



Lülijalgsete karvad:

sõnumitoojad, kaitserelvad, soojahoidjad ja imetegijad

Kuigi lülijalgsete on kõige liigirikkam loomahõimkond, ei saa päris ilma karvadeta hakkama neist üksi. Küll aga täidavad karvad nende elus väga erisuguseid otstarbeid.

Toomas Esperk

Kõige tuntumad karvased lülijalgsete on ilmselt liblikaröövikud ja ämblikud (eriti tarantlid ja linnutapikud). Ehmeistiivaliste putukaselts on oma

nimetusegi saanud tiibadel asuvate karvade järgi.

Milleks putukad ja teised lülijalgsete karvu kasutavad? Kõige laiemalt levinud karvatüübid lülijalgsetel on keskkonnast teavet vastu võtavad meelekarvad ja kaitseotstarbega karvad. Esmalt

tutvustangi neid kaht karvatüüpi, seejärel aga vaatleme põgusalt mõne eripärasema otstarbega karvu.

Karvad kui meelelundid. Nagu muudelgi loomadel saab lülijalgsete meelekarvad jagada laias laastus kaheks: ühed võtavad vastu väliskeskkonna signaale, teiste, propriotseptsiooni- ehk süvatundlikkusega karvade abil saab loom teada, millises asendis on parasjagu tema enda jäsemed või tiivad [5,



◀ Hooghänd *Orchesella flavescens*. Hügrofoobsete seljakarvade otstarve näikse olevat ära hoida, et märjal lumel tegutsev putukas kogemata selgapidi veepinnale ei kleepuks, kust omal jõul on keeruline lahti pääseda



Liivamesilane *Andrena vaga*. Rindmiku ja pea karvastik hoiab sooja, ent ilmselt kaitseb ka kehapinda määrdumise eest

24]. See teine võime on loomadele niisama elutähtis kui keskkonna tajuminegi: kui jalad või tiivad liiguksid üksteisest sõltumatult, ei tuleks kiirest suunatud liikumisest midagi välja.

Puuetundlikud karvad on talitluse poolest kõige levinum meelekarva tüüp lüljalgsetel. Selliseid karvu võib leiduda üle kogu keha. Eriti palju on neid aga tavaliselt peapiirkonnas (annavad infot liikumissuuna ja saak- või röövloomade liikumise kohta), jalgadel (info jäsemete asendi kohta) ja mitmesugustel tagakehajatketel (näiteks munetil asuvate karvade kaudu hangivad emasputukad teavet munemispaiiga sobivuse kohta).

Puuetundlikke meelekarvu eristatakse omakorda mitu eri tüüpi, osa neist võtab vastu vaid otseste puudutuste, teised pigem õhu- või veevoolu infot [täpsema eristamise ja talitlusmehhanismide kohta vt 7, 17, 24].

Karvad kui kõrvad. Õhuvoolude ja keskkonna vibratsioonide suhtes tundlikud karvad on sisuliselt kuulmiselundid ja nende töösagedust mõõdetakse hertsides nagu kõrvade töösagedust. Seesugused puuetundlikud karvad võivad olla hämmastavalt tundlikud. Näiteks Kesk- ja Põhja-Ameerikas elav ämblikuliik *Cupiennius salei* suudab karvadega kuulda heli vahemikus 40–600

hertsi [3] (inimene on võimeline heli kuulma alates sagedusest 20 Hz). Robotikas on samavõrd tundlike ja vastupidavate karvjate sensorite arendamine väga aktuaalne teema, tulemused jäävad aga siiani eelkõige tööstabiilsuse poolest originaalidele kõvasti alla [19, 23].

Lüljalgsete puuetundlikest karvadest ongi kõige rohkem uuritud ämblike n-õ kuulmekarvu. Suurem jagu niisuguseid karvu paikneb jalgadel, enamasti 20–100 karva jala kohta [23]. Ootuspäraselt näikse rohkem puuetundlikke karvu leiduvat aktiivselt jahti pidavatel ja saakloomi jälitavatel ämblikuliikidel, kes püünisvõrku ei kasuta.



