

Tartu Ülikool
Bioloogia – Geograafiateaduskond
Zooloogia ja Hüdrobioloogia Instituut
Erizooloogia õppetool

Marju Korsten

Sipelgad pruunkaru (*Ursus arctos*) toidus Eestis

Magistritöö zooloogias

Juhendajad: Urmas Saarma, Ph. D.

Ants-Johannes Martin, Ph. D.

Tartu 2006

Sisukord

Sissejuhatus	4
Kirjanduse ülevaade	6
1.1 Sipelgtoidulisus pruunkarul erinevates levila osades	6
1.2 Eesti sipelgate süstemaatiline ülevaade	9
Materjal ja meetodika	12
1.1 Uurimisala	12
1.2 Ekskrementide kogumine ja analüüs	13
1.3 Sipelgate biomassi uuring	16
1.4 Andmeanalüüs	17
Tulemused	18
1.1 Ekskrementanalüüs	18
1.1.1 Kevad	20
1.1.2 Suvi	21
1.1.3 Sügis	23
1.2 Erinevate sipelgaliikide biomass uuritava alal	25
1.2.1 Karu eelistused sipelgaperekondade vahel	26
Arutelu	28
1.1 Kevad	28
1.2 Suvi	30
1.3 Sügis	32
1.4 Sipelgate biomass	32
Kokkuvõte	34
Summary	36
Tänuõnad	38
Kasutatud kirjandus	39
Lisad	45
Lisa 1. Sipelgate mahuprotsent (FV) ja esinemissagedus (FO) erinevates piirkondades erinevatel aastaegadel	45

Lisa 2. Sipelgaperekondade mahuprotsent (FV) ja esinemissagedus (FO) erinevates piirkondades erinevatel aastaegadel.....	46
Lisa 3. Sipelgaid sisaldavate ekskrementide andmed.....	48
Lisa 4. Sipelgaliikide ligilähedased biomassid Eesti vaatlusaladel.....	51

Sissejuhatus

Pruunkaru on kõrge esteetilise väärtusega kiskja, kellel on tähtis koht meie rahvapärimestes ja -kultuuris. Nagu teisedki suurkiskjad, vajab ta oma elutegevuseks suurt territooriumi ja mõjutab oma tegevusega saakloomade arvukust ning territoriaalset jaotust. Viimaste asjaolude tõttu ongi pruunkaru ning teiste suurkiskjate kaitse ja ohjamine raskendatud. Samas, kaitstes karu kaitseme automaatselt antud elupaiga looduslikku mitmekesisust, lisaks on pruunkaru bioindikaatoriks, mis näitab ökosüsteemi normaalset funktsioneerimist (Linnell *et al.*, 2000).

Populatsiooni majandamiseks ja säilitamiseks peame teadma vastava populatsiooni nõudlusi toidule ja elupaigale (Servheen, 1989), aga samuti faktoreid, mis mõjutavad toidu kättesaadavust ja elupaigavalikut (Clevenger *et al.*, 1992). Üks peamisi elupaigavalikut mõjutavaid tegureid on toidu kättesaadavus ja kvaliteet (Litvaitis *et al.*, 1994). Kuigi karu pole Eestis enam majandatav jahiuluk, võib kahjustuste vältimise eesmärgil küttida nn. nuhtluskarusid (Keskkonnaministeeriumi ametlikud andmed). Karudega tekkivate probleemide vältimiseks ja karupopulatsiooni jätkusuutlikkuse tagamiseks on seega vajalikud toitumisuuringud.

Pruunkaru on oportunistlik omnivoor, kelle toidus esineb väga palju erinevaid toidukomponente (Pažetnov, 1990; Mattson *et al.*, 1991; Dahle *et al.*, 1998). Põhja-Euroopas on sipelgad üks kolmest peamisest toidukomponendist (Johansen, 1997; Swenson *et al.*, 1999), mille tarbimine sõltub suuresti alternatiivse toidu kättesaadavusest (Clevenger *et al.*, 1992; Johansen, 1997; Swenson *et al.*, 1999; Mattson, 2001). Sipelgaid esineb väga erinevates elupaigatüüpides, mistõttu on nad kergesti kättesaadavaks loomse valgu ja rasva allikaks (Große, 1999; Mattson, 2001). Valgurikas toit on eriti oluline noorloomadele kasvamiseks (Dahle *et al.*, 1998). Lisaks on näidatud, et pruunkaru reproduktiivsus on tugevas positiivses korrelatsioonis toitumistingimustega (Bunnell & Tait, 1981). Mainitud asjaoludest saab järeldada, et sipelgad võivad teatud perioodil karu jaoks olla kriitilise tähtsusega (Mattson, 2001), pakkudes kergesti kättesaadavat ja stabiilset toiduressurssi (Große, 1999).

Pruunkaru toitumist on uuritud ekskrementanalüüsiga kõigis suuremates regioonides, kus teda leidub. Eestis seni korralik karu toitumisanalüüs puudus, seetõttu käivitati 2003. aastal Eesti Karuprojekt, mille eesmärgiks sai muuhulgas pruunkaru toitumise uurimine. Kuna pruunkaru areaali erinevates piirkondades valitsevad erisugused toitumistingimused, ei saa pruunkaru kohta mujalt saadud toitumisandmeid Eestile üle kanda. Karu sipelgtoidulisust on korralikumalt uuritud Põhja-Ameerikas, Skandinaavias ja Sloveenias, ning needki andmed on kohati väga erinevad, tulenevalt piirkondlikust iseärasusest. Senised teadmised karu sipelgtoidulisuse kohta Eestis on üsna pealiskaudsed. Kaal (1969) märgib oma töös, et karud lõhuvad kevadel palju sipelgapesi ja kände. Need teadmised pärinevad aga peamiselt jahimeeste tähelepanekutest ja paari ekskremendi analüüsist (Kaal, 1969; Kaal, 1980). Sipelgate osatähtsuse ja liigilise koosseisu kohta karu toidus andmed puuduvad. Antud töö püüabki seda tühimikku täita.

Käesoleva töö eesmärkideks on:

- 1) määrata ekskrementanalüüsil sipelgate osakaal Eesti pruunkarude toidus,
- 2) määrata tarbitud sipelgate taksonoomiline kuuluvus,
- 3) analüüsida pruunkaru võimalikke eelistusi sipelgaliikide lõikes,
- 4) võrrelda pruunkaru sipelgtoidulisust Eestis ja mujal Euroopas.

Kirjanduse ülevaade

1.1 Sipelgtoidulisus pruunkarul erinevates levila osades

Pruunkaru (*Ursus arctos*) on omnivoor, kelle toit on piirkonniti väga varieeruv, tulenevalt regionaalsetest erinevustest (Johansen, 1997; Große *et al.*, 2003). Erinevus on nii toidu liigilises koosseisus kui ka erinevate liikide mahulises vahekorras (Cicnjak *et al.*, 1987; Sobanski & Zavatski, 1993; Šubin, 1993; Johansen, 1997; Mattson *et al.*, 1991; Persson *et al.*, 2001). Enamasti moodustavad karu toidust suurema osa erinevad taimed, mida võib esineda kuni mitukümmend liiki, kuid millest peamised on siiski kümmekond (Pažetnov, 1990; 1993). Loomne osa toidust koosneb peamiselt sõralistest ja sipelgatest, nende osatähtsus sõltub aastaajast ning vaadeldavast piirkonnast (Danilov *et al.*, 1993; Lavov, 1993; Dahle *et al.*, 1998; Swenson *et al.*, 1999). Põhja-Ameerikas on loomsest toidust olulisemad imetajad ja kalad, sipelgad on vähemtähtsad (Hamer & Herrero, 1987; Mattson *et al.*, 1991).

Kõik karu liigid (Carnivora: Ursidae), v.a jääkaru, tarbivad vähemal või rohkemal määral sipelgaid (Hymenoptera: Formicidae) (Joshi *et al.*, 1997; Swenson *et al.*, 1999; Mattson, 2001). Sipelgate tarbimises esineb suur varieeruvus nii sama liigi populatsioonide vahel (Elgmork & Kaasa, 1992), kui ka populatsioonisiselt erinevatel aastatel ja aastaegadel (Mattson *et al.*, 1991). Pruunkaru sipelgtoidulisust on põhjalikumalt uuritud Skandinaavias (Johansen, 1997; Swenson *et al.*, 1999), Sloveenias (Große, 1999; Große *et al.*, 2003) ja Põhja-Ameerikas (Mattson, 2001) (lisa 1). Rahuldavad andmed karu sipelgtoidulisusest on ka Venemaa kohta, paraku on sealsed andmed sageli lünklikud ning aegajalt jääb segaseks andmete päritolu ja valimi suurus. Sageli jääb arusaamatuks, kas andmed on saadud ekskrement- või maosisuseanalüüsist. Piirkondades, kus sipelgad ei ole eriti oluline toidukomponent on sipelgad pandud kokku teiste putukatega, mistõttu sipelgate täpne osakaal jääb ebaselgeks (Berducou *et al.*, 1983; Frackowiak & Gula, 1992). Sipelgtoidulisuse andmed on saadud enamasti ekskrementanalüüsil (Elgmork & Kaasa, 1992; Große, 1999; Mattson, 2001; Mordosov, 2002), harvem ka lumejälituse abil (Johansen, 1997; Mordosov, 2002) või maosisuseanalüüsil (Mordosov, 2002).

Sipelgate tarbimine pruunkaru poolt on regiooniti väga erinev (lisa 1). Põhja-Ameerikas on sipelgad suhteliselt väheoluline toidukomponent (lisa 1) (Mattson *et al.*, 1991; White *et al.*, 1998; Mattson, 2001), Venemaa kirdeosas ei tarbi karud väidetavalt aga üldse sipelgaid (Judin, 1993; Revenko, 1993). Samas võivad sipelgad Skandinaavias anda umbes kolmandiku karu aastasest energiavajadusest (Swenson *et al.*, 1999). Kuigi Sloveenias on sipelgate biomass looduses kuni sada korda väiksem kui Kesk-Rootsis, tarbivad sealsed karud kõigest kaks korda vähem sipelgaid, näidates nende olulisust sealse karu toidus (Große, 1999). Sipelgate tarbimine sõltub tugevasti muu toidu kättesaadavusest (Swenson *et al.*, 1999; Mattson, 2001), seetõttu võivad sipelgad mingil perioodil osutada karu jaoks väga oluliseks toiduobjektiks (Große, 1999). Johansen (1997) näitas oma töös lumejälituse andmete põhjal, et emakarud tarbivad võrreldes isakarudega rohkem sipelgaid ja rüüstavad rohkem sipelgapesi, seega saab väita, et sipelgate tarbimine sõltub ka karupopulatsiooni soolisest struktuurist.

Enamuses karu sipelgtoidulisuse töödes on sipelgad määratud perekonna tasemeni, mõned üksikud olulisemad liigid ka liigilise tasemeni (Johansen, 1997; Swenson *et al.*, 1999). Põhjenduseks tuuakse erinevate liikide keeruline omavaheline eristamine (Swenson *et al.*, 1999). Mattson (2001) on üks väheseid, kes on oma töös sipelgad määranud liigini.

Sipelgaperekondade eelistamine/vältimine karu poolt tuleneb nende keemilisest koostisest, pesa tüübist ning isendite suuruselt. Swenson *et al.* (1999) näitas oma töös, et hobusipelgate eelistamine kuklaste eest tuleneb hobusipelgate väiksemast sipelghappe sisaldusest, paremast seeduvusest ja suuremast energiasisalduselt, samas on aga kuklased kõrgema valgusisaldusega. Teiste perekondade kohta paraku sarnane põhjalik keemiline analüüs karu toitumist uurivates töödes puudub. Põhja-Ameerikas rüüstavad karud kõige enam sipelgapesi, mis asuvad kändudes ja tunduvalt vähem pesi, mis asuvad puunottide või kivide all või pinnases. Karud eelistavad suuri ja väldivad väikeseid sipelgaid, kes elavad väikestes pesades (Mattson, 2001). Kevadine kuklaste eelistamine Skandinaavias ning Sloveenias tuleneb kuklaste kuhilpesast (lisa 2a), mille tõttu aktiveeruvad kuklased teistest sipelgatest mõnevõrra varem ning koonduvad kuhila tippu, olles karule kergesti kättesaadav toit.

Enamasti on sipelgad olulisemad kevadises ja suvises toidus (lisa 2a,b), kuna nendel aastaaegadel pole energiarikkam toit kättesaadav (Loskutov *et al.*, 1993; Slobodjan, 1993; Johansen, 1997; Swenson *et al.*, 1999; Mattson, 2001). Sügisel sipelgate osatähtsus sageli langeb (lisa 2c), sest kättesaadavaks muutuvad marjad ja sageli ka antropogeenne toit (Norras näiteks lambad (*Ovis aries*)) (Loskutov *et al.*, 1993; Johansen, 1997; Dahle *et al.*, 1998; Swenson *et al.*, 1999; Persson *et al.*, 2001). Samas on näiteks Jakuutias sipelgate osakaal suurem kevadises toidus, suvel nende osatähtsus langeb ning tõuseb taas sügisel (Mordosov, 1993). Siiski pole veel päris selge, mille alusel karu täpselt sipelgaid valib (Große, 1999).

