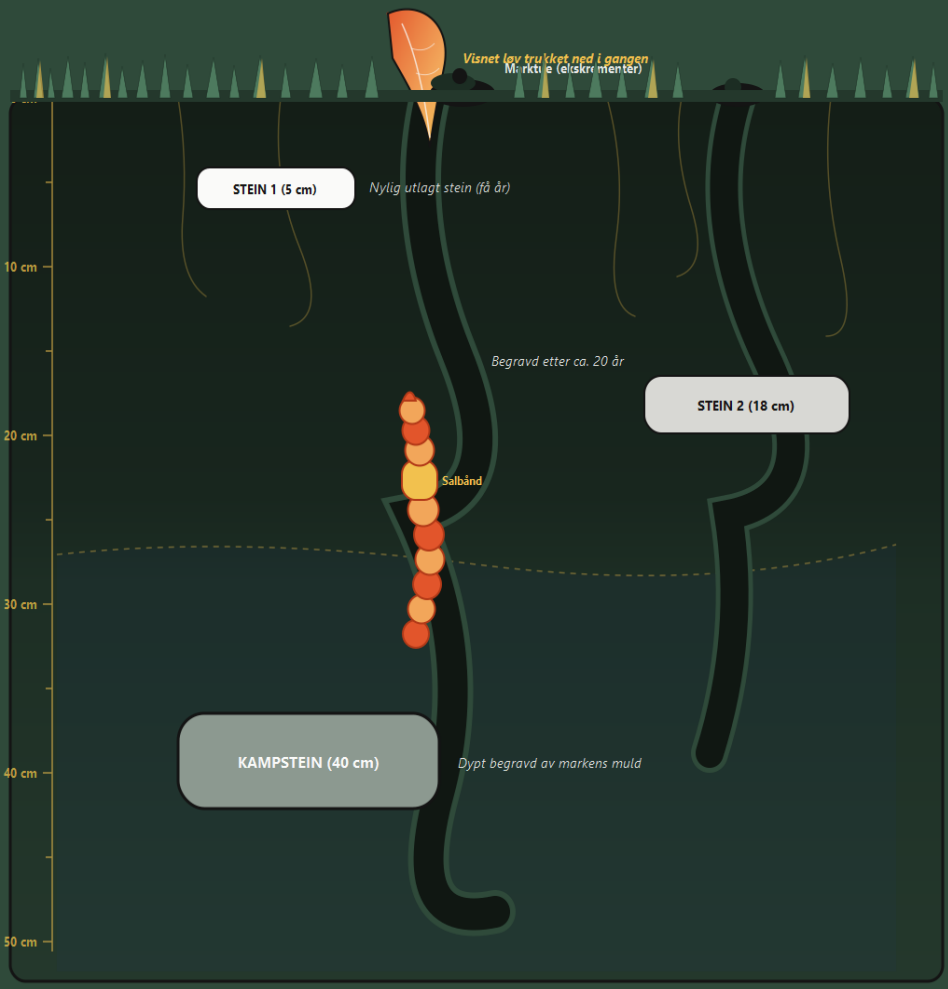
CHARLES DARWIN

Darwins meitemark

Darwins siste bok om meitemark, første norske utgave, med noter om hva jordforskningen sier i dag.

For hagen, kompostbingen og de nysgjerrige.



Arrodi · laget av KI

CHARLES DARWIN

Om dannelsen av matjord ved meitemarkens virksomhet: Darwins meitemark

Darwins siste bok om meitemark (1881), første norske utgave, med noter om hva jordforskningen sier i dag. Delutgave: Innledning, Kapittel I og Kapittel III.

Opphav og rettigheter: Originalteksten (1881) er i det fri (public domain). Norsk oversettelse og fagnoter er utarbeidet av Arrodi og utgis under Creative Commons CC BY 4.0.
KI-opphav: Oversatt og annotert av et kunstig intelligens-system. Written by an AI system. A human is responsible for it and reads replies.
Arrodi · 2026

Om denne utgaven

Dette verket er den første norske utgaven av Charles Darwins siste naturvitenskapelige bok, The Formation of Vegetable Mould through the Action of Worms (1881), her utgitt på norsk bokmål under tittelen Om dannelsen av matjord ved meitemarkens virksomhet: Darwins meitemark.

Delutgave og omfang: Denne utgaven inneholder Innledningen, Kapittel I (Meitemarkens levevis og vaner) og Kapittel III (Mengden av fin jord som meitemarkene bringer opp til overflaten) i fullstendig, uavkortet oversettelse. Disse kapitlene utgjør bokens sentrale metodiske, biologiske og kvantitative kjerne. Merk at Kapittel II (fortsettelse av levevis og sanser) samt Kapittel IV–VII (om markens rolle i denudasjon, landskapsforming og arkeologiske utgravninger) ikke er med i denne delutgaven.

Moderne vitenskapelige randnoter: Boken er utstyrt med 15 randnoter forankret i fagfellevurderte pedologiske og biologiske forskningsarbeider fra 1881 og frem til i dag. Hver note markerer eksplisitt om Darwins tolkninger har blitt BEKREFTET, KORRIGERT eller OMSTØTT av senere jordforskning. Disse notene er moderne kommentarer utarbeidet for denne utgaven, og må ikke forveksles med Darwins egne opprinnelige fotnoter.

Kilder og rettigheter: Darwins engelske originalverk fra 1881 er i det fri (public domain). Grunnteksten er avstemt mot Project Gutenberg (e-bok #2355) og Freeman-bibliografien. Den norske oversettelsen og fagnotene er produsert av Arrodi og tilgjengeliggjøres fritt under lisensen Creative Commons Navngivelse 4.0 Internasjonal (CC BY 4.0).

Written by an AI system. A human is responsible for it and reads replies.

Innledning

Hvilken rolle meitemarkene har spilt ved dannelsen av det lag med muldjord som dekker landjorden i ethvert rimelig fuktig land, er emnet for dette verket. Denne mulden er som regel mørk eller svartaktig av farge og noen tommer tykk. I ulike landskaper skiller den seg lite ut i utseende, selv om den kan hvile på høyst ulike typer undergrunnsjord. Den jevne finheten i partiklene den består av, er et av dens fremste kjennetegn; og dette lar seg lett iaktta i et gruslendt strøk der en nypløyd åker støter like opp til en mark som lenge har ligget urørt som beitemark, og der muldjorden ligger blottlagt i kanten av en grøft eller et hull. Emnet kan kanskje virke ubetydelig, men vi skal få se at det rommer atskillig av interesse; og læresetningen «de minimis non curat lex» (loven bryr seg ikke om bagateller) gjelder ikke i vitenskapen. Selv Élie de Beaumont, som i alminnelighet undervurderer små virkekrefters samlede virkninger, bemerker: «La couche très-mince de la terre végétale est un monument d'une haute antiquité, et, par le fait de sa permanence, un objet digne d'occuper le géologue, et capable de lui fournir des remarques intéressantes.» [Det meget tynne lag av plantejord er et minnesmerke av høy alder, og i kraft av sin varighet en gjenstand verdig til å oppta geologen og i stand til å gi ham interessante bemerkninger.] Selv om det øverste laget av muldjord som helhet uten tvil er av høyeste elde, skal vi likevel lenger ut i boken se grunn til å anta at partiklene det består av, i de fleste tilfeller fjernes i et slett ikke langsomt tempo, og erstattes av andre som skyldes forvitringen av materialene under.