Sulgtiiblaste tiivad on putukate seas üpris erandliku ehitusega: lennupinna moodustavad pikad karvad

Tundekarvad. Peale mehhaano- ja audiosensoritena talitlevate karvade on putukatel leitud ka näiteks elektrilaengut, lõhna ja maitset tajuvaid karvu. Sama karv võib tajuda mitut tüüpi signaale. Näiteks mõne ämblikuliigi kohta on hiljuti välja selgitatud, et nende käppadel paiknevad karvad toimivad tõenäoliselt korraga nii haistmis- kui ka maitsemiselunditena [16].

Eestiski tavalisel karukimalal (*Bombus terrestris*) on avastatud, et puuetundlikud karvad, mis tajuvad õhuvoolu muutusi, on võimelised tuvastama ka tolmeldatavate õite elektrivälja [12, 22]. Õied on seal leiduva õietolmu tõttu tavaliselt negatiivse laenguga, kimalaste endi kehad aga positiivse laenguga. Kui kimalane on õiele laskunud, muutub ka õie laeng mõneks ajaks positiivseks [8]. Selline laengute erinevus võimaldab õietolmutteradel paremini tolmeldaja karvade vahele kinni jääda. Elektrivälja taju annab kimalastele (ja tõenäoliselt teistelegi mesilastele) väärtuslikku teavet, millist õit ei ole (ammu) tolmeldatud ning millist tasub vältida, sest konkurent on äsja ette jõudnud.

Kaitsekarvu on lüljaljasetel samuti mitut tüüpi. Osa karvu murdub kergesti ja lendub röövlooma külge või hingamisteedesse, kus nad võivad põhjustada ärritust või koguni mürgitust, inimestel allergiatki [4]. Näiteks

võib siin tuua väga karismaatilise välimusega harjastuhatjala (*Polyxenus lagurus*), kes on meilgi tavaline, kuigi jääb oma väiksuse (alla 0,5 cm) tõttu harva silma. Tavapäraselt on tuhatjalgsete kaitse mürgisus, ent harjastuhatjalg kaitseb end hoopis kergesti murduvate ja tugevalt harunenud karvade ehk harjastega, mis haakuvad sipelgate ja muude röövputukate külge ja takistavad neid rünnakut jätkamast [9].

Paljude lüljaljasete karvad on ühendatud mürginäarmetega.

Ilmselt kõige tuntumad end karvadega kaitsvad lüljaljased on aga liblikaröövikud, eriti karuslaste, lainelaste, kedriklaste ja paabusilmaste vastsed. Üks karuslaste sugukonna liblikas, Eesti möödunud aasta liblikaks valitud harilik päevakoer (*Arctia caja*), kannab koguni sama nimetust, millega rahvasuu on nimetanud kõiki karvaseid röövikuid.

Kui kujutleda end näljase röövlooma nahka, siis tundub üsna usutav, et karvane suutäis isu ei tekita. Ka mõned teaduskatsed on kinnitanud, et karvaseid putukaid rünnatakse harvemini. Näiteks pakuti võrajoosikutele (*Calosoma maximowiczi*)

viit liiki liblikate röövikuid, kes on eri määral karvased. Kõige pikema te karvadega liigi – karuslaste *Lemyra imparilis* – röövikutest ligi pool pääses laboritingimustes esimesest võrajoosiku rünnakust terve nahaga [21]. Peaaegu kõik karvadeta ja vähem karvaste liblikaliikide röövikud langesid aga juba esimesel rünnakul võrajoosikute saagiks.

Teine katse tehti käsnaalainelase röövikutega, kellest osal aeti karvad maha. Allesjätud karvastikuga röövikuid suutis kiletüvaline parasitoid edukalt rünnata (muneda nende sisse oma muna) ainult umbes veerandil juhtudest. Seevastu raseeritud röövikutesse suutis parasitoid edukalt muneda üle 90% kordadest [11].