1.2 Eesti sipelgate süstemaatiline ülevaade

Sipelgad on ühiselulised putukad, kes moodustavad hulгаisendilisi, liigist sõltuva isendite arvuga pesakondi (Maavara, 1953). Eestis on teada 48 liiki sipelgaid, kes kuuluvad kahte alamsugukonda ja kaheksasse perekonda (Maavara, 1993):

Sugukond: Formicidae – sipelglased

Alamsugukond: Myrmicinae – rautsiklased

Perekond: *Myrmica* – rautsikas

Harpogoxenus – röövnaadris

Leptothorax – rusklane

Formicoxenus - moonaksipelgas

Tetramorium - nardlane

Alamsugukond: Formicinae – kuklased

Perekond: *Camponotus* – hobusipelgas

Lasius – murelane

Formica – kuklane

Järgnevalt on toodud Eesti tavalisemad sipelgaliigid (Maavara, 1953; 1993; Maavara & Martin, 1993; A-J. Martin, avaldamata andmed), keda on mujal karu toidust leitud (Große, 1999; Swenson *et al.*, 1999).

Alamsugukond: Myrmicinae- rautsiklased

Myrmica rubra – niidurautsik: tavaline; eelistab niiskemaid kohti, metsades, niitudel, parkides, põldudel; metsas pesitseb kändudes, niitudel ja karjamaadel mätastes, mujal ka kivide ja puutükkide all; agressiivse pesa kaitsva käitumisega (Maavara, 1953, 1993; Maavara & Martin, 1993).

Myrmica ruginodis – tavarautsik: tavaline; peamiselt metsades; kaevandpesad pinnases; vähem agressiivne kui eelmine liik.

Alamsugukond: Formicinae – kuklaslased

Camponotus herculeanus – taiga-hobusipelgas: suhteliselt sage; sage lodumetsades, aga ka mujal okas- ja segametsades; pesitseb vanades kändudes, haigetes ja surevates puudes.

Camponotus ligniperda – lääne-hobusipelgas: harvem kui eelmine liik; okas- ja segametsades, leitud ka avamaastikult; elutseb samuti kändudes, kuivanud puutüvedes, vanadel laoplatidel palgihunnikutes.

Lasius fuliginosus – puumurelane: suhteliselt sage; lehtpuurikastes vanades puistutes, tahab niiskemat pinnast; pesa ehitatakse väljaheidetega segatud puupurust, seest õõnsasse puutüvesse; kartongpesad on sageli väga suured täites puutüve mitme meetri kõrguselt; pered isendirikkad ja moodustavad sageli omavahel suhtlevaid kolooniaid (Hölldobler & Wilson, 1990).

Lasius niger – mullamurelane: üks tavalisemaid meil esinevaid sipelgaliike; kõikjal arvukas – metsades, nõmmedel, niitudel, soodes, rabades; ehitab kuhikuga kaevandpesa, sageli pesitseb kivide all, kändudes või rajab pesa puukoore alla; pesade arvukus võib tõusta niitudel 40 pesani aari kohta; pesad isendirikkad, ulatudes vanadel niitudel kuni 10000 isendini pesa kohta (Maavara & Martin, 1985; Vilbaste *et al.*, 1985)

Lasius flavus – niidumurelane: tavaline, eriti niiskematel avamaa aladel, karjamaadel, puisniitudel, leht- ja segametsades; kuhikpesa, mõnikord pesa ka kivide ja puukoore all; pesad isendirikkad; asurkonnad suured, hõivates terveid niitusid koos mullamurelastega, asustatud niit jagatakse siiski omavahel territoriaalselt; harvad pole juhud, kus niidu- ja mullamurelane jagavad ühte pesakuhikuks valitud mätast (Maavara, 1953, 1993; Maavara & Martin, 1993).

Formica aquilonia – laanekuklane: tavaline; moodustab Ida-Eestis võimsaid, mitmest tuhandest pesast koosnevaid asurkondi.

Formica fusca – raudkuklane: sage; mitmekesistes elupaikades, sega- ja lehtmetsades, puisniitudel, niitudel, liivikuil, põldudel, pesitseb mädanenud puidus, puutüvede ja kivide all; pered mõnest sajast kuni paari tuhande isendini; raudkuklane on oluline teiste metsakuklaste liikide levimisel ja püsimisel koosluses, sest „alistuva liigina” loob head

tingimused mitmete kuklaste perede tekkeks (Gösswald, 1989; Hölldobler & Wilson, 1990; Maavara, 1993; Maavara & Martin, 1993).

Formica polycheta – palukuklane: tavaline; asustab üle Eesti palumetsi; moodustab mõnest kuni viiekümnest pesast koosnevaid asurkondi; pered suured ja moodustavad omavahel radadega ühenduses olevaid kolooniaid.

Formica rufa – arukuklane: puisniitudel; valgusrikastes metsades ja metsaservades elav kuklane; kolib sageli aedadesse, ehitab pesi mahajäänud hoonetesse ja hõivab mesilastarusid (Martin, 1971); pesad enamasti üksikult ja iseseisvalt, pered teiste kuklastega võrreldes keskmise suurusega (Gösswald, 1989).

Formica pratensis – liivakuklane: tavaline; kuivadel valgusrikastel aladel metsa vahetus läheduses; ehitab lamedaid kuhikpesi.

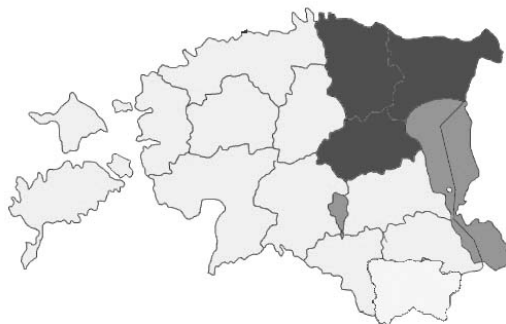
Formica execta – niidukuklane: tavaline; pesitseb jõeluhtadel, niitudel, puisniitudel ja võsast puhastatud elektriliinidel ning metsasihtidel; rajab rohukõrre- ning lehetükikestega kaetud kuhikpesi; pesad moodustavad kolooniaid, pered on keskmise suurusega (Maavara, 1953, 1993; Maavara & Martin, 1993).

Formica sanguinea – röövkuklane: tavaline; eelistab kuivemaid ja valgusrikkamaid puistuid, männi- ja segametsades, puisniitudel, liivikuil, puudega kinnistunud luiteil; kaevandpesa, mõnikord väikese kuhikukesega; agressiivse käitumisega kuklane, kes vallutab enamasti raudkuklase pesa ja peab neid orjadena (Hölldobler & Wilson, 1990).

Materjal ja metoodika

1.1 Uurimisala

Geoloogiliselt paikneb Eesti Ida-Euroopa platvormi loodeosas, Fennoskandia kilbi lõunanõlval ja sellega piirnevatel aladel (Laasimer, 1965; Paal, 1997). Pinnamood on üldiselt tasandikuline, maapinna keskmine kõrgus merepinnast on 50 m, üle 100 m ulatub vähem kui kümnendik maa-alast (Raukas, 1995). Geobotaaniliselt kuulub Eesti põhjapoolkera parasvöötne metsavööndi salu-okasmetsade ehk nn. segametsade allvööndi põhjaossa (Laasimer, 1965; Paal, 1997). Iseloomulikuks taimekoosluseks on salukuusikud, laane- ja palumetsad (Laasimer, 1965). Metsamaa võtab enda alla 51,9% Eesti territooriumist (Keskkonnaministeeriumi ametlikud andmed). Domineerivateks puuliikideks on harilik kuusk (*Picea abies*), harilik mänd (*Pinus sylvestris*), arukask (*Betula pendula*) ja haab (*Populus tremula*) (Meikar, 1999). Keskmine temperatuur on 6.1°C, aktiivse taimede kasvuperioodi pikkus, mille vältel õhutemperatuur on üle 10°C, kestab 120-130 päeva (Paal, 1997; Roose, 2002). Keskmine sademete hulk on 650 mm (Raukas, 1995). Lumikatte kestus Viru- ja Jõgevamaal on 115-125 päeva (Roose, 2002).



Joonis 1. Uurimisala paiknemine Eestis (märgitud mustaga) (originaal).

Uurimisala hõlmas kolme Eesti maakonda: Jõgevamaad, Ida- ja Lääne-Virumaad (joonis 1). Ala suurus on 9432 km², mis on umbes viiendik Eesti pindalast. Antud piirkonda võib käsitleda Eesti karupopulatsiooni tuumikalana, kuna umbes 60% karudest elutseb loendusandmete järgi just nendes maakondades (Keskkonnaministeerium). Aastani 2003 oli pruunkaru Eestis jahiulukite nimekirjas, keda võis lubade alusel küttida 1. augustist - 31.

novembrini. Aastast 2004 tohib küttida erilubade alusel vaid nn. probleemkarusid. Taliuinak kestab karudel sõltuvalt aastast novembrist kuni aprilli keskpaigani (Kaal, 1969). Eestis on ametlikel andmetel hinnanguliselt ~550 karu (Keskkonnaministeerium). Potentsiaalsed pruunkaru saakloomad on uuritavas piirkonnas järgmised: põder (*Alces alces*), punahirv (*Cervus elaphus*), metskits (*Capreolus capreolus*) ja metssiga (*Sus scrofa*) ning lisaks neile söödaplatsidel olevad koduloomade korjused.

1.2 Ekskrementide kogumine ja analüüs

Karu toitmise uurimiseks koguti uuritavalt alalt ekskremeente Ekskremeente kogusid jahimehed ja projektis osalejad aastatel 2003-2004 Eesti karupopulatsiooni tuumikalalt (joonis 1). Kogumise käigus varustati iga proov sildiga, millele märgiti kuupäev ja leiukoht. Suurem osa ekskremeente säilitati sügavkülmutatuna, mõned üksikud kuivatati. Sesonsete erinevuste selgitamiseks toidu koostises jagati karu toitumisperiood kolmeks: kevadine (1. aprill-24. mai), suvine (25. mai-31. juuli) ja sügisene (1. august-31. oktoober), jaotus toimus peamiste toiduobjektide kättesaadavuse alusel. Suve algust tähistab ligikaudne aeg, mil looduslikud rohhtaimed muutuvad kõikjal kättesaadavaks, sügise algust aga marjade valmimine ja ilmumine karu ekskrementidesse. Sarnaselt talitas ka Johansen (1997).

Ekskrementide kogumisel oli teada maakond ja jahipiirkond, kuid selle põhjal ei saanud teadlikult vältida ühe karu toitumisandmete ülesindatust. Ühel juhul, kui oli tegemist samast paigast pärit ekskrementidega, mis sisaldasid looduses väheesinevat toidukomponenti, jäeti juhuslikkuse alusel osa ekskremeente analüüsist välja. Sedasi toimis ka Dahle *et al.* (1998), kes kogus ekskremeente järgneva süsteemi alusel: viie või vähema ekskremendi esinemisel ühes kohas koguti kõik ekskremendid; kuue kuni seitsme ekskremendi puhul koguti viis juhuslikult valitud ekskrementi; kaheksa kuni kümne puhul kuus ekskrementi; kümne või enama esinemisel koguti seitse juhuslikult valitud ekskrementi.

Toitumise uurimiseks analüüsiti ekskremendid rakendades Hamer & Herrero (1987) poolt kirjeldatud metoodikat, mida on kasutatud enamuses karu toitumist uurivates töödes

(Johansen, 1997; Mattson *et al.*, 1991; Elgmork & Kaasa, 1992; Swenson *et al.*, 1999; Persson *et al.*, 2001). Ekskremendid kas sulatati või hüdreeriti soojas vees vastavalt nende säilitusviisile. Järgnevalt pesti ekskremendid jooksva vee all läbi ~0.8 mm võrgusilmaga sõela, seni kuni vesi ei muutnud värvust ning võeti juhuslikult viis 6 ml proovi. Igas proovis sorteeriti erinevad toidukomponendid ja hinnati visuaalselt nende mahuline osakaal. Visuaalne hindamine vastab hästi tegelikule mahuprotsendile ja on ajaliselt tunduvalt efektiivsem kui erinevate toidukomponentide mahuprotsendi määramine mõõtmise teel (Mattson *et al.*, 1991). Ekskremendi toidukomponentide mahuprotsent (FV) saadi viie juhuslikult võetud proovi tulemuste aritmeetilise keskmise arvutamisel.

Toidukomponentide osised määrati kõrgeima võimaliku taksonoomilise üksuseni. Toidukomponentide kindlakstegemisel kasutati 9-80 kordset suurendust ning võrdlusmaterjale Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja Keskkonnainstituudi kogudest. Sipelgaliigid määrati samuti kõrgeima võimaliku taksonoomilise üksuseni ja erinevate liikide isendid loendati. Erinevate liikide mahuliste vahekordade määramiseks kasutati liigi üksikisendi keskmist toorkaalu (lisa 3). Sipelgate määramisel kasutati pealtvalgustusega binokulaari *Olympus SZ-57* koos valgustussüsteemi *Olympus Highlight 2100-ga*. Määramisel kasutati 10-80 kordset suurendust. Väiksemat suurendust kasutati materjali sorteerimisel. Suuremat, kuni 80-kordset suurendust kasutati väiksemate sipelgaliikide määramisel ja sipelgate kehaosade pinnastruktuuri ning karvastiku, kui ühe olulisema väliselt nähtava süstemaatilise tunnuse hindamiseks. Perekond hobusipelgas määrati üheksal juhul perekonna tasemeni, kuna mitmed isendid olid vigastatud või nende värvus oli tugevasti muutunud. Liigini suudeti hobusipelgad määrata kahel juhul.

