

Mårhundens (*Nyctereutes procyonoides*) føde og fødeoverlap med hjemmehørende rovdyr i Danmark

Dorthe Malene Götz Mikkelsen^{1,2*}, Louise Solveig Nørgaard^{1,2*}, Trine Hammer Jensen^{2,3}, Mariann Chriél⁴, Cino Pertoldi^{2,3}, Morten Elmeros^{1#}

Mårhund (*Nyctereutes procyonoides*) har i løbet af det sidste årti etableret en fritlevende, levedygtig bestand i Jylland med enkelte fund på Fyn (Nørgaard et al. 2014; Römer et al. 2015). Mårhund er ikke hjemmehørende i Europa, og de danske myndigheder har iværksat en indsatsplan for at begrænse og om muligt udrydde mårhund (Kauhala & Saeki 2004, Skov- og Naturstyrelsen 2010). Mårhund stammer oprindeligt fra Østasien, men den blev introduceret flere steder og ad flere omgange i den europæiske del af Sovjetunionen i første halvdel af 1900-tallet (Kauhala & Kowalczyk 2011). Den introducerede be-

stand har siden spredt sig til det meste af Øst- og Centraleuropa. I Danmark er der siden 1980 sporadisk observeret enkelte mårhunde (Asferg 1991, Baagøe & Ujvári 2007). Disse individer blev formodet at være undslupne mårhunde fra pelsdyrferme eller andre private dyrehold. Fund af flere mårhunde i Vestjylland i 2008 indikerede imidlertid, at der var etableret en fritlevende bestand (Skov- og Naturstyrelsen 2010, Nørgaard et al. 2014). Bestanden i Danmark er sandsynligvis etableret af undslupne individer fra fangenskab (Drygala et al. 2016, Nørgaard et al. submitted) (Se boks 1).

Mårhunden har et meget alsidigt fødevalg, der inkluderer pattedyr, fugle, padder, fisk, ådsler, hvirvelløse dyr, frugter og bær samt afgrøder som korn og majs i dens oprindelige udbredelsesområde og i Europa (Bardu 1972, Ansoerge 1998, Kauhala et al. 1998, Jędrzejewska & Jędrzejewski 1998, Kauhala & Saeki 2004, Stier 2006, Sutor et al. 2010, Drygala et al. 2013, Kauhala & Ihalainen 2014, Süld et al. 2014). Det omnivore og opportunistiske fødevalg gør, at mårhunden nemt kan tilpasse sig og leve i forskellige landskaber og klimazoner (Kauhala 1996, Kauhala & Saeki 2004, Cau et al. 2008). Efterhånden som mårhunden etablerede sig i Østeuropa, opstod der en bekymring for, at mårhunden kunne være en trussel for jordrugende fugle og padder (Kauhala & Kowalczyk 2011). Mårhundens rygte var ligefrem så dårligt, at den er blevet beskyldt for at være årsag til tilbagegang i fuglebestande i områder, som den end ikke havde spredt sig til (Lavrov 1971 in litt. Kauhala & Kowalczyk 2011, Helle & Kauhala 1991). Der er dog ingen dokumentation for en negativ effekt af mårhunde på byttedyrsbestande i Europa (Kauhala & Kowalczyk 2011).

En anden potentiel problemstilling ved udsætning og spredning af mårhund uden for dens naturlige udbredelsesområde, er risikoen for fødekonkurrence med hjemmehørende rovdyr som grævling (*Meles meles*) og ræv (*Vulpes vulpes*). Grævling og ræv har også et bredt og opportunistisk fødevalg (Kruuk & Parish 1981, Kauhala et al. 1998, Laursen 2002, Madsen et al. 2002, Drygala et al. 2014, Kauhala & Ihalainen 2014, Pagh et al. 2015). Spredningen af ikke-hjemmehørende rovdyr kan føre til nedgange i hjemmehørende rovdyrs bestande. Dette er for eksempel

Summary

Diet of Raccoon Dog (*Nyctereutes procyonoides*) and its Food Niche Overlap with Native Predators in Denmark

The raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) is an omnivorous carnivore from East Asia, which has been introduced in Europe. It has recently established a free-ranging population in Denmark. The dietary habits of this non-native species were examined and compared to the diet of native badger (*Meles meles*) and red fox (*Vulpes vulpes*). The raccoon dog diet was determined from undigested remains in the stomach. The examined raccoon dogs primarily originated from road kills, hunting and culling. Individuals that were caught in baited traps were excluded from the analysis. A total of 244 free-ranging raccoon dogs were collected in 2008-2014. Only 129 of these were included in the analysis based on the cause of death. The diet of raccoon dogs comprised small mammals (56% frequency of occurrence (FO) and carcasses/unidentified materials (57% FO); invertebrates (86% FO); birds (46% FO); fruits/berries (34% FO) and amphibians (44% FO). The importance of amphibians and fruits/berries varied according to seasonal availability, peaking during spring-summer and summer-autumn, respectively. The raccoon dogs' food niche was wider than the food niche of badgers and red fox (Levin's standard index: 0.68, 0.37 and 0.30, respectively). Percentage food overlap between raccoon dog and badger was higher (70%) than food overlap with red fox (45%). The study suggests that birds' eggs and nestlings is a rare food for raccoon dogs as also observed in most other European dietary studies of raccoon dogs. To determine whether the impact of raccoon dog is a threat to populations of birds, amphibians and other prey, studies on the prey populations in relation to the predation pressure of other non-native, native mammalian and avian predators are needed.

Keywords: Raccoon dog, diet, food niche width, food overlap, red fox, badger

¹ Institut for Bioscience - Kalø, Faunaøkologi, Århus Universitet, Grenåvej 14, 8410 Rønde, ² Institut for Kemi og Biovidenskab, Sektion for Biologi og Miljøteknologi, Aalborg Universitet, Fredrik Bajers Vej 7K, 9220 Aalborg Ø, ³ Aalborg Zoo, Mølleparkvej 63, 9000 Aalborg, ⁴ DTU-Veterinærinstituttet, Danmarks Tekniske Universitet, Bülowsvej 27, 1870 Frederiksberg C

* Begge forfattere har bidraget ligeligt til artiklen, # Korrespondance: elm@bios.au.dk

observeret for mårhundebestande i dele af artens naturlige udbredelsesområde i Japan efter introduktion af vaskebjørn (*Procyon lotor*) (Ikeda et al. 2004). I mårhundens oprindelige udbredelsesområde lever den dog sammen med ræv og den asiatiske grævling (*Meles leucurus*) eller den japanske grævling (*Meles anakuma*), som begge er nærtbeslægtet med den europæiske grævling, uden at arterne udkonkurrerer hinanden (Kauhala & Saeki 2004, Wilson & Mitermeier 2009).

Mårhund kan som andre rovdyr smittes med en række sygdomme og bære parasitter, fx rævens dværgbændelorm (*Echinococcus multilocularis*), skab (*Sarcoptes scabiei*), trikiner (*Trichinella* spp.), rabies og hvalpesyge. Men da bestandstætheden af mårhund lokalt kan være relativt høj sammenlignet med ræv og grævling, er risikoen for smittespredning øget (Kauhala & Kowalczyk 2011). En tæt bestand af mårhund kan endvidere fungere som reservoir for zoonoser (Al-Sabi et al. 2013, Süld et al. 2014). Undersøgelser af de danske mårhunde har dog vist, at de gennemgående er raske (www.vildtsundhed.dk). Der er påvist skab, hvalpesyge og rævens dværgbændelorm i områder, hvor disse sygdomme også er påvist i rævebestanden.

Faktuel viden om en arts økologi er essentiel for en vidensbaseret forvaltning af arten. En væsentlig faktor for forståelsen af mårhundens placering i økosystemet, samspillet med hjemmehørende rovdyr og mulige påvirkning af byttedyrsbestande, er dens fødevalg. Formålet med denne undersøgelse var at beskrive mårhunds føde i Danmark og variationer i fødesammensætningen mellem køn, sæsoner og indsamlingsområder. Desuden beskrives mårhunds fødeoverlap med grævling og ræv.

MATERIALER OG METODER

Indsamling af mårhunde

Føde blev undersøgt i 244 mårhunde indsamlet i perioden 2008-2014 i Jylland. Mårhundene blev indsamlet af jægere, na-

Boks 1

Hvor kommer mårhunden fra?

Mårhunden er en østasiatisk art, der tilhører hundefamilien (Kauhala & Saeki 2004). Ca. 9.100 mårhunde blev sat ud flere steder i den europæiske del af Sovjetunionen fra ultimo 1920'erne til medio 1950'erne. Arten blev introduceret i Europa, fordi man ønskede at få en ny art til pelsjagt. Udsætningen var en succes set ift det opsatte formål, bl.a. pga. det store antal udsætninger og stor genetisk diversitet blandt de udsatte individer (Kauhala & Kowalczyk 2011). Mårhunden har siden koloniseret store dele af NØ- og Centraleuropa.

Mårhund spredte sig gennem Polen til Tyskland, hvor de første fund af ynglende mårhund blev registreret i starten 1970'erne tæt på den polske grænse (Nowak 1984). Bestanden begyndte dog først at vokse og sprede sig i 1990'erne (Ansorge 1998). I løbet af 1990'erne spredte mårhunden sig mod vest, blandt andet til det østligste af Holsten og videre til Slesvig syd for den danske grænse. Jagtudbyttet af mårhund i Slesvig-Holsten er fortsat eksponentielt stigende, og i jagtsæsonen 2014-2015 blev der nedlagt 3.347 mårhunde i delstaten (www.jagdverband.de). De fleste mårhunde nedlægges i de østlige jagtkredse i Slesvig-Holsten (Hoffmann & Schmöser 2007).

I Danmark er mårhund blevet holdt i pelsdyrfarme, i zoologiske haver og af private som kæledyr. De første farme med mårhund blev etableret i midten af 1970'erne (Asferg 1991). I 1980'erne var der omkring 50 farme med mårhund i Danmark (www.dst.dk). Gennem 1990'erne faldt antallet af farme med mårhund og omkring år 2000 var der kun enkelte tilbage. Den første fritlevende mårhund i Danmark blev registreret i 1980 (Asferg 1991). Den og senere spredte fund af fritlevende mårhunde blev vurderet at være undslupne individer fra fangenskab (Baagøe & Ujvári 2007). Fund af flere fritlevende mårhunde i NV-Jylland i 2008 indikerede imidlertid, at der var etableret en egentlig fritlevende bestand i landsdelen (Skov- og Naturstyrelsen 2010).