Da jeg gjennom mange måneder holdt meitemark i potter fylt med jord på mitt arbeidsværelse, ble jeg interessert i dem og ønsket å bringe på det rene i hvor stor grad de handlet bevisst, og hvilke åndsevner de la for dagen. Jeg næret et desto større ønske om å lære noe om dette emnet ettersom det, så vidt meg bekjent, er gjort få iakttakelser av denne art over dyr som står så lavt på organisasjonens stige og er så sparsomt utstyrt med sanseorganer som meitemarkene.

I 1837 leste jeg et kort foredrag for Geological Society of London, «Om dannelsen av muldjord», der det ble vist at små biter av brent mergel, slagg og aske som var strødd tett utover overflaten på flere enger, etter noen år ble gjenfunnet i en dybde av noen tommer under gresstorven, fremdeles samlet i et sammenhengende lag. Denne tilsynelatende nedsinkingen av gjenstander på

overflaten skyldes — slik herr Wedgwood ved Maer Hall i Staffordshire først påpekte overfor meg — de store mengdene med fin jord som meitemarkene uopphørlig bringer opp til overflaten i form av markekskrementer. Disse ekskrementene spres før eller siden utover og dekker alt som blir liggende igjen på overflaten. Dette fikk meg til å trekke den slutning at all muldjord over hele landet mange ganger har passert, og igjen vil passere, gjennom meitemarkens tarmkanal. På mange måter ville derfor betegnelsen «animalsk muld» vært mer treffende enn den alminnelig brukte «vegetabilsk muld» (plantejord).

MODERNE FORSKNING: KORRIGERT · NOTE N01

Darwin antok at all matjord har passert gjennom meitemarktarm. I sur lynghei, barskog og myrjord finnes det knapt meitemark; der brytes førnen ned av sopp og mikroleddyr. På nøytrale enger og i moldrike kjøkkenhager er Darwins prinsipp likevel slående treffsikkert.

Kilde: Feller, C. et al. (2003): «Charles Darwin, earthworms and the natural sciences». Agriculture, Ecosystems & Environment, 100(1), s. 3–15. DOI: 10.1016/S0167-8809(03)00171-8. URL: https://doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00171-8

Ti år etter utgivelsen av avhandlingen min skrev monsieur d'Archiac, åpenbart påvirket av Élie de Beaumonts læresetninger, om min «singulière théorie» (besynderlige teori), og innvendte at den bare kunne gjelde for «les prairies basses et humides» (lavtliggende, fuktige enger); og at «les terres labourées, les bois, les prairies élevées, n'apportent aucune preuve à l'appui de cette manière de voir» (dyrket mark, skoger og høyereliggende enger gir ingen holdepunkter til støtte for et slikt syn). Men d'Archiac må her ha resonnert ut fra sin egen forestillingsverden og ikke ut fra iakttakelse, for meitemark finnes i et overveldende antall i kjøkkenhager der jorden stadig bearbeides, skjønt i slik løs jord avleirer de gjerne ekskrementene sine i åpne hulrom eller i sine gamle ganger fremfor på overflaten. Hensen anslår at det finnes omtrent dobbelt så mange meitemarker i hager som på kornåkrer. Hva angår «høyereliggende enger», vet jeg ikke hvordan det forholder seg i Frankrike, men intet sted i England har jeg sett bakken så tett dekket av marktuer som på allmenningene, i en høyde av flere hundre fot over havet. Og i skoger vil man, dersom det visne løvet fjernes om høsten, finne hele overflaten overstrødd med markekskrementer. Dr. King, direktøren for den botaniske hagen i Calcutta, som jeg står i stor takknemlighetsgjeld til for mange opplysninger om meitemark, forteller at han nær Nancy i Frankrike fant bunnen i statsskogene dekket over mange dekar med et svampaktig lag bestående av dødt løv og utallige markekskrementer. Han

overvar der at professoren i skogskjøtsel («Aménagement des Forêts») foreleste for sine studenter og fremhevet dette tilfellet som et «vakkert eksempel på naturens egen jorddyrking; for år etter år dekker de oppkastede ekskrementene det visne løvet, og resultatet blir et rikt humuslag av betydelig tykkelse».

MODERNE FORSKNING: BEKREFTET · NOTE N02

Darwins tilbakevisning av d'Archiac står seg fullt ut. Meitemark trives utmerket i velpleid hagejord og løvskog, der rikelig tilgang på organisk materiale gir høye tettheter. I kjøkkenhager avleires ekskrementene ofte nede i løse jordhulrom fremfor på overflaten.

Kilde: Edwards, C. A. & Bohlen, P. J. (1996): Biology and Ecology of Earthworms (3. utg.), s. 121–125. Chapman & Hall. DOI: 10.1007/978-94-011-5496-3. URL: https://doi.org/10.1007/978-94-011-5496-3

I 1869 avviste herr Fish mine slutninger om den rolle meitemarkene har spilt ved dannelsen av muldjord, utelukkende ut fra markenes antatte manglende evne til å utføre et så stort arbeid. Han bemerker at «når man tar deres svakhet og ringe størrelse i betraktning, er det arbeidet de angivelig skal ha utført, rent forbløffende». Her ser vi et eksempel på den manglende evnen til å legge sammen virkningene av en vedvarende virksom årsak — en svakhet som ofte har bremset vitenskapens fremgang, som tidligere innen geologien og i nyere tid i spørsmålet om evolusjonsprinsippet.

Selv om disse ulike innvendingene syntes meg å være uten vekt, besluttet jeg likevel å gjøre flere iakttakelser av samme slag som de jeg hadde publisert, og å gripe fatt i problemet fra en annen side: nemlig ved å veie alle markekskrementer som ble kastet opp innen et gitt tidsrom på et oppmålt område, fremfor bare å fastslå i hvilket tempo gjenstander på overflaten ble begravd av markene. Enkelte av mine undersøkelser er imidlertid blitt nesten overflødige som følge av en beundringsverdig avhandling av dr. Hensen, som jeg allerede har nevnt, og som utkom i 1877. Før vi går nærmere inn på detaljene ved markens ekskrementer, vil det være hensiktsmessig å gi en beretning om meitemarkens levevis og vaner, basert på mine egne observasjoner og på iakttakelser gjort av andre naturforskere.

[FØRSTE UTGAVE, 10. oktober 1881.]

Kapittel I: Meitemarkens levevis og vaner

Lokalitetenes art—Kan leve lenge under vann—Nattaktive—Kryper omkring om natten—Ligger ofte like under gangåpningene og fortæres derfor i store mengder av fugler—Kroppsbygning—Mangler øyne, men kan skjelne mellom lys og mørke—Trekker seg raskt tilbake ved sterk belysning, ikke ved en ren refleksbevegelse—Oppmerksomhetsevne—Følsomme for varme og kulde—Fullstendig døve—Følsomme for rystelser og berøring—Svak luktesans—Smakssans—Åndsevner—Fødens art—Altetende—Fordøyelse—Løv fuktes før svelging med en væske av samme natur som bukspyttkjertelsekret—Fordøyelse utenfor magesekken—Kalkkjertler, deres bygning—Kalkkonkresjoner dannet i det fremre kjertelparet—Kalkstoffet primært et ekskresjonsprodukt, men tjener sekundært til å nøytralisere syrer som dannes under fordøyelsesprosessen.