Sipelgad jaotati viide perekonda/alamperekonda: murelased (*Lasius spp.*), hobusipelgad (*Camponotus spp.*), rautsikud (*Myrmica spp.*), kuklased (*Formica spp.* (alamperekonnad *Formica s. st.*, *Raptiformica* ja *Coptoformica*)) ja alamperekond *Serviformica spp.* (kuhu kuuluvad raudkuklane (*F. fusca*) ning sametkuklane (*F. cinerea*)). Sarnast jaotust on kasutatud teisteski karu toitumist uurivates töödes ning see põhineb süstemaatilistel ja ökoloogilistel erinevustel (Dlussky, 1967; Johansen, 1997; Große, 1999; Swenson *et al.*, 1999).

Erinevate aastaegade ekskrementide sisud summeeriti ja arvutati mahuprotsent (FV – *Faecal Volume*) ja esinemissagedus (FO – *Frequency of Occurrence*) iga toidukomponendi kohta (valemid 1, 2).

$$(1) \quad FV_i = \frac{1}{j} \sum_1^i \text{ toiduobjekti } i \text{ mahuprotsent}$$

$$(2) \quad FO_i = \frac{1}{j} \text{ ekskrementide arv, mis sisaldab toiduobjekti } i,$$

kus j on ekskrementide arv.

Toidukomponendid seeduvad soolestikus erineval määral, mistõttu on ekskrementanalüüsi andmed mõneti eksitavad (Hewitt & Robbins, 1996). Loomne toit on tunduvalt paremini seeduv kui taimne toit, seega võib andmete analüüsil ülehinnata taimse toidu osatähtsust (Prichard & Robbins, 1990). Antud probleemi lahenduseks on Hewitt & Robbins (1996) välja töötanud korrektsioonifaktorid (CF_1), mille korrutamisel vastava toidukomponendi mahuprotsendiga saadakse teada hinnanguline tarbitud toidu (EDC – *Estimated Dietary Content*) mahuprotsent. EDC korrutamisel vastava teise grupi korrektsioonifaktoriga (CF_2) arvutatakse toidukomponendi hinnanguline panus energia koguväärtusesse (EDEC – *Estimated Dietary Energy Content*). Käesolevas töös kasutati samu teise grupi korrektsioonifaktoreid (CF_2) kui kasutasid Prichard & Robbins (1990), Dahle *et al.* (1998) ja Swenson *et al.* (1999). Sipelgate puhul $CF_1 = 1.1$ ja $CF_2 = 17.7 \text{ kJ/g}$ (Hewitt & Robbins, 1996). Kuklaste energiasisaldus on sõltuvalt tööjaotusrühmast 19–33 kJ/g (Ivask & Martin, 1988, 1991), kuid saamaks teiste karu toitumisuuringutega võrreldavaid tulemusi, kasutati siiski Hewitt & Robbins'i (1996) korrelatsioonifaktoreid.

1.3 Sipelgate biomassi uuring

Hindamaks karu võimalikke toitumiseelistusi ning kättesaadavate liikide koosseisu ja hulka, teostati uurimisalal sipelgate biomassi uuring (juuli, august 2005a.). Biomassiandmeid koguti samadest kohtadest, kust pärinesid analüüsitavad ekskrementid: Jõgevamaalt, Lääne- ja Ida-Virumaalt. Igast maakonnast uuriti läbi kaks 5-10 km² suurust ruutu e. suurt ruutu.

Igas suures ruudus valiti juhuslikult vähemalt viis transekti pikkusega 500 m (laius 20 m) ja 50 m (laius 2 m). Pikemal transektil hinnati kuklaste biomassi, väiksemal hinnati kändudes ja pinnases elavate liikide ning murelaste biomassi. Transektid pandi paika GPS-iga. Välitoid teostati ainult kuiva ja sooja ilmaga kui õhutemperatuur ületas 15°C, kuna need tingimused on sipelgate jaoks optimaalsed.

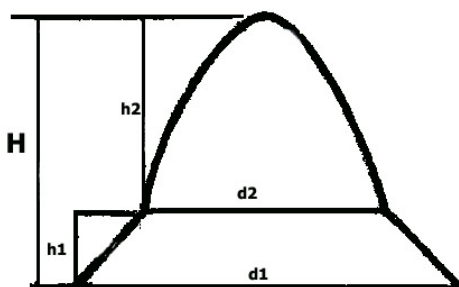
Väikesel transektil avati kirvega kõik kändud ja mättad ning sipelgate arvu pesa kohta hinnati visuaalselt järgmistes kategooriates: 1-50; 50-100, 200, 300, 500, 1000, 2000, 3000 jne. Sipelgate perede suurust hindas visuaalselt ka Rolstad *et al.* (1998) muusträhni toitumise uurimisel. Visuaalsel vaatlemisel hinnati avatud pesas sipelgate arv umbes 5x5 cm suurusel alal ja ekstrapoleeriti see ülejäänud sipelgatega kaetud alale. Igast pesast võeti 5-15 sipelgat hilisemaks liigi määramiseks. Määramiseni hoiti sipelgaid piiritusega täidetud probiiris. Biomassi arvutamisel kasutati sipelgate eluskaalu andmeid. Iga sipelgaliigi puhul arvutati isendi keskmine kaal ja isendite arvu kaudu sipelgapesas ning pesade arvukuse abil hinnati sipelgate biomassi hektaril erinevates ruutudes. Keskmise biomassi arvutamisel antud ala kohta leiti ruutude aritmeetiline keskmine (Maavara & Martin, avaldamata andmed; käesolevas töös saadud andmed).

Pikemal transektil loendati kõik kuhikpesad ja igal kuhikul mõõdeti aluse diameeter ja kõrgus (joonis 2). Lisaks joonisel tähistatule loendati radade arv ning pessa saabuvate või pesast lahkuvate sipelgate liikumisintensiivsus radadel minuti jooksul läbi raja ristlõigu, samuti määrati sipelgate arv kuhiku ülemises ja alumises pooles. Biomassi arvutamisel kasutati Zahharovi (1978) poolt välja töötatud meetodikat (valem 3), kus olulisemateks

parameetriteks olid liikumisintensiivsus ja radade arv. Radade puudumisel arvestati pesa suuruse ja sipelgate arvuga pesa pinnal.

$$(3) \quad N_e = \sum_i^n (M_i \times 7,7 \times A),$$

kus N_e on pesas olevate sipelgate arv, M_i on radade arv ja $A = 36,82 - 2,127I + 0,112I^2 - 0,00047I^3$, kusjuures I on käimisintensiivsus rajal.



Joonis 2. Sipelga kuhikpesal mõõdetud parameetrid (originaal).

Toorkaalu andmete saamiseks võeti võimalikult paljude liikide puhul igast piirkonnast ühest pesast 15 sipelgat. Sipelgad surmati eetriga ning säilitati külmutatud kujul hermeetiliselt Eppendorfi probiirides kuni kaalumiseni. Sipelgate kaalumiseks kasutati *Ohaus Voyager VP64CN* kaalu, mille täpsus on 0,1mg.

1.4 Andmeanalüüs

Aastaaegsete mahuliste erinevuste analüüsiks kasutati Mann-Whitney U-testi. Erinevate sipelgaliikide vaheliste eelistuse väljaselgitamiseks kasutati Spearmani korrelatsiooni. Maakondadevaheliste sipelga biomassi erinevuste analüüsiks kasutati Kruskal-Wallis'e testi. Tulemused loeti statistiliselt oluliseks kui $p < 0,05$. Andmeanalüüsil kasutati programmpaketti Statistica 6.0 (Statsoft Inc. 2001).

Tulemused

1.1 Ekskrementanalüüs

Aastatel 2003-2004 koguti 142 ekskrementi, millest 74 sisaldasid sipelgaid (lisa 3). Kokku leiti ekskrementidest 18 sipelgaliiki (lisa 4). Sipelgate sisalduselt ei erinenud 2003 ja 2004 aastal kogutud ekskrementid statistiliselt oluliselt ($U=603$, $p=0,45$), seetõttu analüüsiti erinevate aastate ekskremeente koos. Aastaaegadevahelisel võrdlusel selgus, et sipelgate mahuprotsendilt kevadised ja sügisesed ekskrementid statistiliselt ei erinenud ($U=211$, $p=0,39$), kuid suviste ja sügiseste ($U=142$, $p=0,001$) ning suviste ja kevadiste ($U=33,5$, $p=0,05$) ekskrementide võrdluses ilmnis statistiliselt oluline erinevus.

Valdavas enamikus sipelgaid sisaldavatest ekskrementidest (44,6%) esines üks sipelgaliik korraga, 27% sisaldas kahte liiki sipelgaid ja 10,8% kolme liiki (tabel 1). Maksimaliselt leiti ühest ekskrementist 7 sipelgaliiki, kuid üle nelja liigi esinemine oli suhteliselt harv, 9,6% ekskrementidest sisaldas viit või enam sipelgaliiki. Kevadel esines 70%-l ekskrementidest üks sipelgaliik korraga (tabel 1). Sügise poole liikide arv ekskrementis kasvas.

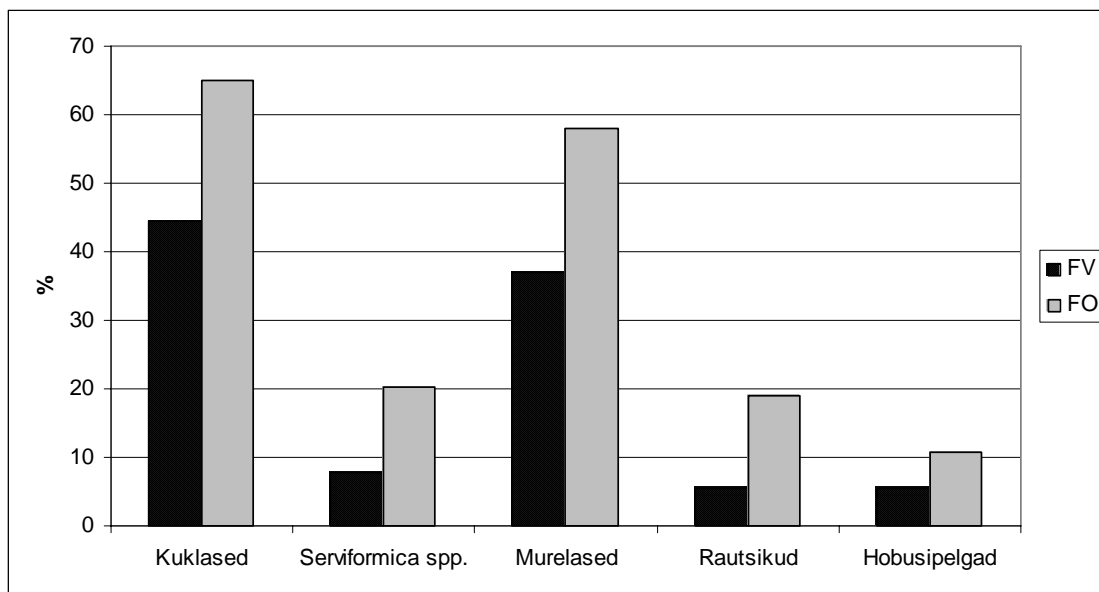
Tabel 1

Sipelgaliikide arv ekskrementis, aastatel 2003-2004.

	Liikide arv (%)						
	1	2	3	4	5	6	7
Kevad (n=10)	70	20	10				
Suvi (n=13)	30,8	46,1	7,8	15,4			
Sügis (n=51)	43,1	23,5	11,8	7,8	5,8	2	5,8
Kokku (n=74)	44,6	27	10,8	8,1	4,1	1,4	4,1

Mahuliselt olid ekskrementides läbi aasta kõige olulisemad kuklased, kes moodustasid sipelgatest 44,5% (joonis 3). Mahuprotsendilt teisel kohal olid murelased (36,9%). Esinemissageduselt olid need kaks perekonda samuti kõige olulisemad. Kuklasi esines 64,9% sipelgaid sisaldavatest ekskrementidest ning murelasi 58,1%. Nii mahult kui esinemissageduselt olid murelaste ja kuklaste järel kolmandad alamperekonna *Serviformica*

spp. liigid. Rautsikute ja hobusipelgate osakaal oli mõnevõrra väiksem. Erinevatel aastatel sipelgate perekondade mahuprotsentide vahel statistiliselt olulist erinevust ei esinenud (kuklased: $U=646$, $p=0,77$; murelased: $U=604$, $p=0,45$; rautsikud: $U=656$, $p=0,87$; hobusipelgad: $U=584$, $p=0,07$; *Serviformica*: $U=579$, $p=0,31$).



Joonis 3. Sipelgate mahuprotsent (FV) ja esinemissagedus (FO) sipelgaid sisaldavates ekskrementides aastatel 2003-2004.

1.1.1 Kevad

Kevadistest ekskrementidest 62,5% sisaldasid sipelgaid (tabel 2). Mahuliselt moodustasid sipelgad 3,5% kõigist toidukomponentidest. Esindatud olid kuklased, murelased ja alamperekond *Serviformica spp.* Suurema osa sipelgatest moodustasid kuklased (FV= 68%), kes olid ka tunduvalt sagedasemad kui murelased ja teised perekonnad.