Mårhunds genetiske slægtsskab i Europa

Genetisk kan fritlevende mårhunde i Europa adskilles i tre distinkte grupper: en finsk, en øst- og centraleuropæisk samt en dansk (Drygala et al. 2016). Den øst- og centraleuropæiske gruppe er udbredt fra Rusland gennem Polen og Tyskland. Mårhunde i Slesvig-Holsten tilhører den øst- og centraleuropæiske gruppe, og ligner mere mårhunde fra fx Polen end mårhunde fra Jylland. De genetiske analyser viser, at bestanden i Danmark ikke er etableret ved indvandring fra Tyskland. Mårhundene i Danmark har et andet genetisk ophav, fx fra undslupne individer fra pelsdyrfarme og/eller private dyrehold. Der kan være en høj genetisk drift i små fangenskabsbestande, dels pga. fangenskabsbestandens størrelse, og dels fordi der selekteres for bestemte morfologiske eller adfærdsmæssige træk. Den danske bestand suppleres dog også med enkelte tilvandrede individer fra den central-østeuropæiske bestand (Drygala et al. 2016; Nørgaard et al. submitted).

turinteresserede borgere og Naturstyrelsens medarbejdere og indsendt til obduktion ved DTU-Veterinærinstituttet, hvor de indgik i overvågning af trikiner og rævens dværgbændelorm. Alle dyr blev frosset ned til -80°C i minimum 8 dage før obduktion for at minimere risiko for overførsel af zoonotiske parasitter. Ved obduktionen blev mavesækken udtaget til fødeundersøgelsen. Mavesækken blev åbnet under

obduktionen for at inspicere slimhinderne og efterfølgende nedfrosset med indhold ved -20°C til senere undersøgelser af føden; tarmen blev anvendt til parasitundersøgelser (Al-Sabi et al. 2013). Oplysninger om fundsted, dato, dødsårsag og øvrige bemærkninger, som var vedlagt mårhundene ved indleveringen, blev registreret. For individer, hvor datasættet ikke var komplet, blev de manglende data suppleret med

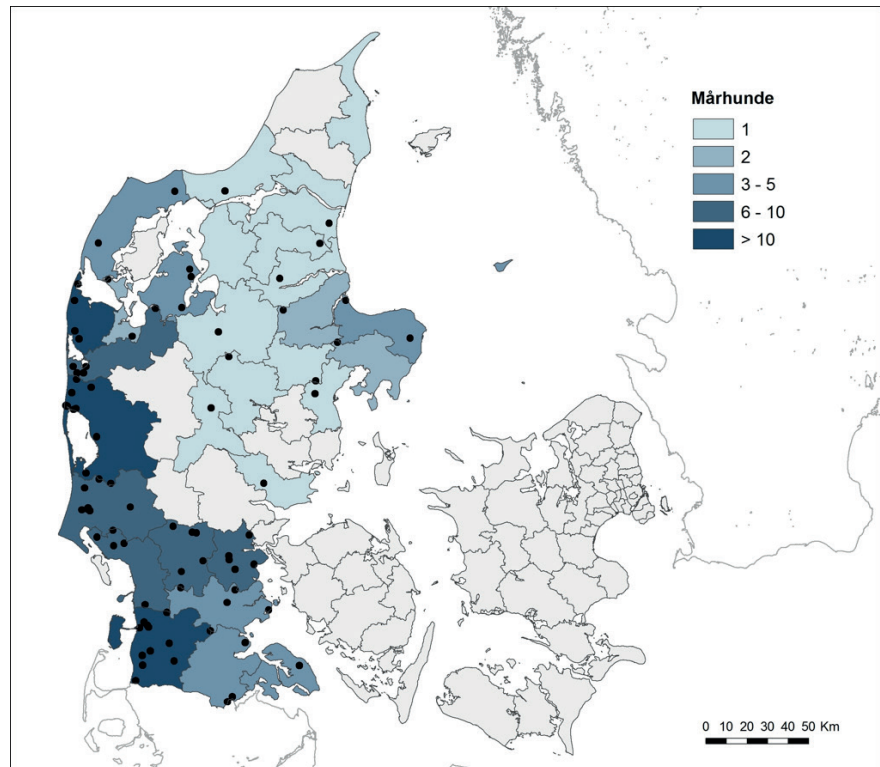
informationer, som Naturstyrelsen har registreret på sin oversigt over nedlagte mårhunde (Marie F. Cleemann, Naturstyrelsen, pers. comm. 2015), hvis det var muligt at identificere individerne på de to lister.

Nogle af de indleverede mårhunde var fanget i fælder eller skudt på foderpladser som et led i bekæmpelsen af arten (Skov- og Naturstyrelsen 2010). Som lokkemad i fælder og på foderpladser anvendtes bl.a. hjortevildt, fisk og andet trafikdræbt vildt (Peter Smærup, Danmarks Jægerforbund, pers. comm.). Hvorvidt indholdet i de undersøgte maver kunne formodes at afspejle mårhundens eget fødevalg eller mårhundebekæmpernes valg af lokkemad, blev vurderet ud fra dødsårsagen og bemærkninger til hver enkelt mårhund. 129 mårhunde var trafikdræbte, skudt på jagt eller regulering eller taget af hund. Indholdet i maverne fra disse 129 mårhunde blev kategoriseret som repræsenterende dens eget fødevalg. 23 af de indsamlede mårhunde var nedlagt vha. fælder eller foderpladser. For de resterende 92 mårhunde var der utilstrækkelige informationer om dødsårsag til at det kunne afgøres, om maveindholdet repræsenterede artens naturlige fødevalg. Som udgangspunkt indgår kun de 129 mårhunde i analyserne af mårhunds føde. Fødeemner, som ikke formodes at stamme fra lokkemad, nævnes dog også, fx invertebrater.

Den geografiske fordeling af de 129 mårhunde, hvorfra et eventuelt maveindhold kunne karakteriseres som artens eget fødevalg, er vist på figur 1. Mårhundene blev grupperet efter sæson (forår: marts-maj, sommer: juni-august, efterår: september-november og vinter: december-februar) (Tabel 1). På grund af mangler i datasættet for nogle individer, varierer prøvestørrelsen i de forskellige analyser.

Fødeanalyser

Hver mave blev vejlet med og uden indhold og det samlede volumen af indholdet blev estimeret. Maveindholdet blev skyllet med 500 ml vand gennem en si (maskestørrelse 750 µm). 20 ml af dette vand sedimenteredes i ca. 5 minutter for at bestemme



Figur 1. Fordelingen kommunevist af de 129 mårhunde med kendt dødsårsag og hvorfra evt. maveindhold blev karakteriseret som naturligt fødevalg. Prikker viser for de 90 mårhunde den præcise lokalitet, hvor denne var registreret.

Numbers of examined raccoon dogs (N = 129) in municipalities. Dots indicate exact location for the 90 individuals where the location was known.

Tabel 1. Fordelingen af køn, dødsårsag og sæson af de undersøgte mårhunde. Dødsårsagen 'andet' inkluderer mårhunde, der er fundet og aflivet vha. GPS-mærkede dyr, mårhunde taget med hund og lignende.

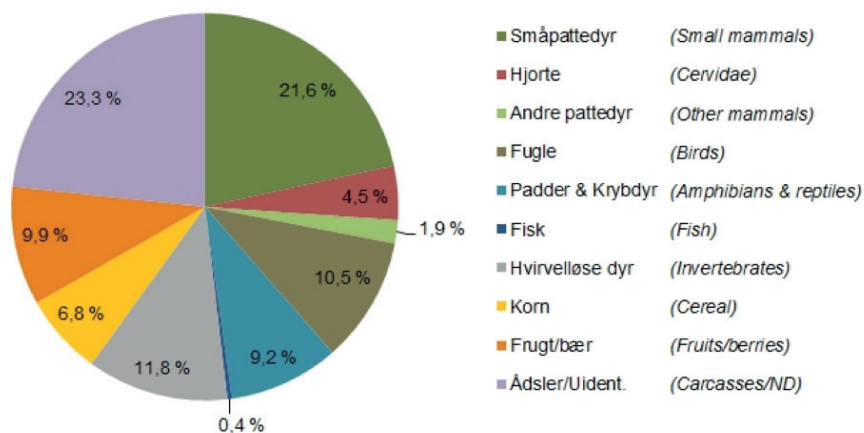
Distribution of gender, season and cause of death of examined raccoon dogs collected in Denmark in 2008-2014. Category 'Other' include raccoon dogs caught by dogs and individuals tracked down with GPS-collared raccoon dogs. The cause of death was used to assess if the stomach content represented the raccoon dogs' own food chose or bait used in the culling campaign.

		Hunner	Hanner	Ukendt	Total	Total, eget fødevalg
		Females	Males	Unknown	Total	Total, own food chose
Dødsårsag	Cause of death					
Skudt	Shot	25	30	2	57	57
Trafikdræbt	Road killed	25	21	4	50	50
Fundet død	Found dead	3	1	0	4	4
Fældefanget	Trapped	9	5	1	15	-
Andet	Other	15	21	4	40	8
Ukendt	Unknown	34	37	7	78	-
Sæson	Season					
Forår	Spring	8	6	1	15	10
Sommer	Summer	24	29	0	53	34
Efterår	Autumn	38	30	7	75	45
Vinter	Winter	17	12	2	31	25
Ukendt	Unknown	24	38	8	70	15
Total	Overall	111	115	18	244	129
Total med maveindhold	Non-empty stomachs				199	102

