



Miljø- og  
Ligestillingsministeriet  
Miljøstyrelsen

# Eksponering af harer for pesticider i agerlandet - et pilotprojekt

Bekæmpelsesmiddel-  
forskning nr. 233

Marts 2025



Udgiver: Miljøstyrelsen

Forfattere:

Sussie Pagh,  
Elena Hakme,  
Hanne Lyngholm Larsen,  
Mette Sif Hansen,  
Helene Mejer,  
Peter Roslev,  
Aage Kristian Olsen Alstrup,  
Ole Lajord Munk,  
Mette Erecius Poulsen.

Fotos:

Jan Skriver, Mette Sif Hansen, Sussie Pagh, Helene Mejer

ISBN: 978-87-7038-718-7

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

# Indhold

<b>1.</b>	<b>Forord</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Ord og begrebsliste</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>Resumé</b>	<b>8</b>
<b>4.</b>	<b>Summary</b>	<b>9</b>
<b>5.</b>	<b>Baggrund for projektet</b>	<b>10</b>
5.1	Generel tilbagegang i harebestande i hele Europa	10
5.2	Få undersøgelser af skadevirkninger af pesticider på vertebrater	10
5.3	Reproduktion hos danske harer	11
5.4	Eksponeringsveje for pesticider til harer	12
<b>6.</b>	<b>Anvendte metoder</b>	<b>13</b>
6.1	Indsamling af harer	13
6.2	Obduktioner og biometriske mål	13
6.2.1	Vurdering af huld med nyrefedt	13
6.2.2	Vurdering af harens livsstadie ud fra sammenvoksninger i forben	13
6.3	Sundhedstilstand	14
6.3.1	Obduktion og patologi	14
6.3.2	Histologi	14
6.4	Reproduktionsundersøgelser	15
6.4.1	Kuld størrelse og antal reproducerende voksne hunner	15
6.4.2	Testikler, vægt og sæsonvariation	16
6.5	Anvendte metoder til parasitundersøgelser	17
6.6	Kemiske undersøgelser	18
6.6.1	Prøver	18
6.6.2	Prøveforberedelse	18
6.6.3	Instrumentation	18
<b>7.</b>	<b>Resultater</b>	<b>19</b>
7.1	Indsamlingslokaliteter, tidspunkt og anamnese	19
7.1.1	Region og anamnese	19
7.2	Sundhedstilstand	20
7.2.1	Generel sundhedstilstand hos harer i Danmark	20
7.2.2	Resultater af parasitundersøgelser	20
7.3	Reproduktion hos harer	22
7.3.1	Reproduktion hos hunner	22
7.3.2	Reproduktion hos hanner	22
7.4	Kemiske undersøgelser	23
7.4.1	Forekomst af pesticidrester i urin, pels, lunge og lever	23
7.4.2	Lever	23
7.4.3	Lunger	27
7.4.4	Pels	29
7.4.5	Urin	33

7.4.6	Pesticiders fordeling i harens organer og urin samt eksponeringsveje	36
7.4.7	Statistiske resultater af kemiske undersøgelser	38
7.5	Sammenhæng mellem sundhedstilstand og kemikaliebelastning	41
<b>8.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>42</b>
8.1	Generel sundhed og parasitbelastning hos harene	42
8.1.1	Reproduktion hos hunner	43
8.1.2	Reproduktion hos hanner	43
8.1.3	Konklusion på kemiske undersøgelser	43
8.1.4	Konklusion på undersøgelsen	44
<b>9.</b>	<b>Referencer</b>	<b>45</b>

# 1. Forord

Pilotprojektet: "Eksponering af harer for pesticider i agerlandet" er et samarbejde mellem Institut for Kemi og Biovidenskab, Aalborg Universitet, Institut for Veterinær- og Husdyrvidenskab, Københavns Universitet og DTU Fødevareinstituttet, Danmarks Tekniske Universitet.

Tidligere undersøgelser viser, at harer færdes i sprøjtezoner, hvor de potentielt kan udsættes for pesticider. Harer kan derfor være udsatte i forhold til pesticider, som de kan optage gennem føden, men også gennem andre eksponeringsveje som indånding og dermal absorption. I projektet blev 119 harer screenet for en lang række pesticider og 402 hares sundhedstilstanden og reproduktion blev undersøgt. Projektet er et pilotprojekt der skal vurdere, om der kan være andre eksponeringsveje for pesticider end føden. Desuden undersøge om der kan være sammenhæng mellem forekomst af pesticider og harernes sundhedstilstand. Resultaterne af undersøgelsen er vigtige, ikke bare i forhold til harernes trivsel i agerlandet, men også i forhold til at vurdere om andet markvildt kan være påvirket af pesticider.

Projektet er udført i perioden 14. juni 2021 til 1. september 2024 og er finansieret af Miljøstyrelsens program for Bekæmpelsesmiddelforskning (MST journalnummer 2020-69561).

Formålet med projektet er:

At undersøge sundhedstilstanden hos 400 harer og pesticidbelastningen i 100 af disse harer.

At undersøge om der findes pesticider i danske harer i så høje koncentrationer, at det må forventes at påvirke deres sundhedstilstand og reproduktion.

Ud fra resultaterne at vurdere om der kan påvises andre eksponeringsveje for pesticider for hare i agerlandet end gennem føden.

Tak til Gitte Øland Møller og Jens Jørgen Sigsgaard for hjælp ved obduktioner af harer. Til Danmarks Jægerforbund for annoncering af indsamling af harer på hjemmeside og i tidsskriftet Jæger. Til Naturstyrelsens lokale enheder for hjælp med opbevaring og indsamling af harer. Stor tak til de mange jægere, falckreddere og private som har indsamlet harer og indleveret dem til undersøgelsen. Særlig tak til Brian Odsgaard, Falck, Medarbejderne på Flystation Karup, til Dan Novrup, Dyrenes beskyttelse, til Jacob Nørgaard Larsen, Juli-analyst Gods, til Jesper Bruus, Alpevej Vildtbehandling, til Bjarne Hansen, Lyø og til Lars Kjeldgaard, Østerhovedgård,

## 2. Ord og begrebsliste

<b>Begreb</b>	<b>Forklaring</b>
Aerogent	Med luften/smitte via luftvejene
Akut haredød	Leverbetændelse pga. infektion med calicivirus, kaldes også European Brown Hare Disease
Amyloid	Fejlfoldet protein, der aflejres uden for cellerne
Amyloidose	Sygdom pga. aflejring af amyloid
Anamnese	Sygehistorie og dødsårsag
Anisotropisk	Beskriver en fysisk egenskab, fx stof der kan dreje polariseret lys
Atresiske follikler	Degenererede follikler (i æggestokken), der ikke har medført ægløsning
Autolyse	Nedbrydning af væv pga vævshenfald
Bakteriæmi	Bakterie infektion i blodet, også kaldet blodforgiftning
Bronkitis	Betændelse i bronkierne
Bursa	Forgrenet bagende hos nogle parasittiske hanorm
Coccidier	Encellede parasitter (protozoer)
CT-scanning	CT er en forkortelse for Computed Tomography. En avanceret røntgenundersøgelse
Cyste	Væskefyldt udposning fra slimhinde
Cystisk endometrie hyperplasi	Cyster i livmoder slimhinden
Cytoplasma	Den vandige substans inde i celler
Dermal	Hud, relaterer til huden
Ektoparasitter	Parasitter som lever på ydersiden af dyret (på hud og i pelsen)
Endometritis	Livmoderbetændelse
Enteritis	Tarmbetændelse
Epididymis	Bitestikel
European Brown Hare Disease	Leverbetændelse pga. infektion med calicivirus, kaldes også akut haredød
Extracellulær	Uden for celler
Faldvildt	Vilde dyr, der er fundet døde i naturen eller aflivet pga sygdom
Follikler	Små væskefyldte blærer i æggestokken, som potentielt kan resulterer i en ægløsning
Harepest	Infektion med bakterien Francisella tularensis, kaldes også tularæmi
Hematogent	Med blodet/smitte via blodet
Hemosiderin	Blodpigment, der dannes ved nedbrydning af røde blodlegemer
Hemosiderose	Sygdom relateret til aflejring af hemosiderin
Hepatocyt	Levercelle

Heterokromatin	Inaktiv form af cellens arvemateriale, består af tætpakket DNA
Hilus	Fordybning i organer, hvor blodkar og nerver passerer igennem
Histologisk	Mikroskopi undersøgelse
Inflammation	Betændelse
Lagomorphe	Kaldes også støttetandede dyr (bl.a. harer og kaniner)
Makroskopisk	Kan ses med det blotte øje
Megalocytose	Udtalt forstørrelse af celler
Mitose	Celledeling
Nekrose	Vævsdød
Neoplasi	Kræft
Nukleoprotein	Protein, der indgår i DNA, cellens arvemateriale
PCR-undersøgelse	"Polymerase Chain Reaction", molekylær metode til undersøgelse for bakterier og virus
Placenta	Fosterhinder/moderkage/efterbyrd
Placentale ar	Mørkt ar i livmoderen hvor et foster har været fæstnet
Pneumoni	Lungebetændelse
Protozoer	Encellede parasitter
Pulmonal (fokal) osseøs metaplasi	Mikroskopiske cirkulære forbeninger/knogledannelse i lungevævet
Pyrrolizidin alkaloider	Giftigt stof i planter, findes bl.a. i engbrandbæger
Sepsis	Alvorlig, livstruende klinisk tilstand med bakterie infektion i blodet
Spikel	Struktur i hanormens bagende
Transkription	Første trin i proteinsyntesen i celler
Tularæmi	Infektion med bakterien Francisella tularensis, kaldes også harepest
Tunica vaginalis	Den indre hinde, der sidder omkring testiklerne
Uterus	Livmoder

### 3. Resumé

Der er generel enighed om, at nedgangen i harebestanden ikke bare i Danmark, men i hele Europa primært skyldtes industrialiseringen af landbruget med stigende markstørrelser samt fjernelse af markskel og andre vilde biotoper. Men også brugen af pesticider nævnes som en mulig årsag til den manglende reproduktion og bestandstilbagegang. Nuværende Miljørisikovurdering antager generelt, at fugle og pattedyr kun optager pesticider gennem føden, men pesticider kan også optages dermalt (dvs. via huden) og gennem indånding. Formålet med pilotprojektet er at undersøge sundhedstilstanden og pesticidbelastningen hos harer i Danmark, med henblik på, at vurdere om der kan være andre eksponeringsveje for pesticider for harer end føden har betydning for harernes trivsel. Desuden om der kan være så høje koncentrationer af pesticider i haren, at det kan påvirke sundhedstilstanden og reproduktionen hos dem. Projektet undersøgte 402 harer og analyserne viste at danske harers sundhed, herunder bredden af observerede sygdomme korrelerer med beskrivelser fra andre europæiske lande. De hyppigste dødsårsager var traumer og infektiøse tilstande især i form af infektion med bakterier og protozoer. Den hyppigste non-infektiøse sygdomstilstand var amyloidose. Også kuld størrelse og sæsonvækst af testikler er sammenlignelig med tidligere undersøgelser herhjemme og i udlandet. En delgruppe bestående af 119 harer blev udvalgt til analyse for pesticidrester for at evaluere harernes eksponering af pesticider. Heraf var 51 prøver af pels, 54 urinprøver og 48 prøver af lunge og 100 leverprøver. For 30 harer blev der analyseret både organer og urin fra samme dyr. Der blev påvist 20 pesticider i pels, 12 pesticider og metabolitter i urin, 11 pesticider blev påvist i lever og 5 pesticider blev påvist i lunger. Geometriske middelværdier for påviste pesticider varierede mellem 4,59-67,4 µg/kg i pels, 4,79-195 µg/ml i urin, 5,58-85,8 µg/kg i lever og 8.35 and 26.6µg/kg i lunge. Det høje antal pesticider i pels, som skønnes at ligge udenpå hårene tyder på, at en væsentlig eksponering at harene skyldes oversprøjtning eller kontakt med sprøjtet vegetation. Tilstedeværelsen af pesticider i urin og i relativt højere koncentration end i pels tyder på, at en væsentlig eksponering for nogle pesticider hovedsageligt skyldes kosten.

De hyppigst påviste pesticider i pels var tebuconazol (fungicid), boscalid (fungicid) og prosulfocarb (herbicid). De hyppigst påviste pesticider i urinen var herbicidet glyphosat, dets metabolit AMPA og boscalid. Det hyppigst påviste pesticid i leveren var metrafenon (fungicid). Pesticider blev kun i 6% tilfælde påvist i lungeprøverne, hvor det hyppigst fundne var spiroetramat-enol glucosid, en metabolit af insekticidet spiroetramat.

Sammenligning af den totale detektion af pesticider med forekomst af sygdomme og uspecifikke organ forandringer (amyloidose, bakteriæmi, pneumoni/lungelidelser, cystisk endometrie hyperplasi, fedtvævs nekrose, hemosiderose, varierende hepatocyt størrelse og pulmonal ossøs metaplasi), viser en marginal signifikans for sammenhæng mellem bakteriæmi og forekomst af pesticider  $p < 0,05$  (Chi2) og  $p < 0,06$  (Fishers exact test). For de øvrige sygdomme er der en meget høj varians og datamængden er ikke tilstrækkelig til at vise, om der kan være en sammenhæng. Middelværdien for strongylideæg per gram fæces stiger med detektionsgraden af pesticider, men heller ikke her findes en signifikant sammenhæng.

Samlet set kan der påvises en række pesticider i haren og især de 20 forskellige pesticider i pels, støtter antagelsen om, at harer udsættes for pesticider, når de færdes i nysprøjtede marker og dermed kan der potentielt ske dermal absorption af pesticider eller oral optagelse gennem pelspleje. Der blev ikke fundet klare sammenhænge mellem pesticidbelastning og sundhedstilstand eller reproduktion. Generelt er antal harer som blev tested for pesticider for lille til at drage klare konklusioner. Det kan ikke udelukkes at forsinkede virkninger af pesticider på individets fysiologi, adfærd, udvikling og livslængde, som kan være vanskelige at registrere, på sigt kan have konsekvenser for harebestanden.



## 4. Summary

There is general agreement that the decline in the hare population of European hare (*Lepus europaeus*), in Denmark and throughout Europe, is due to the industrialization of agriculture with increasing field sizes, removal of field boundaries and other wild biotopes. The use of pesticides has also been mentioned as a possible reason for the lack of reproduction and population decline. Current regulatory Environmental Risk Assessments generally assume that birds and mammals only take up pesticides through the diet, but pesticides may also be absorbed dermally, through the skin and through inhalation. The purpose of this pilot project was to evaluate the health state and pesticide load in hares in Denmark, assessing whether there may be other routes of exposure to pesticides for hares than through the diet. Furthermore, it was also considered whether there can be such high concentrations of pesticides in the hares that it can affect the health and reproduction of the hares.

The project examined the health and reproduction of 402 hares and compared the results pesticide loads and with studies from other European countries. The most frequent causes of death were trauma and infectious conditions, especially infection with bacteria and protozoa. The most frequent non-infectious condition was amyloidosis. Litter size and seasonal growth of testicles are also comparable to other studies. A subset of 119 hares were selected for comprehensive chemical screening. In total 51 pelt samples, 54 urine samples, 48 lung and 100 liver samples were analyzed to evaluate the exposure of hares to pesticides. Only in 30 cases, the organs and urine analyzed corresponded to the same hare. A total of 20 pesticides were detected in the pelt, 12 pesticides and metabolites were detected in urine, 11 pesticides were detected in liver and a lower number of 5 pesticides was detected in lung. Geometric means of detected pesticides varied between 4.59 and 67.4 µg/kg in the pelt, 4.79 and 195 µg/ml in urine, 5.58 and 85.8 µg/kg in liver, and 8.35 and 26.6 µg/kg in lung. The high number of pesticides in pelt suggests that an important exposure is due to direct spaying of hares or contact with newly treated crops. The presence of pesticides in urine, and at relatively higher concentration than in pelt suggests another important exposure to some pesticides is due to diet. The most frequently detected pesticides in pelt were tebuconazole (fungicide), boscalid (fungicide), and prosulfocarb (herbicide). The most frequently detected pesticides in urine were the herbicide glyphosate, its metabolite AMPA. The most frequently detected pesticide in the liver was metrafenone (fungicide). Pesticides were not frequently detected in lung samples, with the most frequently found being spirotetramat-enol glucoside, a metabolite of the insecticide spirotetramat, although it was present in only 6% of cases.

Comparison of the total detection of pesticides with occurrence of the diseases and non-specific tissue changes (amyloidosis, bacteremia, pneumonia/lung disorders, cystic endometrial hyperplasia, adipose tissue necrosis, hemosiderosis, varying hepatocyte size and pulmonary osseous metaplasia), showed a marginal significance for correlation between bacteremia and presence of pesticides  $p < 0.05$  (Chi2) and  $p < 0.06$  (Fisher's exact test). The number of hares tested for pesticides is not sufficient to show whether there is a link between pesticides and health. The mean value for strongylide eggs per gram of feces increased with the degree of detection of pesticides, but there was no significant difference between hares with high occurrence of strongylides and detection of pesticides.

Several pesticides were detected in the Danish hares and especially the 20 pesticides found in the pelt, supports the assumption that hares are exposed to pesticides in or close to the newly treated fields (e.g. pesticide spray drift) and thus potentially a dermal absorption of pesticides or when hares are licking their pelt and thereby getting oral intake. No clear links between pesticides and reproduction health were found. In general, the pool of tested hares for pesticides was too small to produce clear results. Effects of pesticides on physiology, behavior, development and life span of hares, are difficult to detect, but may in the long run have consequences for the population.

