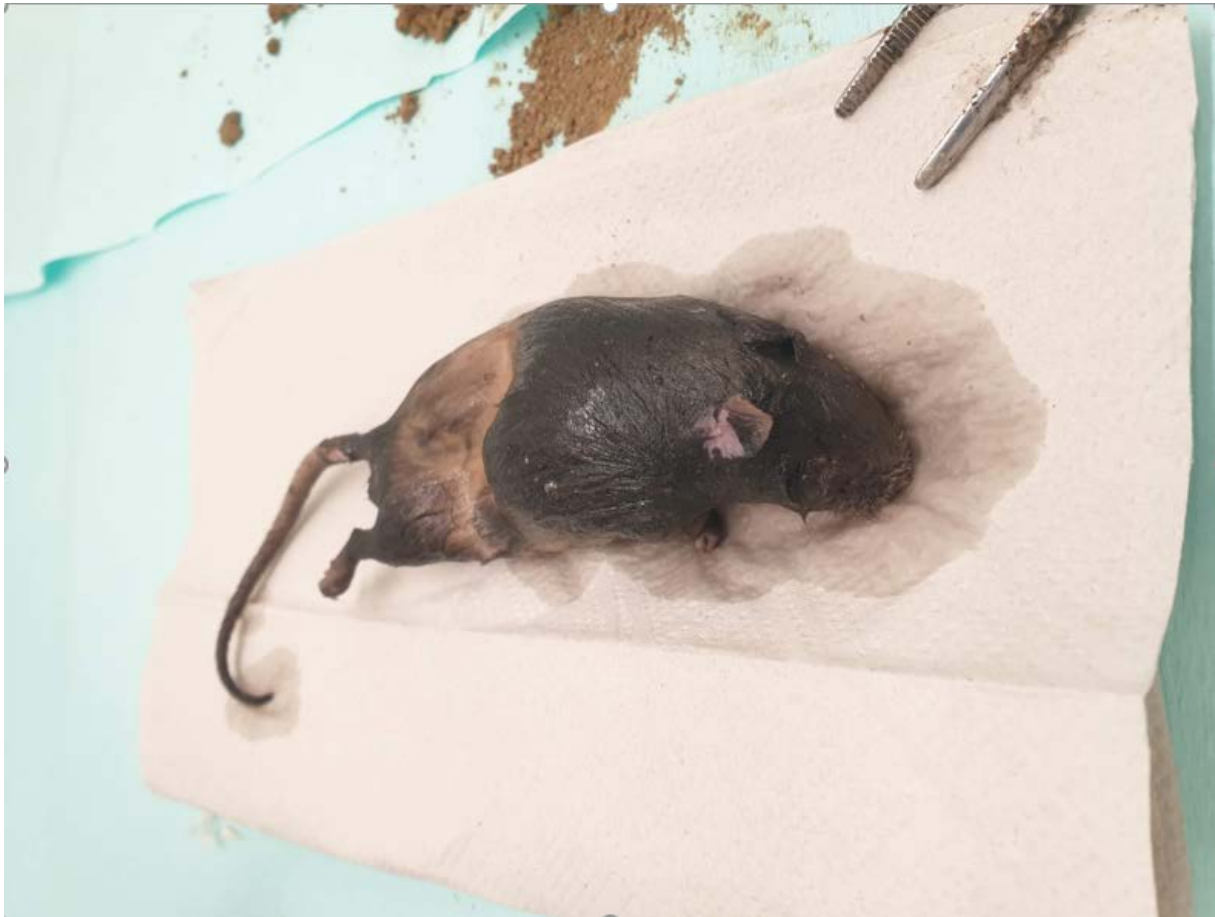
Figur B7-7 *Musekadaver lagret i anoksisk jord i 128 døgn etter vasking av fastklistret jord.*



Figur B7-8 *Dissekert musekadaver lagret i anoksisk jord i 128 døgn.*

Bilag 8 Musekadavre nedsenket i anoksisk jordvann.