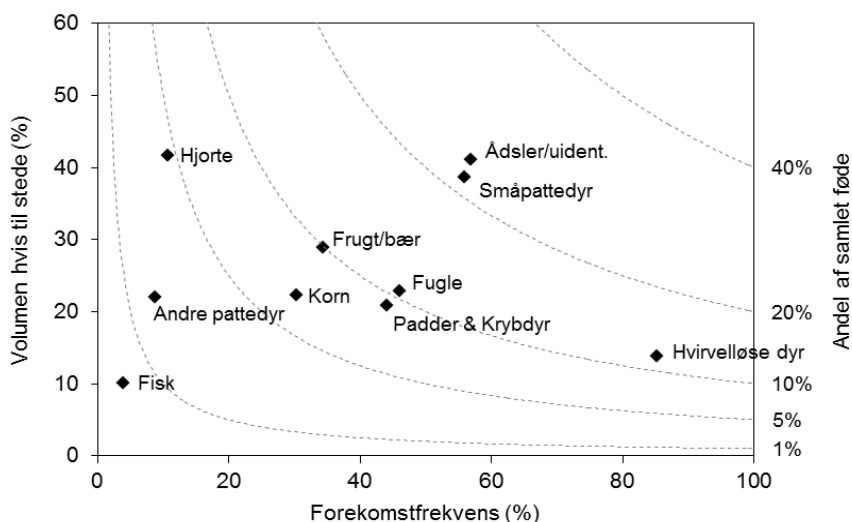
forekomsten af regnormebørster (Kruuk & Parish 1981). 2 ml af det sedimenterede materiale blev udtaget til identifikation af regnormebørster. Det ufordøjede maveindhold blev sorteret efter fødeemne, og det relative volumen af de enkelte fødeemner blev estimeret. Fødeemnerne blev identificeret ud fra morfologiske karakteristika på de ufordøjede rester (hår, tænder, fjer, frugtkerner, knogler, skind, exoskelet, mm.). Pattedyr blev bestemt ud fra skælmønsteret på overfladen af hår, tværsnittet af håret og dets indre cellestruktur (Teerink 1991). Småpattedyr blev desuden bestemt via tænder (Jensen 1993). Fuglefjer blev bestemt til orden ved udseende og placering af fjerknuder på de underste, dunede fjerstråler (Day 1966). Padder og krybdyr blev identificeret og artsbestemt ud fra knogler og skind. Hvirvelløse dyr blev bestemt ud fra karaktertræk på dækvinger, ben, mv. (Toft 2010, Møller 1999). Plantemateriale blev bestemt ved sammenligning med referencesamling og Thomas & Ægidius (2010).

Fødeemnerne blev inddelt i kategorierne: småpattedyr, hjorte, andre pattedyr, fugle, padder & krybdyr, fisk, hvirvelløse dyr, kornafgrøder, frugter/bær samt uidentificeret materiale. Uidentificeret materiale inkluderer fødeemner som skind uden hår, fjer, skæl, identificerbare skeletdele, væv og indvolde samt ukendt materiale, som ikke kunne kategoriseres på grund af en høj nedbrydningsgrad.

Plantematerialer som græsstrå, mos, grannåle og blade forekom i 73 % af maverne i meget små mængder i, og uorganisk materialer som plastik, hagl og reb forekom i 9 % af maverne. Disse emner formodes at være ædt af mårhundens sammen med den egentlige føde. Mårhundehår blev fundet i 29 % af maverne i meget små mængder, og hårene formodes at være indtaget i forbindelse med dyrets egen pelspleje. Mårhundehår, plantematerialer og uorganiske materialer indgår ikke i opgørelsen og analyserne af mårhunds føde.



Figur 2. Relativ volumen (%) af fødekategorierne hos danske mårhunde, hvor maveindholdet blev karakteriseret som artens naturlige fødevalg (N = 129). Overall relative volume (%) of main food categories in diet of Danish raccoon dogs (N = 129).



Figur 3. Volumen af fødekategorier (%), hvis de er til stede, sammenholdt med forekomstfrekvensen af fødekategorierne i mårhundemaver med indhold, der blev karakteriseret som artens naturlige fødevalg (N = 102). De grå, stiplede linjer angiver isopleter for fødekategorier, der udgør hhv. 1%, 5%, 10%, 20% og 40% af mårhunds samlede føde. Percentage volume (%) of food categories when present in relation to frequency of occurrence in raccoon dog diet (N = 102). Isopleths indicates points of equal relative bulk in overall diet of raccoon dogs. See Fig. 1 for English names for food categories.



Databehandling

Føden hos mårhund blev beskrevet som forekomst (FF: antal fund af et fødeemne), forekomstfrekvens (FO: procent af maver med indhold med forekomst af et fødeemne) og volumen (vol%) af de forskellige fødeemner og -kategorier. Vol% er middelværdier for volume-procenten i hver enkelt mårhund. Statistiske usikkerheder (95% konfidensintervaller) på forekomstfrekvensen af fødeemner blev estimeret med binær logistisk regression (Proc logistic i SAS 9.2 med logit link funktion). Den statistiske usikkerhed på volumen blev estimeret ud fra 10.000 bootstrap-estimater af middelværdien (Reynolds & Aebischer 1991, Krebs 1999).

Forskelle mellem grupper af mårhunde (køn og sæson) i volumen og vægt af maveindhold, og forekomst og volumen af fødekategorier (småpattedyr, hjorte, andre pattedyr, fugle, padde og krybdyr, fisk, korn, frugt og ådsler/uidentificeret) blev testet med χ^2 -test og non-parametriske Mann-Whitney- eller Kruskal-Wallis-test, hvis prøvestørrelsen i de enkelte grupper var tilstrækkelig stor. Statistiske analyser blev udført i SAS 9.2 og SAS Enterprise (SAS Institute Inc., Cary, USA).

Bredden af mårhunds, rævs og grævlings fødeniche og fødeoverlap mellem arterne blev sammenlignet ud fra den relative forekomstfrekvens (RFO%), dvs. forekomsten af fødeemner i forhold til totalantallet fundne fødeemner (Madsen et al. 2002, Pagh et al. 2015). Forekomstdata er mindre følsomme overfor observatør-bias mellem undersøgelser end volumendata, og forholdet mellem forekomst og ædt volumen af de forskellige fødekategorier formodes at være de samme hos mårhund, ræv og grævling.

Bredden i mårhunds, rævs og grævlings fødeniche blev beregnet vha. Levins indeks (B) og standardiseret Levins indeks (B_{std}):

$$B = 1 / \sum p_i^2, \text{ og}$$

$$B_{std} = (B - 1) / (B_{maks} - 1),$$

hvor p_i er forekomsten af fødekategorien i og B_{maks} er det maksimale antal fødekategorier (Krebs 1999).

Fødeoverlappet mellem de tre arter blev beregnet vha. Piankas indeks (O_{jk}) og procent overlap (P_{jk}):

$$O_{jk} = \frac{\sum_n p_{ij} \cdot p_{ik}}{\sqrt{\sum_n p_{ij}^2 \sum_n p_{ik}^2}}, \text{ og}$$

Figur. Undslupne mårhunde har etableret en fritlevende bestand i Danmark. Arten stammer fra Asien og bekæmpes bl.a. ved fældefangst. Mårhunde fanget vha. lokkemad indgik dog ikke i fødeanalyserne (Foto: Lars H. Trier).

Raccoon dogs escaped from captivity (originally from Asia) has established a free ranging population in Denmark. Control measures include baited trapping but such individuals were excluded from food analysis.

$$P_{jk} = \left[\sum_n \text{minimum } p_{ij}, p_{ik} \right]$$

hvor p_{ij} og p_{ik} er andelen af fødekategorien i i arterne j og k , og n er det samlede antal fødekategorier.

RESULTATER

Blandt de 129 mårhunde, hvor maveindholdet blev karakteriseret som repræsenterende artens eget fødevalg, var 27 maver tomme (21%). Der var ingen forskel på andelen af tomme maver mellem køn ($\chi^2_1 = 1,58$; $P = 0,21$) og sæsoner ($\chi^2_3 = 4,38$; $P = 0,22$). Middelvolumen og -vægt af maveindhold fra de 129 maver var hhv. 99 ± 113 ml og 83 ± 100 g. Volumen og vægt af maveindholdet var det samme for

Art/artsgruppe	Taxa	FF	FO	FO 95% CI	Vol%	Vol% 95% CI
SMÅPATTEDYR	SMALL MAMMALS	57	55,9	46,1 - 70,7	21,60	21,26 - 26,45
Gnavere	Rodents	41	40,2	31,2 - 50,0	14,19	14,10 - 18,92
Rødmus	<i>Bank vole</i>	4	3,9	1,5 - 10,0	1,68	1,45 - 3,35
Mosegris	<i>Water vole</i>	1	1,0	0,1 - 6,6	0,22	0,22 - 0,46
Microtus sp.	<i>Microtus sp.</i>	17	16,7	10,6 - 25,2	5,31	5,10 - 8,14
Studsmus	<i>Vole</i>	11	10,8	6,1 - 18,4	3,38	3,20 - 5,56
Apodemus sp.	<i>Apodemus sp.</i>	3	2,9	1,0 - 8,7	0,74	0,64 - 1,48
Brun rotte	<i>Brown rat</i>	2	2,0	0,5 - 7,5	1,02	0,86 - 2,03
Ægte mus	<i>Mouse</i>	6	5,9	2,7 - 12,5	1,64	1,49 - 3,04
Gnaver	<i>Rodent</i>	3	2,9	1,0 - 8,7	0,21	0,18 - 0,44
Insektædere	Insectivores	24	23,5	16,3 - 32,7	7,41	7,35 - 10,63
Pindsvin	<i>Hedgehog</i>	1	1,0	0,1 - 6,6	0,58	0,56 - 1,16
Muldvarp	<i>Mole</i>	4	3,9	1,5 - 10,0	2,09	1,96 - 4,07
Sorex sp.	<i>Sorex sp.</i>	1	1,0	0,1 - 6,6	0,10	0,10 - 0,21
Spidsmus	<i>Shrew</i>	17	16,7	10,6 - 25,2	4,17	4,04 - 6,15
Insektæder	<i>Insectivore</i>	2	2,0	0,5 - 7,5	0,50	0,40 - 1,00
Hjorte	Cervidae	11	10,8	6,1 - 18,4	4,50	4,32 - 7,60
ANDRE PATTEDYR	OTHER MAMMALS	9	8,8	4,7 - 16,1	1,94	1,78 - 3,54
Mårdyr	<i>Mustelids</i>	4	3,9	1,5 - 10,0	1,36	1,19 - 2,70
Uident. pattedyr	<i>Unident. mammal</i>	5	4,9	2,1 - 11,2	0,58	0,52 - 1,06
FUGLE	BIRDS	47	46,1	36,7 - 55,8	10,51	10,22 - 14,73
Hønsfugle	<i>Galliformes</i>	1	1,0	0,1 - 6,6	0,01	0,01 - 0,02
Andefugle	<i>Anseriformes</i>	10	9,8	5,4 - 17,3	3,81	3,57 - 6,48
Vandhøns	<i>Ralliformes</i>	3	2,9	1,0 - 8,7	0,32	0,27 - 0,66
Måge/vandfugl	<i>Charadiiformes</i>	2	2,0	0,5 - 7,5	1,27	0,98 - 2,61
Spurvefugle	<i>Passeriformes</i>	12	11,8	6,8 - 19,6	1,66	1,55 - 2,67
Uident. Fugl	<i>Unident. Bird</i>	21	20,6	13,8 - 29,5	3,42	3,22 - 5,80
Æggeskal	<i>Eggs</i>	1	1,0	0,1 - 6,6	0,02	0,02 - 0,04

Tabel 2. Fødesammensætningen i mårhunde, der blev karakteriseret som repræsentative for mårhunds naturlige eget (N = 129) indsamlet i 2008-2014 i Danmark opgjort som forekomst (FF), forekomstfrekvens (FO) og middel volumenprocent (Vol%) ift. ikke-tomme maver. 95% CI = 95% konfidensintervaller. Føde kategorier er understreget. Konfidensintervaller for volumenprocenterne blev beregnet fra 10.000 bootstrap-estimer.