Tabel 2

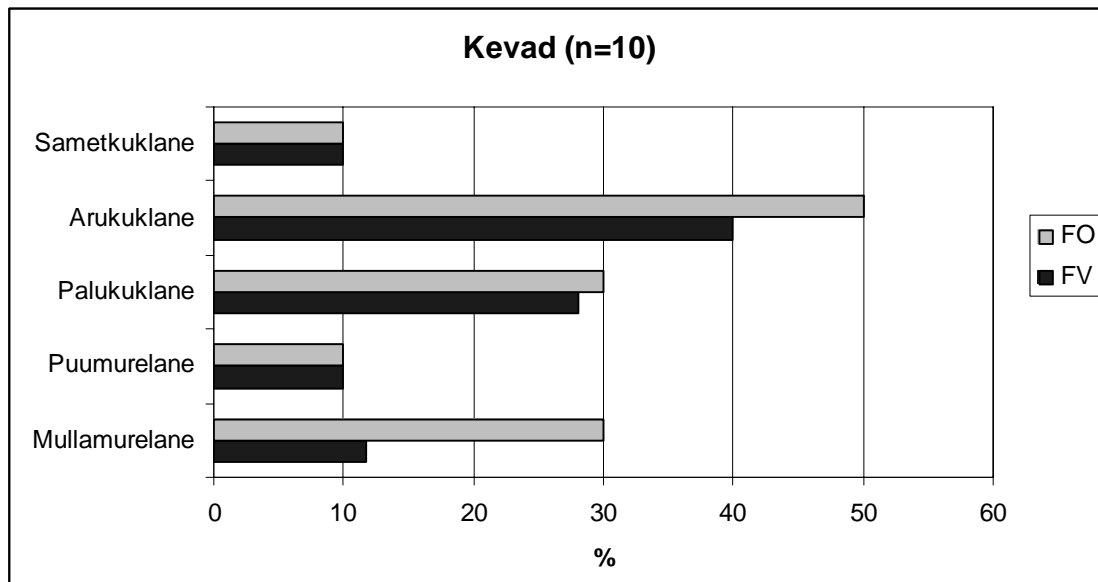
Sipelgate osatähtsus aastatel 2003-2004 kogutud ekskrementides.

	FV	FO	EDC	EDEC
Kevad (n=16)				
Sipelgad (kõik liigid)	3,5	62,5	7,4	8,3
Kuklased	68,0	70,0		
<i>Serviformica spp.</i>	10,0	10,0		
Murelased	22,0	30,0		
Rautsikud	-	-		
Hobusipelgad	-	-		
Suvi (n=20)				
Sipelgad (kõik liigid)	16,6	65,0	29,3	27,6
Kuklased	44,3	77,0		
<i>Serviformica spp.</i>	-	-		
Murelased	50,0	84,6		
Rautsikud	0,2	15,4		
Hobusipelgad	5,4	15,4		
Sügis (n=106)				
Sipelgad (kõik liigid)	4,2	48,2	5,2	7,3
Kuklased	39,9	60,8		
<i>Serviformica spp.</i>	9,2	27,5		
Murelased	35,7	56,9		
Rautsikud	7,8	23,5		
Hobusipelgad	6,3	11,8		

(FV – mahuprotsent, FO – esinemissagedus, EDC – hinnanguline tarbitud toidukomponendi mahuprotsent, EDEC – toidukomponendi hinnanguline panus energia koguväärtusesse protsentides).

Liigiliselt oli kevadel kõige esindatum nii mahult kui esinemissageduselt arukuklane, kes esines pooltes kevadistes sipelgaid sisaldavatest ekskrementidest, mahuliselt oli tema osakaal 40% (joonis 4). Mullamurelase ja palukuklase esinemissagedused olid võrdsed,

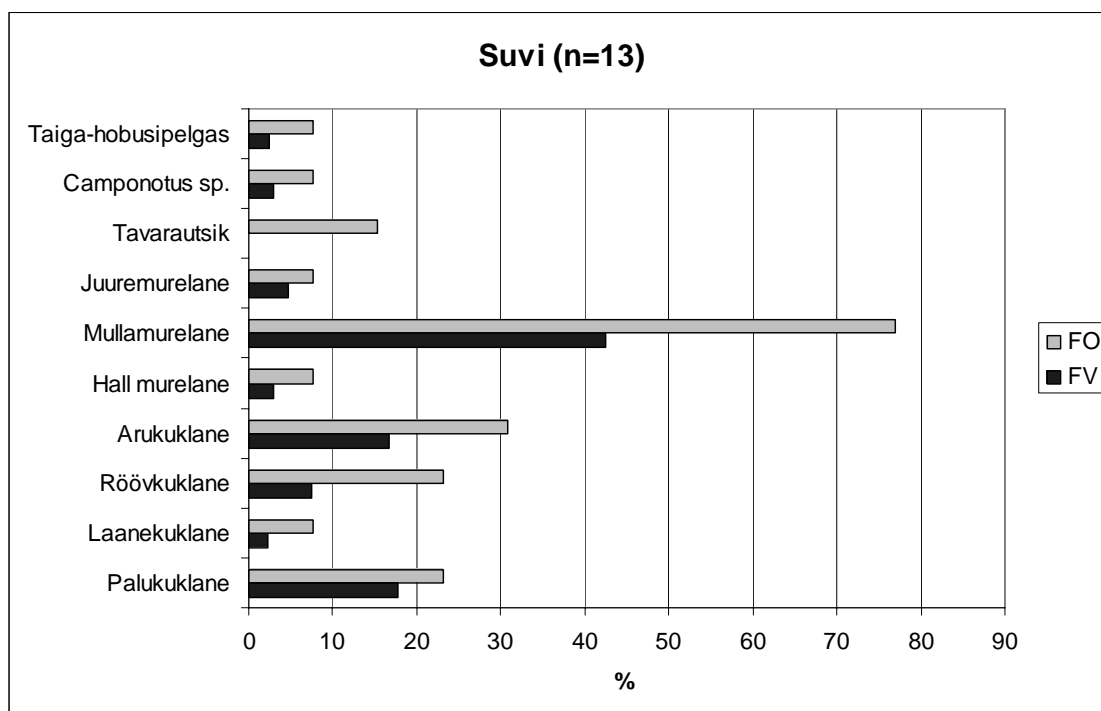
kuid palukuklast oli mahult üle kahe korra enam (tabel 3). Sametkuklane ja puumurelane olid nii esinemissageduselt kui ka mahult kõige vähem esindatud kevadistes ekskrementides (joonis 4).



Joonis 4. Sipelgate esinemissagedus (FO) ja mahuprotsent (FV) sipelgaid sisaldavates kevadistes ekskrementides aastatel 2003-2004.

1.1.2 Suvi

Suvel suurenes võrreldes kevadega oluliselt sipelgate mahuprotsent ($U=33,5$, $p=0,05$), veidi tõusis ka esinemissagedus (tabel 2). Endiselt olid olulisemad kuklased ja murelased, kuid nimekirja lisandusid rautsikud ja hobusipelgad. Kõige olulisemad olid mahult suvises toidus murelased ($FV=50\%$), keda esines ka kõige sagedamini, kuklased moodustasid 44,3% sipelgate mahust (tabel 2). Rautsikute mahuline osakaal oli väga tagasihoidlik, hobusipelgad moodustasid 5,4% sipelgate mahust (tabel 2).



Joonis 5. Sipelgate esinemissagedus (FO) ja mahuprotsent (FV) sipelgaid sisaldavates suvistes ekskrementides aastatel 2003-2004.

Liigiliselt olid suvel ülekaalukalt kõige tähtsamad mullamurelased, kes moodustasid 42,4% sipelgate mahust (joonis 5), ka esinemissageduselt olid nad teistest sipelgaliikidest tunduvalt tähtsamad (76,9%). Esinemissageduselt olid olulised veel arukuklane (30,8%), röövkuklane (23,1%) ja palukuklane (23,1%), mahuliselt olid neist kolmest liigist olulisemad palu- ja arukuklane (FV vastavalt 16,8% ja 17,8 %). Tavarautsikut esines 15,4% sipelgaid sisaldavatest ekskrementides, kuid võrreldes teiste sipelgatega oli tema mahuline osakaal kõige väiksem (0,2%). Ülejäänud suvel esinenud sipelgaliigid olid vähemtähtsad. Kokku leiti suvistest ekskrementidest 9 liiki sipelgaid (tabel 3).

1.1.3 Sügis

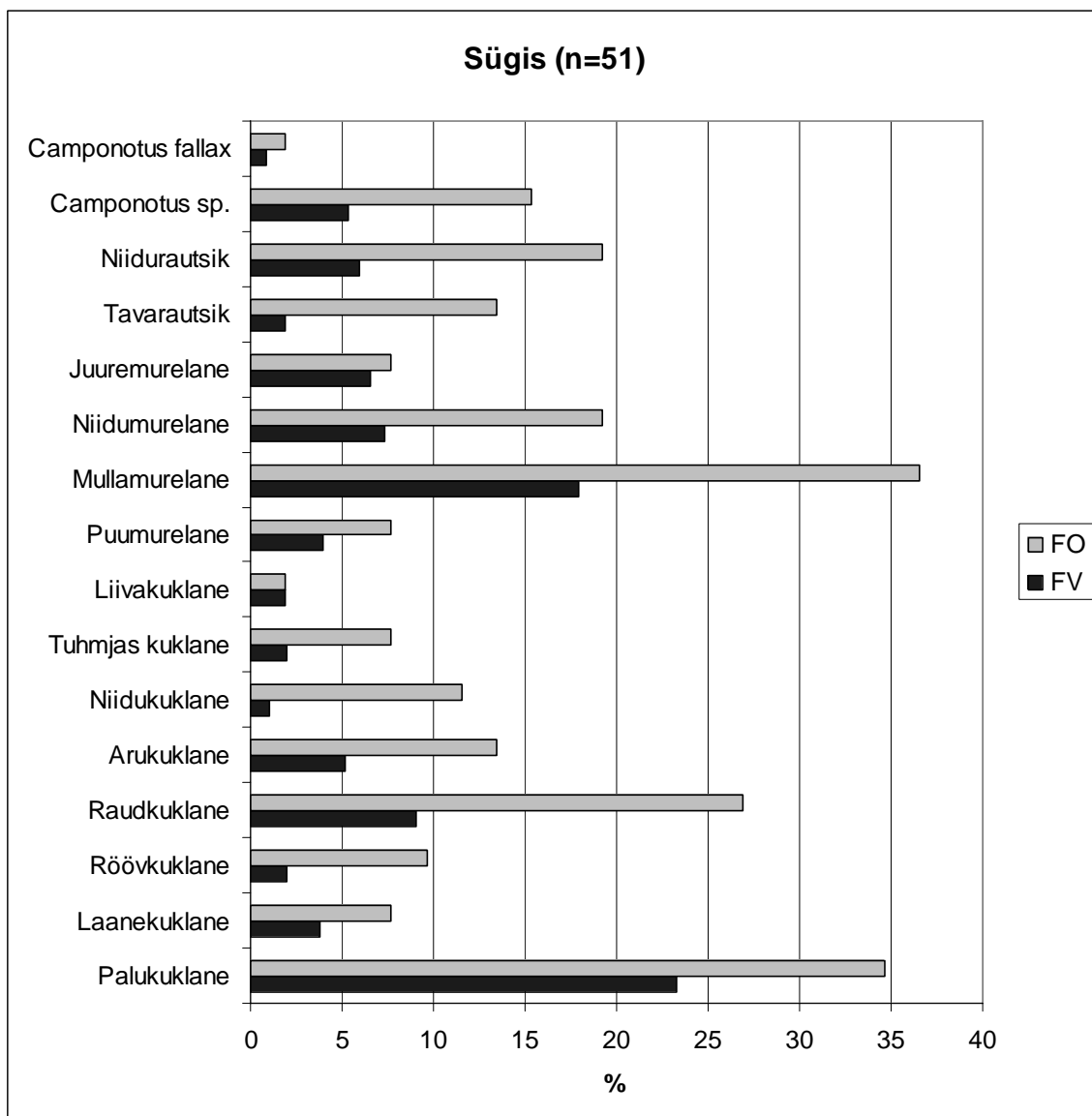
Sügisestes karu ekskrementides sipelgate osatähtsus taas langes (tabel 3). Võrreldes kevadega oli ekskrementides mahuliselt sipelgaid veidi rohkem (sügisel 4,2%), kuid esinemissagedus oli väiksem (sügisel 48,2%). Kõige olulisemad olid kuklased, kes moodustasid umbes 40% sipelgate mahust. Olulised olid endiselt ka murelased (FV=35,7%). Teiste aastaaegadega võrreldes oli rautsikute osakaal ja esinemissagedus kõige kõrgem, vastavalt 5,5% ja 23,5%. Hobusipelgate mahuprotsent võrreldes suvega veidi tõusis (tabel 2).

Tabel 3

Sipelgaliikide sesoonne mahuprotsent (FV) ja esinemissagedus (FO) sipelgaid sisaldavates ekskrementides aastatel 2003-2004.