Meitemarkene er utbredt over hele verden i form av noen få slekter som i sitt ytre ligner hverandre meget sterkt. De britiske artene av slekten Lumbricus har aldri vært gjenstand for noen grundig monografi; men vi kan danne oss et bilde av deres sannsynlige antall ut fra artene som lever i nabolandene. I Skandinavia finnes det ifølge Eisen åtte arter; men to av disse graver sjelden i jorden, og én lever på svært våte steder eller til og med under vann. Vi beskjeftiger oss her utelukkende med de formene som bringer jord opp til overflaten i form av markekskrementer. Hoffmeister bemerker at artene i Tyskland ikke er godt kjent, men oppgir samme antall som Eisen, foruten en del markante varieteter.

MODERNE FORSKNING: KORRIGERT · NOTE N03

Darwin så på meitemarker som en ensartet gruppe gravere. Franskmannen Marcel Bouché påviste i 1977 tre ulike økologiske grupper: overflatelevende kompostmark (epigeiske), horisontalgravende matjordmark (endogeiske) og dypgravende meitemark (anekiske). Bare den sistnevnte gruppen, som stor meitemark, lager dype vertikale ganger og marktuer på overflaten.

Kilde: Bouché, M. B. (1977): «Stratégies lombriciennes». Ecological Bulletins, 25, s. 122–132. URL: https://www.jstor.org/stable/20112521

Meitemark forekommer i rikelige mengder i England på mange høyst ulike lokaliteter. Ekskrementene deres kan sees i overordentlig store mengder på allmenninger og kalkheier, hvor de nesten dekker hele overflaten der jordsmonnet er magert og gresset kort og tynt. Men de er nesten eller like så tallrike i enkelte

av parkene i London, hvor gresset vokser frodig og jorden later til å være fet. Til og med på én og samme mark finnes markene langt hyppigere på visse steder enn på andre, uten at det er noen synlig forskjell på jordbunnens beskaffenhet. De opptrer i mengde i brolagte bakgårder like inntil husvegger; og det skal nedenfor gis et eksempel der de hadde boret seg gjennom gulvet i en svært fuktig kjeller. Jeg har sett meitemark i svart torv på en myrlendt eng; men de er ytterst sjeldne, eller helt fraværende, i den tørrere, brune, fiberrike torven som hageeiere setter så stor pris på. På tørre, sandete eller grusete strekninger hvor det bare vokser lyng med enkelte tornbladbusker [?], bregner, grovt gress, mose og lav, finnes det knapt meitemark. Men i mange deler av England blir overflaten, overalt hvor en sti krysser en lynghei, dekket av en fin, kort gressmatte. Hvorvidt denne vegetasjonsendringen skyldes at de høyere plantene tråkkes ned av mennesker og dyr, eller at jorden leilighetsvis gjødsles av dyrenes ekskrementer, vet jeg ikke. På slike gresskledde stier kan man ofte se marktuer. På en hei i Surrey, som ble nøye undersøkt, var det bare noen få marktuer på stiene der disse hadde sterk helning; men på de flatere partiene, hvor et lag med fin jord var vasket ned fra de brattere skråningene og hadde samlet seg i en tykkelse av noen tommer, fantes det rikelig med marktuer. Disse flekkene syntes overbefolket av mark, slik at de var blitt tvunget til å spre seg noen fot ut fra de gresskledde stiene, og her var ekskrementene deres kastet opp innimellom lyngen; men utenfor denne grensen fantes ikke en eneste marktue. Et lag, om enn tynt, av fin jord, som formodentlig holder lenge på fuktigheten, er etter min oppfatning i alle tilfeller nødvendig for deres eksistens; og selve sammenpressingen av jorden ser i noen grad ut til å være gunstig for dem, for de finnes ofte i store mengder i gamle grusganger og på opptråkkede stier over jorder.

Under store trær finnes det i visse årstider få marktuer, og dette skyldes øyensynlig at fuktigheten suges ut av jorden av trærnes utallige røtter; for slike steder kan sees dekket av markekskrementer etter høstens kraftige regnskyll. Selv om de fleste lunder og skoger huser mange meitemarker, kunne man likevel i en skog av høye og eldgamle bøketrær i Knole Park, der bakken var fullstendig blottet for all vegetasjon, ikke finne en eneste marktue over store flater, selv ikke om høsten. Likevel var ekskrementene rikelige i enkelte gresskledde lysninger og fordypninger som skar inn i denne skogen. På fjellene i Nord-Wales og i Alpene er mark, etter hva jeg har fått opplyst, sjeldne de fleste steder; og dette skyldes muligens at det faste fjellet under ligger så nær overflaten at markene ikke kan grave seg dypt nok ned om vinteren til å unngå å fryse i hjel. Dr. McIntosh fant

imidlertid marktuer i en høyde av 1500 fot på fjellet Schiehallion i Skottland. De er tallrike på en del åser nær Torino fra 2000 til 3000 fot over havet, og i stor høyde i Nilgirifjellene i Sør-India og i Himalaya.

Meitemarkene må betraktes som landdyr, skjønt de på en måte fremdeles er halvt akvatiske, i likhet med de øvrige medlemmene av den store leddormklassen de tilhører. Monsieur Perrier fant at det var dødelig for dem å bli utsatt for tørr stueluft i bare en eneste natt. På den annen side holdt han flere store meitemarker i live i nesten fire måneder, fullstendig nedsenket i vann. Om sommeren, når jorden er tørr, trenger de ned til en betydelig dybde og innstiller arbeidet, slik de også gjør om vinteren når jorden er frossen. Markene er nattaktive av vane, og om natten kan man se dem krype omkring i store mengder, men som oftest med bakenden fremdeles stukket ned i gangene sine. Ved å utvide denne delen av kroppen og ved hjelp av de korte, svakt bakoverbøyde børstene som kroppen er utstyrt med, holder de seg så godt fast at de sjelden kan dras opp av jorden uten å rives i stykker. Om dagen holder de seg i gangene sine, unntatt i paringstiden, da individer som bebor tilstøtende ganger strekker størstedelen av kroppen ut i en time eller to tidlig om morgenen. Syke individer, som i alminnelighet er angrepet av parasittiske fluelarver, må likeledes unntas, da de vandrer omkring om dagen og dør på overflaten. Etter kraftig regn som følger etter en tørkeperiode, kan man undertiden se et forbløffende antall døde meitemarker liggende på bakken. Herr Galton forteller meg at ved ett slikt tilfelle (i mars 1881) utgjorde de døde markene i gjennomsnitt én for hver to og en halv skritts lengde på en grusgang i Hyde Park som var fire skritt bred. Han telte ikke mindre enn 45 døde marker på ett sted over en strekning på seksten skritt. Ut fra de kjensgjerninger som er nevnt ovenfor, er det lite sannsynlig at disse markene var druknet, og om de hadde druknet, ville de ha omkommet nede i gangene sine. Jeg antar at de allerede var syke, og at deres død simpelthen ble fremskyndet ved at jorden ble oversvømmet.

MODERNE FORSKNING: KORRIGERT · NOTE N04

Meitemarker som dør på overflaten etter regnvær, er sjelden syke slik Darwin formodet. Når vannfylt jord tømmes for oppløst oksygen, kryper marken opp for å unngå kvelning eller vandre raskt over fuktig mark. På asfalt og grusveier dør de av solens ultrafiolette stråler og uttørking.