# 5. Baggrund for projektet

## 5.1 Generel tilbagegang i harebestande i hele Europa

Europæisk hare (*Lepus europaeus*) er formentlig først blevet almindelig i Danmark i ældre stenalder i takt med de omfattende skovrydninger (Aaris-Sørensen 1989). Ifølge Aaris-Sørensen er haren tidligst indvandret i bondestenalderen dvs. for 5500 år siden. Indvandringen er således sent i forhold til mange af de øvrige danske pattedyr, der har været her siden istiden, som sluttede for omkring 11.000 år siden (Aaris-Sørensen 1989; Baagøe og Jensen 2007). Harerne blev i 2007 rødlistevurderet af Danmarks Miljøundersøgelser. Arten blev vurderet som sårbar (VU) bl.a. på baggrund af en bestandsnedgang på mere end 30% i løbet af de seneste ti år, og at årsagen til tilbagegangen ikke er klarlagt. Internationalt vurderes haren som "ikke truet" (LC) (Uldal og Bald 2013). Harens naturlige habitat er de åbne græsstepper i Centraleuropa og Centralasien (Gryz og Krauze-Gryz 2022). Agerlandet var i starten af 1900-tallet et mere optimalt levested for harer, da markerne dengang både var mindre og agerbruget mere ekstensivt med flere ukrudtsplanter og naturlig diversitet. Før 1960 blev der i Danmark årligt nedlagt op imod en halv million harer, men herefter faldt vildtudbyttet gradvist. De senere år har det årlige vildtudbytte ligget på mellem 30 - 40.000 harer, og i de seneste to jagtsæsoner (2021/22 og 2022/23) på under 30.000 harer (Christensen et al. 2023). Faldet i harebestanden er sket i hele Europa (Tapper og Barnes 1986; Edwards et al. 2000; Smith et al. 2005; Goszczynski et al. 2008; Voigt og Siebert 2019; Mori et al. 2022; Gryz og Krauze-Gryz 2022). Der er generel enighed om, at nedgangen i harebestanden primært skyldes industrialiseringen af landbruget med stigende markstørrelser, fjernelse af markskel og andre vilde biotoper i landbrugslandet (Edwards et al. 2000; Smith et al. 2005; Goszczynski et al. 2008; Voigt og Siebert 2019; Mori et al. 2022). Men også brugen af pesticider, nævnes som en både direkte og indirekte mulig årsag (Schmidt et al. 2004; Kuijper et al. 2009; Potts et al. 2010; Mezei et al. 2018; Mayer et al. 2020; Fritsch et al. 2024). En stigende brug af herbicider i landbruget i slutningen 1950-erne menes at have reduceret mængden af vilde urter i kornmarkerne betydeligt (Robinson og Sutherland 2002; Hackländer et al. 2002; Olesen og Asferg 2006).

## 5.2 Få undersøgelser af skadevirkninger af pesticider på vertebrater

Ifølge Landbrug og Fødevarer er der gennem tiden anvendt mere end 500 forskellige pesticider i Danmark. I dag er der 148 såkaldte aktivstoffer, som er tilladt til anvendelse. Det er Miljøstyrelsen og Europæiske myndigheder, der regulerer og godkender pesticider (Landbrug og Fødevarer 2024). Selvom pesticider er designet til at virke på en bestemt målgruppe, fx. svampe (fungicider), planter (herbicider), insekter (insekticider) eller snegle (molluskicider) viser undersøgelser, at der kan forekomme skadelige virkninger på organismer udenfor målgruppen (non-target organismer). En undersøgelse viser at fungiciderne tebuconazole og pyrimethanil, har indflydelse på udvikling, overlevelse, og mængden af deformiteter hos haletudserne hos italiensk løvfrø (*Hyla intermedia*) (Bernabò et al. 2016). Eksponering af zebrafisk (*Danio rerio*) for tebuconazol fører til en overrepræsentation af hanner hos unge zebrafisk og et signifikant fald i procentdelen af kønsceller hos kønsmodne zebrafisk (Li et al. 2019). Selvom de fleste eksempler på skadelige virkninger af pesticider, som bruges i landbruget, er fra akvatiske miljøer, viser en spansk undersøgelse, at der er signifikante forskelle i størrelsen og vægten af æggestokken hos iberisk hare (*Lepus granatensis*) i områder, hvor der er anvendt pesticider sammenlignet med områder uden anvendelse af pesticider (Cañaveras 2021). Hunner fra områder med pesticider havde signifikant mindre æggestokke end harer i områder, hvor der ikke blev anvendt pesticider. Også antallet af atresiske (degenererede) follikler, var højere hos individer fra et af de pesticidbehandlede områder. Samlet set viste resultaterne af

undersøgelsen af iberisk hare en lavere reproduktionstilstand hos hunner fra pesticidbehandlede områder, hvilket på lang sigt kan have virkninger på populationen (Cañaveras 2021). En nylig dansk undersøgelse af pindsvin (*Erinaceus europaeus*), der som bekendt har deres hovedbredelse i villakvarterer, men som også færdes i agerlandets randområder, viser fund af 38 kemiske stoffer i danske pindsvin (Rasmussen et al. 2024). Eksempelvis blev der fundet rester af insekticider og herbicider i 43-50% af leverprøverne fra danske pindsvin. Blandt andet blev atrazin fundet i leverprøver fra fire pindsvin, et herbicid der blev forbudt i Danmark helt tilbage i 1994 (Rasmussen et al. 2024).

### 5.3 Reproduktion hos danske harer

I Danmark parrer harerne sig fra januar måned og killinger fødes fra midt februar til slutningen af september (Hansen 1992). I løbet af en ynglesæson kan en enkelt hun få op til fire kuld, og antallet af kuld er positivt korreleret med kropsstørrelse (Hansen 1992; Marboutin et al. 2003). Kuld størrelsen varierer normalt fra 1 til 5 killinger per kuld med et gennemsnit på 3, hvilket potentielt giver en produktion på 12 killinger per år per ynglende hun. I Danmark blev den gennemsnitlige produktion af killinger vurderet til at være noget lavere dvs. på mellem 6-9 killinger per hun per år (Hansen 1992). I Frankrig, fandt man en årlige produktion per hun på mellem 12 og 15 killinger (Marboutin et al. 2003). Forskellen kan imidlertid skyldes en længere killingeperiode i Frankrig grundet det mildere klima. De fleste harer yngler først året efter deres fødsel, men det forekommer at enkelte juvenile harer, som er født i årets tidligste måneder reproducerer sig i samme ynglesæson, som de er født (Marboutin et al. 2003). I Danmark er der en relativt høj andel af de voksne hunner, som ikke indgår i reproduktionen, og hormonbaserede pesticider er foreslået som forklaring på manglende reproduktion, men det er aldrig blevet verificeret (Olesen og Asferg 2006). En mere indirekte virkning på reproduktionen kan være manglende føde som følge af bortsprøjtning af vigtige fødeplanter i agerlandet. Manglende føde og manglende huld hos hunharerne kan være årsag til den relativt lave reproduktion (Olesen og Asferg 2006).



Harer kan indtage pesticider via føden, men også gennem lunger og hud, hvis de eksponeres via luftbårne pesticider, har kontakt med sprøjtet jord eller færdes i nyligt sprøjtet vegetation. Når haren soignerer sig kan den optage pesticider fra pelsen gennem munden. Foto: Jan Skriver

## 5.4 Eksponeringsveje for pesticider til harer

Nuværende Miljørisikovurdering antager generelt, at fugle og pattedyr kun optager pesticider gennem føden European Food Safety Authority (EFSA 2009). Pesticider kan imidlertid også optages dermalt dvs. via huden og gennem indånding. Dette har vist sig som en væsentlig kilde til eksponering for pesticider hos fugle, krybdyr og padder (Mineau 2002; EFSA 2009; Brühl et al. 2013). Selvom padder må anses for at være mere udsatte end fugle og pattedyr for dermal eksponering af pesticider, på grund af deres mere permeable hud, kan dermal eksponering for pesticider hos pattedyr ikke udelukkes. Forsinkede virkninger af pesticider på individets fysiologi, adfærd, udvikling og livslængde kan være svære at registrere og dermed også de konsekvenser det har for populationen (Moreau et al. 2022). Harer er primært nataktive og hviler om dagen i markerne. Forskning viser, at harer ikke undgår de pesticidesprøjtede marker, bortset fra på selve sprøjtedagen, hvilket formentlig skyldes forstyrrelsen fra selve landbrugsmaskinen (Mayer et al. 2020). Simulering tyder på at harers pesticidoptagelse via sprøjtning dvs. gennem indånding dermalt og gennem pelspleje kan være højere end den vil være i forbindelse med fødeindtag (Mayer et al. 2020). Indånding og dermal optag af pesticider i agerlandet kan derfor være en vigtig vej for pesticideksponering hos harer og andre af agerlandets arter.

Uanset hvordan pesticider kommer ind i kroppen, ved indånding, kontakt eller indtagelse, kan de via blodbanen blive transporteret til leveren. Indtagelse af pesticider gennem føde regnes for vigtigste eksponeringsvej, så fund af pesticider i leveren skyldes højst sandsynligt harers eksponering gennem indtagelse af behandlede afgrøder. Harer spiser korn og græs og fjerner af og til bark og vegetation fra lavthængende grene, hvilket fører til eksponering (Tsalidis 2022). Eksponering kan også skyldes, at de drikker forurenet vand fx i markpytter eller slikker på forurenede overflader. Dermal og inhalationseksponering for pesticider omkring sprøjtetidspunktet kan imidlertid også føre til overførsel af disse kemikalier fra huden til blodbanen eller fra lungerne til blodbanen og videre til leveren. Derudover kan harers pelsplejeadfærd resultere i yderligere indtagelse af pesticider som findes i pelsen.



Sprøjtespor i agerlandet. Foto: Jan Skriver



# 6. Anvendte metoder

## 6.1 Indsamling af harer

Der blev indsamlet 402 harer i perioden januar 2021 til november 2023. Harerne blev indsamlet via jægere, Falck, vildtpillerier og flyvestation Karup. De blev obduceret på Institut for Kemi og Biovidenskab, Aalborg Universitet eller Institut for Veterinær og husdyrvidenskab, Københavns Universitet. Alle harer var forsynet med lokalitet, nedlæggelsesdato eller funddato, samt anamnese.

## 6.2 Obduktioner og biometriske mål

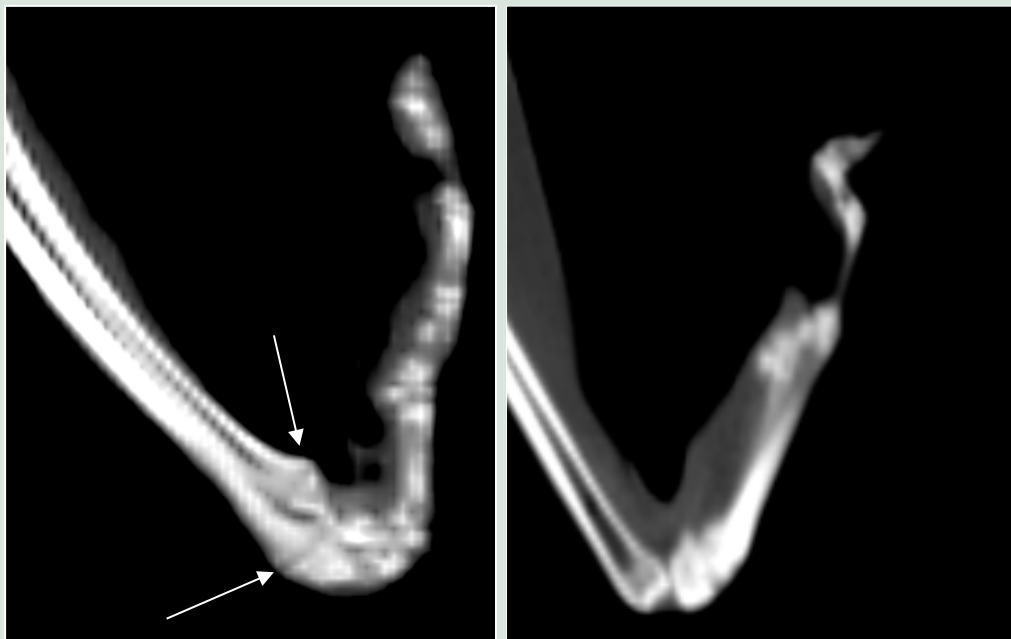
Harer som blev indleveret hele (n=271), blev vejlet til nærmeste gram og kropslængde, ørelængde, kranielængde og hale blev målt til nærmeste cm. Harerne blev obduceret i henhold til en protokol, hvor harens sundhedstilstand og huld blev vurderet standardmæssigt, og hvor der blev udtaget organer til videre undersøgelser. Da ikke alle harer kom ind i hel stand, men også fra bl.a. vildtpillerier og jægere, som havde brugt specielt kødet fra baglår og ryg til konsum, var det nødvendigt på anden vis at finde harens størrelse (kropslængde). Derfor blev der foretaget korrelationer mellem harers kropslængde, kranie længde og bredde, samt forbenskogler overarm (humeri) og albueben (ulnare). Computer tomografi (CT)-scanninger blev foretaget for at aldersbestemme harerne ved epifysebrusk (se afsnit 6.2.2).

### 6.2.1 Vurdering af huld med nyrefedt

Nyrefedt eller KFI (Kidney fat measure) er et almindeligt anvendt mål for harers og andre pattedyrs huld (Pepin 1987; Delibes-Mateos et al. 2008; Farkas og Majzinger 2018). Nyren udtages med det fedt, som ligger omkring nyren - nogle gange helt op langs ryggen. Nyre og fedt lægges på et stykke træpapir inden vejning for at opsuge overskydende blod og væske. Herefter frigøres nyren fra hinden og skæres fri ved hilus. Fedtvæv frigøres fra muskelvæv, og nyre og fedt vejes hver for sig til nærmeste gram. Fedtprocenten udregnes ved at dividere fedtvævet vægt med totalvægt af fedt + nyre og gange med 100%.

### 6.2.2 Vurdering af harens livsstadie ud fra sammenvoksninger i forben

CT-scanninger af harernes forlemmer (dvs. det nederste af underarmen, håndroden, mellemhånden samt øverste del af overarmen) blev brugt til at adskille killinger, ungharer (under 7-9 måneder) og voksne harer. Hos killingerne er skelettet ufuldstændigt forbenet, og epifysebrusk (vækstlinjer) ses som mørke felter på knoglerne (Figur 1). Hos killinger (juv1) kan epifysebrusken ses ved alle samlinger, dvs. overarm (humeri), spoleben (radii) og albueben (ulnare). Hos ungharer (juv2) som er under 7-9 måneder gamle, er epifysebrusken mindre synlig i overarmen, men stadig synlig ved albue og spoleben ved poten. Hos voksne (adulte) harer er epifysebrusken forbenet, og der er ikke længere mørke linjer ved samlingerne (Figur 1).



**FIGUR 1.** CT-scanning af spoleben og albueben ved poten t.v. juvenil hare med bruskk som ses som en mørk linjer ved albueben og spoleben og håndrod. t.h. adult hare med sammenvokset område ved spoleben og bruskkben og håndrod. De hvide strukturer er ben, grå strukturer er bruskk eller væv, og sort er luft.

## 6.3 Sundhedstilstand

### 6.3.1 Obduktion og patologi

Hovedparten af harerne var indleveret i frossen stand. Efter optøning gennemgik harerne en standard obduktion med vurdering af kadaver og organer. Alle harer blev undersøgt for Tularemi ved PCR-undersøgelser af knoglemarv og milt - analysen blev udført på Statens Serum Institut. På indikation blev der udtaget prøver til bakteriologisk undersøgelse. De bakteriologiske undersøgelser blev foretaget med standardmetoder ved Sund Vet Diagnostik, Københavns Universitet.

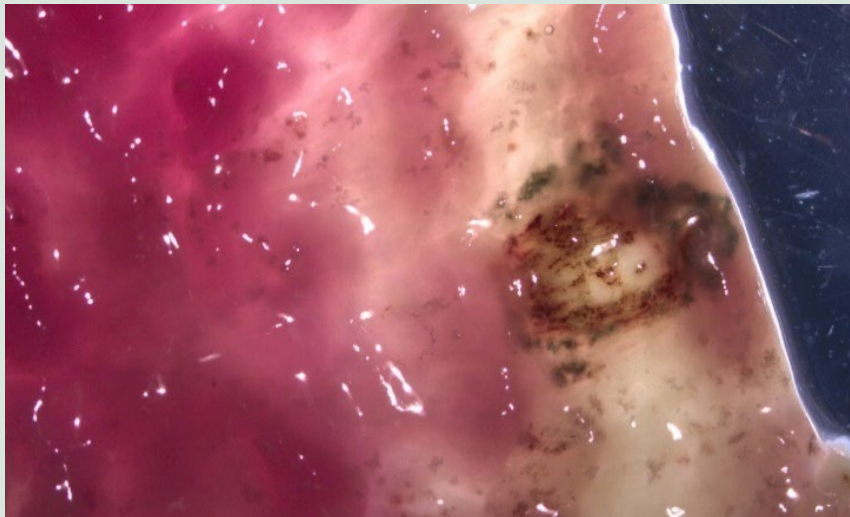
### 6.3.2 Histologi

Til histologisk undersøgelse blev der udtaget prøver fra lunge, lever, nyre, milt og muskel. På indikation blev der også udtaget væv fra andre organer. Vævsprøverne blev fikseret i formalin og processeret ved standard procedurer, hvorefter de blev paraffinindstøbt, snittet i 3-5 µm, monteret på standardglas og farvet med hæmatoxylin og eosin (HE). Der blev lavet histokemiske specialfarvninger på udvalgte snit; Martius Scarlet Blue farvning for påvisning af fibrin og bindevæv; Grocott sølvfarvning og PAS farvning for påvisning af svampehypher; samt Congo rød farvning for påvisning af amyloid. Ved positiv reaktion blev prøven undersøgt med polarisationsfilter under polariseret lys, da amyloid er anisotropisk og kan dreje polariseret lys, hvorefter amyloidet skinner æblegrønt.

## 6.4 Reproduktionsundersøgelser

### 6.4.1 Kuldstørrelse og antal reproducerende voksne hunner

Reproduktionsundersøgelser foretages hos harer og mange andre pattedyr ved at tælle placentale ar i uterus (livmoderen). Metoden hos harer er vel afprøvet og anerkendt som en metode, der giver et realistisk billede af det antal killinger haren har fået i indeværende sæson (Bray et al. 2003; Fournier-Chambrillon et al. 2010). Reproduktionsundersøgelser af de voksne hunner foretages ved at klippe uterus op, hvorefter synlige ar efter fosterhinder (placenta ar) registreres (Figur 2). Optællingen af placenta ar optimeres ved farvning af uterus i kemiske væsker (Turnbull farvemetsode), først 10% ammonium sulfid, efterfulgt af vask og derefter nedsænkning i en 1:1 opløsning af 1% hydrogenklorid og 20% kalium hexacyanoferrat. Herved tydeliggøres/synliggøres eventuelle placenta ar ved sort farvning af jernet, der er udfældet fra røde blodlegemer i de områder hvor fosterhinderne har fæstnet til livmodervæggen. Ved drægtighed tælles og måles fosterblærerne, hvorefter fosterblæren klippes op og fostrets længde måles til nærmeste mm (Figur 3). Andelen af reproducerende hunner i populationen blev opgjort ud fra hunner med fuldt sammenvokset epifysebrusk (se afsnit 6.2.2).