	Kevad (n=10)		Suvi (n=13)		Sügis (n=51)	
	FV	FO	FV	FO	FV	FO
Palukuklane	28	30	17,8	23,1	23,3	34,6
Laanekuklane	-	-	2,2	7,7	3,8	7,7
Röövkuklane	-	-	7,5	23,1	2	9,6
Raudkuklane	-	-	-	-	9	26,9
Arukuklane	40	50	16,8	30,8	5,2	13,5
Sametkuklane	10	10	-	-	-	-
Niidukuklane	-	-	-	-	1	11,5
Tuhmjas kuklane	-	-	-	-	2	7,7
Liivakuklane	-	-	-	-	1,9	1,9
Hall murelane	-	-	2,9	7,7	-	-
Puumurelane	10	10	-	-	4,0	7,7
Mullamurelane	11,7	30	42,4	76,9	17,9	36,5
Niidumurelane	-	-	-	-	7,3	19,2
Juuremurelane	-	-	4,7	7,7	6,6	7,7
Tavarautsik	-	-	0,2	15,4	1,9	13,5
Niidurautsik	-	-	-	-	5,9	19,2
Hobusipelgad	-	-	3,0	7,7	5,4	15,4
Taiga-hobusipelgas	-	-	2,4	7,7	-	-
<i>Campanotus fallax</i>	-	-	-	-	0,9	1,9

Liigiliselt oli sügisel, võrreldes suvega, endiselt oluline mullamurelane (FV=17,9% ja FO=36,5%), kuid mahuliselt oli olulisemaks muutunud palukuklane (FV=23,3%) (joonis 6; tabel 3). Suhteliselt sage (FO= 26,9%) ja mahuliselt oluline (FV=9%) oli raudkuklane, keda esineski vaid sügisestes ekskrementides. Sügisestes ekskrementides tuvastati 15 sipelgaliiki, hobusipelgad määrati enamasti perekonna tasemeni, kuna sipelgad olid liiga kahjustada saanud, et neid liigini määrata (tabel 3).



Joonis 6. Sipelgate esinemissagedus (FO) ja mahuprotsent (FV) sipelgaid sisaldavates sügisestes ekskrementides aastatel 2003-2004.

1.2 Erinevate sipelgaliikide biomass uuritava alal

Karu tuumikalalt uuriti läbi 33 suurt ja 43 väikest transekti. Väikestest transektidest üks ei sisaldanud ühtegi sipelgapesas, samas kui suurtest ei sisaldanud 22 transekti ühtegi kuklase kuhikpesa. Uuringu käigus tuvastati 11 liiki sipelgaid (tabel 4) ja lisaks leiti kolm liiki (röövkuklane, karukuklane ja puumurelane) väljaspool transekti võetud juhuslikest proovidest.

Tabel 4

Sipelgate biomassiuuringu tulemused aastal 2005.

Liik	Pesade arv (n)	Pesi/ha \pm SE	Keskmine isendite arv pesas \pm SE	Mass g/ha \pm SE
Palukuklane	29	0,9 \pm 0,4	7,4x10 ⁵ \pm 2,5x10 ⁵	4546 \pm 2316
Laanekuklane	19	0,6 \pm 0,5	1,3x10 ⁶ \pm 1,0x10 ⁶	2472 \pm 1890
Mullamurelane	68	158 \pm 38,3	0,9x10 ³ \pm 0,2x10 ³	283,6 \pm 109,4
Liivakuklane	2	0,06 \pm 0,06	7,5x10 ⁴ \pm 4,0x10 ⁴	101,4 \pm 101,4
Tavarautsik	60	141 \pm 20,3	260 \pm 40	78,5 \pm 15,2
Niidurautsik	41	97 \pm 21,8	280 \pm 40	56,8 \pm 16,3
Raudkuklane	9	21 \pm 9,1	360 \pm 60	33,2 \pm 14,8
Niidukuklane	3	0,09 \pm 0,05	3,3x10 ³ \pm 1,2x10 ³	29 \pm 17,5
Niidumurelane	16	37 \pm 15,3	550 \pm 260	25,9 \pm 15,0
Arukuklane	2	0,06 \pm 0,04	2,5x10 ³ \pm 250	16,6 \pm 13,6
Taiga-hobusipelgas	1	2,3 \pm 2,3	20 \pm 0	1,2 \pm 1,2

Kogu alal oli sipelgate biomass 7,6 kg/ha kohta (tabel 5). Biomassilt esines hektari kohta kõige enam palukuklast (4,5 kg/ha), kellele järgnesid laanekuklane ja mullamurelane (tabel 4). Alamperekonnast *Serviformica* leiti vaid raudkuklast, kelle biomassiks saadi 0,03 kg/ha. Massilt kõige enam oligi kuklasi, samas kui pesade tihedus on kõige suurem rautsikutel (238 pesa/ha) ja murelastel (195 pesa/ha). Kuklastele järgnesid biomassilt murelased (0,31 kg/ha). Hobusipelgad olid nii biomassilt, pesade tiheduselt ja isendite arvult kõige vähearvukamad. Lisaks võrreldi kõigi tuvastatud sipelgaliikide biomassiandmeid kolme erineva maakonna vahel. Statistiliselt oluline erinevus kolme maakonna sipelgate biomasside vahel esines ainult mullamurelasel ($\chi^2=6,5$; df=2; p=0,04) ja niidumurelasel ($\chi^2=1,86$; df=2; p=0,04).

Tabel 5

Sipelga perekondade/alamperekonna biomass ja protsendiline osakaal uuritaval alal 2005. aasta suvel.

Perekond/alamperekond	g/ha \pm SE	%
Murelased	309,5 \pm 110,8	4,0
Rautsikud	135,3 \pm 20,2	1,8
Hobusipelgad	1,2 \pm 1,2	0,02
<i>Serviformica spp.</i>	33,3 \pm 14,8	0,4
Kuklased	7165 \pm 2861	93,7
Kokku	7644	100

Suurimad ja isendirikkamad pered olid laanekuklasel, kelle vastav näitaja oli ligi 1,5 miljonit isendit pesas (tabel 4). Rautsikute keskmine pesa suurus jäi alla 300 isendi ning murelastel oli see vahemikus ~600-1000 isendit pesas (tabel 4). Aru- ja niidukuklase pesas olevate isendite arv oli väga madal (~2500 isendit), kuid see tulenes asjaolust, et mõlema liigi puhul leiti kaks pesa, mis ei olnud elujõulised ning millel puudus isegi kuhiku ülemine osa.

1.2.1 Karu eelistused sipelgaperekondade vahel

Sipelgate kättesaadavuse ja tarbimise vaheliste seoste uurimiseks analüüsiti biomassi ja karu sügisestes ekskrementides leiduvate sipelgajäänuste andmeid (FV ja FO). Analüüsi kaasati sügisese ekskrementid, kuna need moodustasid suurema osa ekskrementidest ning biomassi uuring tehti suve lõpus. Selgus, et mida suurem on antud sipelgaperekonna pesade arvukus pinnaühiku kohta, seda suurem on selle perekonna esinemissagedus ekskrementides ($R=0,657$; $p=0,028$). Statistiliselt usaldusväärset seost sipelgate biomassi (g/ha) ja mahuprotsendi (FV) vahel ei leitud (tabel 6). Negatiivne korrelatsioon esines isendi kaalu ja esinemissageduse vahel, kuid statistiliselt ei olnud see siiski oluline (tabel 6).

Tabel 6

Sipelgate kättesaadavuse ja tarbimise vaheline seos (sügiseste ekskrementide vahel) (n=11).
Spearmani korrelatsioon.

Võrreldavad parameetrid	R	p
biomass (g/ha) & FV	0,212	0,527
biomass (g/ha) & FO	0,109	0,748
pesi/ha & FV	0,459	0,156
pesi/ha & FO	0,657	0,028
Isendit/pesas & FV	-0,077	0,862
Isendit/pesas & FO	-0,291	0,375
Isendi kaal & FV	-0,374	0,258
Isendi kaal & FO	-0,553	0,078

FV – mahuprotsent ja FO – sipelgate esinemissagedus sügisestes ekskrementides. Vaadeldavad parameetrid: sipelgate biomass uuritava alal, pesade arv hektari kohta, isendite arv pesas ja keskmine isendi toorkaal.

Võrreldes looduses esinevat sipelgate mahulist vahekorda ja erinevate liikide mahuprotsenti ekskrementides olid kõige eelistatumad hobusipelgad (tabel 7). Hobusipelgatele järgnesid *Serviformica spp.* (täpsemalt raudkuklane) ja murelased. Kuklased seevastu olid ainukesed, kelle kättesaadavus oli suurem kui tarbimine.

Tabel 7

Sipelgate esinemine looduses (kättesaadavus) ja ekskrementides (tarbimine e. sügiseste ekskrementide mahuprotsent) karu poolt 2003-2005 aasta andmete põhjal.

Perekond/ alam perekond	Kättesaadavus (biomassi %)	Tarbimine (%)	Kättesaadavus : tarbimine
Kuklased	93,7	40	1: 0,4
Murelased	4	36	1:9
Rautsikud	1,8	5,5	1:3
Hobusipelgad	0,02	3,6	1:180
<i>Serviformica spp</i>	0,4	9,8	1:24,5

Arutelu

Ekskrementanalüüsi andmete põhjal moodustasid sipelgad suvel Kirde-Eestis hinnanguliselt peaaegu kolmandiku toiduga saadavast energiast, sügisel ja kevadel oli sipelgate osatähtsus karu toidus väiksem. Keskmiselt iga teine ekskrement sisaldas sipelgaid. Seetõttu võib öelda, et sipelgad on oluline komponent kohaliku karupopulatsiooni toidus. Eesti suvine ja sügisene sipelgate osakaal karu ekskrementides oli Rootsis saadud andmetega peaaegu identne (Johansen, 1997; Swenson *et al.*, 1999). Kevadistes ekskrementides oli sipelgate osakaal võrreldes Rootsiaga mitu korda madalam, kuid see võis olla tingitud ka kevadiste ekskrementide vähesusest Eesti valimis. Samas võib sipelgate väike osatähtsus olla tingitud imetajate küllaldasest kättesaadavusest (sh. antropogeensest toidust) ja seega nende suuremast tarbimisest (Swenson *et al.*, 1999; Korsten *et al.*, 2004) mistõttu vajadus täiendava loomse toidu järele pole nii suur. Seda aga antud andmete puhul väita ei saa, kuna kevadel moodustasid antropogeensed koduloomade korjused energeetilisest kogupanusest 19,5% ning enimtarbitavad olid kevadel kaheidulehelised taimed (Vulla, 2006). Sipelgad on ka Sloveenias ja Norras mahuprotsendilt kevadel suhteliselt vähetähtsad (lisa 1) (Große, 1999; Persson *et al.*, 2001) ning autorid põhjendavad seda just energiarikkama toidu (eriti just antropogeense toidu) kättesaadavusega antud perioodil. Sipelgate liigiline koosseis sarnaneb Euroopa-Venemaa tulemustele, kus karu toidus esineb samuti arukuklast, palukuklast, liivakuklast, raudkuklast, niidumurelast, mullamurelast, niidurautsikut, tavarautsikut ning hobusipelgaid (Loskutov *et al.*, 1993).

1.1 Kevad

Kevadistes ekskrementides domineerisid Eestis kuhikpesadega liigid, ehk siis täpsemalt kuklased. Kuhiku ülesanne on soojusenergia koondamine (Maavara, 1953; Martin suulised andmed), mistõttu kuhikpesaga liigid hakkavad kevadel varem tegutsema. Kuklaste suurema osatähtsuse põhjuseks kevadel on tõenäoliselt asjaolu, et karu talveunest ärkamise ajaks on kuklaste reaktiveerunud isendid koondunud pesakuhiku ülemistesse kambritesse või isegi pesa pinnale massidena end soojendama (Martin, 1980a, b, 1991; Maavara *et al.*,

1994; Große, 1999; Swenson *et al.*, 1999), võimaldades karul süüa suur hulk sipelgaid võimalikult vähese sipelgapesa materjaliga. Swenson *et al.* (1999) on näidanud, et karud tarbivad kuhikust sipelgaid suhteliselt stabiilses ja väikeses koguses, 4000-5000 sipelgat korraga. Kuklaste domineerimist kevadises karu toidus on näidatud ka Sloveenias ja Skandinaavias läbi viidud uurimustöodes. Venemaa Euroopa osas on näidatud, et kevadel võivad karud lõhkuda kuni 50% sipelgapesadest (Vaisfeld, 1993) ning täpsemalt kuni 150 sipelgapesa päevas (Slobodjan, 1993).

Hobusipelgad ja rautsikud puudusid kevadistest ekskrementidest tõenäoliselt seetõttu, et nad ei olnud karudele kättesaadavad. Hobusipelgad talvituvad puudes ja maa-alustes juurtes ning tulevad talvitumiskohtadest suhteliselt hilja välja, kuna nad sõltuvad välistemperatuurist rohkem kui kuhikpesadega liigid (Hölldobler & Wilson, 1990). Lisaks väidab Mattson (2005), et karud juhinduvad sipelgaid otsides nägemisest, mistõttu on mõistetav kuhilpesadega sipelgaliikide kevadine suurem osatähtsus. Hobusipelgate ja rautsikute koha pealt on Eesti tulemused võrreldavad Große (1999) töös saadud tulemustega, kus kevadel nimetatud liigid karu ekskrementides puuduvad. Skandinaavias seevastu võivad hobusipelgad kevadel suhteliselt olulised olla, kuid tähtsamad on sel perioodil siiski kuklased (Johansen, 1997). Käesolevas töös saadud kevadised andmed sarnanevadki enam Kesk-Euroopa ja Venemaa Euroopa osa tulemustele, seda eriti sipelgate perekonnalisest koosseisust lähtuvalt. Erinevus Skandinaaviaga tuleneb asjaolust, et seal on murelaste biomass looduses väga väike (Swenson *et al.*, 1999) ja sellest johtuvalt ei esine neid eriti ka ekskrementides.