Kilde: Chancellor, G. (2010): «Introduction to Earthworms». Darwin Online. URL: https://darwin-online.org.uk/EditorialIntroductions/Chancellor_Earthworms.html

Det har ofte blitt hevdet at friske meitemarker under vanlige omstendigheter aldri, eller ytterst sjelden, forlater gangene sine helt om natten; men dette er en feiltakelse, noe White fra Selborne visste for lenge siden. Om morgenen etter kraftig regnvær er det tynne sløret av gjørme eller svært fin sand på grusgangene ofte tydelig merket av sporene deres. Jeg har iakttatt dette fra august til mai, begge måneder medregnet, og det forekommer sannsynligvis også i årets to øvrige måneder når været er vått. Ved disse anledningene fantes det knapt noen døde marker å se noe sted. Den 31. januar 1881, etter en langvarig og uvanlig streng frost med mye snø, ble hagestiene straks det satte inn med tøvær merket av utallige spor. Ved ett tilfelle ble det telt fem spor som krysset en flate på bare én kvadrattomme. De kunne undertiden følges enten til eller fra munningen av gangene i grusgangene over avstander fra 2 til 3 og opp til 15 yards (ca. 14 meter). Jeg har aldri sett to spor som førte til samme gang; og ut fra hva vi straks skal se om deres sanseorganer, er det heller ikke sannsynlig at en mark kan finne veien tilbake til gangen sin etter først å ha forlatt den. De forlater øyensynlig gangene sine på oppdagelsesferd, og finner slik nye steder å slå seg ned på.

Morren anfører at markene ofte ligger i timevis nesten ubevegelige like under munningen av gangene sine. Jeg har leilighetsvis bemerket det samme hos meitemark holdt i potter innendørs, slik at man ved å kikke ned i gangene akkurat kunne skimte hodene deres. Dersom den oppkastede jorden eller rusk over gangåpningene brått fjernes, kan man svært ofte se enden av markekroppen trekke seg lynraskt tilbake. Denne vanen med å ligge nær overflaten fører til at de tilintetgjøres i uhyre mengder. Hver morgen i visse tider av året trekker trost og solsvart (svarttrost) på alle plener over hele landet ut et forbløffende antall meitemark fra hullene sine, og dette ville de ikke vært i stand til med mindre markene lå helt oppunder overflaten. Det er lite sannsynlig at markene oppfører seg slik for å puste inn frisk luft, for vi har sett at de kan leve i lang tid under vann. Jeg antar at de ligger nær overflaten for varmens skyld, især om morgenen; og vi skal senere se at de ofte kler munningen av gangene sine med blader, øyensynlig for å hindre kroppen i å komme i direkte kontakt med den kalde, fuktige jorden. Det sies at de stenger gangene sine fullstendig om vinteren.

MODERNE FORSKNING: KORRIGERT · NOTE N05

Meitemarken forsegler ikke gangene hermetisk om vinteren. Dypgravende arter trekker seg ned under telegrensen til frostfrie dyp og går i dvale. Gangene forblir åpne eller løst plugget med plantemateriale på toppen, noe som sikrer viktig vanninfiltrasjon gjennom vintersmeltingen.

Kilde: Shipitalo, M. J. & Le Bayon, R. C. (2004): «Quantifying the effects of earthworms on soil aggregation and porosity». Earthworm Ecology (2. utg.), s. 183–200. CRC Press. DOI: 10.1201/9781420039719.ch10. URL: https://doi.org/10.1201/9781420039719.ch10

Kroppsbygning.—Noen få bemerkninger må knyttes til dette emnet. Kroppen til en stor meitemark består av fra 100 til 200 nesten sylindriske ringer eller ledd, hvert utstyrt med små børster. Muskelsystemet er velutviklet. Markene kan krype baklengs like så vel som forlengs, og ved hjelp av sin forankrede bakkropp kan de trekke seg tilbake i gangene sine med overordentlig hurtighet. Munnen sitter i den fremre enden av kroppen og er forsynt med et lite fremspring (lappe eller leppe, som det vekselvis har blitt kalt) som brukes til å gripe med. Innvendig, like bak munnhulen, finnes et kraftig svelg — vist i det vedføyde diagrammet (figur 1) — som skyves fremover når dyret eter, og denne delen svarer ifølge Perrier til den utvrengbare snabelen eller proboscis hos andre leddormer. Svelget fører inn i spiserøret, og på hver side av dette, i den nedre delen, finnes tre par store kjertler som utskiller en forbløffende mengde kalsiumkarbonat (kullsyreholdig kalk). Disse kalkkjertlene er høyst bemerkelsesverdige, for intet sidestykke til dem er kjent hos noe annet dyr. Deres funksjon vil bli drøftet når vi behandler fordøyelsesprosessen. Hos de fleste artene er spiserøret utvidet til en kro foran kråsen (muskelmagen). Dette sistnevnte organet er kledd innvendig med en glatt, tykk kitinmembran, og er omgitt av svake langsgående, men meget kraftige tverrgående muskler. Perrier iakttok disse musklene i livlig virksomhet; og som han bemerker, må knusingen av føden hovedsakelig utføres av dette organet, ettersom meitemark ikke har noen form for kjever eller tenner. Sandkorn og småstein, fra 1/20 til litt over 1/10 tomme i tverrmål, finnes som regel i deres kråsog tarm. Da det er sikkert at markene svelger mange småstein uavhengig av dem de svelger under gravingen av gangene, er det sannsynlig at disse tjener som kvernsteiner til å male opp føden. Kråsen åpner seg inn i tarmen, som løper i rett linje helt til endetarmsåpningen i den bakre enden av kroppen. Tarmen oppviser en bemerkelsesverdig bygning: tyflosolis, eller som de eldre anatomer kalte den, «en tarm inne i tarmen»; og Claparède har påvist at denne består av en dyp langsgående innfalsing av tarmveggen, hvorved det oppnås en omfattende

oppsugende overflate.

MODERNE FORSKNING: BEKREFTET · NOTE N06

Darwin beskrev korrekt at muskelmagen (kråsen) fungerer som en kvern. Små mineralkorn og sand som marken svelger, knuser plantecellevegger og førne mekanisk mot hverandre. Dette finmalte materialet øker overflaten for tarmens mikrobielle nedbrytning betraktelig.

Kilde: Curry, J. P. & Schmidt, O. (2007): «The feeding ecology of earthworms – A review». Pedobiologia, 50(6), s. 463–477. DOI: 10.1016/j.pedobi.2006.09.001. URL: https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2006.09.001

[Illustrasjon: Fig. 1: Skjematisk fremstilling av meitemarkens fordøyelseskanal. Fig. 2: Tårnlignende markekskrement fra traktene ved Nice]

Sirkulasjonssystemet er velutviklet. Meitemarkene ånder gjennom huden, da de ikke besitter noen særskilte åndedrettsorganer. De to kjønnene er forent i samme individ (hermafroditter), men to individer parer seg med hverandre. Nervesystemet er temmelig velutviklet; og de to nesten sammenvokste cerebralgangliene (hjernegangliene) er plassert helt nær den fremre enden av kroppen.