**FIGUR 2.** Placentalt ar hvor fosterhinden fra en harekilling har været fæstnet i uterus ses som et rundt mørkt ar under en stereolup efter farvning med Turnbull farvemetsode. Foto: Mette Sif Hansen



**FIGUR 3.** Næsten færdigudviklede fostre af harer fæstnet til uterus. Fostrene sidder kun på det ene børhorn, som er kraftigt forstørret i forhold til det andet børhorn, som ses øverst på fotoet. Foto: Sussie Pagh

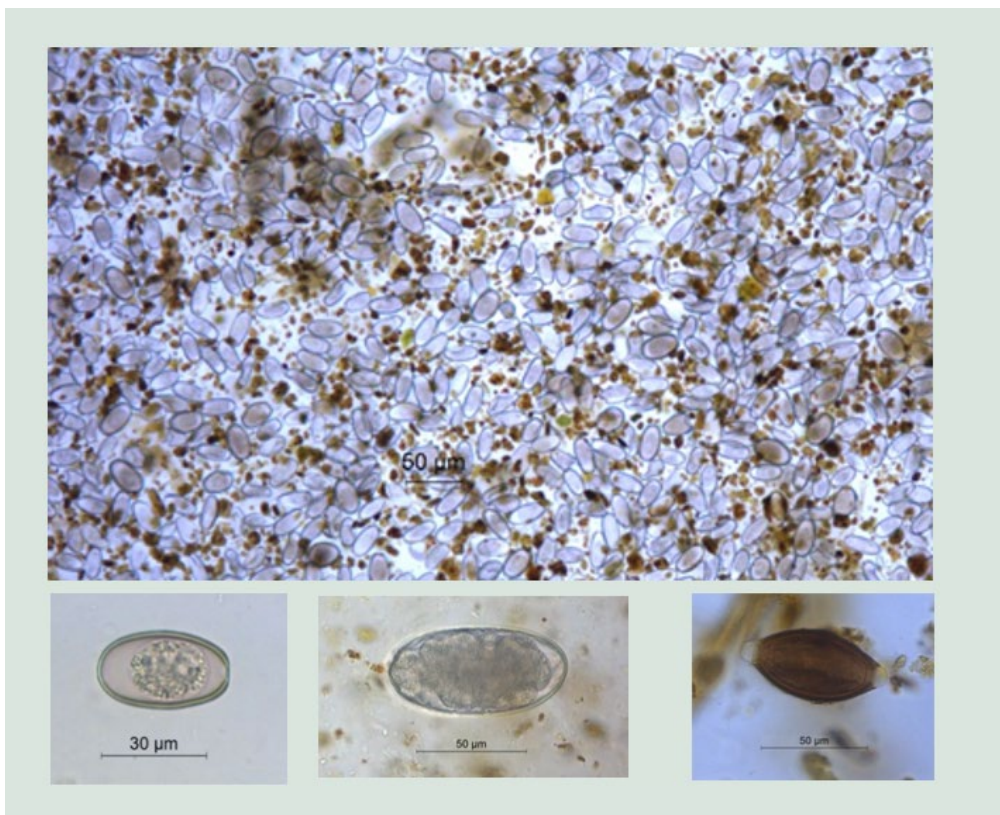
#### **6.4.2 Testikler, vægt og sæsonvariation**

Testikel med bitestikel (epididymis) blev løsnet fra tunica vaginalis (den indre hinde) og eventuelt fedtvæv blev fjernet (Simeunovič et al. 2000). Testikel med bitestikel blev vejlet til nærmeste 0,1 gram, gennemsnitsvægten af testiklerne blev anvendt til de videre analyser. Hvor der kun blev fundet en testikel, blev denne brugt som testikelvægt.



## 6.5 Anvendte metoder til parasitundersøgelser

Harene blev under obduktionen undersøgt for ectoparasitter fx flåter, som senere blev identificeret til art under stereolup.



**FIGUR 4.** Udsnit af mikroskopert fæcesprøve fra haren med den højeste forekomst af coccidier (nederst) samt forstørrelse af coccidie (øverst til venstre), æg af tyndtarmsorm (øverst midt for) og æg fra piskeorm (øverst til højre) fundet i forskellige fæcesprøver. Foto: lene Mejer

Fæcesprøver blev opbevaret ved  $-20^{\circ}\text{C}$ , indtil de blev undersøgt for parasitter. Den anvendte metode foretager en grovoprensning af eventuelle coccidier (encellede parasitter) og æg fra forskellige typer af orme. Ved at blande prøven med en koncentreret opløsning af salt og sukker sker der en yderligere adskillelse af fæcespartikler fra æg og coccidier, som dernæst kan identificeres og tælles i et mikroskop (Figur 4) (Roepstorff og Nansen 1998). En mindre stikprøve af fæcesprøver blev også farvet med specifikke fluorescerende antistoffer til påvisning af protozoerne, *Giardia duodenalis* (syn. lamblia, syn. intestinalis) og *Cryptosporidium* spp. (Petersen et al. 2015).

Udtagne organer (lunger, lever, mave og tarm) blev opbevaret ved  $-20^{\circ}\text{C}$  indtil de blev undersøgt for orme. Ved undersøgelsen blev lungernes større luftveje og levernes større galdegange klippet op og undersøgt makroskopisk for tilstedeværelsen af hhv. lungeorm og ikter. Dernæst blev vævet klippet yderligere op og skyllet grundigt. Skyllevandet henstod i en halv time, hvorefter det øverste af væsken blev hældt fra og nyt rent vand hældt på prøven. Dette blev gentaget 3-4 gange indtil bundfaldet i prøven var rent nok til at blive undersøgt i et stereomikroskop. Mave og tarmkanal blev undersøgt vha. en "sedimentation and counting technique" (Eckert et al. 2001) – de blev klippet op og tømt for indhold. Både væv og indhold blev hældt i en eller flere beholdere, hvortil der blev tilsat fysiologisk saltvand. Beholderen blev lukket og rystet grundigt. Dernæst tog man vævet op og klemte væske og andet materiale af. Beholderen og dens indhold gennemgik dernæst samme vaskeprocedure, som beskrevet for lunger og lever.

## **6.6 Kemiske undersøgelser**

### **6.6.1 Prøver**

Efter modtagelsen blev prøverne opbevaret ved -80°C indtil analyse. I alt 51 pelsprøver, 54 urinprøver, 48 lungeprøver og 100 leverprøver blev analyseret for at evaluere harenes eksponering for pesticider. I de tilfælde hvor det var muligt, blev prøver af pels, urin, lever og lunge fra samme dyr analyseret for pesticidrester. Det var muligt i 30 tilfælde.

### **6.6.2 Prøveforberedelse**

Urinprøverne blev justeret til pH 5,2. To ml urin blev ekstraheret med 4 ml acetonitril og behandlet med et QuEChERS-prøveforberedelseskit. Efter centrifugering blev supernatanten oprenset via en  $\mu$ -SPE kolonne, fortyndet med acetonitril og forberedt til GC-MS/MS- eller LC-MS/MS-analyse. Til polære pesticider og metabolitter blev der brugt ENVI-Carb II/PSA SPE-kolonne til oprensning af ekstraktet. Ekstrakterne blev herefter forberedt til analyse på LC-MS/MS

Pelsprøver blev skåret ud, nedfrosset med flydende nitrogen og homogeniseret i en kuglemølle. 50 mg pelsprøve blev ekstraheret med 1 ml 0,1% myresyre i acetonitril. Prøverne blev rystet før opvarmning ved 40°C i 3 timer. Ekstraktet blev centrifugeret, inddampet, genopløst og forberedt til analyse på GC-MS/MS- og LC-MS/MS.

Lever- og lungeprøver blev analyseret med en modificeret QuEChERS (EN15662)-metode. Fem gram lever- og lungeprøver blev homogeniseret, tilsat 10 ml koldt Milli-Q vand og 10 ml acetonitril, derefter ekstraheret ved rystning og centrifugeret efter tilsætning af salte til fase adskillelse. Supernatanten blev frosset natten over, efterfulgt af oprensning med EMR-Lipid d-SPE. Efter centrifugering blev det oprensede forberedt til analyse med GC-MS/MS- og LC-MS/MS.

### **6.6.3 Instrumentation**

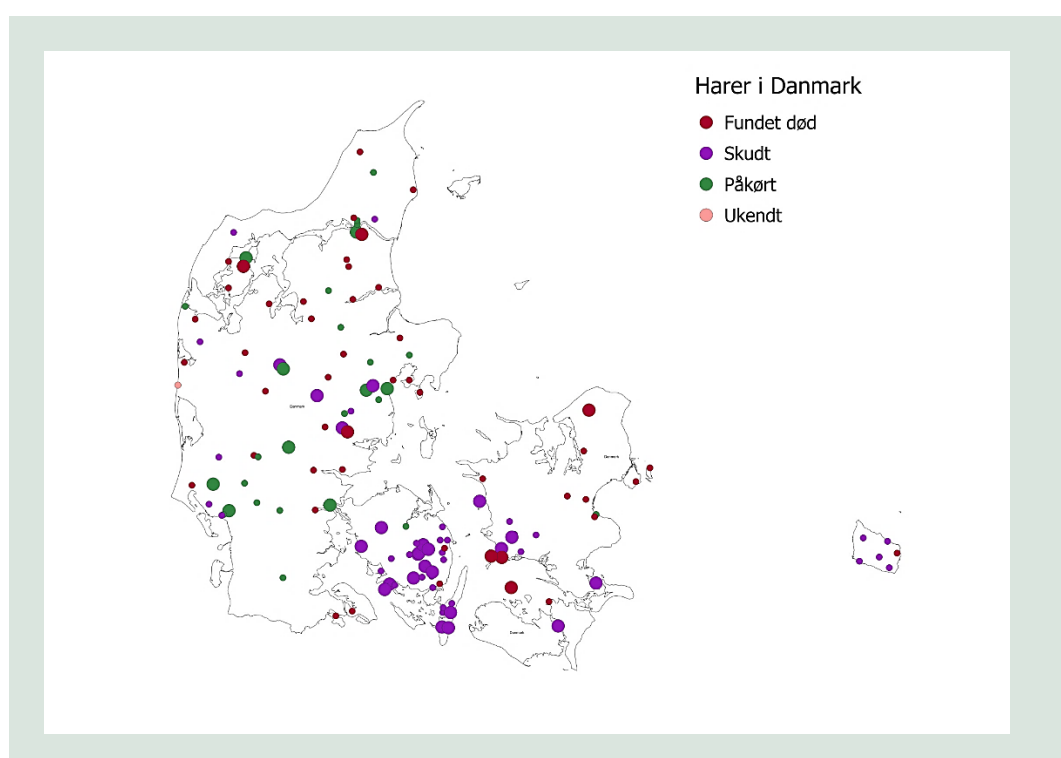
De oprensede ekstrakter blev analyseret for mere end 400 pesticidrester med GC-MS/MS og LC-MS/MS med anvendelse af multiple reaktions monitoring (MRM). For analyse af polære pesticider i urinprøver blev der anvendt ionkromatografi (HPIC) system koblet med MS.

# 7. Resultater

## 7.1 Indsamlingslokaliteter, tidspunkt og anamnese

### 7.1.1 Region og anamnese

Der blev i alt indsamlet og obduceret 402 harer. Flest harer (n=195) blev indsamlet i region Midtjylland. Fra Fyn blev der indsamlet 88 harer, hvoraf 15 var fra Lyø. På Sjælland blev der indsamlet 75 harer. Fra det øvrige Jylland blev der indsamlet 27 og 11 harer fra hhv. Sønderjylland og Nordjylland. Desuden blev der indleveret 7 harer fra Bornholm (Figur 5). Der var 199 hanner og 180 hunner, og 23 blev ikke kønsbestemt. De fleste harer var nedlagt under jagt (n=213), 64 harer var regulerede harer fra lufthavne, 63 harer var fundet døde eller svækkede i naturen og dermed indleveret som faldvildt, 62 harer var trafikdræbte og 2 manglede oplysninger om dødsårsag. De fleste harer blev indleveret i jagtsæsonen 1. november til 31. januar og færre i løbet af sommermånederne (Tabel 1).



**FIGUR 5.** Oversigt over lokaliteter og dødsårsag for de 402 indsamlede harer fra 2021 til 2023. Cirkulens størrelse angiver mængden af indsamlede harer.

**TABEL 1.** Oversigt over indleverede harer med kendt dødstidspunkt

Måned	Antal harer
November - januar	215
Februar - april	82
Maj – august	27
September - oktober	35

Andelen af harer som blev kategoriseret som juv1 var 40, juv2 46 og langt de fleste var adulte harer (295) med fuldt sammenvoksede epifysebrusk.

## 7.2 Sundhedstilstand

### 7.2.1 Generel sundhedstilstand hos harer i Danmark

Der blev påvist sygdom i respirationssystemet hos 39 ud af 393 harer (9,9%). Lungelidelserne fordelte sig som lungebetændelse (aerogent eller hematogent induceret), bronkitis og betændelse i luftrøret. Hos i alt 17 harer (4,3%) uden andre lungeforandringer, blev der set "pulmonal fokal cirkulær osseøs metaplasi", dvs. mikroskopiske cirkulære forbeninger i lungevævet, der ikke har påvirket lungefunktionen.

Hos 29/402 (7,2%) harer var der tegn på blodforgiftning (bakteriæmi/sepsis), en livstruende tilstand, der skyldes bakteriel infektion i blodet. De identificerede bakterier var *Francisella tularensis* (n= 6, 1,5%), der medfører tularæmi, *Yersinia pseudotuberculosis* (n= 11, 2,7%), *E. coli* (n=6), *Enterococcus faecalis* (n=2), *Aeromonas salmonicida* (n=1) og *Staphylococcus hominis* (n=1). Hos nogle af harene med tegn på blodforgiftning kunne der ikke dyrkes specifikke bakterier fra vævene.

Alvorlige leverforandringer, forenelige med akut haredød ("European Brown Hare Syndrome" (pga. infektion med calicivirus) eller infektion med protozoer (f.eks. *Toxoplasma gondii*, *Neospora caninum*), blev set hos hhv. 5 (5/393, 1,3%) og 6 harer (6/402, 1,5%).

Andre lever forandringer var forskellig størrelse af levercellerne, hvor der blandt normalt udseende celler fandtes forstørrede leverceller både pga. øget mængde cytoplasma og forøgelse af cellekernen. Disse leverceller udviste normal farvbarhed med HE farvning. Forandringen var umiddelbart ikke koblet til specifikke agens eller sygdomme i hverken leveren eller andre organer. Dette blev observeret hos 38 ud af 393 harer (9,7%), men er sandsynligvis underestimeret, da forandringen var vanskelig at påvise i tilfælde af udtalt autolyse af levervævet.

Tarmkanalen blev undersøgt histologisk hos 50 harer og i over halvdelen (n=35, 70%) af tilfældene var der store mængder coccidier (protozoer, encellede parasitter) og enteritis (tarmbetændelse) i tarmslimhinden. Dette tal er sandsynligvis underestimeret pga. autolyse af tarmvævet. Hos nogle harer var det også muligt at se coccidie infektionerne makroskopisk, som lyse, hvælvede infiltrationer i slimhinden.

Der blev også fundet non-infektøse forandringer i form af amyloidose (extracellulær aflejring af fejlfoldet protein, amyloid) hos 12/402 (3,0%) harer, øget forekomst af hemosiderin (et nedbrydningsprodukt fra røde blodlegemer) i især milten hos 27/353 (7,6%) harer og inflammation i fedtvævet omkring nyrerne hos 14/402 (3,5%) harer.

I kønsorganerne blev der kun fundet forandringer hos hunnerne, hvor der blandt de ikke-drægtige voksne hunner, blev der set cystisk endometrie hyperplasi, dvs. cystisk fortykkelse af slimhinden i uterus hos 6,7% af de undersøgte hunner. Andre fund var neoplasi (kræft) (n=2), endometritis (livmoderbetændelse) (n=1), samt tilbageholdt placenta (efterbyrd) (n=1).

Mange harer (n=63), især juvenile (24 ud af 86 juvenile i studiet) var trafikdræbt. Der var ingen forskel i fordelingen mellem hanner (n=29) og hunner (n=30) (3 med ukendt køn). De påkørte dyr var typisk sunde og i godt huld, men der blev også fundet sygdomsramte dyr i denne kategori. Andre forandringer, der forekom med begrænset hyppighed var hudlæsioner og hudbetændelse, især i forbindelse med flåter; tandproblemer med abnormt tandslid og tandbylder; og tilstedeværelse af parasitrestorer medførende inflammation i levervævet.

### 7.2.2 Resultater af parasitundersøgelser

Der blev fundet skovflåter *Ixodes ricinus* hos 6,5% af alle indsamlede harer (n=402), med en gennemsnitlige infektionsintensitet på 8,2 flåter per positiv hare med et spænd på 1-37 flåter per hare. Men det er muligt, at der er tale om et underestimat, da flåter ofte forlader værten, når denne dør.

Coccidierne, *Eimeria* spp. var den hyppigst forekommende parasit. Antallet af coccidier per hare varierede fra meget lavt til ekstremt højt (Tabel 2) og forekomsten så ud til at stige med harernes alder ligesom de højeste individuelle niveauer blev fundet blandt de adulte harer. Til

gengæld var den gennemsnitlige intensitet af infektionen var højest i de to juvenile grupper. Der var ikke en væsentlig sammenhæng med køn.

**TABEL 2.** Forekomst af coccidier (*Eimeria* spp.) i fæcesprøver (n=189) målt som antal coccidier per gram fæces (CPG).

Prøvemateriale	Prævalens (% positive harer)	Intensitet (gennemsnit for inficerede harer)	Min-maks.
Fæcesprøver (CPG)	89,4%	151.174	20-7.423.200

Baseret på tarmundersøgelserne var 78,6% af harerne inficeret med tyndtarmsorm (*Trichostrongylus retortaeformis*) mens kun 50,3% af fæcesprøverne var positive for parasittens æg (Figur 6). Dette skyldes, at æggene delvist eller helt ødelægges af frysning og optøning af prøverne, mens ormene er mere robuste. Intensiteten af infektionerne varierede fra meget lave til meget høje (Tabel 3). Der var ikke en klar effekt af alder og køn på infektionen.