Arukuklase ülekaal palukuklase ees võib olla tingitud tema eluviisist, kuna ta elutseb rohkem metsaservades ja avamaastikel ning aktiveerub kevadel võrreldes palukuklasega varem. Ka Volga-Kama regioonis on näidatud, et kevadel domineerib arukuklane, kes asendub hiljem mullamurelasega (Loskutov *et al.*, 1993). Sametkuklase väike osakaal toidus on seotud tema vähese arvukuse, lokaalse esinemise ja väga spetsiifiliste elupaikade nagu lited, liivikud, nõmmemetsad, eelistamisega looduses. Puumurelase väiksem tähtsus võib tuleneda nende pesatüübist – suletud puuõõnsused, mistõttu ta aktiveerub kevadel hiljem võrreldes kuhikpesades ja pinnases elavate liikidega. Mullas elavad liigid talvituvad

kuhila all talvituskambrites 20–70 cm sügavusel pinnases (Steiner, 1947; Sudd, 1966) ja külmunud pinnase tõttu pole tõenäoliselt isegi karudele kättesaadavad. Samas võib näiteks mullamurelase pesa olla väga erinev. Niitudel ehitab mullamurelane muldkuhikuid, kuid metsas elutseb kändudes ja mätastes (Maavara, 1953).

1.2 Suvi

Suvistes ekskrementides tõusis võrreldes kevadistega sipelgate mahuprotsent, vähesel määral tõusis ka esinemissagedus. Selline tõus näitab, et korraga tarbitav sipelgate hulk suurenes. Sipelgate tarbimine on nii Skandinaavias, Sloveenias kui ka Põhja-Ameerikas suvel kõige suurem (Swenson *et al.*, 1999; Große, 1999; Mattson, 2001), mis näitab, et sipelgad on just suvel karu jaoks olulise tähtsusega toidukomponent. Sipelgate suurem suvine tarbimine on tõenäoliselt tingitud nende suhteliselt kõrge rasva ja valgu sisaldusest ning laialdasest kättesaadavusest (Swenson *et al.*, 1999). Valgu ja loomsete rasvade poolest rikas toit on aga oluline kasvuks ja võimaldab imetavatel emasloomadel kiiremini taastuda. Lisaks suureneb suve edenedes taimse toidu kiudaine sisaldus, mistõttu väheneb selle seeduvus ning taimsest toidust kättesaadav energia (Pritchard & Robbins, 1990). Suvel on sipelgavastseid kõige rohkem, kuid see ei tohiks olla peamine sipelgate tarbimist mõjutav tegur, sest vastsed ei ole võrreldes valmikutega energeetiliselt kasulikumad (Swenson *et al.*, 1999). Kevadise ja suvise sipelgate aktiveerumise ajal osalevad pesa pinnal massilistes soojenduskogumikes ka varusipelgad, kelle energiasisaldus on isegi kuni 50% kõrgem tavalistest välistööstest ulatudes 33 kJ/g keha kuivkaalu kohta (Ivask & Martin, 1988, 1991; Martin, 1991; Martin *et al.* 1985). Varuisendite mürgipõis pole veel täitunud sipelghappega (Schmidt, 1974; Maavara & Martin, 1983) ja seetõttu pole ka omastatav toit karu maole nii happeline, et võiks olla piiravaks faktoriks toidu hankimisel.

Suvistes ekskrementides domineerisid murelased, kellele järgnesid kuklased. Murelased on kuklastest ja hobusipelgatest väiksemad, kuid nende pesasid on hektari kohta tunduvalt enam, mis kompenseerib madala biomassi kättesaadavuse ajaühiku kohta. Samuti on murelastes sipelghappe sisaldus väiksem kui kuklastes (Schmidt, 1974) ning sageli on nende pesad kergesti märgatavad. Sellest johtuvalt võisidki olla suvistes ekskrementides

kõige olulisemad murelased. Murelaste suvist ülekaalu on näidatud ka Sloveenias (Große, 1999; Große *et al.*, 2003), samas jällegi Skandinaavias on tuvastatud murelasi karu ekskrementides minimaalselt (Swenson *et al.*, 1999) või mitte üldse (Johansen, 1997).

Suvistes ekskrementides olid esindatud erinevalt kevadest ka hobusipelgad ja rautsikud. Rootsis tehtud uurimustöodes on näidatud (Swenson *et al.*, 1999), et karud eelistavad kuklastele hobusipelgaid. Hobusipelgate eelistamine võib olla seotud nii nende keemilise koostisega kui ka nende suuruse ja käitumisega. Keemiline analüüs näitas, et hobusipelgad on võrreldes kuklastega madalama sipelghappe sisaldusega, kõrgema rasva sisaldusega, paremini seeduvad ja suurema energia sisaldusega, samas on kuklased kõrgema valgu sisaldusega (Swenson *et al.*, 1999). Lisaks on hobusipelgad suuremad ja aeglasemad, mistõttu on ajaühiku kohta kättesaadav sipelgate biomass kõrgem (Johansen, 1997). Ka Mattson (2001) on näidanud, et karud eelistavad suuremaid sipelgaid. Samas on hobusipelgate, meie suuremate sipelgate, arvukus ja biomass Eestis väike ning nad on seega raskemini leitavad ja puutüvedes peidetud eluviisi tõttu raskemini kättesaadavad.

Rautsikuid sõid karud suhteliselt harva ja väikestes kogustes võrreldes teiste sipelgatega. Rautsikute vältimist karu poolt on näidanud oma töös Große (1999). Rautsikute vältimine on tõenäoliselt tingitud nende tugevast ja paksust kitiinkestast, mis halva seeduvuse ja ainete omastatavuse tõttu vähendab nende toiteväärtust. Antud töös täheldati, et rautsikute kitiinkestad olid säilinud ekskrementides peaaegu muutumatult. Kõrge sipelghappe sisaldus, mürgiastla olemasolu ning agressiivsem käitumine tõenäoliselt vähendab samuti rautsikute atraktiivsust toiduna kasutamisel (Hölldobler & Wilson, 1990). Samas, antud töös saadud andmete puhul ei saa väita, et karud rautsikuid vältinud oleks, seega on antud tulemused võrreldavad Skandinaavia andmetega, kus kättesaadavuse tarbimise suhe oli samuti 1:3-le. Arvestades seda, et rautsikuid esineb ekskrementides mahuliselt siiski vähe, võib oletada, et karud sõid neid juhuslikult koos teiste toiduobjektidega, sest nende pesade tihedus on suhteliselt suur. Rautsikute pesad ei erine väga oluliselt murelaste pesadest ja suuruseltki ei erine rautsikud väga oluliselt näiteks niidumurelasest, seetõttu on võimalik, et alles süües tajusid karud astlatorget ja sipelghapet ning loobusid pesa rüüstest. Viimane selgitaks rautsikute väikest mahuprotsenti võrreldes esinemissagedusega. Suvine

mullamurelase ülekaal tuleneb tõenäoliselt tema suhteliselt suurest pesade tihedusest, lisaks on mullamurelase pesad enamasti hästi märgatavad.

1.3 Sügis

Sügisel on sipelgate mahuprotsent võrreldav Skandinaavia karude ekskrementanalüüsi tulemustega, kuid esinemissagedus on Eestis kuni poole suurem. Sipelgate väiksem osatähtsus sügisese toidus võrreldes suvega on seletatav marjade ja kaera kättesaadavusega ja tarbimisega antud aastaajal (Korsten *et al.*, 2004; Vulla, 2006). Mordosovi (2002) arvates sööb karu sügisel enne taliuinakule jäämist sipelgaid soolestiku puhastamiseks ja „karupunni“ moodustamiseks.

Kliimaatiliste tingimuste tõttu on mullamurelane tõenäoliselt karule sügisel raskemini kättesaadav ja pesatüübist lähtuvalt on suurema kuhikpesaga liigid karule sügisel kauem kättesaadavad. See seletaks kuklaste mõningast eelistamist murelaste ees. Lisaks on sügisperioodil kuklaste energiasisaldus kõikides töölisgruppides oluliselt kõrgem võrreldes suvel analüüsitud kuklastega (Ivask & Martin, 1988, 1991; Martin, 1991; Martin *et al.*, 1985). See on saavutatud suvel kogutud lehetäide neste ja röövputukate muundumissaaduste ja nende akumulatsiooniga kõikide töölisgruppide, eelkõige aga varuisendite tagakehadesse (Hansen & Viik, 1981a, b, 1982; Martin, 1991). Ida-Euroopas on sarnaselt käesolevas töös saadud andmetele olulisemad kuklased (Loskutov *et al.*, 1993).

1.4 Sipelgate biomass

Uuritaval alal Eestis oli sipelgate eluskaalu biomass 7644 g/ha. Rootsis ja Sloveenias arvutati biomass kuivkaalu kohta ja see oli vastavalt 9600 ja 135 g/ha. Seega saab väita, et Eesti andmed jäävad nende kahe piirkonna vahele. Samas sõltub sipelgate biomass ja liigiline koosseis otseselt metsa vanusest (Rolstad *et al.*, 1998), mistõttu saadud keskmine tulemus ei pruugi sugugi tegelikku olukorda peegeldada, vaatamata asjaolule, et transektid valiti täiesti juhuslikult. Skandinaavias on kõrgeim biomass umbes 20 aastases metsas, kus on kõige suurema biomassiga hobusipelgad. Kuklaste osatähtsus hakkab tõusma 30-

aastases metsas ja nad on sellest metsavanusest alates domineerivaks perekonnaks. Samas Sloveenias läbi viidud uurimuse kohaselt oli sipelgate kuivkaalu biomass suurim lageraie aladel (Große, 1999). Välitööde tähelepanekute põhjal saab väita, et nii kuklaste kui murelaste pesasid esineb sagedamini metsaservades ja metsalagendikel, kust karud need kerge vaevaga üles leiavad. Leitud korrelatsioon sipelgapesade tiheduse ja sügisestes ekskrementides oleva esinemissageduse vahel on väga ootuspärane. Pesade tihedus oli suurim rautsikutel ja murelastel ning on suur tõenäosus, et nad võivad muu toiduga ka lihtsalt juhuslikult karu seedetrakti sattuda, seda eriti rautsikud.

Kõige eelistatumaks olid hobusipelgad, kuna neid tarbiti nende kättesaadavust arvestades suhteliselt kõige rohkem. Sarnasele tulemusele jõudis ka Große (1999) ning see tuleneb juba eelpool nimetatud põhjustest. Skandinaavias on hobusipelgad koos kuklastega enimtarbitavad liigid. Kuigi mitmed tööd on väitnud, et karud väldivad rautsikuid, siis käesoleva töö põhjal seda väita ei saa.

Loomse rasva ja valgu tarbimine on karude jaoks väga oluline. Sipelgate osatähtsus on seda suurem, mida väiksem on antropogeense toidu osakaal (Große *et al.*, 2003). Arvestades loomsete jäätmete ümbertöötlemise karmistunud korda on võimalik, et sipelgad muutuvad tulevikus karu toidus veelgi olulisemaks, kuna antropogeense loomse toidu osakaal langeb. Sellest johtuvalt tuleks võimalikult palju surnud puid metsa jätta, et pakkuda sipelgatele ja sellest tulenevalt ka karudele rohkem sobivaid elupaiku ja toidupoolist.

Kokkuvõte

Pruunkaru on omnivoor, kelle toidus on väga palju erinevaid komponente. Sõltuvalt piirkonnast võivad oluliseks komponendiks olla sipelgad. Karu sipelgtoidulisust on seni Euroopa idaosas, sh. Eestis väga pealiskaudselt uuritud ning täpsemad andmed sipelgate osatähtsuse ja liigilise koosseisu kohta puuduvad.

Aastatel 2003-2004 uuriti läbi 142 karu ekskrementi, millest 74 sisaldasid sipelgaid. Kokku esines ekskrementides 18 liiki sipelgaid. Eestis on sipelgad pruunkaru toidus kõige olulisemad suvel, mil sipelgate mahuprotsent (FV) on 16,6% ning esinemissagedus (FO) 65%. Sipelgate mahuprotsent on kevadel ja sügisel vastavalt 3,5% ja 4,2% ning esinemissagedus 62,5% ja 48,2%. Erinevate aastate ekskrementid sipelgate mahuprotsendilt oluliselt ei erinenud.

Kõige olulisemad olid nii mahult kui esinemissageduselt karu ekskrementides kuklased ja murelased. Kevadel ja sügisel domineerisid kuklased ning suvel murelased. Kevadel ja sügisel olid ekskrementides esindatud ka alamperekonna *Serviformica spp.* liigid. Hobusipelgad ja rautsikud olid suhteliselt vähetähtsad, neid leidis suvistes ja sügisestest ekskrementides. Liikidest olid olulisemad arukuklane, palukuklane ja mullamurelane.

Sipelgate biomass oli vaadeldaval alal 7,6 kg/ha, sellest 93,7% moodustasid kuklased. Pesade tihedus oli suurim rautsikutel ja murelastel. Selgus, et mida suurem on sipelgaperekonna pesade arvukus pinnaühikul, seda suurem on selle perekonna esinemissagedus ekskrementides.