Table 2. Diet composition of 129 raccoon dogs collected 2008-2014 in Denmark as determined for prey remains in stomach estimated as frequency (FF), frequency of occurrence as percentage of non-empty stomachs (FO) and percentage of volume in non-empty stomachs (Vol%). 95% CI: 95% confidence intervals. Main food categories are underlined. 95% CI of volume percentage were calculated from 10,000 bootstrap estimates. ND = unidentified.

hanner og hunner (Volumen: $\chi_1^2 = 0,01$; P = 0,908; Vægt: $\chi_1^2 < 0,01$; P = 0,998). Volumen og vægt af maveindholdet var lavest om vinteren og foråret, men forskellene mellem sæsonerne var ikke signifikant (Volumen: $\chi_3^2 = 1,950$; P = 0,583; Vægt: $\chi_3^2 = 1,746$; P = 0,627).

Fødesammensætning

Føden hos de 129 mårhunde, hvor maveindholdet blev karakteriseret som dyrets naturlige føde, var domineret af småpat-

Tabel 2 fortsat. *Table 2 continued.*

Art/artsgruppe	Taxa	FF	FO	FO 95% CI	Vol%	Vol% 95% CI
PADDER & KRYBDYR	AMPHIBIANS & REPTILES	45	44,1	34,8 - 53,9	9,20	8,99 - 12,40
Padder	Amphibians	45	44,1	34,8 - 53,9	8,99	8,84 - 12,21
Springpadder	<i>Anura</i>	45	44,1	34,8 - 53,9	8,99	8,84 - 12,21
Krybdyr	Reptiles	1	1,0	0,1 - 6,6	0,21	0,21 - 0,42
Snog	<i>Grass snake</i>	1	1,0	0,1 - 6,6	0,21	0,21 - 0,42
FISK	FISH	4	3,9	1,5 - 10,0	0,40	0,38 - 0,79
HVIRVELLØSE DYR	INVERTEBRATES	87	85,3	77,0 - 90,9	11,84	11,59 - 15,73
Biller	<i>Coleoptera</i>	68	66,7	57,0 - 75,1	5,72	5,50 - 8,20
Andre voksne Arthropoda	<i>Other adult Arthropoda</i>	3	2,9	1,0 - 8,7	0,09	0,08 - 0,18
Larver	<i>Larvae</i>	4	3,9	1,5 - 10,0	0,20	0,18 - 0,38
Maddiker	<i>Maggots</i>	22	21,6	14,6 - 30,6	1,51	1,35 - 2,75
Snegle	<i>Gastropodae</i>	11	10,8	6,1 - 18,4	0,69	0,63 - 1,20
Regnorme	<i>Earthworms</i>	70	68,6	59,0 - 76,5	3,64	3,51 - 5,49
FØDEPLANTER	PLANTS	52	51,0	41,4 - 60,5	16,68	16,57 - 21,64
Korn	Cereal	31	30,4	22,3 - 40,0	6,77	6,54 - 10,03
Hvede, mv.	<i>Triticeae</i>	18	17,6	11,4 - 26,3	2,17	2,02 - 4,04
Majs	<i>Zea mays</i>	17	16,7	10,6 - 25,2	4,61	4,41 - 7,10
Frugt/bær	Fruits/berries	35	34,3	25,8 - 44,0	9,91	9,75 - 13,99
Kirsebær	<i>Prunus sp.</i>	24	23,5	16,3 - 32,7	5,91	5,71 - 8,89
Æbel	<i>Malus sp.</i>	8	7,8	4,0 - 14,9	0,96	0,88 - 1,84
Tjørn	<i>Crataegus sp.</i>	1	1,0	0,1 - 6,6	0,20	0,19 - 0,41
Hyben	<i>Rosa rugosa</i>	1	1,0	0,1 - 6,6	0,18	0,18 - 0,37
Brombær	<i>Rubus sp.</i>	4	3,9	1,5 - 10,0	1,23	1,10 - 2,41
Jordbær	<i>Fragaria sp.</i>	1	1,0	0,1 - 6,6	0,03	0,03 - 0,06
Røn	<i>Sorbus sp.</i>	2	2,0	0,5 - 7,5	0,50	0,48 - 0,99
Eg	<i>Quercus sp.</i>	1	1,0	0,1 - 6,6	0,01	0,01 - 0,02
Uident. frugt	<i>Unident. Fruit</i>	6	5,9	2,7 - 12,5	0,94	0,84 - 1,70
ÅDSLER & UIDENTIFICERET	CARRION & UNIDENTIFIED	58	56,9	47,1 - 66,1	23,34	23,12 - 28,91
Total undersøgte maver	<i>Total stomachs examined</i>	129				
Maver med føde	<i>Non-empty stomachs</i>	102				

tedyr og ådsler/uidentificeret væv (Tabel 2, Figur 2), efterfulgt af hvirvelløse dyr, fugle, padder & krybdyr samt frugt/ bær. De fleste af de uidentificerede materialer formodes primært at være rester af større pattedyr, der er ædt som ådsler.

Indenfor kategorien småpattedyr var studs-mus (*Microtinae*) den mest almindeligt

forekommende gruppe (FO: 32%, Vol%: 11%). Spidsmus forekom i omkring halvt så mange maver og i en relativ volumen på 4%. Blandt fuglene var spurvefugle (*Passeriformes*) og andefugle (*Anseriformes*) de hyppigst fundne ordener (hhv. FO 12% og FO 10%). Andefugle udgjorde den højeste relative volumen (3,8%) af alle grupper af fugle. Én mårhund, der var indsamlet i juli,

havde ædt mindst 9 mågeunger vurderet ud fra antallet af fuglefodder i maven. Æggeskaller blev blot fundet i ét tilfælde i trafikdræbt mårhund fra januar. Padder forekom relativt hyppigt (FO 44%), mens der kun blev fundet et enkelt krybdyr. Kirsebærslægten var det hyppigst forekommende blandt frugter/bær.

Regneorme (*Lumbricina*) og biller (*Coleoptera*) var de hyppigst fundne grupper af hvirvelløse dyr. Begge grupper blev fundet i mere end 65% af maverne, men udgjorde volumenmæssigt en lav andel af maveindholdet (under 5% hver) (tabel 2). Forekomsten af hvirvelløse dyr formodes ikke at være påvirket af, om mårhundene har ædt lokkemad, eller de selv har fundet føden, bortset fra forekomst af ådselsbiller og maddiker i ådsler.

På figur 3 ses forekomstfrekvensen (FO%) af fødekategorierne i forhold til den estimerede volumen (%) af fødekategorien, for de 102 mårhundene med naturligt føde i maven. Småpattedyr og ådsler/uidentificeret føde udgør omtrent halvdelen af det samlede volumen. Selvom hvirvelløse dyr oftest forekommer i små volumener er kategorien omtrent lige så vigtig en fødekilde for mårhundene som fugle, frugter og padder, da hvirvelløse dyrs forekomst i føden er høj.

I prøverne fra de 92 mårhundene, der var nedlagt ved fældefangst eller ikke havde fyldestgørende oplysninger om dødsårsag, blev der desuden fundet: 1 hare (*Lepus europaeus*), 1 ilder (*Mustela putorius*), 2 duer (Columbidae), 2 skovfirben (*Zootoca vivipara*), 1 stålorm (*Anguis fragilis*) og 1 lille salamander (*Triturus vulgaris*), som ikke eller kun i meget begrænset omfang vurderes at stamme fra lokkemad.

Forekomsten af insekter i alle de undersøgte mårhundene (N = 244) er opgjort mere detaljeret i tabel 3. Elleve forskellige familier af biller blev identificeret. Løbebiller (*Carabidae*) og ådselsbiller (*Silphidae*) var de hyppigst forekommende familier. Andre insekter, edderkopper og bænkebidere blev kun fundet i enkelte tilfælde. Oftest var der kun enkelte voksne insekter i hver mave. 81% af maddiker blev fundet i maver der også indeholdt rester af hjort, fugl eller uidentificeret væv, hvorfor disse fødeemner formodes at være ædt som ådsler.

Familie / Orden	Family / Order	FF	FO	FO 95% CI
Løbebille	<i>Carabidae</i>	40	20,1	15,1-26,2
Rovbille	<i>Staphylinidae</i>	6	3,0	1,4-6,5
Ådselbille	<i>Silphidae</i>	16	8,0	5,0-12,7
Blødvinge	<i>Cantharidae</i>	3	1,5	0,5-4,6
Smælder	<i>Elateridae</i>	4	2,0	0,8-5,2
Torbist	<i>Scarabaeidae</i>	3	1,5	0,5-4,6
Bladbille	<i>Chrysomelidae</i>	2	1,0	0,3-3,9
Ødebille	<i>Byrrhidae</i>	1	0,5	0,1-3,5
Snudebille	<i>Curculionidae</i>	1	0,5	0,1-3,5
Skarnbasse	<i>Geotrupidae</i>	4	2,0	0,8-5,2
Mariehøns	<i>Coccinellidae</i>	5	2,5	0,1-3,5
Uident. biller	<i>Coleoptera sp.</i>	60	30,2	24,2-36,9
Billelarve	<i>Coleoptera larve</i>	6	3,0	1,4-6,5
Andre larver*	<i>Other larvae*</i>	11	5,5	3,1-9,7
Tovinge	<i>Diptera</i>	2	1,0	0,3-3,9
Årevingede	<i>Hymenoptera</i>	2	1,0	0,3-3,9
Myre	<i>Formicidae</i>	4	2,0	0,8-5,2
Åre- eller tovinge	<i>Hymenoptera or Diptera</i>	11	5,5	3,1-9,7
Bredtæge	<i>Pentatomidae</i>	1	0,5	0,1-3,5
Ørentvist	<i>Dermaptera</i>	2	1,0	0,3-3,9
Total undersøgt	<i>Total stomachs examined</i>	244		
Maver med indhold	<i>Non-empty stomachs</i>	199		

Tabel 3. Forekomst af insekter i mårhundes føde i hhv. alle undersøgte inkl. ukendt dødsårsag og fældefangede individer (N = 244). FF: Forekomst, FO: forekomstfrekvens. 95% CI = 95% konfidensintervaller. *Larver andre end billelarver og maddiker.