Der var moderat forekomst af piskeorm (*Trichuris leporis*) samt lav forekomst af bændelorm, og infektionsniveauerne var generelt lave. Fæcesundersøgelserne gav som for de andre tarmorm en underestimering af infektionerne (Tabel 3). Generelt var der for få positive fund til at afgøre, om der var en sammenhæng mellem infektionerne og aldersgruppe eller køn.

Der blev påvist rester af lungeorm ved den histologiske undersøgelse af 9 harer, og for to harer var der også indikation af håorm (*Capillaria hepatica*). Der blev ikke påvist *Cryptosporidium* spp. (n=20), *G. duodenalis* (n=20) eller leverikter (n=76).

**TABEL 3.** Forekomst af tyndtarmsorm *Trichostrongylus retortaeformis* (TO), piskeorm *Trichuris leporis* (PO) og bændelorm (BO) i fæcesprøver (n=189) og tarmsæt (n=42) målt som henholdsvis antal æg per gram fæces (ÆPG) og antal orm.

Prøvemateriale	Forekomst (% positive harer)	Intensitet (gennemsnit for inficerede harer)	Min-maks. 10-2.500
Fæcesprøver (TO) (ÆPG)	50,3%	280	Min-maks. 10-2.500
Tarmsæt (TO) (antal orm)	78,6%	568	1-3.564
Fæcesprøver (PI) (ÆPG)	13,2%	704	10-12.760
Tarmsæt (PI) (antal orm)	16,7%	7	1-20
Fæcesprøver (BO) (ÆPG)	1,1%	900	40-1.760
Tarmsæt (BO) (antal orm)	7,1%	2	1-3



**FIGUR 6.** Hanner af tyndtarmsorm kan genkendes på særlige strukturer (spikler og bursa se de røde pile) i deres bagende. Foto: Helene Mejer.

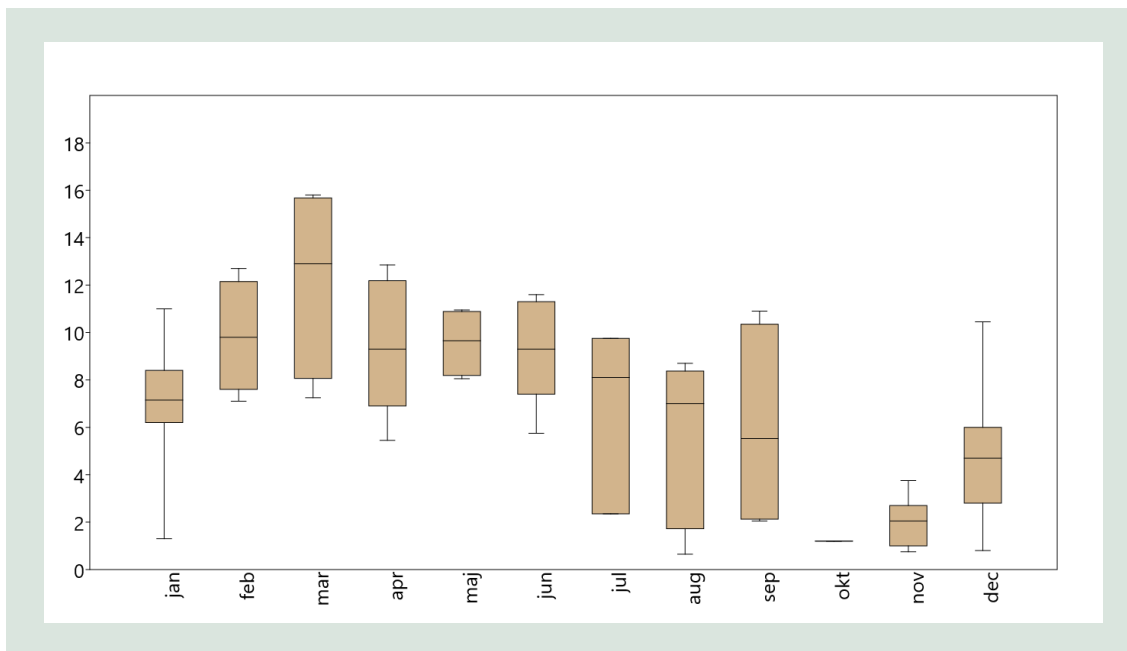
## 7.3 Reproduktion hos harer

### 7.3.1 Reproduktion hos hunner

Uterus kunne undersøges hos 111 adulte hunner med sammenvokset epifysebrusk, heraf var 65 (59%) hunner reproducerende, dvs. de havde placentale ar (tydelige eller utydelige) eller fostre. Bortset fra juli og august, hvor der ikke var udtaget hunner med fostre eller placenta ar, blev der set både tydelige og utydelige placentale ar i årets resterende måneder. Der var mellem 1 til 4 fostre i uterus hos 15 hunner, hvilket giver en gennemsnitlige kuld størrelse på  $2,5,0 \pm 1,2$  (n=15). De drægtige hunner var udtaget i februar (n=3), april (n=4), maj (n=3), juni (n=3) og november (n=1), for én trafikdræbt drægtig hun var udtagningsmåneden ukendt.

### 7.3.2 Reproduktion hos hanner

Testikelvægten blev undersøgt hos 115 voksne hanner. Da harens testikelvægt varierer over året i forhold til reproduktionsstatus, er testikelvægt fra adulte hanner afbilledet som en funktion af måned på Figur 7. Testiklerne var tungest i perioden fra januar til juni, hvor vægtgennemsnittet i hele perioden var  $8,10 \pm 0,33$  g med en maksimal gennemsnitsvægt i marts ( $12,21 \pm 2,04$  g). Efter juni falder vægten gradvist hen mod lavpunktet i oktober ( $1,2 \pm 0$  g). Allerede i november begynder testikelvægten igen at øges gradvist hen mod den maksimale størrelse. Gennemsnitsvægten i perioden juli til december var  $4,20 \pm 0,42$  g.



**FIGUR 7.** Boxplot over testikelvægt i gram (y-akse) i årets 12 måneder (x-akse). Boxplot viser mid-delværdi af testikelvægt (median) i midten af kassen og 50 % af observationerne ligger omkring medianen i kassen. Stregerne over og under kasserne illustrerer de ydre observationer i materialet.

## 7.4 Kemiske undersøgelser

### 7.4.1 Forekomst af pesticidrester i urin, pels, lunge og lever

I 51 analyserede prøver af pels havde 41 prøver (80 %) 1 til 4 påvisninger af pesticidrest og 5 prøver (10%) havde 5 og op til 9 pesticidrester. Kun i 5 prøver (19%) blev der ikke fundet pesticidrester. Af de 54 analyserede urinprøver blev der fundet 1 til 4 pesticidrester i 36 prøver (67%) mens der i 18 prøver (33 %) ikke blev fundet rester. Af de 48 analyserede lungeprøver blev der fundet rester af et pesticid i 8 prøver (17 %). I 40 prøver (83%) blev der ikke fundet rester. Af de 100 analyserede lever prøver blev der fundet en pesticidrest i 38 prøver (38 %), og 2 til 3 i 6 prøver (6 %). I 56 prøver (56%) blev der ikke fundet rester. I de 30 hareprøver, hvor alle de 4 prøvetyper blev, var der mellem 2 og 13 påvisninger. En mere detaljeret beskrivelse af resultaterne i hver prøvetype nedenfor.

### 7.4.2 Lever

I alt blev 11 forskellige pesticider og metabolitter påvist i leverprøverne. Tabel 4 viser listen over pesticider, der blev påvist i leverprøverne, herunder påvisningsfrekvens, medianværdi, geometrisk gennemsnit, minimums- og maksimumskoncentrationer, pesticidets virkningsmekanisme og kemisk gruppe. Det hyppigst påviste pesticid i leverprøverne var metrafenon. Tre af de påviste pesticider var fungicider, seks var herbicider, og de øvrige var insekticider og akaricider. Den højeste koncentration, der blev observeret, var for propyzamid med et geometrisk gennemsnit (GM) på 85,8 µg/kg. Metrafenon er et fungicid, der i høj grad anvendes i Danmark på vinter- og vårsæd og andre frø. Det blev påvist i 18 prøver. Rapporten «Pesticidstatistik» fra 2022 (EU 2005; Miljøstyrelsen 2020) om behandlingshyppighed og pesticidbelastning baseret på salg og forbrug, viser, at den solgte mængde metrafenon i 2022 var 45 kg. Indtil 2016 blev store mængder solgt (>5000 kg) og det aktuelle forbrug i 2022 har måske være betydeligt større end 45 kg. Metrafenon er et fedtopløseligt pesticid ( $pK_{ow}$ : 4,3), hvilket forklarer, at det bliver påvist i leveren. Boscalid og pyraclostrobin blev hver især kun fundet i én prøve.

Begge anvendes i landbruget i Danmark. Brugen af boscalid er faldet i Danmark i de senere år, mens brugen af pyraclostrobin er steget (Miljøstyrelsen 2020).

Herbicider, der er godkendt til brug i landbruget i Danmark, blev påvist i 7 leverprøver, hvilket er en lavere frekvens end for fungiciderne. Propyzamid blev påvist i 7 prøver. Propyzamid anvendes hovedsageligt i vinterraps, men også i græs og bælgeplanter til frø, skorzoner til frø, frugtbuske, planteskoler og skovbrug. Det er også godkendt til mindre anvendelse i frøgræs, jordbær, en række gartneriafgrøder til frø og rødbeder til frø (Miljøstyrelsen 2020). Salget af herbicidet propyzamid til brug i landbruget i Danmark blev fordoblet fra 40.082 kg i 2013 til 90.680 kg i 2021. Propyzamid anvendes i Danmark i november og december i doseringer fra 0,875 til 1 /ha. Det bruges til ukrudtsbekæmpelse i vinterraps, lucerne til frø, rødkløver til frø, humle til frø, kornel til frø, tagrør til frø, frugtbuske, skove og plantager samt til kåldyrkning (Safety Data Sheet 2024). Diflufenican står for en af de største salg af herbicider i Danmark (95.094,8 kg i 2022) (Miljøstyrelsen 2020), men blev kun påvist i 2 prøver ved meget lave niveauer (<LOQ). Prosulfocarb, et herbicid, er det aktive stof, der sælges i de største mængder efter glyphosat, og blev påvist i to prøver. Prosulfocarb anvendes med store doser pr. ha. I 2022 steg salget prosulfocarb med 20 %. MCPA og fluroxypyr er også herbicider, der er godkendt til brug i Danmark på landbrugsarealer, og de blev hver især fundet i to prøver. Fluazifop-p-butyl, der blev fundet i én prøve, er et herbicid, der nedbrydes til metabolitten fluzazifop-p- free acid (Badawi et al. 2023). Fluazifop-p er godkendt til brug i EU, men ikke i Danmark (EU 2005).

Insekticider og acaricider blev også fundet i leverprøver. Dieldrin er blevet brugt som insekticid fra 1956 til 1988 i relativt små mængder, og derfor var det ikke forventeligt at finde det i leverprøver. Men dieldrin hører til de persistente pesticider og akkumuleres i fedtvæv (logKow: 5.4). I 2005 blev dieldrin påvist i brønde under landbrugsområder i Danmark, i større reservoirer, i brønde under byområder og i overfladevand (Jacobsen et al. 2005). Data fra 2002 viser også, at dieldrin er blevet påvist i vandløb i flere regioner i Danmark (Miljøportal 2024), hvilket kan forklare harens eksponering og miljøforurening gennem vandforbrug.

Ethiofencarb, et insekticid, der ikke er godkendt til brug, blev også fundet i en leverprøve i denne undersøgelse. Ethiofencarb blev fundet i 2020 i to vandløbsprøver i Danmark (Miljøportal 2024). Kemiske miljøforureninger (dieldrin) eller aktive stoffer, der ikke er tilladt til brug (ethiofencarb), blev for det meste fundet i koncentrationer under LOQ.



**TABEL 4.** Påviste pesticider og miljøforureninger i leverprøver: kemisk klasse, virkningsmekanisme, niveauer, detektionsfrekvens, gennemsnit, standard afvigelse (SD), geometrisk mean (GM), koncentrationsinterval og overskridelse af MRL'er.

Pesticider fundet i leveren	Kemisk klasse	Typer af pesticid	LOQ (µg/kg)	Kategori	N	Detektionsfrekvens % (N)	Detektionsfrekvens % (N), >LOQ	Gennemsnit (µg/kg)	SD (µg/kg)	GM (µg/kg)	Koncentrationsinterval (>LOQ)	MRL (mg/kg)	Påvisninger >MRL % (N)
Boscalid	Pyridinecarboxamide	Fungicid	5	Total	10	1%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ		0.1	0%(0)
				Voksen	74	1%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ			
				Juvenil	26	0%(0)	0%(0)						
				Han	57	2%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ			
				Hun	42	0%(0)	0%(0)						
Dieldrin*	Organochlorine	Insekticid	5	Total	10	13%(13)	0%(0)	<LOQ	14.2	12.50	[5.99-26.1]	0.01	1%(1)
				Voksen	74	9%(7)	0%(0)	<LOQ		5.99	[5.99]		
				Juvenil	26	23%(6)	0%(0)	<LOQ		26.1	[26.1]		
				Han	57	19%(11)	0%(0)	<LOQ		5.99	[5.99]		
				Hun	42	5%(2)	0%(0)	<LOQ		26.1	[26.1]		
Diflufenican	Pyridinecarboxamide	Herbicid	5	Total	10	2%(2)	0%(0)	<LOQ		<LOQ		0.02	0%(0)
				Voksen	74	1%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ			
				Juvenil	26	4%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ			
				Han	57	0%(0)	0%(0)						
				Hun	42	5%(2)	0%(0)	<LOQ		<LOQ			
Ethiofencarb	Carbamate, N-methyl	Insekticid	5	Total	10	1%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ			
				Voksen	74	0%(0)	0%(0)						
				Juvenil	26	4%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ			
				Han	57	2%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ			
				Hun	42	0%(0)	0%(0)						
Fluazifop-p-butyl	Aryloxyphenoxypionic acid/ester	Herbicid	5	Total	10	1%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ		0.01	0%(0)
				Voksen	74	0%(0)	0%(0)						
				Juvenil	26	4%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ			
				Han	57	0%(0)	0%(0)						
				Hun	42	2%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ			
Fluroxypyr	Pyridinecarboxylic acids/ester	Herbicid	5	Total	10	2%(2)	2%(2)	11.4	±3.5	11.1	[8.90-13.8]	0.01	1%(1)
				Voksen	74	3%(2)	3%(2)	11.4	±3.46	11.1	[8.90-13.8]		
				Juvenil	26	0%(0)	0%(0)						
				Han	57	4%(2)	4%(2)	11.4	±3.46	11.1	[8.90-13.8]		

Pesticider fundet i leveren	Kemisk klasse	Typer af pesticid	LOQ (µg/kg)	Kategorier	N	Detektionsfrekvens % (N)	Detektionsfrekvens % (N), >LOQ	Gennemsnit (µg/kg)	SD (µg/kg)	GM (µg/kg)	Koncentrationsinterval (>LOQ)	MRL (mg/kg)	Påvisninger >MRL % (N)
MCPA	Aryloxyalkanoic acid/ester	Herbicid	5	Hun	42	0%(0)	0%(0)						
				Total	10	2%(2)	2%(2)	8.52	±5.1	7.72	[4.92-12.1]		
				Voksen	74	3%(2)	3%(2)	8.51	±5.08	7.72	[4.92-12.1]		
				Juvenil	26	0%(0)	0%(0)						
				Han	57	4%(2)	4%(2)	8.51	±5.08	7.72	[4.92-12.1]		
Metrafenone	Benzophenone	Fungicid	5	Hun	42	0%(0)	0%(0)						
				Total	10	18%(18)	6%(6)	13.5	±15	9.77	[4.93-43.97]	0.01	1%(1)
				Voksen	74	16%(12)	4%(3)	7.89	±2.64	7.55	[4.93-10.0]		
				Juvenil	26	23%(6)	12%(3)	19.2	±21.5	12.6	[6.74-44.0]		
				Han	57	16%(9)	5%(3)	7.89	±2.64	7.55	[4.93-10.0]		
Propyzamide	Benzamide	Herbicid	5	Hun	42	21%(9)	7%(3)	19.2	±21.5	12.6	[6.80-44.0]		
				Total	10	7%(7)	2%(2)	128	±135	85.8	[32.8-224]	0.02	1%(1)
				Voksen	74	7%(5)	7%(5)	128	±135	85.7	[32.8-224]		
				Juvenil	26	8%(2)	0%(0)	<LOQ		<LOQ			
				Han	57	7%(4)	0%(0)	<LOQ		<LOQ			
Prosulfocarb	Thiocarbamate	Herbicid	5	Hun	42	2%(1)	2%(1)	32.8		32.8	[32.8]		
				Total	10	2%(2)	0%(0)	<LOQ		<LOQ		0.01	0%(0)
				Voksen	74	1%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ			
				Juvenil	26	4%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ			
				Han	57	0%(0)	0%(0)						
Pyraclostrobin	Strobilurin	Fungicid	5	Hun	42	2%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ			
				Total	10	1%(1)	1%(1)	5.58		5.58	[5.58]	0.05	0%(0)
				Voksen	74	1%(1)	1%(1)	5.58		5.58	[5.58]		
				Juvenil	26	0%(0)	0%(0)						
				Han	57	2%(1)	2%(1)	5.58		5.58	[5.58]		
Hun	42	0%(0)	0%(0)										

\* Miljøforurening eller andet, da det ikke er godkendt til brug i landbruget

### 7.4.3 Lunger

Der blev fundet fem pesticider i lungeprøver, tre herbicider (fluroxypyr, MPCA og propyzamid), et insekticid (spirotetramat) og en mulig miljøforurening (dieldrin). Spirotetramat er et insekticid, der i høj grad anvendes i Danmark, hvor der blev solgt 315,6 kg i 2022 (Miljøstyrelsen 2020). Den højeste koncentration blev observeret for propyzamid med et GM på 26,6 µg/kg. Koncentrationerne er dog meget lave, i parts par billion. Tabel 5 viser listen over pesticider, der er påvist i lungeprøverne, herunder påvisningsfrekvens, medianværdi, geometrisk gennemsnit, minimums- og maksimumskoncentrationer, pesticidets virkningsmekanisme og kemisk gruppe.

Spirotetramat-enol-glucosid, en plantemetabolit af spirotetramat, blev påvist i 3 prøver.