Etter 52 døgn ved romtemperatur



Figur B8-1 *Musekadaver lagret anoksisk i jordvann i 52 døgn.*



Figur B8-2 *Indre organer i musekadaveret lagret anoksisk i jordvann i 52 døgn.*

Etter 87 døgn ved romtemperatur

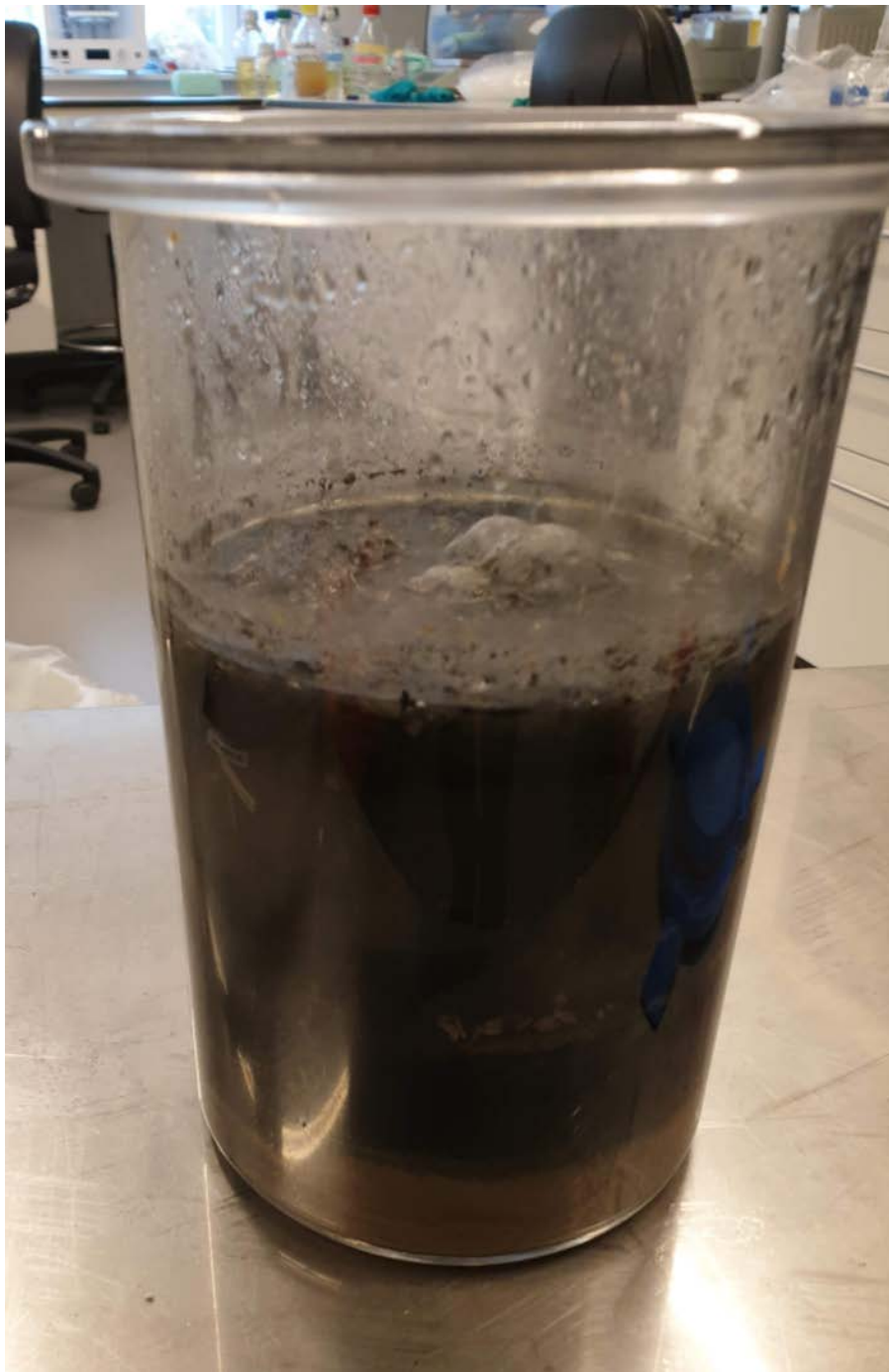


Figur B8-3 Kar med anoksisk jordvann sett ovenfra etter 87 døgn.