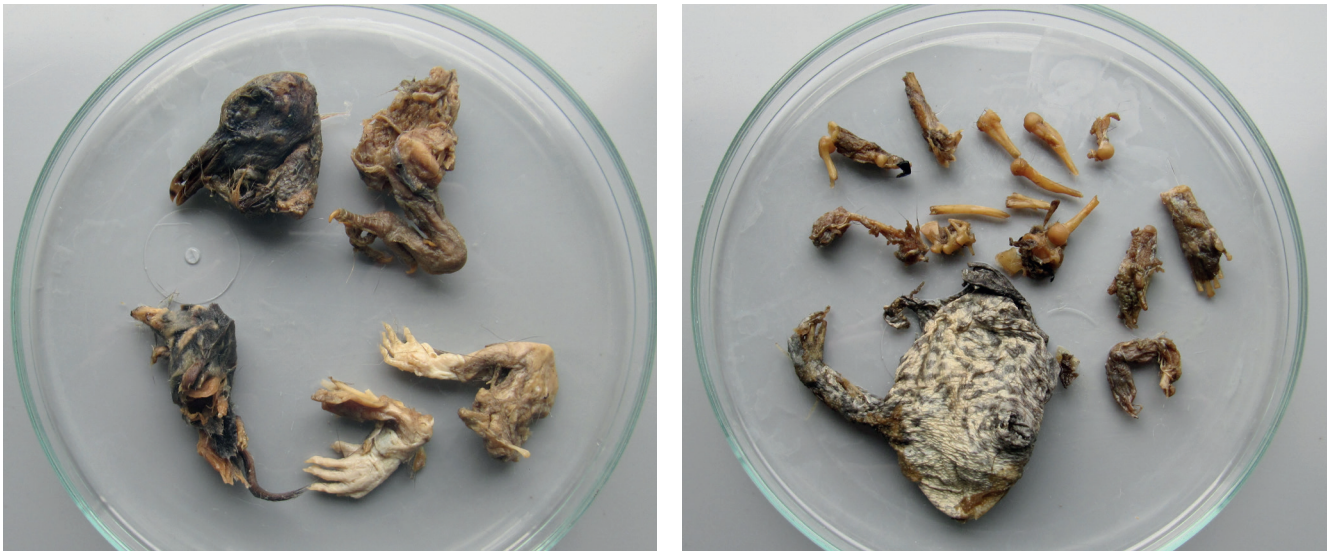
*Occurrence of insects in all examined raccoon dogs, included individuals with unknown cause of death and trapped individuals (N = 244). Occurrence of invertebrates is assumed to be independent of bait composition. FF: Frequency, FO: frequency of occurrence, 95% CI: 95% confidence intervals. *Other larvae than Coleoptera and maggots.*

Sæsonvariation

Føden hos de mårhundene, hvor maveindholdet kunne karakteriseres som dyrets naturlige føde, varierede gennem året (Figur 4). Forekomsten af frugt/bær var højest om sommeren og efteråret ($\chi^2_3 = 8,95$; $P < 0,03$), forekomsten af hvirvelløse dyr var høj gennem hele året, men lavest om vinteren ($\chi^2_3 = 7,93$; $P < 0,048$), og der var en tendens til, at mårhundene havde ædt

fugle mindre hyppigt om sommeren ($\chi^2_3 = 6,78$; $P = 0,079$). Småpattedyr forekom i mårhundes føde hyppigere i efterår/vinterperioden end i forår/sommerperioden ($\chi^2_1 = 4,52$; $P < 0,033$).

Volumenmæssigt viste frugt/bær, hvirvelløse dyr, fugle, padder og hjorte de mest markante sæsonvariationer. Frugt/bær udgjorde et større relativt volumen i maverne sommer og efterår ($\chi^2_3 = 10,07$; $P < 0,018$),



og hvirveløse dyr udgjorde en markant højere andel af volumen om sommeren ($\chi^2_3 = 24,55$; $P < 0,0001$). Der var en tendens til at fugle udgjorde en højere volumen af mårhunds føde om foråret ($\chi^2_3 = 6,51$; $P < 0,090$), og volumen af padder var højere i forår/sommerperioden end i efterår/vinterperioden ($\chi^2_1 = 5,49$; $P < 0,020$).

Kønsvariation i føden

Der var ingen forskel i sæsonfordelingen mellem hanner og hunner hos de 129 mårhunde, hvor maveindholdet blev karakteriseret som dyrets naturlige føde ($\chi^2_3 = 1,39$; $P = 0,71$). Overordnet var der ingen forskel i fødesammensætningen hos hanner ($N = 61$) og hunner ($N = 59$) ($\chi^2_9 = 6,42$; $P = 0,70$) eller i forekomsten eller den relative volumen af de enkelte fødekategorier.

Fødenichebredde og overlap med grævling og ræv

Føden hos de 129 mårhunde, hvor maveindholdet blev karakteriseret som dyrets naturlige føde, var mest varieret om efteråret og mere ensidig om foråret, men forskellene mellem sæsonerne var ikke signifikante (Levins std. indeks forår: $0,23 \pm 0,18$; sommer: $0,28 \pm 0,20$; efterår: $0,34 \pm 0,19$; vinter: $0,26 \pm 0,16$; $F = 1,33$; $P = 0,27$). De vigtigste fødekategorier var overordnet

set de samme for mårhund, grævling og ræv i Danmark, men nogle af de mindre væsentlige kategorier varierede eller manglede helt hos grævling og ræv (Tabel 4). Fødeoverlappet mellem mårhund med grævling var større end med ræv, hhv. 69%, og 45%. Fødeoverlappet mellem ræv og grævling var 53%. Grævling lever i større grad af hvirvelløse dyr, især regnorm, og korn end mårhund, mens ræv oftere æder større pattedyr og fugle end de to andre arter. Mårhundens fødeniche var væsentligt bredere end hos grævling og ræv.

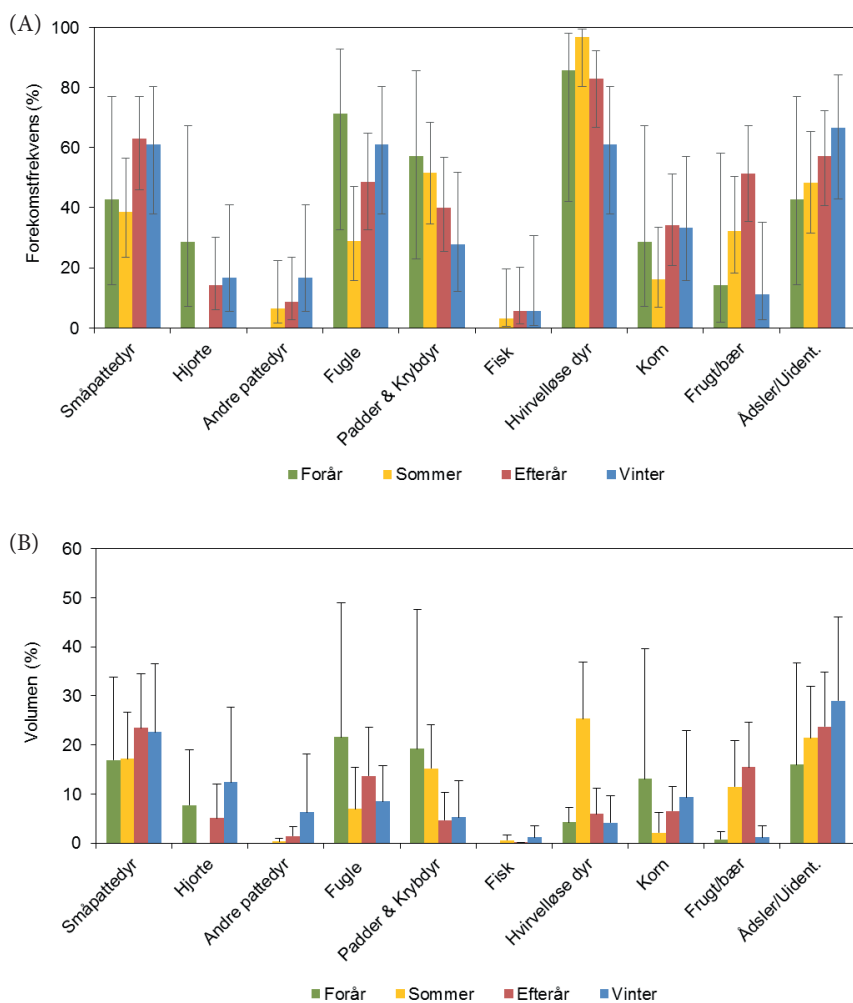
DISKUSSION

Fødesammensætning

Undersøgelsen af danske mårhundes føde viser, at de har en meget varieret føde, der domineres af småpattedyr, ådsler, frugter og bær, hvirvelløse dyr og padder. Det brede fødevalg er tilsvarende resultaterne fra andre europæiske fødeundersøgelser (fx Kauhala et al. 1993, Stier 2006, Sutor et al. 2010, Drygala et al. 2013). Mårhundens generalistiske og opportunistiske fødevalg afspejles i at sæsonvariationerne i forekomst og volumener af fødeemner følger sæsonmæssige variationer i tilgængeligheden af fx frugter og bær, hvirvelløse dyr og padder.