Dieldrin blev fundet i én prøve. Eksponering for spirotetramat-metabolit og dieldrin kan ikke skyldes indånding da dieldrin har været forbudt i lang tid, og spirotetramat metaboliseres i planten. Eksponeringen skyldes derfor snarere indtagelse og blodcirkulation i kroppen. Fluroxypyr, MPCA og propyzamid er alle herbicider, og de blev fundet i 1-2 prøver.

Fire forbindelser blev ofte ikke kun fundet i lunger, men også i lever (fluroxypyr, MPCA, propyzamid og dieldrin). Sammenlignende niveauer blev påvist i begge organer, for propyzamid. Propyzamid blev hyppigst fundet i lever (7 prøver) end i lunge (1 prøve). Propyzamid blev fundet i højere niveauer i leveren med et koncentrationsområde på 32,8-224 µg/kg sammenlignet med lunger, hvor koncentrationen var 26,6 µg/kg. Således er eksponering for propyzamid sandsynligvis gennem indtagelse (mad eller pleje) eller ved kontakt, hvis det let kan trænge igennem huden, komme ind i blodbanen og nå leveren.

Forekomsten af pesticider i lungerne skyldes indånding og formentlig, at harene befinder sig på marken eller i markskel under eller lige efter sprøjtning, men det kan også skyldes andre eksponeringskilder og blodcirkulation.

**TABEL 5.** Påviste pesticider og miljøforurenende stoffer i lungeprøver: kemisk klasse, virkningsmekanisme, niveauer, detektionsfrekvens, gennemsnit, standard afvigelse (SD), geometrisk mean (GM) , og koncentrationsinterval

Pesticider fundet i lunger	Kemisk klasse	Typen af pesticid	LOQ (µg/kg)	Kategorier	N	Detektionsfrekvens % (N)	Detektionsfrekvens % (N), >LOQ	Gennemsnit (µg/kg)	SD (µg/kg)	GM (µg/kg)	Koncentrationsområde (>LOQ)
Dieldrin*	Organochlorine	Insekticid	5	Total	48	2%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Voksen	34	0%(0)	0%(0)				
				Juvenil	14	7%(1)	0%(0)	<LOQ	<LOQ		
				Han	19	0%(0)	0%(0)				
				Hun	19	5%(1)	0%(0)	<LOQ	<LOQ		
Fluroxypyr	Pyridinecarboxylic acids/ester	Herbicid	5	Total	48	2%(1)	2%(1)	10.9		10.9	[10.9]
				Voksen	34	3%(1)	3%(1)	10.9		10.9	[10.9]
				Juvenil	14	0%(0)	0%(0)				
				Han	19	5%(1)	5%(1)	10.9		10.9	[10.9]
				Hun	19	0%(0)	0%(0)				
MCPA	Aryloxyalkanoic acid/ester	Herbicid	5	Total	48	4%(2)	4%(2)	9.27	±5.7	8.35	[5.25-13.3]
				Voksen	34	6%(2)	6%(2)	9.28	±5.69	8.36	[5.25-13.3]
				Juvenil	14	0%(0)	0%(0)				
				Han	19	11%(2)	11%(2)	9.28	±5.69	8.36	[5.25-13.3]
				Hun	19	0%(0)	0%(0)				
Propyzamide	Benzamide	Herbicid	5	Total	48	2%(1)	2%(1)	26.6		26.6	[26.6]
				Voksen	34	3%(1)	3%(1)	25.6		25.6	[25.6]
				Juvenil	14	0%(0)	0%(0)				
				Han	19	0%(0)	0%(0)				
				Hun	19	5%(1)	5%(1)	25.6		25.6	[25.6]
Spirotetramat-enol glucoside <sup>1</sup>	Tetramic acid derivative	Insekticid	10	Total	48	6%(3)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Voksen	34	9%(3)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Juvenil	14	0%(0)	0%(0)				
				Han	19	11%(2)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Hun	19	5%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	

\* Miljøforurening eller andet, da det ikke er godkendt til brug i landbruget.

<sup>1</sup>Metabolitter: Spirotetramat-enol-glucosid (metabolit af spirotetramat)

#### 7.4.4 Pels

Det højeste antal pesticider blev fundet i pels, hvor der blev identificeret 20 forskellige pesticider. Det høje antal pesticider i pels tyder på, at harers eksponering for pesticider også sker via kontakt med forurenede overflader på grund af sprøjtning med pesticider og efterfølgende adsorption af pesticider via huden. Påvisninger i pels tyder også på en nylig eksponering for pesticider. Tabel 6 viser data for påvisning af pesticider i pelsprøver, herunder påvisningsfrekvensen, gennemsnitskoncentration med standardafvigelse og geometrisk gennemsnit. Af de fundne pesticider var 10 fungicider, 7 herbicider, et insekticid, et rodenticid og en vækstregulator.

Det hyppigst påviste pesticid i pels var tebuconazol, der blev påvist i 29 prøver, hvoraf 3 oversteg 5 µg/kg. Prosulfocarb og boscalid blev hver især fundet i 21 prøver, efterfulgt af propyzamid i 13 prøver og azoxystrobin i 12 prøver. Diflufenican og metamitron blev hver især påvist i 7 prøver. Desuden blev der fundet rest af epoxiconazol (3 prøver), MCPA (3 prøver), flupyram (2 prøver), metconazol (2 prøver), pyraclostrobin (2 prøver), trinexapac-ethyl (1 prøve), imazalil (1 prøve), florasulam (1 prøve), cypermethrin (1 prøve), mefentrifluconazol (1 prøve), prothioconazol-desthio (1 prøve), fenoxaprop-p-ethyl (1 prøve) og bromadiolon (1 prøve). Alle påviste pesticider er godkendt til brug i landbruget i Danmark ifølge Miljøstyrelsens pesticiddatabase (Ministry of Environment of Denmark 2024), bortset fra epoxiconazol og bromadiolon. Fra 2021 er salget af produkter med epoxiconazol helt ophørt, da produkterne ikke længere er godkendt. Nogle gange, selv efter at et pesticides godkendelse er blevet tilbagekaldt, kan landmænd fortsætte med at bruge eventuelle resterende lagre. Bromadiolone er et rodenticid. Harer kan blive eksponeret ved at spise rottegift, der er bruges omkring i huse, gårde eller haver for at kontrollere populationen af gnavere.

Blandt de påviste pesticider i pels blev kun 12 pesticider påvist i en koncentration, der var højere end LOQ på 5 µg/kg. Den højeste koncentration blev observeret for MCPA, der kun blev påvist i én prøve med 67,4 µg/kg. Propyzamid og tebuconazol blev også begge fundet i høje koncentrationer med en gennemsnitlig værdi på henholdsvis 48,0 og 42,0 µg/kg.

**TABEL 6.** Påviste pesticider og miljøforurenende stoffer i pelsprøver: kemisk klasse, virkningsmekanisme, niveauer, detektionsfrekvens, gennemsnit, standard afvigelse (SD), geometrisk mean (GM), og koncentrationsinterval.

Pesticider fundet i pels	Kemisk klasse	Typer af pesticid	LOQ (µg/kg)	Kategorier	N	Detektionsfrekvens % (N)	Detektionsfrekvens % (N), >LOQ	Gennemsnit (µg/kg)	SD (µg/kg)	GM (µg/kg)	Koncentrationsområde (>LOQ)
Azoxystrobin	Strobilurin	Fungicid	5	Total	51	24%(12)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Voksen	37	22%(8)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Juvenil	14	29%(4)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Han	25	16%(4)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Hun	26	31%(8)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
Boscalid	Pyridinecarboxamide	Fungicid	5	Total	51	41%(21)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Voksen	37	43%(16)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Juvenil	14	29%(4)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Han	25	40%(10)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Hun	26	42%(11)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
Bromadiolone	Coumarin	Rodenticid	20	Total	51	2%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Voksen	37	0%(0)	0%(0)				
				Juvenil	14	7%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Han	25	0%(0)	0%(0)				
				Hun	26	4%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
Cypermethrin	Pyrethroid	Insekticid	5	Total	51	2%(1)	2%(1)	13.2		13.2	[13.2]
				Voksen	37	3%(1)	3%(1)	13.0		13.0	[13.0]
				Juvenil	14	0%(0)	0%(0)				
				Han	25	0%(0)	0%(0)				
				Hun	26	4%(1)	4%(1)	13.0		13.0	[13.0]
Diflufenican	Pyridinecarboxamide	Herbicid	5	Total	51	14%(7)	10%(5)	15.4	±10	12.7	[6.0-28.4]
				Voksen	37	16%(6)	11%(4)	13.4	±10.5	10.9	[6.0-28.4]
				Juvenil	14	7%(1)	7%(1)	23.6		23.6	[23.6]
				Han	25	8%(2)	4%(1)	28.4	±28.4		[28.4]
				Hun	26	19%(5)	15%(4)	12.2	±8.21	10.4	[6.0-23.6]
Epoxiconazole*	Triazole	Fungicid	5	Total	51	6%(3)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Voksen	37	5%(2)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Juvenil	14	7%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Han	25	8%(2)	8%(2)	<LOQ		<LOQ	
				Hun	26	4%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
Fenoxaprop-p-ethyl	Aromatic ether	Herbicid	5	Total	51	2%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Voksen	37	3%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Juvenil	14	0%(0)	0%(0)				
				Han	25	4%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	

Pesticider fundet i pels	Kemisk klasse	Typer af pesticid	LOQ (µg/kg)	Kategorier	N	Detektionsfrekvens % (N)	Detektionsfrekvens % (N), >LOQ	Gennemsnit (µg/kg)	SD (µg/kg)	GM (µg/kg)	Koncentrationsområde (>LOQ)
Florasulam	Triazolopyrimidine	Herbicid	5	Hun	26	0%(0)	0%(0)				
				Total	51	2%(1)	2%(1)	5.60	5.60	[5.60]	
				Voksen	37	3%(1)	3%(1)	5.20	5.20	[5.20]	
				Juvenil	14	0%(0)	0%(0)				
				Han	25	0%(0)	0%(0)				
Fluopyram	Benzamide	Fungicid	5	Hun	26	4%(1)	4%(1)	5.20	5.20	[5.20]	
				Total	51	4%(2)	0%(0)	<LOQ	<LOQ		
				Voksen	37	5%(2)	0%(0)	<LOQ	<LOQ		
				Juvenil	14	0%(0)	0%(0)				
				Han	25	8%(2)	0%(0)	<LOQ	<LOQ		
Imazalil	Imidazole	Fungicid	5	Hun	26	0%(0)	0%(0)				
				Total	51	2%(1)	0%(0)	<LOQ	<LOQ		
				Voksen	37	0%(0)	0%(0)				
				Juvenil	14	14%(2)	0%(0)	<LOQ	<LOQ		
				Han	25	0%(0)	0%(0)				
MCPA	Aryloxyalkanoic acid/ester	Herbicid	20	Hun	26	8%(2)	0%(0)	<LOQ	<LOQ		
				Total	51	6%(3)	2%(1)	67.4	67.4	[67.4]	
				Voksen	37	5%(2)	3%(1)	67.0	67.0	[67.0]	
				Juvenil	14	7%(1)	0%(0)	<LOQ	<LOQ		
				Han	25	8%(2)	4%(1)	67.0	67.0	[67.0]	
Mefentrifluconazole	Triazole	Fungicid	5	Hun	26	8%(2)	0%(0)	<LOQ	<LOQ		
				Total	51	2%(1)	2%(1)	11.3	11.3	[11.3]	
				Voksen	37	3%(1)	3%(1)	5.40	5.40	[5.40]	
				Juvenil	14	7%(1)	0%(0)	<LOQ	<LOQ		
				Han	25	4%(1)	4%(1)	5.4	5.4	[5.4]	
Metamitron	Triazinone	Fungicid	5	Hun	26	4%(1)	0%(0)	<LOQ	<LOQ		
				Total	51	14%(7)	8%(4)	5.02	±0.38	5.00	[4.59-5.52]
				Voksen	37	11%(4)	8%(3)	4.85	±0.23	4.84	[4.59-5.01]
				Juvenil	14	14%(2)	7%(1)	5.52		5.52	[5.52]
				Han	25	12%(3)	12%(3)	5.15	±0.32	5.13	[4.94-5.52]
Metconazole	Triazole	Herbicid	5	Hun	26	12%(3)	4%(1)	4.59		4.59	[4.59]
				Total	51	4%(2)	0%(0)	<LOQ	<LOQ		
				Voksen	37	5%(2)	0%(0)	<LOQ	<LOQ		
				Juvenil	14	0%(0)	0%(0)				
				Han	25	4%(1)	0%(0)	<LOQ	<LOQ		
Propyzamide	Benzamide	Herbicid	5	Hun	26	4%(1)	0%(0)	<LOQ	<LOQ		
				Total	51	25%(13)	16%(8)	48.0	±67	21.4	[7.52-180]
				Voksen	37	27%(10)	19%(7)	51.3	±72.1	20.85	[7.59-180]
				Juvenil	14	14%(2)	7%(1)	8.54		8.54	[8.54]

Pesticider fundet i pels	Kemisk klasse	Typer af pesticid	LOQ (µg/kg)	Kategorier	N	Detektionsfrekvens % (N)	Detektionsfrekvens % (N), >LOQ	Gennemsnit (µg/kg)	SD (µg/kg)	GM (µg/kg)	Koncentrationsområde (>LOQ)
Prosulfocarb	Thiocarbamate	Herbicid	5	Han	25	20%(5)	4%(1)	8.12		8.12	[8.12]
				Hun	26	23%(6)	19%(5)	66.8	±82.1	26.5	[8.80-180]
				Total	51	41%(21)	12%(6)	7.11	±1	7.05	[5.60-8.84]
				Voksen	37	30%(11)	5%(2)	8.22	±0.88	8.19	[7.59-8.84]
				Juvenil	14	57%(8)	29%(4)	6.56	±0.56	6.53	[5.60-7.04]
				Han	25	32%(8)	8%(2)	7.20	±0.56	7.18	[6.80-7.59]
				Hun	26	46%(12)	15%(4)	7.07	±1.34	6.98	[5.60-8.84]
Prothioconazole-desthio	Triazole	Fungicid	5	Total	51	2%(1)	2%(1)	9.06		9.06	[9.06]
				Voksen	37	3%(1)	3%(1)	9.1		9.1	[9.10]
				Juvenil	14	0%(0)	0%(0)				
				Han	25	4%(1)	7%(1)	9.10		9.10	[9.10]
				Hun	26	0%(0)	0%(0)				
Pyraclostrobin	Strobilurin	Fungicid	5	Total	51	4%(2)	4%(2)	13.4	±12	10.6	[5.19-21.6]
				Voksen	37	5%(2)	5%(2)	16.4	±7.35	15.6	[11.2-21.6]
				Juvenil	14	0%(0)	0%(0)				
				Han	25	8%(2)	14%(2)	16.4	±7.35	15.6	[11.2-21.6]
				Hun	26	0%(0)	0%(0)				
Tebuconazole	Triazole	Fungicid	5	Total	51	57%(29)	6%(3)	42.0	±37	30.3	[10.0-82.4]
				Voksen	37	57%(21)	8%(3)	22.0	±17	18.4	[10.0-82.4]
				Juvenil	14	50%(7)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Han	25	68%(17)	12%(3)	42.1	±36.9	30.4	[10.0-82.4]
				Hun	26	46%(12)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
Trinexapac-ethyl	Cyclohexanedione	Vækstregulator	5	Total	51	2%(1)	2%(1)	19.2		19.2	[19.2]
				Voksen	37	3%(1)	3%(1)	19		19	[19.0]
				Juvenil	14	0%(0)	0%(0)				
				Han	25	0%(0)	0%(0)				
				Hun	26	4%(1)	7%(1)	19.0		19.0	[19.0]

\*Miljøforurening eller andet, da det ikke er godkendt til brug i landbruget.

<sup>1</sup>Metabolitter: Fipronil-sulfon (metabolit af fipronil)



### 7.4.5 Urin

Det samlede antal pesticider og metabolitter, der blev fundet i urinen, var 12. Blandt de påviste pesticider var fem herbicider, fire fungicider, to acaricider/insekticider og to vækstregulatorer. Tabel 7 viser påvisningsfrekvensen, gennemsnittet, standardafvigelsen og det geometriske gennemsnit (GM) af påviste pesticider sammen med det påviste koncentrationsinterval. De højeste koncentrationer blev observeret for de to herbicider, fluroxopyr med en middelværdi på 239 µg/l og glyphosat med en middelværdi på 318 µg/l.

Det hyppigst påviste pesticid i urin var glyphosat, der blev fundet i 13 prøver, efterfulgt af dets metabolit AMPA, fluroxopyr og boscalid, der hver blev fundet i 9 prøver. Andre fundne pesticider er chlormequat (6 prøver), imazalil (4 prøver), epoxiconazol (3 prøver), metrafenon (3 prøver), mepiquat (2 prøver), N-acetyl AMPA (2 prøver), etofenprox (1 prøve), og propyzamid (1 prøve). Alle de fundne pesticider er tilladt i Danmark i 2024 med undtagelse af etofenprox. Etofenprox er et biocidholdigt produkt, der er godkendt til brug som træbeskyttelsesmiddel. Dets salg i Danmark blev stoppet i 2017. Tilstedeværelsen af pesticidrester i urinen kan også afspejle nylig eksponering (få dage) på grund af den korte tid, disse pesticider forbliver i kroppen (EPA 2013). Tilstedeværelsen af pesticider i urinen skyldes primært kosten, men kan også skyldes eksponering fra kontakt og pleje. Begge eksponeringsveje kan bidrage til forekomsten af pesticider i urinen.

De to metabolitter af glyphosat, AMPA og N-acetylglyphosat, produceres gennem plantemetabolisme eller under mikrobiel nedbrydning. AMPA (GM: 36,4 µg/l) er blevet påvist i højere koncentrationer og hyppigere end N-acetyl-AMPA (GM: 15,1 µg/l). Derfor sker eksponeringen af harer typisk via indtagelse af fødevarer, der indeholder disse metabolitter. En undersøgelse fra 2014 fandt, at den gennemsnitlige koncentration af glyphosat i kaninurin var  $12,5 \pm 12,1$  µg/g (svarende til  $12500 \pm 12100$  µg/l) i Tyskland og Danmark, mens den i kourin var  $35 \pm 50$  µg/g (svarende til  $35000 \pm 50000$  µg/l) (Schledorn og Krüger 2014). I vores undersøgelse var den gennemsnitlige koncentration af glyphosat i hareurin  $318 \pm 328$  µg/l (middelværdi  $\pm$  SD). I forsøg udført på lakterende køer blev den største del ( $61 \pm 11$  %) af den indtagne glyphosat udskilt gennem fæces, mens urinudskillelsen udgjorde  $8 \pm 3$  % af glyphosatindtaget (von Soosten et al. 2016). Harer kan have oplevet en betydelig eksponering for glyphosat i betragtning af de niveauer, der blev fundet i urinen. Fæces blev ikke analyseret i denne undersøgelse. I modsætning til køer spiser harer deres egen afføring, hvilket yderligere udsætter dem for pesticider.