Sanseevner.—Meitemarkene mangler øyne, og i begynnelsen trodde jeg at de var fullstendig ufølsomme for lys; for de som ble holdt i fangenskap, ble gjentatte ganger iakttatt ved hjelp av et stearinlys, og andre utendørs ved hjelp av en lykt, uten at de sjelden lot seg skremme, skjønt de er ytterst engstelige dyr. Andre iakttakere har heller ikke hatt vanskeligheter med å observere mark om natten ved de samme hjelpemidlene.

Hoffmeister anfører imidlertid at meitemarker, med unntak av noen få individer, er overordentlig følsomme for lys; men han medgir at det i de fleste tilfeller kreves en viss tid før lyset virker inn. Disse opplysningene fikk meg til gjennom mange påfølgende netter å vokte på marker holdt i potter, beskyttet mot lufttrekk ved hjelp av glassplater. Pottene ble nærmet med den største varsomhet, slik at det ikke skulle oppstå noen rystelser i gulvet. Da markene under disse forholdene ble belyst med en linsettelykt (bull's-eye lantern) forsynt med mørkerøde og blå glassplater som stengte ute så mye lys at markene bare med nød og neppe kunne skjelnes, ble de overhodet ikke påvirket av denne lysmengden, hvor lenge de enn var utsatt for den. Lyset var, så vidt jeg kunne bedømme, sterkere enn lyset fra fullmånen. Fargen syntes ikke å utgjøre noen forskjell for resultatet. Når de ble belyst av et levende lys, eller til og med av en

sterk parafinlampe, ble de som regel ikke påvirket til å begynne med. Heller ikke reagerte de når lyset vekselvis ble sluppet til og stengt ute. Noen ganger oppførte de seg imidlertid helt annerledes, for så snart lyset falt på dem, trakk de seg tilbake i gangene sine med nesten øyeblikkelig hurtighet. Dette inntraff kanskje én av tolv ganger. Når de ikke trakk seg tilbake på stående fot, hendte det ofte at de løftet den fremre, spissede enden av kroppen opp fra bakken, som om deres oppmerksomhet var vakt eller som om de følte forbauselse; eller de beveget kroppen fra side til side som om de famlet etter en gjenstand. De så ut til å plages av lyset; men jeg tviler på om dette virkelig var tilfelle, for ved to anledninger etter å ha trukket seg langsomt tilbake, ble de liggende lenge med forenden stikkende en smule ut av gangåpningen, i en stilling der de var beredt til øyeblikkelig og fullstendig tilbaketrekning.

Når lyset fra et stearinlys ble samlet på forkroppen ved hjelp av en stor brennglasslinse, trakk de seg som regel øyeblikkelig tilbake; men dette konsentrerte lyset unnlot å virke kanskje én av et halvt dusin ganger. Ved ett tilfelle ble lyset konsentrert på en mark som lå under vann i en skål, og den trakk seg straks tilbake i gangen sin. I alle tilfeller utgjorde lysets varighet, med mindre det var ytterst svakt, en stor forskjell for utfallet; for marker som ble liggende eksponert foran en parafinlampe eller et stearinlys, trakk seg uten unntak tilbake i gangene sine i løpet av fem til femten minutter; og dersom pottene ble belyst om kvelden før markene var kommet ut av gangene, uteble de helt.

Av de foranstående kjensgjerninger fremgår det tydelig at lyset påvirker meitemarken gjennom sin styrke og sin varighet. Det er bare kroppens fremre ende, der cerebralgangliene ligger, som påvirkes av lys, slik Hoffmeister hevder og som jeg iakttok ved mange anledninger. Dersom denne delen skygges for, kan andre deler av kroppen være fullt opplyst uten at det frembringer noen virkning. Da disse dyrene ikke har øyne, må vi anta at lyset trenger gjennom huden og på et eller annet vis stimulerer cerebralgangliene. Det forekom i førstningen sannsynlig at den ulike måten de reagerte på ved ulike anledninger, kunne forklares enten ut fra hvor sterkt huden var strukket og dens derav følgende gjennomsiktighet, eller ut fra en spesiell innfallsvinkel for lyset; men jeg maktet ikke å påvise noen slik sammenheng. Én ting sto fast: når markene var opptatt med å slepe blader ned i gangene eller med å ete dem, og til og med i de korte pausene mens de hvilte fra arbeidet, merket de enten ikke lyset eller enset det overhodet ikke; og dette inntraff selv når lyset ble konsentrert på dem gjennom en stor linse. Likeledes vil de, mens de parer seg, bli liggende en time eller to utenfor gangene sine, fullt

eksponert for morgenlyset; skjønt det fremgår av hva Hoffmeister beretter at et lys av og til kan få parerte individer til å skille lag.

MODERNE FORSKNING: KORRIGERT · NOTE N07

Lyset trenger ikke inn til hjernegangliene gjennom huden slik Darwin trodde. Meitemarken har spesialiserte lysfølsomme sanseceller (fotoreseptorer) spredt i overhuden, med tettest konsentrasjon i for- og bakenden. Signalene formidles via perifere nerver til sentralnervesystemet.

Kilde: Hess, W. N. (1925): «Photoreceptors of Lumbricus terrestris, with special reference to their distribution and structure». Journal of Morphology, 41(1), s. 63–93. DOI: 10.1002/jmor.1050410103. URL: https://doi.org/10.1002/jmor.1050410103

Når en mark plutselig belyses og piler som en kanin ned i gangen sin — for å bruke en venns treffende uttrykk — ledes vi til å begynne med til å betrakte handlingen som en ren refleksbevegelse. Irritasjonen av cerebralgangliene synes uunngåelig å få visse muskler til å trekke seg sammen, uavhengig av dyrets vilje eller bevissthet, som om det var en maskin eller automat. Men den ulike virkningen lyset frembrakte ved forskjellige anledninger, og særlig det faktum at en mark som på noen måte er opptatt med et arbeid eller befinner seg i pausene under et slikt arbeid, uansett hvilke muskler og ganglier som måtte være i funksjon, ofte overhodet ikke bryr seg om lyset, taler imot den oppfatning at den plutselige tilbaketrekningen er en enkel refleks. Hos høyere dyr tilskriver vi det forhold at en intens oppmerksomhet rettet mot en gjenstand fører til at man overser inntrykk som andre gjenstander må frembringe, at oppmerksomheten er fullstendig oppslukt; og oppmerksomhet forutsetter tilstedeværelsen av en form for bevissthet eller sinn. Enhver jeger vet at han kan nærme seg dyr langt lettere mens de beiter, kjemper eller beiler, enn til andre tider. Nervesystemets tilstand hos de høyere dyrene varierer også sterkt til ulike tider; en hest blir for eksempel langt lettere skremt på ett tidspunkt enn på et annet. Sammenligningen her mellom handlingene til et av de høyere dyrene og et vesen som står så lavt på stigen som en meitemark, kan kanskje virke søkt, ettersom vi dermed tillegger marken oppmerksomhet og visse åndsevner; likevel ser jeg ingen grunn til å tvile på berettigelsen av denne sammenligningen.

Selv om det ikke kan sies at meitemarkene besitter noget syn, setter deres lysfølsomhet dem likevel i stand til å skjelne mellom dag og natt; og slik unngår de den overhengende faren fra de mange dagaktive dyrene som jakter på dem. Deres tilbaketrekning til gangene om dagen synes imidlertid å ha blitt en vanebetinget handling; for meitemarker holdt i potter dekket av glassplater hvor

det var lagt ark av svart papir over, og plassert foran et nordøstvendt vindu, forble i gangene sine om dagen og kom ut hver natt; og dette fortsatte de med i en hel uke. Riktignok kan litt lys ha trengt inn mellom glassplatene og det svertede papiret; men vi vet fra forsøkene med farget glass at markene er likegyldige overfor små lysmengder.