Käesoleva töö põhjal saab väita, et kohaliku karupopulatsiooni toidus on sipelgad olulisel kohal, seda eriti suvel, mil sipelgatest saadav energia moodustab peaaegu kolmandiku toiduga saadavast energiast.

Võrdluses teiste Euroopa pruunkarupopulatsioonidega esineb eesti karudel sipelgaliikide tarbimise osas küll sarnasusi teatud toitumisperioodidel, kuid tervikuna on Eesti

karupopulatsiooni sipelgtoidulisus siiski erinev teistest piirkondadest. Antud uurimus näitab, et ka lähipiirkondade toitumisandmed ei ole ülekantavad Eesti karupopulatsioonile.

Summary

Ants in diet of brown bear (*Ursus arctos*) in Estonia

Brown bear (*Ursus arctos*) is an omnivore eating wide variety of food. Depending on their habitat, ants might be an important food component. In Estonia, the bear myrmecophagy has not been studied and data on the relative importance of ants in diet and species composition are missing.

During the years 2003-2004, 142 samples of bear's faeces were analysed, 74 of which contained ants (18 species). The seasonal importance of ants was highest in summer (FV=16,6%, FO=65%). The amount of ants in fecal volume (FV) was 3,5% in spring and 4,2% in autumn, the frequency of occurrence (FO) was respectively 62,5% and 48,5%. There was no difference in the proportion of ants in faeces samples in years 2003 and 2004.

Taking into consideration both the content and the frequency of occurrence, *Formica* and *Lasius* species were the most important in bear's diet. *Formica* species dominated in spring and autumn, *Lasius* species in summer. Subgenus *Serviformica* was detected in spring and autumn. The part of *Camponotus* and *Myrmicinae* in bear's food was not so important, they were detected in summer and autumn. More relevant were *F. rufa*, *F. polycтена* and *L. niger*.

In study area, the biomass of ants was 7,6 kg/ha (*Formica* species making up to 93,7%). *Myrmicinae* and *Lasius* species had the highest density of colonies. The number of colonies per ha and the frequency of occurrence in autumn faeces samples had positive correlation.

In conclusion, ants are an important food source in brown bear's diet in Estonia, especially in summer when ants give approximately one-third of estimated dietary energy content (EDEC).

Compared to other brown bear populations in Europe, estonian brown bears have certain similarities in consuming ants at different feeding periods, but the whole feeding pattern is

different compared to other regions. This investigation demonstrates also that brown bear feeding data obtained even in neighbouring regions are not applicable to Estonian bear population.

Tänuõnad

Suurimad tänud Urmas Saarmale ja Ants-Johannes Martinile. Tänud ka Harri Valdmannile. Sipelgate määramisel olid väga suureks abiks Ants-Johannes Martin ja Ave Lind, kellel see töö ei oleks kindlasti nii liigiliselt täpne saanud tulla. Äitäh! Egle Vullale samuti südamlilikud tänud väli- ja sisetöödel abiks olemise eest. Tänud ka kõigile „karumeestele”, eriti Vahur Sepale, Alo Lingile, Jüri Saeallele ja Aare Aaljale.

Ja tänud selle eest, et Eesti asub siin, kus ta asub - koos oma karudega!

Kasutatud kirjandus

- Berducou, C., Faliu, L. & Barrat, J. 1983. The food habits of the brown bear in the national park of the western Pyrenees (France) as revealed by faeces analysis. *Acta Zoologica Fennica* 174: 153-156
- Bunnell, F.L. & Tait, D.E.N. 1981. Population Dynamics of Bears – Implications. 75-98 in *Dynamics of large mammal populations* edited by C.W. Fowler and T.D. Smith, John Wiley & Sons, New York
- Cicnjak, L., Huber, D., Roth, H.U., Ruff, R.L. & Vinovski, Z. 1987. Food habits of brown bears in Platvice Lakes National Park, Yugoslavia. *International Conference of Bear Research and Management*. 7: 221-226
- Clevenger, A.P., Purroy, F.J. & Pelton, M.R. 1992. Food habits of brown bears (*Ursus Arctos*) in the Cantabrian mountains, Spain. *Journal of Mammology* 73(2): 415-421
- Dahle, B., Sørensen, O.J., Wedul, E.H., Swenson, J.E. & Sandegren, F. 1998. The diet of brown bear *Ursus arctos* in central Scandinavia: effect of access the free-ranging domestik sheep *Ovis aries*. *Wildlife Biology* 4: 147-158
- Danilov, P.I., Tumanov, I.L. & Rusakov, O.S. 1993. Pruunkaru: Euroopa Venemaa loodeosa. Rmt.: M.A. Vaisfeld, I.E. Tšestin (koost.), Karud: pruunkaru, jääkaru, kaeluskaru. Nauka, Moskva: 21-37 (vene keeles, kokkuvõte inglise keeles)
- Dlussky, G.M. 1967. Sipelgad perekonnast *Formica*. Nauka, Moskva: 236 (vene keeles)
- Elgmork, K. & Kaasa, J. 1992. Food habits and foraging of the brown bear *Ursus arctos* In central south Norway. *Ecography* 15: 101-110
- Frackowiak, W. & Gula, R. 1992. The autumn and spring diet of brown bear *Ursus arctos* in the Bieszczady Mountains of Poland. *Acta Theriologica*, 37 (4): 339-344
- Große, C. 1999. Ants – an important food for brown bear (*Ursus arctos*) in Slovenia? Master thesis, Zoological Faculty of the Philipps-University of Marburg, Germany: 55
- Große, C., Kaczensky, P. & Knauer, F. 2003. Ants: A food source sought by Slovenian brown bear (*Ursus arctos*)? *Canadian Journal of Zoology* 81: 1996-2005

- Gösswald, K. 1989. Die Waldmaise. Band 1. Biologische Grundlagen, Ökologie und Verhalten. Aula-Verlag, Wiesbaden (saksa keeles)
- Hamer, D. & Herrero, S. 1987. Grizzly bear food and habitat in the front ranges of Banff National Park, Alberta. International Conference of Bear Research and Management 7: 199-213
- Hansen, T. & Viik, M. 1981a. Aastaajalised muutused varu ja külmakindlate ainete koostises laanekuklasel *Formica aquilonia* (Hymenoptera, Formicidae). Zooloogia ajakiri, 3: 380–387. (vene keeles)
- Hansen, T. & Viik, M. 1981b. *Formica aquilonia* biokeemilised muutused talvitumise ajal. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 30: 100–104. (vene keeles)
- Hansen, T., Viik, M. & Viik, T. 1982. *Formica aquilonia* vastsete (Hymenoptera, Formicidae) biokeemilised muutused ja füüsilised parameetrid suvel. Entomoloogia ülevaade, LXI, 4: 738–745 (vene keeles)
- Hewitt, D.G. & Robbins, C.T. 1996. Estimating grizzly bear food habits from fecal analysis. Wildlife Society Bulletin 24(3): 547-550
- Hölldobler, B. & Wilson, E.O. 1990. The Ants. Harvard University Press, Cambridge, Mass: 732
- Ivask, M. & Martin, A.-J. 1988. Pesa tööliste energiasalduse analüüs erinevatel kuklase gruppidel. Loomade ökoloogiline energieetika, 72-75 (vene keeles, kokkuvõte inglise keeles)
- Ivask, M. & Martin, A.-J. 1991. Energiavarude kasutamisest kuklasepesades. Kaasaegse ökoloogia probleemid. Tartu, 38-40 (vene keeles, kokkuvõte inglise keeles)
- Johansen, T. 1997. The diet of the brown bear (*Ursus arctos*) in central Sweden. M. Sc. Thesis, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, 36 pp.
- Joshi, A.R., Garshelis, D.L. & Smith, J.L.D. 1997. Seasonal and habitat-related diets of sloth bears in Nepal. Journal of Mammalogy. 78: 584-597
- Judin, V.G., 1993. Pruunkaru: Sahhalin ja Kuriili saared. Rmt.: M.A. Vaisfeld, I.E. Tšestin (koost.), Karud: pruunkaru, jääkaru, kaeluskaru. Nauka, Moskva: 403-419 (vene keeles, kokkuvõte inglise keeles)
- Kaal, M. 1969. Pruunkaru (*Ursus arctos* L.) Eestis. Diplomitöö. TRÜ, Bioloogia-geograafia teaduskond, 97

- Kaal, M. 1980. Pruunkaru. Tallinn, 96
- Korsten, M., Vulla, E., Leht, M., Valdmann, H. & Saarma, U. 2004. Pruunkaru toitumisuuring andis põnevaid leide. Eesti Jahimees, 145: 10-14
- Laasimer, L. 1965. Eesti NSV taimkate. Tallinn: 397
- Lavov, M.A. 1993. Pruunkaru: Valgevene. Rmt.: M.A. Vaisfeld, I.E. Tšestin (koost.), Karud: pruunkaru, jääkaru, kaeluskaru. Nauka, Moskva: 60-67 (vene keeles, kokkuvõtte inglise keeles)
- Linnell, J.D.C., Swenson, J.E. & Andersen, R. 2000. Conservation of biodiversity in Scandinavian boreal Forests: large carnivores as flagships, umbrellas, indicators, or keystones? Biodiversity and Conservation 9: 857–868
- Litvaitis, J.A., Titus, K. & Anderson, E.M. 1994. Measuring vertebrate use of terrestrial habitats and foods. 254-274 in Research and Management Techniques for Wildlife and Habits, Fifth edition, edited by T.A. Bookhout. The Wildlife Society, Bethesda, MD.
- Loskutov, A.V., Pavlov, M.P. & Putškovski, S.V. 1993. Pruunkaru: Volga-Kama region. Rmt.: M.A. Vaisfeld, I.E. Tšestin (koost.), Karud: pruunkaru, jääkaru, kaeluskaru. Nauka, Moskva: 91-135 (vene keeles, kokkuvõtte inglise keeles)
- Maavara, V. 1953. Eesti NSV sipelgad. LUS, Tartu: 44
- Maavara, V. 1993. Kui palju on Eestis sipelgaid? Eesti Loodus 1: 9-12
- Maavara, V. & Martin, A.-J. 1985. Matsalu märgala sipelglased (Formicidae). Rmt: E. Kumari (koost.) Matsalu – rahvusvahelise tähtsusega märgala. Tallinn, "Valgus": 181-185.
- Maavara, V. & Martin, A.-J. 1993. Ruhnu saare sipelgad. Rmt: T. Talvi (toimet.). Ruhnu saare loodus. ELUS-i aastaraamat. Tallinn: 117-136
- Maavara, V., Martin, A.-J., Nuorteva, P., Oja, A. 1994. Sampling of different social categories of red wood ants (*Formica* s.str.) for biomonitoring. 465-889 in Environmental Sampling for Trace Analysis by M.B. Weinheim. New-york. Cambridge. Tokyo

- Martin, A.-J. 1971. Kuklasepesa pööningul. Eesti Loodus, 10: 596-597
- Martin, A.-J. 1980a. Metsakuklase *Formica aquilonia* kevadine termoregulatsioon pesakuhilas. I. Pesa passiivne soojendamine. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 29: 103-107 (vene keeles)
- Martin, A.-J. 1980b. Metsakuklase *Formica aquilonia* kevadine termoregulatsioon pesakuhilas. II. Haudekambrite aktiivne kütmine. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 29: 188-197 (vene keeles)
- Martin, A.-J. 1991. Varusipelgate käitumine ja roll metsakuklaste pesades. Kolotšava IX artiklite kogu NSVL-s. Moskva, 98-101. (vene keeles)
- Martin, A.-J., Maavara, V., Mänd, M. 1985. Sipelgapesa kunstliku kütmise mõju metsakuklase *Formica aquilonia* koloonia elule. Putukate füsioloogia, meetodid ja tulemused. Tartu, 55-60 (vene keeles)
- Mattson, D.J., Blanchard, B.M. & Knight, R.R. 1991. Food habits of Yellowstone grizzly Bears, 1977-1987. Canadian Journal of Zoology 69: 1619-1629
- Mattson, D.J. 2001. Myrmecophagy by Yellowstone grizzly bears. Canadian Journal of Zoology 79: 779-793
- Meikar, T. 1999. Aastaraamat Mets. Akadeemilise Metsaseltsi Toimetised
- Mordosov, I.I. 1993. Pruunkaru: Jakutia. Rmt.: M.A. Vaisfeld, I.E. Tšestin (koost.), Karud: pruunkaru, jääkaru, kaeluskaru. Nauka, Moskva: 301-318 (vene keeles, kokkuvõte inglise keeles)
- Mordosov, I.I. 2002. Yakutia brown bear food. International Bear News 11(2): 6-7
- Paal, J. 1997. Eesti taimkatte kasvukohatüüpide klassifikatsioon. Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskus: 297
- Pažetnov, V.S. 1990. Pruunkaru. Agropromizdat, Moskva: 215 (vene keeles)
- Pažetnov, V.S. 1993. Pruunkaru: Euroopa-Venemaa keskosa. Rmt.: M.A. Vaisfeld, I.E. Tšestin (koost.), Karud: pruunkaru, jääkaru, kaeluskaru. Nauka, Moskva: 51-60 (vene keeles, kokkuvõte inglise keeles)
- Persson, I.-L., Wikan, S., Swenson, J.E. & Mysterud, I. 2001. The diet of the brown bear *Ursus arctos* in the Pasvik Valley, northeastern Norway. Wildlife Biology 7: 27-37
- Pritchard, G.T. & Robbins, C.T. 1990. Digestive and metabolic efficiencies of grizzly and black bears. Canadian Journal of Zoology 68: 1645-1651