**TABEL 7.** Påviste pesticider og miljøforurenende stoffer i urin prøver: kemisk klasse, virkningsmekanisme, niveauer, detektionsfrekvens, gennemsnit, standard afvigelse (SD), geometrisk mean (GM), og koncentrationsinterval.

Pesticider fundet i urin	Kemisk klasse	Typer af pesticid	LOQ (µg/kg)	Kategorier	N	Detektionsfrekvens % (N)	Detektionsfrekvens % (N), >LOQ	Gennemsnit (µg/l)	SD (µg/l)	GM (µg/l)	Koncentrationsområde (>LOQ)
AMPA <sup>1</sup>	Phosphone acid	Herbicid	10	Total	54	17%(9)	9%(5)	37.9	±11	36.4	[21.1-48.1]
				Voksen	39	10%(4)	5%(2)	41.2	±9.76	40.6	[34.3-48.1]
				Juvenil	15	20%(3)	7%(1)	38.4		38.4	[38.4]
				Han	29	21%(6)	7%(2)	41.2	±9.76	40.6	[34.3-48.1]
				Hun	25	4%(1)	4%(1)	38.4		38.4	[38.4]
Boscalid	Pyridinecarboxamide	Fungicid	5	Total	54	17%(9)	17%(9)	5.81	±0.81	5.76	[4.61-6.71]
				Voksen	39	10%(4)	10%(4)	5.99	±0.64	5.97	[5.19-6.71]
				Juvenil	15	27%(4)	27%(4)	5.4	±0.9	5.35	[4.61-6.68]
				Han	29	10%(3)	10%(3)	5.38	±0.42	5.37	[5.01-5.84]
				Hun	25	20%(5)	20%(5)	5.88	±0.94	5.82	[4.61-6.71]
Chlormequat	Quarternary ammonium	Vækstregulator	50	Total	54	11%(6)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Voksen	39	13%(5)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Juvenil	15	7%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Han	29	10%(3)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Hun	25	12%(3)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
Epoxiconazole*	Triazole	Fungicid	5	Total	54	6%(3)	6%(3)	5.24	±0.801	5.20	[4.61-6.13]
				Voksen	39	5%(2)	5%(2)	4.79	±0.25	4.79	[4.61-4.97]
				Juvenil	15	7%(1)	7%(1)	6.13		6.13	[6.13]
				Han	29	3%(1)	3%(1)	4.97		4.97	[4.97]
				Hun	25	8%(2)	8%(2)	5.37	±1.07	5.32	[4.61-6.13]
Etofenprox	Pyrethroid	Insekticid	10	Total	54	2%(1)	2%(1)	18.6		18.6	[18.6]
				Voksen	39	3%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Juvenil	15	13%(2)	7%(1)	18.6		18.6	[18.6]
				Han	29	10%(3)	3%(1)	18.6		18.6	[18.6]
				Hun	25	0%(0)	0%(0)				
Fluroxypyr	Pyridinecarboxylic acids/ester	Herbicid	5	Total	54	17%(9)	17%(9)	239	±565	29.0	[4.75-1717]
				Voksen	39	13%(5)	13%(5)	79.3	±146	24.0	[6.0-341]
				Juvenil	15	27%(4)	27%(4)	538	±853	36.8	[4.75-1717]
				Han	29	10%(3)	10%(3)	119	±192	28.0	[28.0-192]
				Hun	25	24%(6)	24%(6)	299	±695	29.6	[4.75-171]
Glyphosate	Phosphonic acid-glycide derivative	Herbicid	10	Total	54	24%(13)	19%(10)	318	±328	195	[35.4-940]
				Voksen	39	15%(6)	13%(5)	304	±328	183	[35.4-856]
				Juvenil	15	40%(6)	20%(3)	209	±178	164	[77-412]
				Han	29	31%(9)	21%(6)	269	±306	164	[35.4-856]
				Hun	25	12%(3)	12%(3)	209	±178	164	[77.0-412]

Pesticider fundet i urin	Kemisk klasse	Typer af pesticid	LOQ (µg/kg)	Kategorier	N	Detektionsfrekvens % (N)	Detektionsfrekvens % (N), >LOQ	Gennemsnit (µg/l)	SD (µg/l)	GM (µg/l)	Koncentrationsområde (>LOQ)
Imazalil	Imidazole	Fungicid	5	Total	54	7%(4)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Voksen	39	10%(3)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Juvenil	15	7%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Han	29	10%(3)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Hun	25	4%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
Metrafenone	Benzophenone	Fungicid	5	Total	54	6%(3)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Voksen	39	3%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Juvenil	15	7%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Han	29	3%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Hun	25	4%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
Mepiquat	Quarternary ammonium	Vækstregulator	10	Total	54	4%(2)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Voksen	39	3%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Juvenil	15	7%(1)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Han	29	7%(2)	0%(0)	<LOQ		<LOQ	
				Hun	25	0%(0)	0%(0)				
N-acetyl AMPA <sup>1</sup>	Phosphonic acid	Herbicide	10	Total	54	4%(2)	4%(2)	15.1	±8.5	13.9	[9.10-21.1]
				Voksen	39	8%(3)	8%(3)	17.1	±6.93	15.9	[9.1-21.1]
				Juvenil	15	0%(0)	0%(0)				
				Han	29	10%(3)	10%(3)	17.1	±6.93	15.9	[9.1-21.1]
				Hun	25	0%(0)	0%(0)				
Propyzamide	Benzamide	Herbicide	5	Total	54	2%(1)	2%(1)	4.94		4.94	[4.94]
				Voksen	39	3%(1)	3%(1)	4.94		4.94	[4.94]
				Juvenil	15	0%(0)	0%(0)				
				Han	29	0%(0)	0%(0)				
				Hun	25	4%(1)	4%(1)	4.94		4.94	[4.94]

\* Miljøforurening eller andet, da det ikke er godkendt til brug i landbruget.

<sup>1</sup> Metabolitter: N-acetyl AMPA og AMPA (metabolitter af glyphosat)

#### 7.4.6 Pesticiders fordeling i harens organer og urin samt eksponeringsveje

Det højeste antal pesticider blev observeret i pels (20 pesticider), efterfulgt af urin (12), lever (11) og lunger (5). Baseret på detektionshyppigheden tyder det på, at en eksponeringsvej kan foregå gennem direkte pels kontakt, hvor indånding er af mindre betydning. Tilstedeværelsen af pesticider i leveren som er styret af både indtagelse og udskillelse, kan tyde på langvarig eller gentagen eksponering for pesticider. Tilstedeværelsen af pesticider i urin og lever tyder på, at harene blev udsat for pesticider gennem indtagelse. Det er ikke muligt i dette studie at fastslå om den primære eksponering sker via pelsen, og den deraf følgende orale indtagelse grundet pelspleje eller om det sker via kosten. Begge eksponeringer er formodentlig betydningsfulde. En nylig offentliggjort dansk undersøgelse viste, at harer ikke undgår nyligt sprøjtede marker, og at oversprøjtning er en overset vej til eksponering for pesticider (Mayer et al. 2020). Derfor er harer, der bor i landbrugsområder, sandsynligvis blandt de arter, der er mest udsat for pesticider på grund af deres føde og adfærd. Derudover kan andre eksponeringsveje - såsom indånding og optagelse gennem huden - bidrage til deres pesticideksponering (Schai-Braun et al. 2015). Tabel 8 er et heatmap, der illustrerer niveauerne af pesticider (Total\_GM), der blev fundet i forskellige prøver, herunder pels, urin, lever og lunger.

Størstedelen af de pesticider, der blev fundet i pelsen, blev ikke genfundet i organerne (13 pesticider og metabolitter ud af 20). Dette kan afspejle en nylig eksponering af harene ved kontakt på tidspunktet for prøveindsamling, og at pesticiderne endnu ikke er kommet ind i blodbanen for at blive transporteret til leveren og andre organer eller elimineret med urinen. Alternativt at pesticidet ikke via pelsen er i stand til at trænge igennem huden og ind i kroppen.

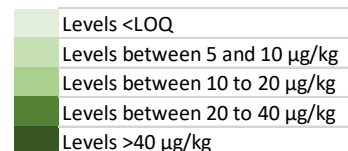
Det højeste antal pesticider, der blev fundet i organer, var i pels og lever. Det tyder på, at eksponeringen er sket både gennem huden og munden, og at den orale eksponering sandsynligvis også skyldes pelspleje. Harer har en selvplejende adfærd, hvor de slikker sig, renser deres tænder og fjerner snavs fra munden. Et nyligt dansk studie observerede, at pesticideoptagelse via mundpleje kan være 7 gange højere sammenlignet med fødesøgning og dermed kan være en væsentlig vej til pesticideksponering hos harer (Mayer et al. 2020) Pelsen kan dog også fungere som en mindre udskillelsesvej. Der er en sammenhæng mellem indtagelse og forekomsten af pesticider i hår (Schai-Braun et al. 2015). Pels kan fungere som en eliminationsvej, hvilket tyder på, at disse stoffer ophobes i pelsen efter at være blevet transporteret gennem blodbanen på grund af eksponering gennem indtagelse af pesticider eller behandlet mad. Hår har dog begrænset kapacitet til at eliminere kemikalier, og desuden kan det højeste antal pesticider, der udelukkende blev fundet i hår, være en høj indikator for eksponering gennem kontakt.

Herbicidepropryzamid var det eneste pesticid, der blev fundet i alle tre organer og urin. Den højeste koncentration blev fundet i lever (middelværdi: 128 µg/kg; DF: 2 %), efterfulgt af pels (middelværdi: 48 µg/kg; DF: 25 %), lunge (middelværdi: 26,6 µg/kg; DF: 2 %) og urin (middelværdi: 4,94 µg/l; DF: 2 %). Propyzamid er et middelpolært pesticid (logKow: 3, damptryk: 0,0267 mPa), et herbicid, fra den kemiske gruppe af benzamider. Den høje koncentration, der blev observeret, tyder på et højt eksponeringsniveau primært gennem kost eller kontakt, men også gennem indånding. Propyzamid blev ofte fundet i urin, hvilket indikerer, at urin er en vigtig rute for eliminering af stoffet fra kroppen.

I et tilfælde blev propryzamid påvist i lever, urin, lunge og pels fra den samme hare, en voksen hunhare med oprindelse i Midtjylland. Koncentrationerne var 180 µg/kg i pels, 4,94 µg/kg i urin og 32,8 µg/kg i lunger og ved niveauer lavere end LOQ i leveren, hvilket snarere bekræfter en eksponering på grund af det høje niveau, der er observeret i pels.

**TABEL 8.** Heatmap, der illustrerer niveauerne af pesticider fundet i pels, urin, lever og lunger.

Pesticider	Pes	Urin	Lever	Lunge
AMPA		Levels >40 µg/kg		
Azoxystrobin	Levels <LOQ			
Boscalid	Levels <LOQ	Levels between 5 and 10 µg/kg	Levels between 5 and 10 µg/kg	
Bromadiolone	Levels <LOQ			
Chlormequat		Levels <LOQ		
Cypermethrin	Levels between 5 and 10 µg/kg			
Dieldrin			Levels between 5 and 10 µg/kg	Levels between 5 and 10 µg/kg
Diflufenican	Levels between 5 and 10 µg/kg		Levels between 5 and 10 µg/kg	
Epoxiconazole	Levels <LOQ	Levels between 5 and 10 µg/kg		
Ethiofencarb			Levels between 5 and 10 µg/kg	
Etofenprox		Levels between 5 and 10 µg/kg		
Fenoxaprop-p-ethyl	Levels <LOQ			
Florasulam	Levels between 5 and 10 µg/kg			
Fluazifop-p-butyl			Levels between 5 and 10 µg/kg	
Fluopyram	Levels <LOQ			
Fluroxopyr		Levels >40 µg/kg	Levels between 5 and 10 µg/kg	Levels between 5 and 10 µg/kg
Glyphosate		Levels >40 µg/kg		
Imazalil	Levels <LOQ	Levels <LOQ		
MCPA	Levels >40 µg/kg		Levels between 5 and 10 µg/kg	Levels between 5 and 10 µg/kg
Mefentrifluconazole	Levels between 5 and 10 µg/kg			
Mepiquat		Levels <LOQ		
Metamitron	Levels between 5 and 10 µg/kg			
Metconazole	Levels <LOQ			
Metrafenone		Levels <LOQ	Levels between 5 and 10 µg/kg	
N-acetyl AMPA		Levels between 5 and 10 µg/kg		
Propyzamide	Levels >40 µg/kg	Levels <LOQ	Levels >40 µg/kg	Levels >40 µg/kg
Prosulfocarb	Levels between 5 and 10 µg/kg		Levels <LOQ	
Prothioconazole-desthio				
Pyraclostrobin	Levels between 5 and 10 µg/kg		Levels between 5 and 10 µg/kg	
Spirotetramat-enol glucoside				Levels <LOQ
Tebuconazole	Levels >40 µg/kg			
Trinexapac-ethyl	Levels between 5 and 10 µg/kg			



Tabel 9 illustrerer et heatmap, der viser antallet af detektioner i urin, pels, lever og lunge fra samme dyr. I alt blev der fundet 32 pesticider, hvoraf 11 var fungicider, 5 insekticider, 1 roden-ticid, 12 herbicider og 3 vækstregulatorer i harene. Det højeste antal fungicider, i alt 10, og herbicider, i alt syv, blev påvist i pels. De højeste koncentrationer i urin var for herbiciderne glyphosat og fluroxypyr. De højeste niveauer i leveren var for herbicidet propyzamid. De højeste niveauer i lunger var for propyzamid, og de højeste niveauer i pels blev observeret for herbicidet propyzamid og svampemidlet tebuconazole.

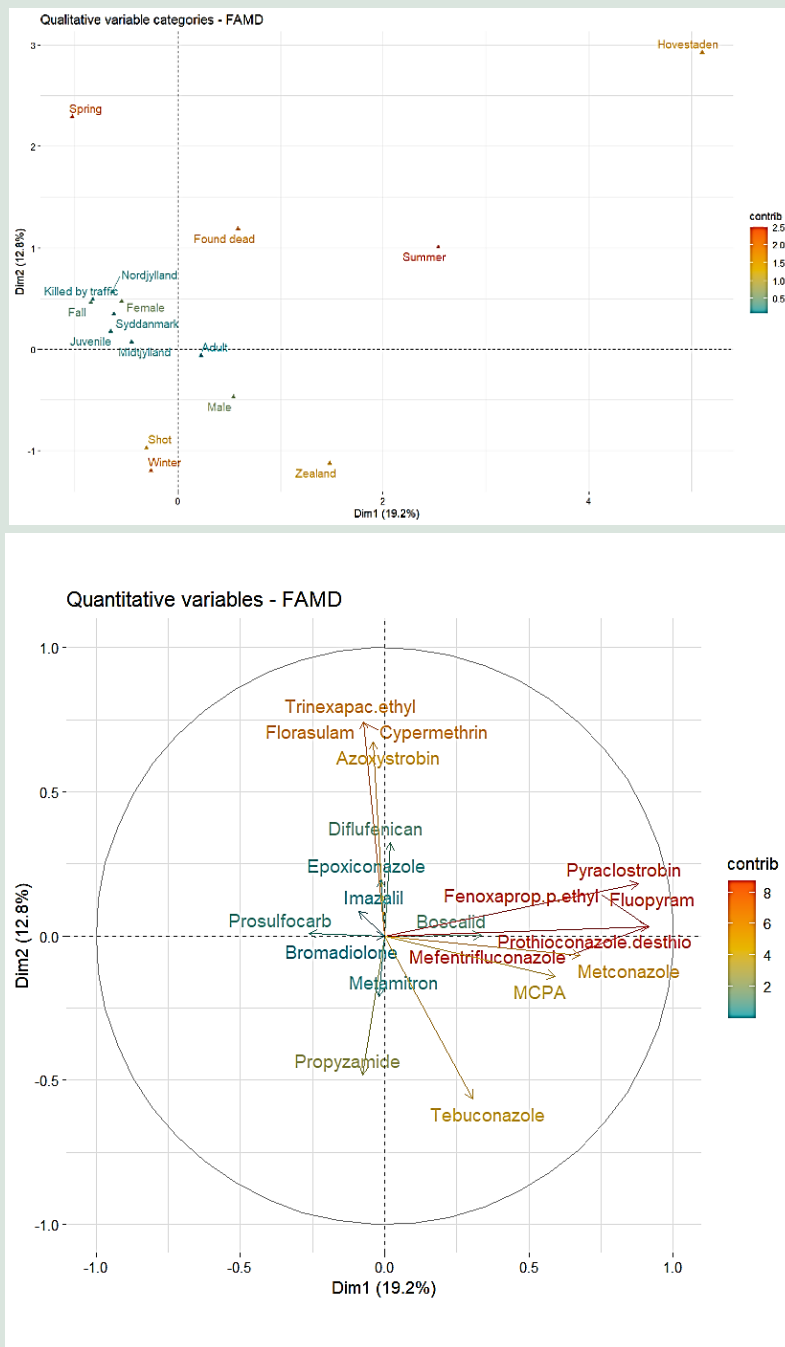
Hares	Dødelighed	Beliggenhed	Køn	Fysiologisk stadie	Pels	Urin	Lunge	Lever	Samlet antal påvisninger
1786	Skudt	Midtjylland	Han	Voksen	2	0	0	0	2
1788	Skudt	Midtjylland	Han	Voksen	3	0	1	0	4
1790	Skudt	Midtjylland	Han	Voksen	3	1	0	1	6
1794	Skudt	Midtjylland	Han	Juvenil	3	3	0	0	7
1796	Skudt	Midtjylland	Han	Voksen	4	0	0	0	5
1797	Skudt	Midtjylland	Han	Voksen	2	1	1	0	5
1799	Skudt	Midtjylland	Han	Voksen	1	1	0	0	3
2143	Fundet død	Syddanmark	Hun	Juvenil	3	4	0	1	8
2148	Skud	Midtjylland	Hun	Voksen	3	0	1	0	4
2149	Dræbt af trafikken	Syddanmark	Hun	Voksen	1	1	0	0	3
2022-02565	Fundet død	Sjælland	Han	Juvenil	1	3	0	0	4
2022-02566	Skud	Midtjylland	Han	Voksen	3	4	0	0	7
2022-06254	Fundet død	Syddanmark	Han	Juvenil	2	2	0	0	4
2022-06398		Syddanmark	Han	Voksen	4	3	1	1	9
2022-06399		Syddanmark	Hun	Voksen	0	2	0	0	2
2022-07745		Nordjylland	Hun	Juvenil	5	0	2	1	8
2023-00045	Fundet død	Zealand	Han	Voksen	9	2	1	1	13
2023-00047	Fundet død	Zealand	Hun	Voksen	2	2	0	1	5
2023-00048	Fundet død	Nordjylland	Hun	Juvenil	4	1	0	1	6
2023-00049	Fundet død	Nordjylland	Han	Voksen	3	1	0	0	4
2023-00315	Skud	Zealand	Hun	Voksen	2	0	0	1	3
2023-00452	Fundet død	Midtjylland	Hun	Juvenil	3	1	0	1	5
2023-00454	Fundet død	Nordjylland	Hun	Juvenil	0	1	0	1	2
2023-00558	Fundet død	Nordjylland	Hun	Juvenil	2	2	0	1	5
2023-00905	Fundet død	Midtjylland	Hun	Voksen	3	2	0	0	5
2023-00927	Skud	Midtjylland	Hun	Voksen	2	2	1	1	6
2023-02729	Skud	Syddanmark	Han	Juvenil	1	2	0	0	4
2023-02739	Fundet død	Syddanmark	Han	Voksen	0	3	1	2	6
2023-02740	Fundet død	Syddanmark	Han	Voksen	3	0	0	1	4
2023-02755	Skud	Zealand	Han	Juvenil	4	1	0	0	6