Figur. Eksempler på let genkendelige, ufordøjede fødeemner i to mårhundemaver. Til venstre et fugle hoved og -fod, en næsten intakt spidsmus samt for- og bagben fra rotte. Til højre en skrubbtudse hvor bagben og -krop er bidt i stykker og i et mere nedbrudt end skindet på forkrop og hoved. *Examples of undigested food items in Raccoon dog stomachs. Left: A bird's head and foot, a whole shrew and rat legs. Right: Toad remains.*

Frekvensen af tomme maver og volumen af maveindhold var ikke afhængig af sæsonen. Det indikerer, at mårhunden er aktiv gennem hele vintersæsonen, og ikke har sværere ved at finde føde om vinteren end i de øvrige dele af året i det milde, tempererede klima i Danmark. Radiomærkede mårhunde i Tyskland er også aktive gennem vinteren (Drygala & Zoller 2013, Sutor & Schwarz 2013). Mårhunde er typisk inaktive om vinteren i perioder med streng frost, højt snedække og korte dage i områder med hårdere vinterklima, hvor den dermed kan spare energi på bevægelse og holde sig varm i boet, men ganske som grævlingen, går den ikke i dvale og kan skifte opholdssted gennem vinteren (Kauhala & Saeki 2004).



Figur 4. Sæsonvariationer i forekomst (A) og volumen (B) i føden hos mårhunde med indhold i maven, der blev karakteriseret som mårhunds naturlige fødevalg, og kendt dødsdato (middel og 95% konfidensintervaller). Forår: N = 7, Sommer: N = 31, Efterår: N = 35, Vinter: N = 18.

Seasonal variations in occurrence (A) and volume (B) in diet of Danish raccoon dogs (mean and 95% confidence intervals). Spring: N = 7 (green), Summer: N = 31 (yellow), Autumn: N = 35 (red), Winter: N = 18 (blue). See Fig. 1 for English names for food categories.

I Danmark, som i andre dele af Europa og i dens oprindelige udbredelsesområde, er småpattedyr et vigtigt fødeemne for mårhunde (Kauhala & Saeki 2004, Sutor et al. 2010, Kauhala & Kowalczyk 2011). Mårhund æder oftere spidsmus end andre medlemstore rovdyr med et generalistisk fødevalg som grævling og ræv (Jędrzejewska

& Jędrzejewski 1998, Madsen et al. 2002, Pagh et al. 2015).

Ådsler/ufundtøede føde udgør en væsentlig andel af mårhunds føde i Danmark gennem hele året. Tilsvarende høje forekomster af ådsler i mere end halvdelen af mårhundemaver er registreret i andre

europæiske fødeundersøgelser og understreger artens opportunistiske fødestrategi (Kauhala et al. 1993, Sutor et al. 2010, Drygala et al. 2013). Rester af byttet fra større rovpattedyr, fx ulv (*Canis lupus*) og los (*Lynx lynx*), er vigtige fødekilder for mårhundes overlevelse i områder med hårdt vinterklima (Jędrzejewska & Jędrzejewski 1998, Süld et al. 2014). I områder med udbredt jagt på hjortevildt, som fx i Danmark, er indvolde og andre rester fra opbrækkede hjorte, en let tilgængelig fødekilde for mårhund (Sutor et al. 2010). Desuden kan mårhunde finde ådsler af hjorte og andre arter, fx pindsvin, ilder, hare og hønsefugle, som trafikdræbt dyr langs vejene. Trafikdræbte dyr er en let tilgængelig og stabil fødekilde i danske landskaber gennem hele året (Elmeros et al. 2014).

Spurvefugle udgør også den væsentligste gruppe af fugle i mårhundes føde i andre europæiske undersøgelser (Barbu 1972, Kauhala et al. 1993, Sutor et al. 2010, Süld et al. 2014). Derimod forekommer andefugle og andre grupper af typiske jordrugende fugle, som mårhunden menes at være en trussel overfor, kun sjældent og i små volumener – også i denne undersøgelse. Mårhund er ikke en så aktiv og adræt jæger som ræv og amerikansk mink (*Neovison vison*), og mårhund æder formentlig oftest syge eller anskudte fugle, eller tager mange af fuglene som ådsler (Barbu 1972, Kauhala et al. 1993, Sutor et al. 2010, Süld et al. 2014). Forekomsten af fugle i mårhundes føde kan variere meget fra sæson til sæson og mellem områder. Fugle udgør typisk en højere andel af mårhunds føde i de år, hvor bestandene af småpattedyr er lave (Kauhala & Kowalczyk 2011).

Hvis jordrugende fugle generelt var en vigtig fødekilde for mårhund, må det forventes at æg og fugleunger udgjorde en større andel af mårhundenes føde i fuglenes yngleperiode. Der blev kun fundet æggeskaller i én mårhundemave, som formentlig stammer fra en foderplads eller et fjerkræhold, men vi har dog undersøgt forholdsvis få mårhunde, som blev indsamlet i fuglenes

Ynglesæson. Resultatet stemmer dog overens med andre undersøgelser af mårhunds føde, som også har fundet, at fugleæg synes at være en tilfældig og sjælden fødekilde (fx Stier 2006, Sutor et al. 2010). Endvidere behøver æggeskallerne ikke at stamme fra mårhunds direkte prædation på fuglere. Mårhunde og andre rovdyrarter kan tage rester af fugleæg efter andre arters redeprædation. Sutor et al. (2010) diskuterede, om rovdyrers prædation på fugleæg underestimeres, fordi æggeskaller kan blive fuldstændigt opløst på vejen gennem mave-tarmkanalen. Barbu (1972) fandt imidlertid æggeskaller i over 25% af mårhundemaverne i forårssæsonen, så de meget lave forekomster i de fleste undersøgelser repræsenterer næppe en væsentlig underestimering af mårhundes fouragering på æg, men afspejler den faktiske forekomst af fugleæg i mårhunds føde.

En lav forekomst af fugleæg i mårhunds føde understøttes af Opermanis et al. (2001), der fandt at mårhunds prædation på fuglere var minimal i forhold til andre arters. Mårhund stod for 0,6% af prædationen af vandfuglere i Letland, mens amerikansk mink og fugle (gråkrage *Crovis cornix*, ravn *Crovis corax* og rørhøg *Circus aeruginosus*) stod for hhv. 9% og næsten 70% af prædationen på rederne. Ræv og amerikansk mink er modsat mårhunden mere aktive jægere, men det udelukker ikke, at mårhund lokalt kan være en vigtig prædator for jordrugende fugle ganske som ynglende ræve og amerikansk mink (Barbu 1972, Nordström et al. 2003, Laursen et al. 2008, Wilson & Mittermeier 2009).

Blandt de fundne padder og krybdyr var springpadder den dominerende gruppe. Padder er et almindeligt bytte for mårhund, specielt om foråret og sommeren, når de samles i og omkring ynglevandhuller (fx Barbu 1972, Kauhala et al 1993, Fog et al. 1997). Forekomsten af padder i mårhundes føde er korreleret med mængden af vådområder og med små bestande af småpattedyr (Barbu 1972, Sutor et al.

Fødekategori	Food category	Mårhund Raccoon dog	Grævling Badger	Ræv Fox
Småpattedyr	Small mammals	11,7	11,6	27,4
Hjorte	Deer	2,3	0,0	6,4
Andre pattedyr	Other mammals	1,9	2,8	5,6
Fugle	Birds	9,7	3,1	13,5
Padder & Krybdyr	Amphibians & Reptiles	9,3	7,0	0,0
Fisk	Fish	0,8	0,0	0,0
Hvirvelløse dyr	Invertebrates	17,9	26,0	2,3
Korn	Cereals	6,4	11,9	0,0
Frugt & Bær	Fruits & Berries	7,2	4,0	7,1
Ådsler/Uident.	Carcasses/unident.	11,9	0,6	0,0
Nichebredde				
Levins (B)	Levins (B)	7,08	4,33	3,66
Levins std (B_{std})	Levins std (B_{std})	0,68	0,37	0,30
Shannon-Wiener indeks (H)	Shannon-Wiener indeks (H)	2,07	1,70	1,51
Nicheoverlap				
Pianka's	Pianka's		0,85	0,40
Procent	Percentage		68,9	45,0

Tabel 4. Relativ forekomstfrekvenser (RFO%) af fødekategorier for mårhund med fødeindhold i maven, der blev karakteriseret som mårhunds naturlige fødevalg (N = 102), grævling (N = 160) (Madsen et al. 2002) og ræv (N = 265) (Pagh et al. 2015). Fødenichebredde er beregnet som Levin's indeks (B), standardiseret Levin's indeks (B_{std}) og Shannon-Wiener diversitets indeks (H). Fødeoverlap mellem mårhund og de to hjemmehørende arter er estimeret som Pianka's indeks og procent overlap.

Relative frequency of occurrence of the main food categories in all stomachs with content for raccoon dog (N = 102), badger (N = 160) (Madsen et al. 2002) and red fox (N = 265) (Pagh et al. 2015). Food niche width was estimated as Levin's index (B), Levin's standardized index (B_{std}) and Shannon-Wiener diversity index (H). Food niche overlap between raccoon dog and badger and fox, estimated as Pianka's index and Percentage overlap.

2010). Mårhund fouragerer ofte på enge, og radiotelemetri studier i Tyskland viser, at mårhund i perioder med høje tætheder af padder kan fouragere på fugtige enge i flere timer nat efter nat (Sutor & Schwarz 2013, Drygala & Zoller 2014). Padder kan dog også udgøre en relativ høj andel af mårhundes føde om efteråret og vinteren, hvis mårhund finder høje forekomster af vinterrastende padder, og graver de inaktive dyr op (Jędrzejewska & Jędrzejewski 1998,

Süld et al. 2014). Trafikdræbte padder kan formentlig også i perioder udgøre et stort bidrag til mårhundes føde.

På baggrund af forskelle i forekomsten af padder i mårhunds føde på fastlandet og skærgårdsøer i Finland, blev det tidligere vurderet, at mårhund kan være en trussel for padder (Kauhala & Auniola 2001). En eventuel effekt af mårhundes prædation på skærgårdsøerne kunne dog ikke adskilles

fra prædationen fra amerikansk mink, der også forekom på øerne, og senere undersøgelser har ikke kunnet dokumentere, at mårhund er en trussel mod paddebestande (Kauhala & Kowalczyk 2011). Derimod er det dokumenteret at prædation af amerikansk mink kan være en trussel overfor paddebestande (Ahola et al. 2005, Salo et al. 2010).