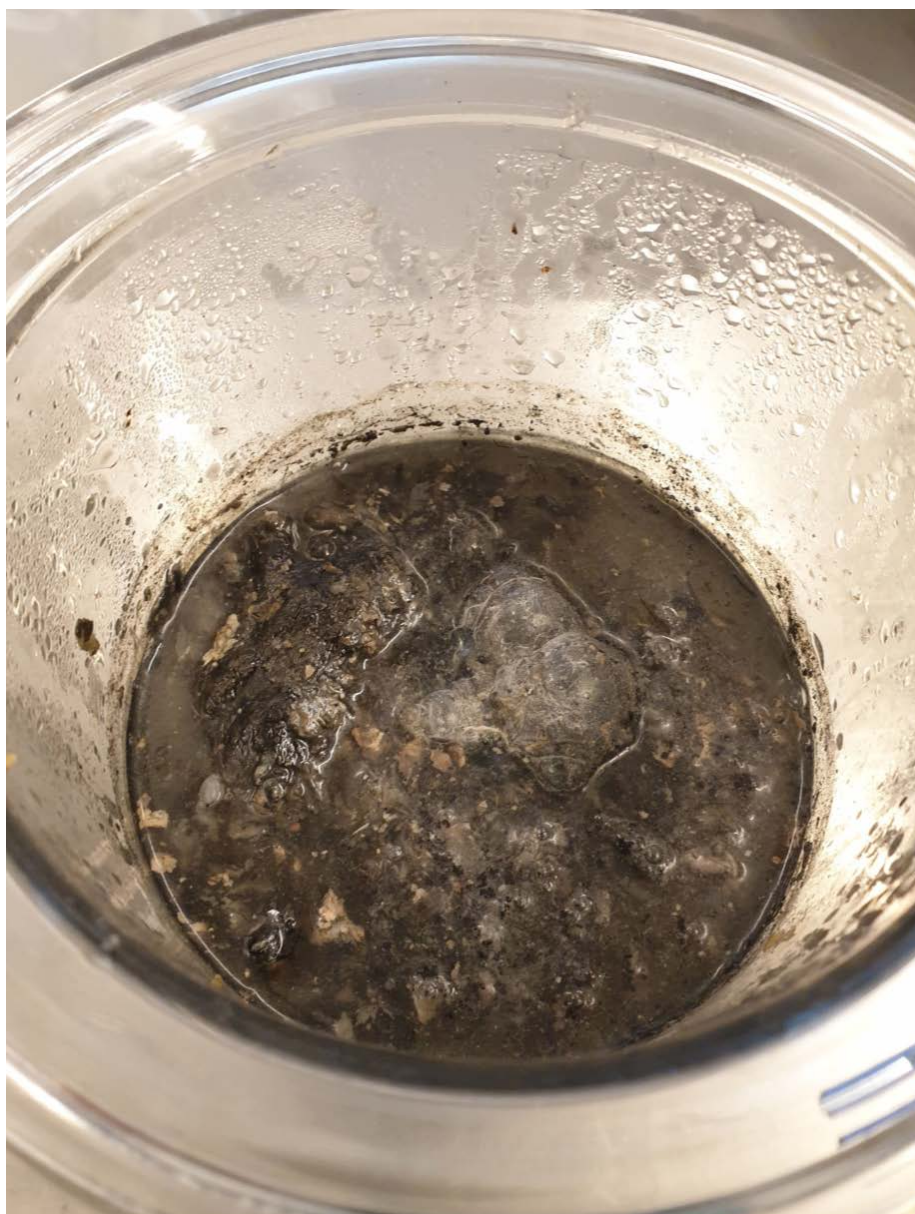


Figur B8-4 *Musekadaver lagret anoksisk i jordvann i 87 døgn.*

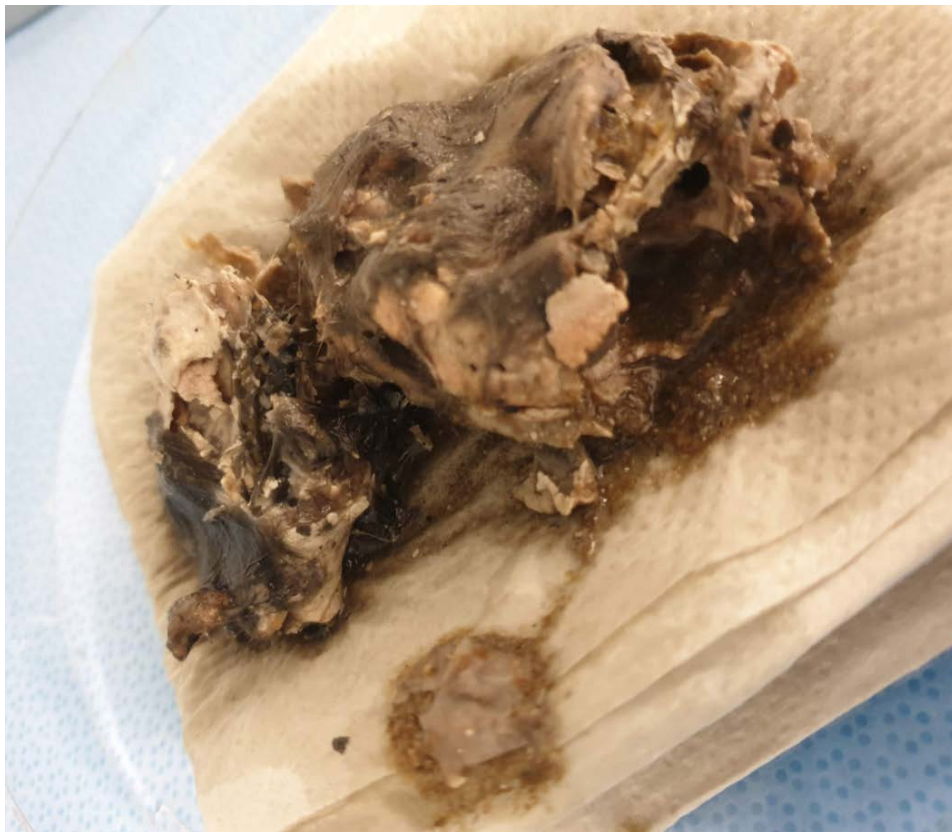
Etter 128 døgn ved romtemperatur



Figur B8-5 Kar med musekadavre lagret i anoksisk jordvann i 128 døgn.