**TABEL 9:** Heatmap, der viser antallet af påvisninger af pesticider urin, pels, lever og lunge fra samme dyr.

### 7.4.7 Statistiske resultater af kemiske undersøgelser

Det blev ud fra faktorkortet for FAMD-analyse observeret, at der er en positiv sammenhæng mellem sommersæsonen og påvisning i pels af fenoxaprop-p-ethyl, fluopyram, mefentriflucanazol, pyraclostrobin og prothioconazol-desthio (fire fungicider og et herbicid) (Figure 9). Mere

end halvdelen af den samlede årlige mængde pesticider sprøjtes ud på markerne i perioden april – juni. Fungicider bruges hovedsageligt fra april til juni (Kronvang et al. 2003). Herbicider anvendes normalt en stor del af året, før og under vækstsæsonen for at bekæmpe ukrudt. Selvom ukrudtsmidler bruges næsten hele året, bruges de fleste om foråret og efteråre (Kronvang et al. 2003).



**FIGUR 9:** Plot, der viser FAMD-analyse af sammenhængen mellem de kvalitative variabler for påviste pesticider i pels (51) og de kvalitative variabelkategorier bestående af sæson, beliggenhed, fysiologisk stadie, køn og dødelighedsstatus

Det blev observeret fra faktorkortet for FAMD-analyse, at der er en sammenhæng mellem propyzamid og boscalid påvisning i lever. Kombinationen af disse 2 fungicider er almindeligt anvendt i forskellige afgrøder til bekæmpelse af svampesygdomme. Følgelig deres samtidige påvisning i leverprøven.

Der er en signifikant forskel mellem niveauer eller GM af påviste pesticider i pels mellem voksne og unge ( $p = 0,0228$ ). Der blev fundet højere koncentrationer i pels fra voksne, med et gennemsnitligt geometrisk gennemsnit (GM) af alle påviste pesticider på  $9,87 \mu\text{g}/\text{kg}$ , sammen-



lignet med 2,21 µg/kg for unge dyr. Der er også en signifikant forskel mellem påvisningsfrekvenserne af pesticider i urin ( $p = 0,0416$ ) og lever ( $p = 0,0538$ ), med en højere påvisningsfrekvens hos unge harer, hvilket tyder på, at elimineringsprocessen af pesticider gennem urin eller lever er højere for unge harer, hvilket også kan skyldes den mindre kropsstørrelse og vægt hos unge harer og hurtigere overførsel fra blodbanen til leveren.

Der blev ikke fundet nogen signifikante forskelle i pesticidniveauer eller påvisningsfrekvens i nogen af organerne i forhold til køn.

Der var ingen tydelig sammenhæng mellem påviste pesticider og de afdøde harer. Der var ingen tydelig sammenhæng mellem påviste pesticider og placering. På grund af harernes mobilitet og den hastighed de flytter sig med er det vanskeligt at forbinde pesticideksponeringen til specifikke lokaliteter.

## 7.5 Sammenhæng mellem sundhedstilstand og kemikaliebelastning

Sammenligning af den totale detektion af pesticider med forekomst af sygdomme og uspecifikke organforandringer (amyloidose, bakteriæmi, pneumoni/lungelidelser, cystisk endometrie hyperplasi, fedtvævs nekrose, hemosiderose, varierende hepatocyt størrelse og pulmonal ossøs metaplasti), viser en marginal signifikans for sammenhæng mellem bakteriæmi og forekomst af pesticider  $p < 0,05$  (Chi2) og  $p < 0,06$  (Fishers exact test). For de øvrige sygdomme er der en meget høj varians og datamængden ikke tilstrækkelig til, at vise om der kan være en sammenhæng. Middelværdien for strongylideæg per gram fæces stiger med detektionsgraden af pesticider, men findes ikke signifikant forskel mellem grupperne.

Hos hverken hanner eller hunner blev der fundet sammenhænge mellem harernes reproduktion og den totale detektion af pesticider. Kuld størrelsen vurderet ud fra mørke ar og fostre adskilte sig ikke væsentligt og selvom der var et fald i den gennemsnitlige kuld størrelse i takt med stigende pesticidbelastning var sammenhængen ikke signifikant (Tabel 10). De manglende sammenhænge kan skyldes få data. Der var ingen signifikante sammenhænge ved undersøgelse af testikel størrelsen op mod harens eksponering for pesticider.

**TABEL 10.** Kuld størrelse hos 35 adulte hunharer som blev testet for pesticider.

Reproduktion	Gn. Kuldstr. ±SD Detektion= 0	Gn. Kuldstr. ±SD Detektion 1-3	Gn. Kuldstr. ±SD Detektion 4-7
<b>Antal hunner</b>	<b>N=15</b>	<b>N=12</b>	<b>N=8</b>
Tydelige ar + fostre	1,6±2,6	1,8±2,0	2,0±2,3
Alle ar+ fostre	3,6±3,5	3,0±3,3	2,5±3,5

# 8. Diskussion

## 8.1 Generel sundhed og parasitbelastning hos harerne

Overordnet set svarer bredden af sygdomsforekomsten i danske harer til det, der er fundet i andre europæiske lande (Posautz et al. 2015; Espinosa et al. 2020; Fæhndrich et al. 2023), dog er disse studie udelukkende baseret på syge og dødfundne harer og derfor er sygdomsforekomsten højere end i vores studie, der også inkluderer raske harer. I vores studie er der ud over traumer, primært set infektiøse tilstande som dødsårsag, i form af infektion med bakterier, virus og protozoer.

Hos 9,9% af harerne var der forandringer i respirationssystemet, hvilket var det organsystem med den hyppigste sygdomsforekomst. Den næst hyppigste sygdomstilstand var bakteræmi (blodforgiftning), der blev set hos 7,2% af harerne. I gruppen af harer med fund af pesticider havde 15 harer bakteræmi, hvorimod kun én hare havde bakteræmi blandt harerne uden fund af pesticider, forskellen var signifikant med Chi2 ( $X^2=3,84$   $p<0,05$ ), dog kun marginal signifikant med Fishers exact test ( $p<0,06$ ). En mulig forklaring er at harer der er udsat for pesticider har et nedsat immunforsvar og derfor lettere inficeres med bakterier og udvikler bakteræmi, dette er netop en bekymring vedr. pesticiders mulige påvirkning af menneskers immunforsvar (Corsini et al. 2008).

Der blev også observeret uspecifikke forandringer, f.eks. varierende størrelse af levercellerne og pulmonal øsseøs metaplasi hos både raske og syge/dødfundne harer, og derfor har disse tilstande sandsynligvis ikke haft direkte betydning for harernes sundhed. Pulmonal fokal øsseøs metaplasi, en lokal forbening af bindevæv i lungen, ses som en baggrundslæsion hos rotter, mus og hunde i toksikologiske studier (Renne et al. 2009; Sato et al. 2012), men lungevæv kan også reagere med bl.a. øsseøs metaplasi ved kronisk inflammation og påvirkning fra kemiske stoffer. Pga. for få harer der er undersøgt for pesticider, sammenholdt med få observationer af forandringen har det ikke været muligt at undersøge om der var en sammenhæng mellem forekomsten af øsseøs metaplasi og pesticid belastning. Fundet af forstørrede leverceller hos 9,7% af harerne uden kobling til sygdomsforandringer er interessant, da det er kendt at kemiske forbindelser kan påvirke leverceller. Således er pyrrolizidin alkaloider, der bl.a. findes i forskellige planter i stand til at fremkalde "megalocytose" (forstørrelse) af leverceller ved at påvirke cellen til nukleoprotein syntese og samtidig inhibere cellens evne til at undergå mitose (Sebastian 2007). Ligeledes er det beskrevet at "perfluoroalkyl carboxylater" (PFAS) kan påvirke levercellerne, hvorved cellerne forøges og der kan dannes lipid vakuoler i cytoplasma (National Toxicology Program 2022; Peritore et al. 2023). Indenfor pesticiderne, er det set at glyphosat kan medføre strukturelle ændringer i leverceller (undersøgt i elektron mikroskop), herunder forøgelse af cellediameteren og øget mængde heterokromatin pga. reduceret transkription (Mesnage et al. 2015). Dog har det ikke været muligt at undersøge for sammenhæng mellem forekomsten af forstørrede leverceller og pesticid belastning, da der er for få observationer og gruppen af pesticid undersøgte harer er for lille. Årsagen til de observerede forandringer i levercellerne er ikke kendt, det kan dog ikke udelukkes der er tale om et uspecifikt lever respons.

Forekomsten af coccidier var ofte koblet med store mængder organismer i tarmen hos harer med nedsat huld, hvilket formodentligt skyldes nedsættelse af tarmfunktionen pga. direkte skade på tarmcellerne. Grundet den meget høje forekomst af coccidier er det sandsynligt, at alle danske harer eksponeres overfor disse parasitter i et eller andet omfang. Disse har dog uregelmæssig opformering i tarmen, hvilket gør at antallet af coccidier kan svinge meget over tid for den enkelte hare. Det kan derfor være svært at afkode effekten af coccidier på huld og trivsel ud fra en enkelt måling per dyr. Det er også sandsynligt at nogle coccidiearter er mere

sygdomsfremkaldende end andre, ligesom andre faktorer så som alder, årstid, fødegrundlag, stress niveau og tilstedeværelse af andre parasitter, især *T. retortaeformis* også spiller ind. Udover de to dominerende grupper af parasitter, coccidier og tyndtarmsorm var de øvrige danske parasitfund sporadiske, og formodentlig af mindre klinisk betydning for den danske harepopulation. Generelt blev der fundet færre parasitarter end hvad der er beskrevet for europæiske harer (Kornaš et al. 2014; Sergi et al. 2018; Faehndrich et al. 2023).

### 8.1.1 Reproduktion hos hunner

Antallet af reproducerende hunner var 59%, hvilket er lavere end resultaterne fra et tidligere dansk studie (Hansen 1992), hvor andelen af ikke-reproducerende hunner kun var mellem 13,6%-21,4%. Gennemsnitsskuld størrelsen på 2,5 (baseret på fund af fostre) var på linje med tidligere undersøgelser af (Bray et al. 2003) og Hansen (1992), der fandt en kuld størrelse på hhv. 2,2-2,8 og 2,06-2,33. De fleste af harene med fostre i dette studie var fra april-juni, hvor kuld størrelsen forventes at være højest sammenlignet med yderperioderne i ynglesæsonen (Hewson og Taylor 1975). (Cañaveras 2021) fandt at hunner fra glyphosat behandlede områder havde signifikant mindre æggestokke og flere atresiske follikler end harer i områder, hvor der ikke blev anvendt pesticider. Undersøgelse af hunnernes reproduktion ud fra æggestokkenes størrelse, kræver en stor data mængde for hver måned, da æggestokkenes størrelse og vægt varierer over året hos harer. Vurdering af antallet af atresiske follikler i æggestokkene kræver tidskrævende histologiske undersøgelser. I dette studie blev hun harernes reproduktion undersøgt ved en hyppigt anvendte metode hos lagomorfe (Hansen 1992; Bray et al. 2003; Posautz et al. 2015), hvor kuld størrelsen estimeres ud fra antallet af placentale ar og/eller antallet af fostre.

### 8.1.2 Reproduktion hos hanner

De observerede forskelle i testikelvægt over året svarer til det, der er beskrevet for harer fra England (Lincoln 1974) og Tyskland (Blottner et al. 2000). I disse studier blev epididymis fjernet inden testiklerne blev vejet, hvorimod vi, ligesom (Simeunovič et al. 2000) vejede testikler med bitestikel. Det er stadig muligt at sammenligne de relative udsving i testikelvægt over året mellem studierne. For perioden januar til juni, rapporterede (Lincoln 1974) og (Blottner et al. 2000) en testikelvægt på omkring 10 g, i vores studie lå gennemsnitsvægten på 8,10 g, hvilket er noget lavere, når man desuden skal korrigere for vægten af epididymis på ca. 1,3-2,1 g i denne periode (Lincoln 1974).

### 8.1.3 Konklusion på kemiske undersøgelser

Niveauerne af påviste pesticider i harer er generelt forholdsvis lave, og de fleste pesticider blev målt i koncentrationer <100 µg/kg. Fungicider og herbicider var de hyppigst påviste pesticider, med den højeste frekvens af påvisninger fundet i pelsen. Dette tyder på, at eksponering gennem kontakt med nyligt sprøjtede afgrøder kan være en væsentlig kilde til pesticid eksponering for harer. De højeste koncentrationer i urin indikerer, at kostens eksponering gennem indtagelse af behandlede afgrøder også er signifikant. Tilstedeværelsen af pesticidrester i urinen tyder på, at pesticider sandsynligvis elimineres gennem urin. Eksponering gennem indånding forekommer minimal set ud fra antallet af pesticider fundet i lungerne, sammenlignet med andre eksponeringsveje, muligvis på grund af at de pesticid-formuleringer der anvendes i dag, er mindre flygtige og klæber sig bedre til afgrøderne. Der var ingen signifikant forskel i pesticid eksponering mellem køn, men en bemærkelsesværdig forskel blev observeret mellem voksne og unge, hvor voksne viste højere eksponeringsniveauer, som kan skyldes ophobning gennem tiden.

Da harekød er en del af det danske køkken, kan niveauet af pesticidrester i leveren give en indikation af, om det er sikkert at spise, selvom det typisk er muskelkødet og ikke leveren, der indtages. Grænseværdierne for pesticidrester i vilde landlevende hvirveldyr, der er beregnet til konsum, varierer fra 0,005 til 0,5 mg/kg. Resultaterne af denne undersøgelse viser, at 2 % af

alle leverprøver indeholdt pesticidrester, der overskred MRL'erne, og dermed ikke var i overensstemmelse med EU-reglerne. Men kun den ene prøve var fra et dyr der var blevet skudt og dermed beregnet til konsum. Det andet dyr blev fundet dødt. Haren der var blevet skudt, overskred MRL på grund af indholdet af propyzamid, mens det for den dødfundne hare var grund af indholdet af både fluroxopyr og metrafenon. Propyzamid har dens MRL sat til LOQ på 0,02 mg/kg, da de ikke er tilladt til brug på hvirveldyr. Fluroxopyr og metrafenon har deres MRL sat til 0,01 mg/kg. Der skal dog foretages yderligere undersøgelser for at forklare overskridelsen af MRL.

I hvilket omfang et stof optages i blodbanen og efterfølgende af leveren, afhænger af flere faktorer såsom pesticidernes kemiske egenskaber. Som regel optages lipidopløselige, ikke ioniserede stoffer relativt nemt fra hele mave-tarmkanalen, hvilket forklarer den relativt højeste koncentration af metrafenon (log<sub>kow</sub>: 4,3) i leveren. Der er ingen tegn på bioakkumulering af f.eks. fenazaquin og metrafenon i leveren. Tilstedeværelsen af pesticider i leveren kan således være en indikator for en nylig eksponering, og at harer i sidste ende vil slippe af med disse kemikalier ved udskillelse gennem urin eller galde. Det kan også være en indikation på gentagen eksponering. Varigheden og hyppigheden af eksponeringen og formuleringen påvirker også absorberingen og overførslen af pesticider i kroppen (Blaylock et al. 2005). Dieldrin har ikke været tilladt til brug for i mere end 30 år men dog kan stadig detekteres i lave niveauer fx i råmælk og fedt fra køer, heste, grise og lam. Tilstedeværelsen af dieldrin kunne være bekymrende på grund af dets bioakkumulering i fødekæder, men de påviste niveauer i vores studie er meget lave, så der er derfor ikke nogen væsentlig bekymring i dette tilfælde.

Når harer udsættes for kemiske forureninger, som ikke bruges som pesticider i landbruget, skyldes det for det meste miljøforurening på grund af stoffernes persistens i miljøet eller den nylige tilbagetrækning af godkendelsen af de aktive stoffer. Andre årsager kan være lovlige anvendelser uden for landbruget eller ulovlig brug i landbruget. Det er dog usandsynligt, at den ulovlige brug er årsagen, da de påviste koncentrationer er meget lave, hvilket mere sandsynligt indikerer en miljøforurening og bioakkumulering.

#### **8.1.4 Konklusion på undersøgelsen**

Samlet set kan der påvises en række pesticider i harerne og især de 20 forskellige pesticider i pels, støtter antagelsen om, at harer udsættes for pesticider, når de færdes i eller nær de nysprøjtede marker og de er dermed potentielt udsat for dermal absorption af pesticider eller oral absorption via pelspleje. De høje koncentrationer i urin indikerer, at kostens eksponering gennem indtagelse af behandlede afgrøder også er betydelig. Sygdomsmæssigt og reproduktionsmæssigt er der ikke klare sammenhænge mellem pesticider og sundhedstilstand. Generelt er puljen af pesticider testede harer for lille til at skabe entydige resultater. Forsinkede virkninger af pesticider på individers fysiologi, adfærd, udvikling og livslængde kan ikke udelukkes, men disse påvirkninger kan være vanskelige at registrere og kræver et langt større datamateriale.