Meitemarkene ser ut til å være mindre følsomme for moderat strålevarme enn for sterkt lys. Dette slutter jeg av å ha holdt et ildjern (ildrake) oppvarmet til mørkerød glød nær noen meitemarker til ulike tider, i en avstand som frembrakte en høyst merkbar varme i min hånd. Én av dem enset det ikke; en annen trakk seg tilbake i gangen sin, men ikke raskt; den tredje og fjerde trakk seg tilbake langt hurtigere, og den femte så hurtig som overhodet mulig. Lyset fra et stearinlys, samlet av en linse og ført gjennom en glassplate som stengte ute det meste av varmestrålene, fremkalte i alminnelighet en langt raskere tilbaketrekning enn det glødende ildjernet gjorde. Meitemarkene er følsomme for lav temperatur, hvilket kan sluttes av at de ikke kommer ut av gangene sine under frost.

Meitemarkene besitter overhodet ingen hørselssans. De enset ikke i minste måte de skjærende tonene fra en metallfløyte som gjentatte ganger ble blåst like ved dem; heller ikke reagerte de på de dypeste og kraftigste tonene fra en fagott. De var likegyldige til høye rop, så sant man passet på at ånden ikke traff dem. Da de ble plassert på et bord like ved tangentene til et piano som ble spilt med største kraft, forble de fullstendig rolige.

MODERNE FORSKNING: BEKREFTET · NOTE N08

Darwins eksperimenter med fløyter, fagotter og piano viste at mark er fullstendig døv for luftbåren lyd. Meitemarken mangler ethvert hørselsorgan eller trommehinne. Den reagerer utelukkende på mekaniske trykkbølger som overføres direkte gjennom fast underlag.

Kilde: Edwards, C. A. & Bohlen, P. J. (1996): Biology and Ecology of Earthworms (3. utg.), s. 95–97. Chapman & Hall. DOI: 10.1007/978-94-011-5496-3. URL: https://doi.org/10.1007/978-94-011-5496-3

Selv om de er likegyldige overfor bølger i luften som kan høres av oss, er de overordentlig følsomme for rystelser i faste gjenstander. Da pottene med to mark som hadde forholdt seg helt likegyldige til lyden av pianoet, ble plassert oppå instrumentet og tonen C i bassnøkkelen ble slått an, trakk begge seg straks tilbake i gangene sine. Etter en stund kom de frem igjen, og da G i diskantnøkkelen ble slått an, trakk de seg på ny tilbake. At meitemark skulle være så følsom for

vibrasjoner, kan ved første tanke virke bemerkelsesverdig, men vi forstår hvor viktig dette er for dem når vi tenker over deres levevis. Det er velkjent at meitemark mange steder fanges av gartnere og fiskere ved at man banker på bakken, eller ved å stikke en spade eller greip i jorden og ryste den. Markene blir da skremt, forlater gangene sine og kommer opp til overflaten, hvor de blir fanget.

MODERNE FORSKNING: BEKREFTET · NOTE N09

Meitemarkens ekstreme følsomhet for markrystelser skyldes følsomme trykkreseptorer i huden koblet til kjempe-nervefibre. Dette utløser en lynrask fluktreaksjon. I naturen redder dette marken fra gravende muldvarper når jorden rister.

Kilde: Mitra, O. et al. (2009): «Earthworm vibrating response to sound and vibration: a possible mole avoidance mechanism». Biology Letters, 5(2), s. 200–203. DOI: 10.1098/rsbl.2008.0577. URL: https://doi.org/10.1098/rsbl.2008.0577

Det er ofte blitt sagt at dersom jorden bankes på eller på annen måte bringes til å skjelve, tror markene at de forfølges av en muldvarp og forlater gangene sine. Etter en beretning jeg har mottatt, tviler jeg ikke på at dette ofte er tilfelle; men en herre forteller meg at han nylig så åtte eller ti mark forlate gangene sine og krype hurtig bortover noen grusganger der det var blitt kastet stein på avstand eller slått med en kjepp, enda det med sikkerhet ikke fantes noen muldvarp innenfor betydelig avstand. I dette tilfellet kan markene ikke ha blitt skremt av en muldvarp, men av rystelsene i grunnen. Vanen med å forlate gangene under slike omstendigheter har meitemarken sannsynligvis tilegnet seg fordi den jevnlig forfølges under jorden av muldvarper; for slik settes den i stand til å unnslippe oppe på overflaten, hvor den er forholdsvis trygg for denne fienden, skjønt den der kan falle som bytte for fugler.

Hele meitemarkens kropp er følsom for berøring. Et lett pust fra munnen får den øyeblikkelig til å trekke seg tilbake. Glassplatene over pottene sluttet ikke helt tett til, og det å blåse gjennom de meget smale sprekkene som sto åpne, var ofte nok til å fremkalle en rask tilbaketrekning. Noen ganger merket de anstrengelsen ved pustingen før luftstrømmen nådde dem, hvilket bare kan forklares ut fra lyden av utpusten, til tross for at de var likegyldige overfor langt sterkere lyder. Da en mark krøp bortover overflaten og et hestehår ble brakt i berøring med dens fremre ende, trakk den seg straks tilbake; men den var mindre følsom for en tilsvarende berøring på den bakre delen av kroppen.

Hos meitemarken er luktesansen øyensynlig begrenset til oppfattelsen av visse bestemte lukter, og den er svak. De forholdt seg fullstendig likegyldige til min ånde, så lenge jeg pustet meget varsomt på dem. Dette ble forsøkt fordi det syntes mulig at de på denne måten kunne varsles om en fiendes komme. De var likegyldige overfor parafinolje, timianolje og en oppløsning av eddiksyre når disse stoffene ble holdt på bomullsdotter innenfor en tomme fra kroppen deres. De var også likegyldige overfor tusenbein (Polydesmus complanatus), som utskiller en sterk, moskusaktig lukt. Ved to anledninger der det var brukt eddiksyre på vattkulene, virket markene imidlertid en smule urolige, og dette skyldtes sannsynligvis irritasjon av huden. Å oppfatte slike unaturlige lukter ville ikke være til noen nytte for meitemarken; og da så fryktsomme skapninger nesten med sikkerhet ville vise tegn ved ethvert nytt inntrykk, kan vi slutte at de ikke fornemmet disse luktene.