Krybdyr forekommer kun sporadisk i mårhundes føde (fx Stier 2006, Sutor et al. 2010). Mårhundene fouragere givetvis på en del trafikdræbte krybdyr, da krybdyrene typisk er dagaktive og ligger skjult i mårhundens aktive periode. På skærgårdsøer i Finland, hvor der ikke er veje, ses ingen krybdyr i mårhundes føde (Kauhala et al. 1998).

Kun én mave fra danske mårhund indeholdt udelukkende fisk sammen med små stumper snor, hvilket indikerer at fiskene var taget fra fiskegarn. Fisk registreres i lave forekomster i de fleste undersøgelser af mårhundes føde, og forekomsten var korreleret med arealet af vådområder i områderne, som mårhundene var indsamlet i (Kauhala et al. 1993, 1998, Sutor et al. 2010). Selvom mårhund kan svømme, fanger de sandsynligvis ikke selv fiskene, men fouragerer på fisk og fiskerester efterladt af lyst- og/eller erhvervsfiskere, eller på opskyllede døde fisk på søbredder, åbrinker og kyststrækninger (Kauhala et al. 1993, Kauhala & Saeki 2004).

De høje forekomster af hvirvelløse dyr i alle sæsoner er karakteristisk for alle undersøgelser af mårhundes føde (fx Kauhala et al. 1993, Sutor et al. 2010, Drygala et al. 2013). Biller, især løbebiller, og årevingede insekter er også de hyppigst forekommende slægter i de udenlandske undersøgelser, hvor insekter er identificeret nærmere. Regnorme er registreret hyppigt i andre fødeundersøgelser hos mårhund, men regnorme er ikke tidligere beskrevet i så høje forekomster som i danske mårhund (fx Kauhala et al. 1998, Drygala et al. 2013).

Frugter og bær er vigtige fødekilder for mårhund i sommer og efterår, når mårhundene har brug for at indtage mange kalorier og opbygge fedtreserver til vinteren (Kauhala et al. 1993). Majs og andre kornafgrøder i mårhundes føde om vinteren stammer formentlig fra vildtfodring (Kauhala et al. 1993, Sutor et al. 2010, Süld et al. 2014). Ud over direkte at fungere som foderpladser for mårhund, kan vildtfodring medføre øget spredningsrisiko, idet der ved foderpladserne ofte er højere forekomster af småpattedyr, der fungerer som mellemværter for parasitterne, fx rævens dværgbændelorm (Süld et al. 2014). Tætte bestande af smågnavere i områder med vildtfodring har også vist sig at være korreleret med prædationsraten på jordruvende fugle, sandsynligvis fordi de mange smågnavere øger tætheden af rovdyr på lokaliteterne (Selva et al. 2014).

Fødekonkurrence med ræv og grævling
Mårhund har en bredere funktionel fødeniche end ræv og grævling i Danmark. Tilsvarende relative forskelle i de tre arters fødenichebredde er konstateret i andre europæiske fødeundersøgelser (Drygala et al. 2013, Kauhala & Ihalainen 2014). Mårhunds fødeoverlap med grævling var højere end fødeoverlappet med ræv. Lignende fødeoverlap mellem de tre arter er registreret i finske undersøgelser, mens fødeoverlappet i Polen mellem ræv og mårhund synes at være en smule større (41%) end fødeoverlappet mellem mårhund og grævling (35%) (Kauhala et al. 1998, Jędrzejewska & Jędrzejewski 1998). Fødeoverlappet mellem mårhund og ræv i Danmark er dog formentlig højere end estimeret ved sammenligningen med Pagh et al. (2015), da de undersøgte ræve hovedsageligt var indsamlet om vinteren. Ligesom mårhund er ræv opportunistisk i sit fødevalg. Rævs føde varierer gennem året og inkluderer ofte insekter og frugter (Laursen 2002, Drygala et al. 2010). Fødenichebredden for mårhund varierer med habitatdiversiteten og mellem sæsoner, og fødeoverlappet mellem mårhund og grævling er lavest i heterogene landskaber (Kauhala et al. 1998,

Sutor et al. 2010, Kauhala & Ihalainen 2014).

Grævling og ræv er, som mårhund, meget tilpasningsdygtige og udbredte i mange forskellige landskaber og klimazoner (Wilson & Mittermeier 2009), og de tre arters fleksible fødestrategi og habitatbrug kan medvirke til at reducere konkurrencen mellem dem. Ved at tilpasse deres funktionelle fødeniche synes mårhund, ræv og den europæiske grævling at kunne deles om den samme føderessource og leve side om side i Europa (Jędrzejewska & Jędrzejewski 1998, Kauhala et al. 1998, Viranta & Kauhala 2011, Drygala & Zoller 2013). Mårhund udnytter i større grad vådområder og mere tilgroede habitater end ræv (Drygala & Zoller 2013). Grævling og mårhunds habitatpræferencer er mere sammenfaldende, men selvom de to arters home-range overlapper, er der kun begrænset overlap mellem de to arters kerneområder (Kauhala & Auttila 2010). Hvis de to arter i løbet af natten fouragerer i de samme habitater har man observeret, at grævling udnytter sine foretrukne fourageringshabitater før mårhund (Kauhala & Holmala 2006). Grævlingen og mårhundens evne til at nedsætte deres aktivitetsniveau i vinterperioden, hvor føderessourcerne er mest begrænsede, reducerer fødekonkurrencen mellem rovdyrarterne yderligere.

Selvom mårhund kan forekomme i højere tætheder end grævling og ræv, og de tre arters føde overlapper, synes spredningen af mårhund ikke at have ført til generelle tilbagegange i grævlinge- og rævebestandene i Europa. Jagtudbyttet af ræv og grævling er ikke faldet i takt med, at mårhund har etableret bestande i fx Finland, Polen og Tyskland (Kauhala & Kowalczyk 2011, www.jagdverband.de). Hvis fødekonkurrence fra mårhund skal have en negativ effekt på bestandsstørrelserne af ræv og grævling, skal de to hjemmehørende arter være begrænset af føderessourcerne (Remonti et al. 2012). Hvis ræve- og grævlingebestandene ligger under områdets bæreevne af andre årsager,

fx jagt, regulering, sygdomsudbrud eller trafikdrab, vil konkurrencen med mårhund om føderessourcerne ikke begrænse de to hjemmehørende arters bestandsstatus. Om eller i hvilken grad bestandene af ræv og grævling er begrænset af jagt, regulering eller trafikdrab i Danmark er der ingen undersøgelser af. Balancen mellem hjemmehørende og ikke-hjemmehørende arter kan selvsagt også forskydes i retning af større bestande af de hjemmehørende arter, hvis udslippet af ikke-hjemmehørende arter fra fangenskab stoppes, som myndighederne gjorde ved at begrænse mulighederne for at holde mårhund i fangenskab (BEK nr. 720 af 24/06/2011). Forekomsten af hjemmehørende rovdyr kan endvidere begrænse ikke-hjemmehørende arters adgang til mulige levesteder (Erlinge 1972, Bonesi & Macdonald 2004), og bestandsfremgang og -tæthed af mårhund kan være reduceret i områder med bestande af ulv (*Canis lupus*) og los (*Lynx lynx*) (Kauhala & Kowalczyk 2011).

KONKLUSION

Undersøgelsen har vist, at mårhund i Danmark har et meget bredt og opportunistisk fødevalg, der varierer med fødekildernes tilgængelighed i løbet af året. Op mod halvdelen af de indsamlede mårhunde kunne ikke anvendes til at beskrive artens fødevalg, fordi der manglede informationer om dødsårsag. Hvis det fremover skal være muligt at få mest mulig vildtbiologisk viden ud af alle de indsamlede mårhunde, er det essentielt, at der registreres standardiserede og præcise informationer om dødsårsag, dato og fundsted for de indsamlede dyr.

Mårhund præderer på hjemmehørende arter på samme vis som ræv, grævling og andre rovdyr. Denne prædation er selvsagt en trussel for det enkelte byttedyr, men en undersøgelse af hvad mårhunde har ædt, kan ikke vise om mårhunds prædation er en trussel for byttedyrsbestandens status. Sjældne byttedyr vil qua deres status kun forekomme sporadisk i føden hos generalister som fx mårhund og ræv, hvorfor deres

føde kun kan afspejle eventuelle ændringer i tilgængeligheden af forskellige byttedyr i tid og rum på et meget overordnet niveau. Generalisters prædation kan være en trussel mod sårbare bestande af byttedyr, da de almindelige byttedyr og alternative fødekilder, fx foderpladser til vildt og husdyr, kan opretholde en relativ tæt forekomst af rovdyr, som vil udøve et konstant prædationstryk på de sårbare byttedyrsbestande. For at bestemme om mårhund er en trussel for byttedyrsbestande, skal byttedyrenes bestandsdynamik og -status analyseres i forhold til prædationstryk fra mårhund og andre rovdyr. Det kræver målrettede undersøgelser af både rovdyrenes prædation og byttedyrsbestandene, fx padde og jordrugende fugle, i deres levesteder (Salo et al. 2010, Meisner et al. 2014).

TAK

Der skal rettes en stor tak til borgere, jægere og medarbejdere i Naturstyrelsen, der har indleveret mårhunde, og til Aalborg Zoo Conservation Foundation (AZCF) og Jægerens Naturfond for økonomisk støtte til undersøgelsen. Marie Fangel Cleemann, NST, takkes for adgang til Naturstyrelsens oversigt over indsamlede mårhunde. Søren Østergaard Gertsen takkes for hjælp med identifikation af insekter.

FORFATTERES BIDRAG

THJ, MC og ME koordinerede indsamling og prøvetagning af mårhunde. DMGM, LSN og ME stod for undersøgelserne af maveindhold. ME analyserede resultaterne. Alle forfattere bidrog til manuskriptet.

CITERET LITTERATUR

Ahola M, Nordström M, Banks PB, Laanetu N & Korpimäki E (2006) Alien mink predation induces prolonged declines in archipelago amphibians. *Proc. Roy. Soc. Lond. B* 273: 1261–1265.
Al-Sabi MNS, Chriél M, Jensen TH & Ene-mark HL (2013) Endoparasites of the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*)

and the red fox (*Vulpes vulpes*) in Denmark (2009-2013). A comparative study. *Int. J. Parasitol.* 2: 144-251.