## 9. Referencer

- Aaris-Sørensen K (1989) Danmarks forhistoriske dyreverden. København, Gyldendal.
- Baagøe HJ, Jensen TS (eds) (2007) Dansk Pattedyratlas. Copenhagen, Gyldendalske Boghandel, Nordisk Forlag A/S.
- Badawi N, Karan S, Haarder, E. B., Gudmundsson L, Hansen CH, Nielsen CB, Plauborg F, Kørup K (2023) The Danish Pesticide Leaching Assessment Programme (PLAP). Environmental pollution:123887.
- Bernabò I, Guardia A, Macirella R, Sesti S, Crescente A, Brunelli E (2016) Effects of long-term exposure to two fungicides, pyrimethanil and tebuconazole, on survival and life history traits of Italian tree frog (*Hyla intermedia*). Aquatic toxicology 172:56–66. doi: 10.1016/j.aquatox.2015.12.017.
- Blaylock B, Dieldrin L (2005) New York, Elsevier.
- Blottner S, Faber D, Roelants H (2000) Studies on the European hare. 56. Seasonal variation of testicular activity in European brown hare *Lepus europaeus*. Acta Theologica 45:385–394. doi: 10.4098/AT.arch.00-38.
- Bray Y, Marboutin É, Péroux R, Ferron J (2003) Reliability of Stained Placental-Scar Counts in European Hares. Wildlife Society bulletin 31:237–246.
- Brühl CA, Schmidt T, Pieper S, Alscher A (2013) Terrestrial pesticide exposure of amphibians: An underestimated cause of global decline? Scientific reports 3:1135. doi: 10.1038/srep01135.
- Cañaveras JMC (2021) Pesticide exposure effects on female reproductive parameters of Iberian hare (*Lepus granatensis*). Master thesis. Universidad de Castilla:1–39.
- Christensen TK, Balsby TS, Mikkelsen P, Møllerup K (2023) Vildtudbyttestatistik og vingeundersøgelsen for jagtsæsonerne 2021/22 og 2022/23.
- Corsini E, Liesivuori J, Vergieva T, Van Loveren H, Colosio C (2008) Effects of pesticide exposure on the human immune system. Human & experimental toxicology 27:671–680. doi: 10.1177/0960327108094509.
- Delibes-Mateos M, Fernandez De Simon J, Villafuerte R, Ferreras P (2008) Feeding responses of the red fox (*Vulpes vulpes*) to different wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) densities: A regional approach. European Journal of Wildlife Research 54:71–78.
- Eckert J, Deplazes, P., Craig P, Gemmell M, Gottstein B, Heath D, Jenkins D, Kamiya M, Lightowler M et al (2001) Echinococcosis in animals: clinical aspects, diagnosis and treatment. Echinococcosis in animals: clinical aspects, diagnosis and treatment. WHO/OIE Manual on echinococcosis in humans and animals: a public health problem of global concern:72–99.
- Edwards PJ, Fletcher MR, Berny P (2000) Review of the factors affecting the decline of the European brown hare, *Lepus europaeus* (Pallas, 1778) and the use of wildlife incident data to evaluate the significance of paraquat. Agriculture, Ecosystems & Environment 79:95–103. doi: 10.1016/S0167-8809(99)00153-X.
- EFSA (2009) Risk Assessment for Birds and Mammals. EFSA journal 7:n/a. doi: 10.2903/j.efsa.2009.1438.
- EPA USEPA (2013) Report on the Environment. Urinary Pesticides 6.

Espinosa J, Ferreras MC, Benavides J, Cuesta N, Pérez C, García Iglesias MJ, García Marín JF, Pérez V (2020) Causes of Mortality and Disease in Rabbits and Hares: A Retrospective Study. *Animals* 10:158. doi: 10.3390/ani10010158.

EU (2005) EU pesticides database. Directorate-General for Health and Food Safety. [http://dbis.uni-regensburg.de/frontdoor.php?titel\\_id=8760](http://dbis.uni-regensburg.de/frontdoor.php?titel_id=8760).

Faehndrich M, Klink JC, Roller M, Wohlsein P, Raue K, Strube C, Prenger-Berninghoff E, Ewers C, Capucci L, Lavazza A et al (2023) Status of Infectious Diseases in Free-Ranging European Brown Hares (*Lepus europaeus*) Found Dead between 2017 and 2020 in Schleswig-Holstein, Germany. *Pathogens* 12:239. doi: 10.3390/pathogens12020239.

Farkas P, Majzinger I (2018) Comparative analysis of body weight and condition in two brown hare populations. *Review on Agriculture and Rural Development* 6:176–181. doi: 10.14232/rard.2017.1-2.176-181.

Fournier-Chambrillon C, Bifolchi A, Mazzola-Rossi E, Sourice S, Albaret M, Bray Y, Ceña JC, Maya FU, Agraffel T, Fournier P (2010) Reliability of stained placental scar counts in farmed American mink and application to free-ranging mustelids. *J Mammal* 91:818–826. doi: 10.1644/09-MAMM-A-297.1.

Fritsch C, Berry P, Crouzet O, Le Perchec S, Coeurdassier M (2024) Wildlife ecotoxicology of plant protection products: knowns and unknowns about the impacts of currently used pesticides on terrestrial vertebrate biodiversity. *Environmental science and pollution research international*. doi: 10.1007/s11356-024-33026-1.

Goszczyński J, Misiórowska M, Juszko S (2008) Changes in the density and spatial distribution of red fox dens and cub numbers in central Poland following rabies vaccination. *Acta Theriol* 53:121–127. doi: 10.1007/BF03194245.

Gryz J, Krauze-Gryz D (2022) Why Did Brown Hare *Lepus europaeus* Disappear from Some Areas in Central Poland? *Diversity (Basel)* 14:465. doi: 10.3390/d14060465.

Hackländer K, Arnold W, Ruf T (2002) Postnatal development and thermoregulation in the precocial European hare (*Lepus europaeus*). *Journal of comparative physiology. B, Biochemical, systemic, and environmental physiology* 172:183–190. doi: 10.1007/s00360-001-0243-y.

Hansen K (1992) Studies on the European hare. 44. Reproduction in European hare in a Danish farmland. *Acta Theriologica* 37:27–40. doi: 10.4098/at.arch.92-3.

Hewson R, Taylor M (1975) Embryo counts and length of the breeding season in European hares in Scotland from 1960-1972. *Acta theriologica* 20:247–254. doi: 10.4098/at.arch.75-21.

Jacobsen CS, Sørensen SR, Juhler R, B. W, B., Aamand J& (2005) Emerging contaminants in Danish groundwater. Geological Survey of Denmark and Green Report 2005/49 Affiliation: Geological Survey of Denmark and Greenland.

Kornaś S, Wierzbowska IA, Wajdzik M, Kowal J, Basiaga M, Paweł Nosal P (2014) Endoparasites of European Brown Hare (*Lepus Europaeus*) from Southern Poland Based on Necropsy. *Annals of Animal Science* 14:297–306. doi: 10.2478/aoas-2014-0010.

Kronvang B, Iversen HL, Hans L. V, K., Mogensen BB, Hansen AMH, L.B & nbsp (2003) Pesticides in Streams and Subsurface Drainage Water within Two Arable Catchments in Denmark: Pesticide Application, Concentration, Transport and Fate. *Pesticides Research* Nr. 69 2003 Bekæmpelsesmiddeforskning fra Miljøstyrelsen.

Kuijper DPJ, Oosterveld E, Wymenga E (2009) Decline and potential recovery of the European grey partridge (*Perdix perdix*) population—a review. *European Journal of Wildlife Research*:1–9.

- Landbrug og Fødevarer (2024) Hvad er pesticider. Bliv klogere på hvad pesticider er, hvorfor og hvordan de bruges, hvad de består af og meget mere. <https://lf.dk/viden-om/miljoe-og-natur/pesticider/hvad-er-pesticider>.
- Li S, Sun Q, Wu Q, Gui W, Zhu G, Schlenk D (2019) Endocrine disrupting effects of tebuconazole on different life stages of zebrafish (*Danio rerio*). *Environmental Pollution* 249:1049–1059. doi: 10.1016/j.envpol.2019.03.067.
- Lincoln GA (1974) Reproduction and "March madness" in the Brown hare, *Lepus europaeus*. *Journal of zoology* 174:1–14. doi: 10.1111/j.1469-7998.1974.tb03140.x.
- Marboutin E, Bray Y, Péroux R, Mauvy B, Lartiges A (2003) Population dynamics in European hare: Breeding parameters and sustainable harvest rates. *J Appl Ecol* 40:580–591.
- Mayer M, Duan X, Sunde P, Topping CJ (2020) European hares do not avoid newly pesticide-sprayed fields: Overspray as unnoticed pathway of pesticide exposure. *The Science of the total environment* 715:136977. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.136977.
- Mesnager R, Arno M, Costanzo M, Malatesta M, Séralini G, Antoniou MN (2015) Transcriptome profile analysis reflects rat liver and kidney damage following chronic ultra-low dose Roundup exposure. *Environmental health* 14:70. doi: 10.1186/s12940-015-0056-1.
- Mezei M, Bursic V, Vukovic G, Petrovic A, Beuković D, Marinković D (2018) Pesticides and the loss of biodiversity: European Hare. *Proceedings / 26th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, Jezero, Serbia:222–225*.
- Miljøportal (2024) Danmarks Miljøportal.dk
- Miljøstyrelsen (2020) Bekæmpelsesmiddelstatistik 2018. Behandlingshyppighed og pesticidbelastning baseret på salg og forbrug. *Orientering fra Miljøstyrelsen* 45:101.
- Mineau P (2002) Estimating the probability of bird mortality from pesticide sprays on the basis of the field study record. *Environmental toxicology and chemistry* 21:1497. doi: 10.1897/1551-5028(2002)0212.0.CO;2.
- Ministry of Environment of, Denmark (2024) EPA Pesticide database. . <https://eng.mst.dk/chemicals/pesticides/find-authorized-pesticides-new-bmd>.
- Moreau J, Rabdeau J, Badenhassner I, Giraudeau M, Sepp T, Crépin M, Gaffard A, Bretagnolle V, Monceau K (2022) Pesticide impacts on avian species with special reference to farmland birds: a review. *Environ Monit Assess* 194:790. doi: 10.1007/s10661-022-10394-0.
- Mori E, Carbone R, Viviano A, Calosi M, Fattorini N (2022) Factors affecting spatiotemporal behaviour in the European brown hare *Lepus europaeus*: a meta-analysis. *Mammal review* 52:454–470. doi: 10.1111/mam.12290.
- National Toxicology Program ( (2022) NTP technical report on the toxicity studies of perfluoroalkyl carboxylates (perfluorohexanoic acid, perfluorooctanoic acid, perfluorononanoic acid, and perfluorodecanoic acid) administered by gavage to Sprague Dawley (Hsd:Sprague Dawley SD) rats (revised). . Research Triangle Park, NC: National Toxicology Program. Toxicity Report 97. doi: <https://doi.org/10.22427/NTP-TOX-97>.
- Olesen CR, Asferg T (2006) Assessing potential causes for the population decline of European brown hare in the agricultural landscape of Europe - a review of the current knowledge.
- Pepin D& (1987) Kidney weight and kidney fat index in the European hare during the breeding season, in relation with the reproductive status of the animals. *Mammalia (Paris)* 51:117–124. doi: 10.1515/mamm.1987.51.1.117.
- Peritore AF, Gugliandolo E, Cuzzocrea S, Crupi R, Britti D (2023) Current Review of Increasing Animal Health Threat of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS): Harms, Limitations,



and Alternatives to Manage Their Toxicity. International journal of molecular sciences 24:11707. doi: 10.3390/ijms241411707.

Petersen HH, Jianmin W, Katakam KK, Mejer H, Thamsborg SM, Dalsgaard A, Olsen A, Ene-mark HL (2015) Cryptosporidium and Giardia in Danish organic pig farms: Seasonal and age-related variation in prevalence, infection intensity and species/genotypes. Veterinary parasitology 214:29–39. doi: 10.1016/j.vetpar.2015.09.020.

Posautz A, Loncaric I, Lundin M, Hoffmann D, Lavazza A, Kelemen Z, Beiglböck C, Walzer C, Kübber-Heiss A (2015) Health screening of free-ranging European brown hares (*Lepus europaeus*) on the German North-Sea Island Pellworm. Acta veterinaria Scandinavica 57:43. doi: 10.1186/s13028-015-0132-0.

Potts GR, Ewald JA, Aebischer NJ (2010) Long-term changes in the flora of the cereal ecosystem on the Sussex Downs, England, focusing on the years 1968-2005. J Appl Ecol 47:215–226.

Rasmussen SL, Zhu L, Vorkamp K, Pertoldi C, Roslev P, Nielsen JL (2024) Pesticider og biocider i den danske pindsvinebestand. Bekæmpelsesmiddelforskning nr. 220, Miljøstyrelsen.

Renne R, Brix A, Harkema J, Herbert R, Kittel B, Lewis D, March T, Nagano K, Pino M, Rit-tinghausen S et al (2009) Proliferative and Nonproliferative Lesions of the Rat and Mouse Respiratory Tract. Toxicologic Pathology 37:5S–73. doi: 10.1177/0192623309353423.

Robinson RA, Sutherland WJ (2002) Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. Journal of Applied Ecology 39:157–176. doi: 10.1046/j.1365-2664.2002.00695.x.

Roepstorff A, Nansen P& (1998) Faecal Examination for parasites. Anonymous Epidemiology, Diagnosis and Control of Helminth parasites of swine. , Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp chapter 3, pp. 35 – 69.

Safety Data Sheet (2024) Propyzamide CB8182391. <https://www.chemical-book.com/msds/Propyzamide.htm>.

Sato J, Doi T, Wako Y, Hamamura M, Kanno T, Tsuchitani M, Narama I (2012) Histopathology of Incidental Findings in Beagles Used in Toxicity Studies. Journal of Toxicologic Pathology 25:103–134. doi: 10.1293/tox.25.103.

Schledorn P, Krüger M (2014) Detection of Glyphosate Residues in Animals and Humans. Journal of Environmental & Analytical Toxicology 4. doi: 10.4172/2161-0525.1000210.

Schmidt NM, Asferg T, Forchhammer MC (2004) Long-term patterns in European brown hare population dynamics in Denmark: Effects of agriculture, predation and climate. BMC Ecology 4.

Sergi V, Romeo G, Serafini M, Torretta E, Macchioni F (2018) Endoparasites of the European hare (*Lepus europaeus*) (Pallas, 1778) in central Italy. Helminthologia 55:127–133. doi: 10.2478/helm-2018-0011.

Simeunović B, Štrbenc M, Bavdek SV (2000) Position and Histological Structure of the Testes in the Brown Hare (*Lepus europaeus*) during Seasonal Regression and Recrudescence. Anatomia, Histologia, Embryologia 29:73–82. doi: 10.1046/j.1439-0264.2000.00233.x.

Smith RK, Jennings NV, Harris S (2005) A quantitative analysis of the abundance and demography of European hares in relation to habitat type, intensity of agriculture and climate. Mammal Review 35:1–24.

Tapper SC, Barnes RFW (1986) Influence of Farming Practice on the Ecology of the Brown Hare (*Lepus europaeus*). The Journal of Applied Ecology 23:39–52. doi: 10.2307/2403079.

Tsalidis GA (2022) Human Health and Ecosystem Quality Benefits with Life Cycle Assessment Due to Fungicides Elimination in Agriculture. Sustainability 14:846. doi: 10.3390/su14020846.

Uldal C, Bald C (2013) Forvaltningsplan for hare. Miljøstyrelsen:51.

Voigt U, Siebert U (2019) Living on the edge - circadian habitat usage in pre-weaning European hares (*Lepus europaeus*) in an intensively used agricultural area. PLoS one 14:e0222205. doi: 10.1371/journal.pone.0222205.

von Soosten D, Meyer U, Hüther L, Dänicke S, Lahrssen-Wiederholt M, Schafft H, Spolders M, Breves G (2016) Excretion pathways and ruminal disappearance of glyphosate and its degradation product aminomethylphosphonic acid in dairy cows. Journal of dairy science 99:5318–5324. doi: 10.3168/jds.2015-10585.

## Eksposering af harer for pesticider i agerlandet - et pilotprojekt

Tidligere undersøgelser viser, at harer færdes i sprøjtezoner, hvor de potentielt kan udsættes for pesticider. Harer kan derfor være udsat for at optage pesticider gennem føden, men også via andre eksponeringsveje som indånding og dermal absorption. Ved undersøgelse af 119 harer blev der i alt påvist 20 forskellige pesticider i harernes pels, 12 pesticider i urinen, 11 pesticider i levervæv og et lavere antal på 5 pesticider i lungevævet. Niveauerne af de påviste pesticider var generelt forholdsvis lave, og de fleste pesticider blev målt i koncentrationer <100 µg/kg. Middelværdierne for de påviste pesticider varierede mellem 4,59 og 67,4 µg/kg i pels, 4,79 og 195 µg/ml i urin, 5,58 og 85,8 µg/kg i levervæv og 8,35 og 26,6 µg/kg i lungevæv. Den hyppigere påvisning af pesticider i pelsen understøtter antagelsen om, at harer udsættes for pesticider på eller tæt på nysprøjtede marker og dermed potentielt kan optage pesticider via dermal absorption eller ved oral optagelse under pelspleje. Pesticider blev mindst hyppigt påvist i lungeprøver, dog blev insekticidet spirotetramat fundet i flere tilfælde. Der blev ikke fundet klare sammenhænge mellem forekomsten af pesticider og harernes reproduktion og sundhed. Generelt var puljen af pesticidtestede harer for lille til at give klare resultater. Det kan ikke udelukkes at forsinkede virkninger af pesticider kan påvirke individers fysiologi, adfærd, udvikling og livslængde, hvilket kan være vanskeligt at registrere i et lille datasæt, men som på sigt kan have konsekvenser for harebestanden.



Miljøstyrelsen  
Tolderlundsvej 5  
5000 Odense C

[www.mst.dk](http://www.mst.dk)