Karvadega lindude vastu. Kas karvasus kaitseb röövikuid ka nende peamiste vaenlaste putuktoiduliste lindude eest? Üllataval kombel pole seda otseselt katsetega kuigivõrd uuritud. Küll on tähele pandud, et paljud putuktoidulised linnuliigid väldivad karvaseid röövikuid [kokkuvõte: 1].

Teisalt on märgatud ka lindude kohastumusi, mis võimaldavad neil edukalt karvastest putukatest toituda. Näiteks tihased, kärbsenäpid ja mitmed teised linnud söövad karvastel röövikutel ära ainult sisemuse. Käod ja vaenukäod hõõruvad aga karvaseid röövikuid enne söömist vastu maad või oksa, et tülikate karvade hulka vähendada.

Ehk kõige põnevam kohastumus röövikukarvadega toimetulekuks on seestpoolt limakorraga vooderdatud pugu mitmel käoliigil: karvad jäävad limasse kinni ning lind oksendab vajaduse korral selle karvase limakes- ta hiljem välja [1, 15].

Vihje, et vähemalt osa linde karvaseid röövikuid toidusedelis ära ei põlga, annab seegi, et linde on märgatud kogunemas karvaste putukate hulgisigimise piirkondadesse. Näiteks rasvatihaseid on nähtud koondumas männi-võrgenditultase puhangu aladele Portugalis [18] ning vihmakägu- sid käsnaalainelaste puhangu aladele Põhja-Ameerikas [3].

Seega on lindude ja karvaste röö-



Viljapuu-tupslane



Luiklanelane



Käsnalanelane



Tumetupslane



Kevadkaruslane

Röövikute karvastik on erakordselt mitmekesine, ainuüksi kaitsetstarbelisi karvu võib samal loomal olla mitut eri tüüpi

vikute suhted näide koevolutiooni kohta: karvad küll kaitsevad röövikuid lindude eest, aga need omakorda on juurutanud viise, kuidas sellest kaitsest mööda hiilida või läbi murda.

Mürgikarvad. Paljude lüljalgsete karvad on ühendatud mürginäärmetega. Kui sellised karvad murduvad, muutub loom ründajale mürgiseks või vähemalt maitseb halvasti [14]. Seesugused karvad tulevad kait-

sel ilmselt kasuks: miks peaks keegi investeerima kulukasse ja tülikasse mürgiaparati, kui sellest kasu poleks?

Mesilaskasukas, vetelkõnd ja võrgulkäik. Peale taju- ja kaitsetstarbe on putukate karvadel veel mitmesuguseid funktsioone. Muu hulgas hoiavad paljud lüljalgsed karvakasukaga sooja nii nagu meie, imetajadki. Näiteks meemesilaste karvane rindmik hoiab palju ener-

giat kokku eriti talvel, kui mesilased külma eest kobarasse kogunevad [20].

Karvad aitavad lüljalgsetel korda saata ka piiblist tuntud imetegu: kõndida vee peal. Kuigi nii mõnedki selgroogsed loomad saavad vee peal liikumisega hakkama, on selles kunstis suuremad meistrid siiski lüljalgsed, kellest mõnigi liik vedab vee peal suurema osa eluajast. Tuntuimad vetelkäijad on liuskurlaste (*Gerridae*) sugukonna lutikalised ja



Väike-kärbtiiva röövik kannab hirmuäratavaid ogasid kaitseks lindude eest. Putukate ogad sisaldavad tihti nii mürgirakke kui ka närvilõpmeid



Toakärbes ei näi inimsilmale kuigi karvane, ent tegelikult leidub tal tihedalt meelekarvu vaata et kõigil kehaosadel. Paljudel putukaliikidel on isegi silmad karvased

hiidämbliku (*Dolomedes*) perekonna ämblikud. Mõlemad loomarühmad on tuttavad ka Eesti veekogudelt. Võtmetähtsusega on nendele loomadele tihedad jalakarvad, mis tekitavad jalgade ümber tugeva vett tõrjuva kihi [10]. Siingi on inimesed loodusest inspiratsiooni ammutanud ja proovinud seda bioinsenerinduse imet robotikas ära kasutada [13].