- Ansorge H (1998) Biologische Daten des Marderhundes aus der Oberlausitz. *Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz* 70: 47-61.
Asferg T (1991) *Rovdyr. I: B Muus (red) Danmarks pattedyr 2.* Gyldendal. 7-103.
Barbu P (1972) Beiträge zum Studium des Marderhundes, *Nyctereutes procyonoides ussuriensis* aus dem Donaudelta. *Säugetierk. Mitt.* 20: 375–405.
BEK nr. 720 af 24/06/2011: Bekendtgørelse om hold af mårhund (*Nyctereutes procyonoides*) i fangenskab. Miljøministeriet.
Bonesi L & Macdonald DW (2004) Impact of released Eurasian otters on a population of American mink: a test using an experimental approach. *Oikos* 106: 9-18.
Baagøe HJ & Ujvári M (2007) Mårhund *Nyctereutes procyonoides* (Gray, 1834). I: Baagøe HJ & Jensen TS (red) *Dansk Pattedyr Atlas.* Gyldendal: 182-183.
Caut S, Angulo E & Courchamp F (2008) Dietary shifts of an invasive predator: rats, seabirds and sea turtles. *J. Appl. Ecol.* 45: 428-437.
Day MG (1966) Identification of hair and feather remains in the gut and faeces of stoats and weasels. *J. Zool.* 148: 201-217.
Drygala F & Zoller H (2013) Spatial use and interaction of the invasive raccoon dog and the native red fox in Central Europe: competition or coexistence? *Eur. J. Wildl. Res.* 59: 683-691.
Drygala F, Werner U & Zoller H (2014) Diet composition of the invasive raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) and the native red fox (*Vulpes vulpes*) in north-east Germany. *Hystrix* 24: 190-194.
Drygala F, Korablev N, Ansorge H, Fickel J, Isomursu M, Elmeros M, et al. (2016). Homogenous population genetic structure of the non-native raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) in Europe as a result of rapid population expansion. *PLoS ONE* 11: e0153098. doi:10.1371/journal.pone.0153098.
Elmeros M, Andersen PN, Sunde P, Haugaard L, Skov F & Madsen AB (2014). Påkørte større vilde dyr i

- Danmark (2003-2012). Institut for Bioscience, Aarhus Universitet, Videnskabelig rapport fra DCE, nr. 91, Aarhus Universitet.
- Erlinge S (1972) Interspecific relations between otter *Lutra lutra* and mink *Mustela vison* in Sweden. *Oikos* 23: 327-335.
- Helle E & Kauhala K (1991) Distribution history and present status of the raccoon dog in Finland. *Holarct. Ecol.* 14: 278-286.
- Hoffmann D & Schmäuser H (2007) Wildzustandsbereich Schleswig-Holstein 2007. Beiträge zur Wildbiologie Heft 2007/1. Landesjagdverband Schleswig-Holstein, Flinckbek.
- Ikeda T, Asano M, Matoba Y & Aeb G (2004) Present status of invasive alien raccoon and its impact in Japan. *Global Environ. Res.* 8: 125-131.
- Jeźdrzejewska B & Jeźdrzejewski W (1998) Predation in vertebrate communities. The Białowieża Primeval Forest as a Case Study. Springer Verlag.
- Jensen KW & Toft S (2014) Mønstre i løbe- og rovbille-faunaen i jyske naturskove. *Flora & Fauna* 119: 77-96.
- Jensen TS (1993) Mus, rotter og spidsmus. Natur og Museum, Naturhistorisk Museum, Århus.
- Kauhala K (1993) Growth, size and fat reserves of the raccoon dog in Finland. *Acta Theriol.* 38: 139-150.
- Kauhala K (1996) Introduced carnivores in Europe with special reference to central and northern Europe. *Wildlife Biol.* 3: 197-204.
- Kauhala K & Auniola M (2001) Diet of raccoon dog in summer in the Finnish archipelago. *Ecography* 24: 151-156.
- Kauhala K & Auttila M (2010) Habitat preferences of the native badger and the invasive raccoon dog in southern Finland. *Acta Theriol.* 55: 231-240.
- Kauhala K & Holmala K (2006) Contact rate and risk of rabies spread between medium-sized carnivores in southeast Finland. *Ann. Zool. Fenn.* 43: 348-357.
- Kauhala K & Ihalainen A (2014) Impact of landscape and habitat diversity on the diversity of diets of two omnivorous carnivores. *Acta Theriol.* 59: -12.
- Kauhala K, Kaunisto M & Helle E (1993) Diet of the raccoon dog *Nyctereutes procyonoides* in Finland. *Z. Säugetierk.* 58: 129-136.
- Kauhala K & Kowalczyk R (2011) Invasion of the raccoon dog *Nyctereutes procyonoides* in Europe: History of colonization, features behind its success, and threats to native fauna. *Curr. Zool.* 5: 584-598.
- Kauhala K, Laukkanen P & Rége I (1998) Sommer food composition and food niche overlap of the raccoon dog, red fox and badger. *Ecography* 21: 457-463.
- Kauhala K & Saeki M (2004). Raccoon dogs: Finish and Japanese raccoon dogs - on the road to speciation? I: MacDonald DW & Sillero-Zubiri C (red.) *Biology and Conservation of Wild Canids*. Oxford. Oxford University Press: 217-226.
- Krebs CJ (1999) *Ecological Methodology*. Addison Welsey Longman. New York.
- Kruuk H & Parish T (1981) Feeding specialization of the European Badger *Meles meles* in Scotland. *J.f Anim. Ecol.* 50: 773-788.
- Laursen LS (2002) Identifikation, kvantificering og sammenligning af føden hos landræve og byræve i Danmark. Upubliceret speciale fra Zoologisk Museum, Københavns Universitet og Danmarks Miljøundersøgelser.
- Laursen K, Elmeros M, Holm TE, Asferg T, Amstrup O, Bak M, Thorup O, Madsen AB & Hansen TS (2008) Dømt på mistanke? Et prædations-projekt på Tipperne. *Dansk Ornith. Foren. Tidsskr.* 102: 246-247.
- Madsen SA, Madsen AB & Elmeros M (2002) Seasonal food of badgers (*Meles meles*) in Denmark. *Mammalia* 3: 341-352.
- Meisner K, Sunde P, Clausen KK, Clausen P, Fællid CC & Hoelgaard M (2014) Foraging ecology and spatial behavior of the red fox (*Vulpes vulpes*) in a wet grassland ecosystem. *Acta Theriol.* 59: 377-389.
- Nordström M, Högmander J, Laine J, Nummelin J, Laanetu N & Korpimäki E (2003) Effects of feral mink removal on seabirds, waders and passerines on small islands of the Baltic Sea. *Biol. Conserv.* 109: 359-368.
- Nørgaard LS, Mikkelsen DMG, Rømer AE, Chriél M, Elmeros M, et al. (2014) Spredning af feral Mårhund (*Nyctereutes procyonoides*) i Danmark. *Flora & Fauna* 120: 8-14.
- Nørgaard LS, Mikkelsen DMG, Elmeros M, Chriél M, Madsen AB, et al. (submitted) Population genomics of the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) in Denmark: Insights into invasion history and population development.
- Opermanis O, Mednis A, & Bauga I (2001) Duck nests and predators: interaction, specialisation and possible management. *Wildl. Biol.* 7: 87-96.
- Remonti L, Balestrieri A, Ruiz-González A, Gómez-Moliner BJ, Capelli E & Prigioni C (2012) Intraguild dietary overlap and its possible relationship to the coexistence of mesocarnivores in intensive agricultural habitats. *Popul. Ecol.* 54: 521-532.
- Reynolds JC & Aebischer NJ (1991) Comparison and quantification of carnivore diet by faecal analysis: a critique, with recommendations, based on a study of the Fox *Vulpes vulpes*. *Mamm. Rev.* 3: 97-122.
- Rømer AE, Nørgaard LS, Mikkelsen DMG, Chriél M, Elmeros M, et al. (2015) Population viability analysis of feral raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) in Denmark. *Arch. of Biol. Sci.* 67: 111-117.
- Salo P, Ahola MP & Korpimäki E (2010) Habitat-mediated impact of alien mink predation on common frog densities in the outer archipelago of the Baltic Sea. *Oecologia* 163: 405-413.
- Selva N, Berezowska-Cnota T & Elguero-Claramunt I (2014) Unforeseen effects of supplementary feeding: Ungulate baiting sites as hotspots for ground nest predation. *PLoS ONE* 9: e90740. doi:10.1371/journal.pone.0090740.
- Sidorovich VE, Solovej IA, Sidorovich AA & Dyman AA (2008) Seasonal and annual variation in the diet of the raccoon dog *Nyctereutes procyonoides* in northern Belarus: the role of habitat type and family group. *Acta Theriol.* 53: 27-38.
- Skov- og Naturstyrelsen (2010) Indsatsplan mod mårhund. Skov- og Naturstyrelsen, Miljøministeriet.
- Stier N (2006) Ständig auf Beutezug. Biologie des Marterhundes. Neubürger auf dem Vormarsch. Sonderheft von Unsere Jagd, Pirsch & Niedersächsischer Jäger: 14-23.
- Sutor A, Kauhala K & Ansorge H (2010) Diet of the raccoon dog *Nyctereutes procyonoides* - a canid with an opportunistic foraging strategy. *Acta Theriol.* 55: 65-176.
- Sutor A & Schwarz S (2013) Seasonal habitat selection of raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*) in Southern Brandenburg, Germany. *Folia Zool.* 62: 235-243.
- Süld K, Valdmann H, Laurimaa L, Soe E, Davison J & Saarma U (2014) An invasive vector of zoonotic disease sustained by anthropogenic resources: The raccoon dog in northern Europe. *PLoS ONE* 9: e96358. doi:10.1371/journal.pone.0096358
- Teerink B (1991) Atlas and Identification Key - Hair of West European Mammals. Cambridge, University Press.
- Thomas L & Ægidius H (2010) Den lille felthåndbog om træer. New Holland Publishers.
- Toft S (2010) Leddyrenes biologi. Biologisk Institut, Aarhus Universitet.
- Viranta S & Kauhala K (2011) Increases carnivory in Finnish red fox females: Adaptation to a new competitor? *Ann. Zool. Fenn.* 48: 17-28.
- Wilson DE & Mittermeier RA (red.) (2009) Handbook of the Mammals of the World. Vol. 1, Carnivores. Lynx Edicions, Barcelona.