Figur B8-6 Kar med musekadavre lagret i anoksisk jordvann i 128 døgn sett ovenfra..



Figur B8-7 *Musekadaveret lagret i anoksisk jordvann i 128 døgn var gått delvis i oppløsning og var ikke lett gjenkjennelig som en mus.*

Chemical and physical characteristics of standard soils according to GLP

LUFA Speyer
 Obere Langgasse 40
 67346 Speyer
 Tel.: 0 62 32/136-0
 Fax: 0 62 32/136-110
 Mail: info@lufa-speyer.de



LUFA Speyer is an agricultural institution
 of Bezirksverband Pfalz

(Mean values of different batch analyses +/- standard deviation. All values refer to dry matter.)						
Standard soil type no.	2.1	2.2	2.3	2.4	5M	6S
Batch No. (Sp=stored; F= field fresh)						
Sampling date						
Organic carbon (% C)	0.63+- 0.07	1.61 +- 0.44	0.65 +- 0.08	1.95 - 0.25	0.89 +- 0.19	1.70 +- 0.17
Nitrogen (% N)	0.05 +- 0.01	0.18 +- 0.04	0.07 +- 0.02	0.22 +- 0.02	0.11 +- 0.03	0.18 +- 0.01
pH value (0.01 M CaCl ₂)	4.7+- 0.1	5.6 +- 0.4	6.1 +- 0.4	7.4 +- 0.1	7.4 +- 0.1	7.3 +- 0.1
Cation exchange capacity (meq/100g)	3.7 +- 0.7	8.5 +- 12.1	6.8 +- 1.4	21.2 +- 15.1	12.7 +- 5.7	23.2 +- 6.2
Particle size distribution (mm) according to German DIN (%):						
<0.002	4.1 +- 0.6	8.9 +- 0.8	7.3 +- 0.9	29.9 +- 1.1	11.4 +- 1.0	41.2 +- 1.0
0.002 - 0.006	1.5 +- 0.5	3.0 +- 0.8	5.1 +- 0.9	8.0 +- 0.5	4.9 +- 1.6	9.8 +- 1.0
0.006 - 0.02	3.2 +- 0.4	4.9 +- 0.4	11.2 +- 0.8	14.9 +- 1.1	9.6 +- 0.7	12.1 +- 1.0
0.02 - 0.063	5.9 +- 0.6	7.1 +- 1.0	18.9 +- 1.2	24.2 +- 2.0	21.5 +- 2.0	15.0 +- 1.0
0.063 - 0.2	28.6 +- 1.4	33.2 +- 4.8	25.6 +- 1.0	20.0 +- 0.7	38.6 +- 3.3	9.8 +- 0.7
0.2 - 0.63	54.1 +- 2.1	42.0 +- 2.9	29.4 +- 1.3	5.3 +- 0.6	12.8 +- 1.1	9.8 +- 0.5
0.63 - 2.0	2.6 +- 0.4	0.8 +- 0.2	2.6 +- 0.5	1.6 +- 0.3	1.2 +- 0.4	2.3 +- 0.3
Soil type	silty sand (uS)	loamy sand (IS)	silty sand (uS)	clayey loam (tL)	loamy sand (IS)	clayey loam (tL)
Particle size distribution (mm) according to USDA (%):						
<0.002	4.1 +- 0.6	8.9 +- 0.8	7.3 +- 0.9	25.9 +- 1.1	11.4 +- 1.0	41.2 +- 1.0
0.002 - 0.05	9.3 +- 1.0	13.9 +- 1.3	33.3 +- 0.6	42.0 +- 2.2	31.3 +- 3.4	35.5 +- 0.4
0.05 - 2.0	86.6 +- 0.8	77.2 +- 1.9	59.4 +- 0.7	32.0 +- 1.7	57.3 +- 4.0	23.3 +- 1.1
Soil type	loamy sand	sandy loam	sandy loam	loam	sandy loam	clay
Maximum water holding capacity (g/100g)	31.8 +- 2.0	43.3 +- 5.1	35.2+- 1.8	45.8 +- 2.7	40.8 +- 3.6	42.4 +- 0.9
Weight per volume (g/1000ml)	1426 +- 41	1232 +- 93,8	1301 +- 37	1214+- 57	1226 +- 80	1298,8 +- 44

(M. Prigge - Phone: +49 (0) 6232 136 125; email: prigge@lufa-speyer.de)