Ämblike püünisvõrkude tõhusus ja kaunidus on inimesi köitnud ammusest ajast peale, ometi ei olnud veel üsna hiljutise ajani selge, kuidas ämblikud ise oma äärmiselt

kleepuvatesse võrkudesse kinni ei jää. Nüüdseks on selgitatud, et ämblik väldib kleepumist kolmel viisil: vähendab kokkupuudet liimiste niitidega niipalju kui võimalik, katab jalad kleepumist takistava ainega ning tema käppade tipus paiknevad tihedad karvad, millele ämblik kleepniite mööda otsekuu kikikarvul hiilides toetub, vähendades nõnda kokkupuutepinna kleepainega võimalikult väikeseks [6].

Nagu näha, on karvad lüljalgsetele vajalikud väga mitmel, tihti hämmastaval moel, mida inimene pole

siiani suutnud tehnilikult järele teha. Karvade ehituse ja talitluse üheaegne lihtsus ja keerukus üllatab ja võib meid ilmselt ka edaspidi. ■

1. Barbaro, Luc; Battisti, Andrea 2011. Birds as predators of the pine processionary moth (Lepidoptera: Notodontidae). – *Biological Control* 56: 107–114.
3. Barth, Friedrich G. 2002. Spider senses—technical perfection and biology. – *Zoology* 105: 271–285.
4. Battisti, Andrea et al. 2011. Urticating hairs in arthropods: their nature and medical significance. – *Annual Review of Entomology* 56: 203–220.
5. Boubllil, Brittney L. et al. 2021. Mechanosensory hairs and hair-like structures in the animal kingdom: specializations and shared functions serve to inspire technology applications. – *Sensors* 21: 6375.
6. Briceño, R. D.; Eberhard, W. G. 2012. Spiders avoid sticking to their webs: clever leg movements, branched drip-tip setae, and anti-adhesive surfaces. – *Naturwissenschaften* 99: 337–341.
8. Clarke, Dominic et al. 2013. Detection and learning of floral electric fields by bumblebees. – *Science* 340: 66–69.
9. Eisner, Thomas et al. 1996. Millipede defense: use of detachable bristles to entangle ants. – *PNAS* 93: 10848–10851.
10. Hu, David L.; Bush, John W. M. 2020. The hydrodynamics of water-walking arthropods. – *Journal of Fluid Mechanics* 644: 5–33.
11. Kageyama, Azusa; Sugiura, Shinji 2016. Caterpillar hairs as an anti-parasitoid defence. – *Science of Nature* 103: 86.
13. Kwak, Bokeon; Bae, Joonbum 2018. Locomotion of arthropods in aquatic environment and their applications in robotics. – *Bioinspiration & Biomimetics* 13: 041002.
17. Palmer, Ryan A. et al. 2021. Analysis of aerodynamic and electrostatic sensing in mechanoreceptor arthropod hairs. – *Journal of Theoretical Biology* 530: 110871.
20. Southwick, Edward E. 1985 Bee hair structure and the effect of hair on metabolism at low temperature. – *Journal of Apicultural Research* 24: 144–149.
21. Sugiura, Shinji; Yamazaki, Kazuo 2014. Caterpillar hair as a physical barrier against invertebrate predators. – *Behavioral Ecology* 25: 975–983.
23. Zhang, Changchao et al. 2020. Crack-based and hair-like sensors inspired from arthropods: a review. – *Journal of Bionic Engineering* 17: 867–898.
24. Tuthill, John C.; Wilson, Rachel I. 2016. Mechanosensation and adaptive motor control in insects. – *Current Biology* 26: R1022–R1038.

Täieliku viitenimekirja leiad veebist: loodusajakiri.ee/EL2203_Eesperk_viited.pdf.

Toomas Esperk (1977) on putukaökoloog, Tartu ülikooli kaasprofessor.