- Raukas, A. (koost.) 1995. Eesti Loodus. Tallinn: 606
- Revenko, I.A. 1993. Pruunkaru: Kamtšatka. Rmt.: M.A. Vaisfeld, I.E. Tšestin (koost.), Karud: pruunkaru, jääkaru, kaeluskaru. Nauka, Moskva: 380-403 (vene keeles, kokkuvõte inglise keeles)
- Rolstad, J., Majewski, P. & Rolstad, E. 1998. Black woodpecker se of habitats and feeding substrates in managed Scandinavian forest. Journal of Wildlife Management: 62(1): 11-23
- Roose, A. 2002. Eesti Keskkonnaseire 2001. EV Keskkonnaministeerium: 195
- Schmidt, G.H. 1974. Steuerung der Kastenbildung und Geschlechtsregulation im Ameisenstaat. 404-512 in Socialpolymorphismus bei Insekten. Probleme der Kastenbildung im Tierreich by E.G. Schmidt (ed.), Wissensch. Verlagsgesellschaft, Stuttgart. (saksa keeles)
- Servheen, C. 1989. The status and conservation of the brown bear of the world. International Conference on Bear Research and Management: 2: 1-32
- Slobodjan, A.A. 1993. Pruunkaru: Ukraina. Rmt.: M.A. Vaisfeld, I.E. Tšestin (koost.), Karud: pruunkaru, jääkaru, kaeluskaru. Nauka, Moskva: 67-91 (vene keeles, kokkuvõte inglise keeles)
- Sobanski, G.G. & Zavatski, B.P. 1993. Pruunkaru: Altai ja Sajaanid. Rmt.: M.A. Vaisfeld, I.E. Tšestin (koost.), Karud: pruunkaru, jääkaru, kaeluskaru. Nauka, Moskva: 214-249 (vene keeles, kokkuvõte inglise keeles)
- Statsoft Incorporation. 2001. Statistica 6.0
- Steiner, A. 1947. Der Wärmehaushalt der einheimischen sozialen Hautflüger. Beiheft. Schweiz. Bienen-Ztg., 2, 140–253. (saksa keeles)
- Sudd, J.H. 1966. An Introduction to the Behaviour of Ants. London, Arnold: 200
- Swenson, J.E., Jansson, A., Riig, R. & Sandegren, F. 1999. Bears and ants: myrmecophagy by brown bears in central Scandinavia. Canadian Journal of Zoology 77: 551-561
- Šubin, N.G. 1993. Pruunkaru: Lääne-Siber. Rmt.: M.A. Vaisfeld, I.E. Tšestin (koost.), Karud: pruunkaru, jääkaru, kaeluskaru. Nauka, Moskva: 206-214 (vene keeles, kokkuvõte inglise keeles)

- Vaisfeld, M.A. 1993. Pruunkaru: Euroopa-Venemaa kirdeosa Rmt.: M.A. Vaisfeld, I.E. Tšestin (koost.), Karud: pruunkaru, jääkaru, kaeluskaru. Nauka, Moskva: 37-51 (vene keeles, kokkuvõtte inglise keeles)
- Vilbaste, J. (koost.) 1985. Matsalu märgala maismaaselgrootud. Rmt: Kumari E. (koost.) Matsalu – rahvusvahelise tähtsusega märgala. Tallinn "Valgus": 140 - 198.
- Vulla, E. 2006. Pruunkaru (*Ursus arctos*) toitumine ja sügisene elupaiga kasutamine Eestis. Magistritöö zooloogia erialal, Tartu Ülikool: 64
- White, D.Jr., Kendall, K.C. & Picton, H.D. 1998. Grizzly bear feeding activity at alpine Army cutworm moth aggregation sites in northwest Montana. Canadian Journal of Zoology 76: 221-227
- Zahharov, A.A., 1978. Estimate of the population numbers in the complex of formicaria. Zoologia ajakiri: 1656-1662 (vene keeles)

Interneti aadressid:

Mattson, D.J. 2005.

<http://www.usgs.nau.edu/Grizzly/FORAGINGBEHAVIOROFNORTHAMERICANBEAR>
S.pdf (14.05.2006)

Eesti Keskkonnaministeerium: www.envir.ee/ (14.05.06)

Lisa 1. Sipelgate mahuprotsent (FV) ja esinemissagedus (FO) erinevates piirkondades erinevatel aastaaegadel

Piirkond/autor	Kevad		Suvi		Sügis	
	FV	FO	FV	FO	FV	FO
Sloveenia (Große, 1999)	1,8	18	25,1	85	5,1	32,5
Skandinaavia (Swenson <i>et al.</i> , 1999)	12	61	16	78	4	25
Kesk-Rootsi (Johansen, 1997)	19	75	17	85	4	28
Norra (Persson <i>et al.</i> , 2001)	2,4	25,7	6,2	53,1	2,1	34,0
Põhja-Ameerika (Mattson, 2001)	0,5-0,8	8-14	1,8-4,2	13-22	0,3-1,7	3-10
Eesti	3,5	62,5	16,6	65,0	4,2	48,2

Lisa 2. Sipelgaperekondade mahuprotsent (FV) ja esinemissagedus (FO) erinevates piirkondades erinevatel aastaaegadel

Lisa 2a. Sipelgate mahuprotsent (FV) ja esinemissagedus (FO) erinevates piirkondades kevadistes ekskrementides.

Piirkond/autor	Kuklased		Murelased		<i>Serviformica</i> <i>spp.</i>		Hobusipelgad		Rautsikud	
	FV	FO	FV	FO	FV	FO	FV	FO	FV	FO
Sloveenia (Große, 1999)	39	67	27	33	34	67	-	-	-	-
Skandinaavia (Swenson <i>et al.</i> , 1999)	90	56	-	-	-	4	10	10	-	4
Kesk-Rootsi (Johansen, 1997)	89	70	-	-	-	-	11	7	*	*
Norra (Persson <i>et al.</i> , 2001)	100	26	-	-	-	-	-	-	-	-
Eesti	68	70	22	30	10	10	-	-	-	-

*osakaal väga väike

Lisa 2b. Sipelgate mahuprotsent (FV) ja esinemissagedus (FO) erinevates piirkondades suvistes ekskrementides.

Piirkond/autor	Kuklased		Murelased		<i>Serviformica</i> <i>spp.</i>		Hobusipelgad		Rautsikud	
	FV	FO	FV	FO	FV	FO	FV	FO	FV	FO
Sloveenia (Große, 1999)	12	60	52	95	15	33	20	70	1	10
Skandinaavia (Swenson <i>et al.</i> , 1999)	31	56	-	-	-	7	63	48	6	20
Kesk-Rootsi (Johansen, 1997)	29	67	-	-	-	-	59	50	12	24
Norra (Persson <i>et al.</i> , 2001)	100	53	-	-	-	-	*	4	-	-
Eesti	44	70	50	85	-	-	5	15	0,2	15

*osakaal väga väike

Lisa 2c. Sipelgate mahuprotsent (FV) ja esinemissagedus (FO) erinevates piirkondades sügisestes ekskrementides.

Piirkond/autor	Kuklased		Murelased		<i>Serviformica</i> <i>spp.</i>		Hobusipelgad		Rautsikud	
	FV	FO	FV	FO	FV	FO	FV	FO	FV	FO
Sloveenia (Große, 1999)	30	60	50	32	7	27	13	36	0,3	7
Skandinaavia (Swenson <i>et al.</i> , 1999)	25	15	-	-	-	2	75	20	-	1
Kesk-Rootsi (Johansen, 1997)	25	17	-	-	-	-	75	20	*	*
Norra (Persson <i>et al.</i> , 2001)	100	34	-	-	-	-	-	-	-	-
Eesti	40	60	36	57	9	28	6	12	8	24

*osakaal väga väike

Lisa 3. Sipelgaid sisaldavate ekskrementide andmed

Aasta	Aastaaeg	Kuupäev	Maakond	Sipelgate % ekskremendis
2003	suvi	6.06.2003	Lääne-Virumaa	6,5
2003	suvi	13.06.2003	Lääne-Virumaa	5,9
2003	suvi	1.07.2003	Lääne-Virumaa	4,8
2003	kevad	8.05.2003	Jõgevamaa	2,2
2003	suvi	25.05.2003	Lääne-Virumaa	24
2003	sügis	1.08.2003	Lääne-Virumaa	0,7
2003	sügis	8.08.2003	Lääne-Virumaa	4,6
2003	sügis	21.08.2003	Lääne-Virumaa	100
2003	sügis	13.08.2003	Jõgevamaa	7,9
2003	sügis	13.08.2003	Jõgevamaa	1,6
2003	sügis	12.08.2003	Jõgevamaa	75
2003	sügis	20.08.2003	Jõgevamaa	6,2
2003	sügis	20.08.2003	Jõgevamaa	19,4
2003	sügis	2003	Jõgevamaa	1,8
2003	sügis	2003	Jõgevamaa	12,2
2003	sügis	2003	Ida-Virumaa	0,5
2003	sügis	2003	Ida-Virumaa	43
2003	sügis	2003	Ida-Virumaa	0,02
2003	sügis	2003	Ida-Virumaa	4,1
2003	sügis	2003	Ida-Virumaa	9,8
2003	sügis	2003	Ida-Virumaa	5,1
2003	sügis	2003	Ida-Virumaa	8,1
2003	sügis	2003	Ida-Virumaa	3
2003	sügis	2003	Ida-Virumaa	1,2
2003	sügis	2003	Ida-Virumaa	1,8
2003	sügis	2003	Ida-Virumaa	10,9
2003	sügis	2003	Ida-Virumaa	9,1
2003	sügis	2003	Ida-Virumaa	0,3
2003	sügis	2003	Ida-Virumaa	1
2003	sügis	2003	Ida-Virumaa	0,7
2003	sügis	2003	Ida-Virumaa	2,1
2003	sügis	2003	Ida-Virumaa	2,8
2004	kevad	1.05.2004	Lääne-Virumaa	10

Kogumis aasta	Aastaaeg	Kuupäev	Maakond	Sipelgate % ekskremendis
2004	kevad	24.05.2004	Lääne-Virumaa	1
2004	kevad	24.05.2004	Lääne-Virumaa	3,2
2004	kevad	24.05.2004	Lääne-Virumaa	14,4
2004	kevad	4.05.2004	Ida-Virumaa	3,1
2004	kevad	11.05.2004	Ida-Virumaa	7,5
2004	kevad	27.04.2004	Ida-Virumaa	3,1
2004	kevad	30.04.2004	Ida-Virumaa	10,8
2004	kevad	kevad 2004	Ida-Virumaa	0,2
2004	suvi	15.06.2004	Ida-Virumaa	30
2004	suvi	15.06.2004	Ida-Virumaa	5,8
2004	suvi	18.06.2004	Ida-Virumaa	2,7
2004	suvi	17.06.2004	Ida-Virumaa	8,5
2004	suvi	6.07.2004	Ida-Virumaa	2,2
2004	suvi	13.06.2004	Lääne-Virumaa	17
2004	suvi	18.07.2004	Lääne-Virumaa	75
2004	suvi	25.07.2004	Lääne-Virumaa	80
2004	suvi	30.07.2004	Lääne-Virumaa	70
2004	sügis	6.09.2004	Ida-Virumaa	1,8
2004	sügis	6.09.2004	Ida-Virumaa	5,9
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	4,2
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	0,9
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	1,4
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	7,9
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	0,6
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	27,6
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	0,1
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	0,6
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	0,2
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	0,1
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	0,3
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	2
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	6,4
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	1,8
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	1,4
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	36,8
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	3,9

Lisa 3 järg

Kogumis aasta	Aastaaeg	Kuupäev	Maakond	Sipelgate % ekskremendis
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	0,3
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	5,3
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	4,1
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	0,8
2004	sügis	2004	Ida-Virumaa	0,2

Lisa 4. Sipelgaliikide ligilähedased biomassid Eesti vaatlusaladel.

(Maavara & Martin, 1985, 1993 ja A.-J. Martini ning käesoleva töö teostamise käigus saadud andmed)

Nr.	Liik	Sipelgaisendi toorkaal (mg)
1.	Laanekuklane - <i>Formica aquilonia</i>	9
2.	Palukuklane - <i>F. polyctena</i>	7,5
3.	Arukuklane - <i>F. rufa</i>	11
4.	Liivakuklane - <i>F. pratensis</i>	15
5.	Raudkuklane - <i>F. fusca</i>	4,4
6.	Niidukuklane - <i>F. execta</i>	5
7.	Röövkuklane - <i>F. sanguinea</i>	12
8.	Sametkuklane - <i>F. cinerea</i>	8
9.	Tuhmjas kuklane - <i>F. cunicularia</i>	8
10.	<i>Camponotus fallax</i>	25
11.	Taiga-hobusipelgas - <i>C. herculeaneus</i>	25
12.	Mullamurelane - <i>Lasius niger</i>	1,8
13.	Niidumurelane - <i>L. flavus</i>	1,1
14.	Juuremurelane - <i>L. umbratus</i>	3
15.	Hall murelane - <i>L. alienus</i>	3
16.	Puumurelane - <i>L. fuliginous</i>	4,3
17.	Niidurautsik - <i>Myrmica rubra</i>	2
18.	Tavarautsik - <i>M. ruginodis</i>	2,2