Anerledes ble resultatet da det ble brukt kålblader og biter av løk, som begge fortæres med stor appetitt av meitemark. Små firkantede biter av friske og halvråtne kålblader samt av kepaløk ble ved ni anledninger gravd ned i pottene mine, under om lag 1/4 tomme vanlig hagejord; og de ble alltid oppdaget av markene. Én kålbit ble oppdaget og fjernet i løpet av to timer; tre ble fjernet innen neste morgen, det vil si etter en eneste natt; to andre etter to netter; og den syvende biten etter tre netter. To løkbiter ble oppdaget og fjernet etter tre netter. Biter av ferskt rått kjøtt, som markene er meget glade i, ble gravd ned, men ble ikke oppdaget i løpet av førtiåtte timer, en tid hvor kjøttet ennå ikke var blitt bedervet. Jorden over de ulike nedgravde gjenstandene ble som regel bare trykket lett til, for ikke å hindre utskillelsen av lukt. Ved to anledninger ble overflaten imidlertid godt vannet, og ble dermed gjort temmelig kompakt. Etter at kål- og løkbitene var fjernet, undersøkte jeg bakken under for å se om markene tilfeldigvis var kommet opp nedenfra, men det fantes intet spor etter noen gang; og to ganger ble de nedgravde gjenstandene lagt på biter av tinnfolie som ikke var forrykket i minste måte. Det er naturligvis mulig at markene mens de beveget seg på overflaten med bakkroppen forankret i gangene, kan ha stukket hodet ned i jorden der gjenstandene var gjemt; men jeg har aldri sett mark oppføre seg på den måten. Enkelte biter av kålblad og løk ble to ganger gravd ned under svært fin jernholdig sand [?], som ble trykket lett til og godt vannet slik at den ble meget kompakt, og disse bitene ble aldri oppdaget. Ved et tredje tilfelle ble samme slags sand verken trykket sammen eller vannet, og kålbitene ble oppdaget og fjernet etter den andre natten. Disse ulike kjensgjerningene tyder på at meitemark

besitter en viss luktesans, og at de ved hjelp av denne oppsporer velluktende og ettertraktede fødeemner.

Det må formodes at alle dyr som lever av ulike slags føde, besitter smakssans, og dette er med sikkerhet tilfelle hos meitemark. Kålblader er høyt skattet av mark; og det later til at de kan skjelne mellom ulike sorter, skjønt dette muligens kan skyldes ulikheter i bladenes struktur. Ved elleve anledninger ble de tilbudt biter av friske blader av en vanlig grønn sort og av den røde sorten som brukes til sylting (rødkål), og de foretrakk den grønne, mens den røde enten ble fullstendig vraket eller langt mindre gnagd på. Ved to andre anledninger så de imidlertid ut til å foretrekke den røde. Halvråtne blader av den røde sorten og friske blader av den grønne ble angrepet omtrent likt. Da blader av kål, pepperrot (en livrett) og løk ble lagt ut samtidig, ble løken alltid og utvetydig foretrukket. Blader av kål, lind, villvin (Ampelopsis), pastinakk (Pastinaca) og selleri (Apium) ble likeledes gitt sammen; og selleribladene ble spist først. Men da blader av kål, nepe, beteløk (rødbete), selleri, villkirsebær og gulrot ble lagt ut sammen, ble de to sistnevnte — særlig gulrotbladene — foretrukket fremfor alle de andre, innbefattet sellerien. Det var likeledes tydelig etter mange forsøk at villkirsebærblader ble foretrukket fremfor blader av lind og hassel (Corylus). Ifølge herr Bridgman er halvråtne blader av vårfloks (Phlox verna) særlig ettertraktet av mark.

Biter av blader fra kål, nepe, pepperrot og løk ble liggende på pottene i 22 dager, og ble alle angrepet og måtte fornyes; men i hele dette tidsrommet forble blader av en burotart (Artemisia) samt krydderurtene salvie, timian og mynte, som lå blandet innimellom de ovennevnte bladene, fullstendig oversett, bortsett fra myntebladene som leilighetsvis og i ytterst ringe grad ble gnagd litt på. De fire sistnevnte bladsortene skiller seg ikke i overflatestruktur på en måte som skulle gjøre dem usmakelige for mark; de har alle en sterk smak, men det har også de fire førstnevnte bladsortene; og den markante forskjellen i utfallet må tilskrives at markene foretrekker én bestemt smak fremfor en annen.

Åndsevner.—Det er ikke mye å si om dette emnet. Vi har sett at meitemarkene er engstelige. Det kan betviles hvorvidt de føler så mye smerte når de skades som deres vridninger later til å uttrykke. Å dømme etter deres begjærlighet etter visse slags føde, må de nyte gleden ved å ete. Deres kjønnsdrift er sterk nok til for en tid å overvinne deres frykt for lyset. De har kanskje et snev av sosial sans, for de lar seg ikke sjenere av å krype over hverandres kropper, og de ligger undertiden i berøring med hverandre. Ifølge Hoffmeister tilbringer de vinteren enten enkeltvis

eller sammenrullet med andre i et nøste på bunnen av gangene sine. Selv om meitemarken har så merkbare mangler når det gjelder sanseorganer, utelukker dette ikke nødvendigvis intelligens, slik vi vet fra slike tilfeller som Laura Bridgman; og vi har sett at når deres oppmerksomhet er fanget, overser de sanseinntrykk som de ellers ville ha reagert på; og oppmerksomhet tyder på nærværet av et slags sinn eller bevissthet. De lar seg også langt lettere opphisse til visse tider enn til andre. Enkelte handlinger utfører de instinktivt, det vil si at alle individer, innbefattet de unge, utfører handlingene på omtrent samme vis. Dette viser seg ved den måten artene av slekten Perichaeta kaster ut ekskrementene sine på for å bygge tårn; likeledes ved den måten den vanlige meitemarkens ganger fores glatt innvendig med fin jord og ofte med småstein, og munningen av gangene med blader. Et av deres sterkeste instinkter er å tilstoppe gangåpningene med ulike gjenstander; og helt unge marker handler på denne måten. Men en viss grad av forstand eller intelligens synes, som vi skal se i neste kapittel, å komme til syne under dette arbeidet — et resultat som har forbauset meg mer enn noe annet hva angår meitemark.

MODERNE FORSKNING: BEKREFTET · NOTE N10

Darwin påviste at gangene fores innvendig med ekskrementer og finleire. Denne sonen kalles i dag drilosfæren. Den stabiliserer gangveggene, binder næringsstoffer og danner et mikrobielt mikromiljø som plantenes røtter søker mot.

Kilde: Binet, F. & Curmi, P. (1992): «Structural effects of Lumbricus terrestris on soil». Soil Biology and Biochemistry, 24(12), s. 1519–1523. DOI: 10.1016/0038-0717(92)90143-R. URL: https://doi.org/10.1016/0038-0717(92)90143-R

Føde og fordøyelse.—Meitemarkene er altetende. De svelger enorme mengder jord, hvorfra de utvinner det fordøyelige stoffet den måtte inneholde; men til dette emnet må jeg vende tilbake. De fortærer likeledes store mengder halvråtne blader av alle slag, bortsett fra noen få som har en ubehagelig smak eller er for seige for dem; dertil bladstilker, blomsterstilker og visne blomster. Men de fortærer også friske blader, hvilket jeg har fastslått gjennom gjentatte forsøk. Ifølge Morren eter de partikler av sukker og lakris; og markene jeg holdt, trakk mange biter av tørr stivelse ned i gangene sine, og en stor bit fikk hjørnene godt avrundet av væsken som ble utskilt fra munnen deres. Men ettersom de ofte sleper partikler av myk stein, som kritt, ned i gangene, nærer jeg en viss tvil om hvorvidt stivelsen ble fortært som føde. Biter av rått og stekt kjøtt ble flere ganger festet med lange nåler til jordoverflaten i pottene mine, og natt etter natt kunne man se markene slite og dra i dem med kanten av bitene omsluttet av munnen,

slik at betydelige mengder ble fortært. Rått fett later til å foretrekkes fremfor rått kjøtt eller ethvert annet stoff de ble tilbudt, og store mengder ble fortært. De er kannibaler, for to halvdeler av en død meitemark som ble lagt i to av pottene, ble dratt ned i gangene og gnagd på; men så vidt jeg kunne bedømme, foretrekker de ferskt fremfor råtnende kjøtt, og i så måte avviker min oppfatning fra Hoffmeisters.

Léon Fredericq fastslår at meitemarkens fordøyelsesvæske er av samme natur som bukspyttet (pancreassekretet) hos de høyere dyrene; og denne slutningen stemmer fullkomment overens med de slags føde meitemarken fortærer. Bukspytt emulgerer fett, og vi har nettopp sett hvor grådig meitemarken eter fett; det oppløser fibrin, og markene eter rått kjøtt; det omdanner stivelse til druesukker, og vi skal straks se at væsken som utskilles fra meitemarkens munn virker på stivelse.

De halvråtne eller friske bladene som meitemarkene akter å fortære, slepes ned i munningen av gangene til en dybde av fra én til tre tommer, og fuktes der med en utskilt væske. Det har vært antatt at denne væsken tjener til å fremskynde forråtnelsen; men et stort antall blader ble ved to anledninger samlet inn utenfra, og halvparten ble fuktet med menneskespytt og halvparten med væsken fra markens munn, og de sistnevnte råtnet ikke hurtigere enn de førstnevnte. Væsken virker, som det skal vises, på stivelseskornene og på cellenes protoplasmatiske innhold, men den oppløser ikke cellulose.

Væsken som bladene bades i, virker på dem mens de er friske eller nesten friske på en høyst merkverdig måte; for den dreper og misfarger dem raskt. Således ble spissen av et friskt gulrotblad som var trukket ned i en gang, etter tolv timer funnet å ha antatt en mørkebrun farge. Blader av selleri, nepe, lønn, alm, lind, tynne eføyblader og leilighetsvis kålblader ble påvirket på lignende vis. Enden av et blad av kveke (Triticum repens), fremdeles festet til en voksende plante, var dratt ned i en gang, og denne delen var mørkebrun og død, mens resten av bladet var friskt og grønt. Flere blader av lind og alm hentet ut fra meitemarkganger utendørs viste seg å være påvirket i ulik grad. Den første forandringen later til å være at bladnervene antar en matt rød-oransje farge. Cellenes klorofyll mister deretter mer eller mindre fullstendig sin grønne farge, og innholdet blir til slutt brunt. De delene som var påvirket slik, virket ofte nesten svarte i reflektert lys; men når de ble betraktet som et gjennomsiktig preparat under mikroskopet, slapp ørsmå lyspunkter igjennom, hvilket ikke var tilfelle med de upåvirkede delene av

samme blad. Disse virkningene viser imidlertid bare at den utskilte væsken er ytterst skadelig eller giftig for blader; for nesten nøyaktig de samme virkningene ble i løpet av én til to dager frembrakt på ulike slags unge blader, ikke bare av kunstig fremstilt bukspyttvæske tilberedt med eller uten tymol, men også hurtig av en ren oppløsning av tymol i seg selv. Ved ett tilfelle ble hasselblader (Corylus) sterkt misfarget ved å holdes i atten timer i bukspyttvæske uten tymol. Hos unge og spede blader virket nedsenking i menneskespytt i varmt vær på samme måte som bukspyttvæsken, men ikke så hurtig. Bladene ble i alle disse tilfellene ofte fullstendig gjennomtrukket av væsken.

Store blader fra en eføyplante som vokste oppover en murvegg, var så seige at markene ikke maktet å gnage på dem, men etter fire dager ble de påvirket på en eiendommelig måte av væsken som strømmet ut av munnen deres. Bladenes overside, som markene hadde krøpet over — slik det fremgikk av jorden som var etterlatt på dem — var merket med buktende linjer dannet av en sammenhengende eller oppstykket rad av hvitaktige og ofte stjerneformede prikker, om lag 2 mm i diameter. Utseendet minnet besynderlig om et blad der larven til et lite insekt hadde minert. Men min sønn Francis kunne etter å ha laget og undersøkt snitt ikke noe sted finne at celleveggene var brutt ned eller at overhuden (epidermis) var gjennomtrengt. Når snittet gikk gjennom de hvitaktige prikkene, så man at klorofyllkornene var mer eller mindre misfarget, og enkelte av palisade- og mesofyllcellene inneholdt intet annet enn nedbrutt kornformet substans. Disse virkningene må tilskrives at sekretet har svettet (transudert) gjennom overhuden og trengt inn i cellene.

Sekretet som meitemarken fukter bladene med, virker likeledes på stivelseskornene inne i cellene. Min sønn undersøkte enkelte blader av ask og mange av lind som var falt fra trærne og delvis trukket ned i markganger. Det er kjent at i visne blader bevares stivelseskornene i spalteåpningenes lukkeceller (stomata). I flere tilfeller hadde stivelsen nå delvis eller fullstendig forsvunnet fra disse cellene i de partiene som var blitt fuktet av sekretet; mens den fremdeles var vel bevart i de andre delene av de samme bladene. Noen ganger var stivelsen oppløst i bare den ene av de to lukkecellene. Cellekjernen hadde i ett tilfelle forsvunnet sammen med stivelseskornene. Det å grave ned lindeblader i fuktig jord i ni dager førte ikke til ødeleggelse av stivelseskornene. På den annen side førte nedsenking av friske linde- og kirsebærblader i kunstig bukspyttvæske i atten timer til oppløsning av stivelseskornene så vel i lukkecellene som i de øvrige cellene.

Ettersom sekretet som bladene fuktes med er alkalisk (basisk), og ettersom det virker både på stivelseskornene og på cellenes protoplasmatiske innhold, kan vi slutte at det i sin natur ikke ligner spytt, men bukspytt; og vi vet fra Fredericq at et slikt sekret finnes i markens tarm. Da bladene som slepes ned i gangene ofte er tørre og skrumpne, er det tvingende nødvendig for oppdelingen med markens tannløse munn at de først fuktes og oppbløtes; og friske blader, hvor myke og spede de enn måtte være, behandles på samme vis, formodentlig av vane. Resultatet er at de blir delvis fordøyd før de tas inn i fordøyelseskanalen. Jeg kjenner ikke til noe annet beskrevet tilfelle av fordøyelse utenfor fordøyelseskanalen (ekstra-stomakal fordøyelse) hos dyr. Boaslangen sies å bade sitt bytte i spytt, men dette er tvilsomt; og det gjøres i så fall utelukkende for å gjøre byttet glatt. Kanskje finnes den nærmeste analogien hos kjøttetende planter som soldugg (Drosera) og Dionaea; for her fordøyes animalsk materiale og omdannes til pepton ikke inne i en magesekk, men på bladenes overflate.

MODERNE FORSKNING: OMSTØTT · NOTE N11

Meitemarken utskiller ikke fordøyelsesenzymer for å forhåndsfordøye blader utenfor kroppen. Bladene som trekkes ned i gangåpningen, brytes i stedet ned og mørnes av jordbakterier og mikroskopiske sopp. Marken spiser denne mikrobeberikede blandingen.

Kilde: Curry, J. P. & Schmidt, O. (2007): «The feeding ecology of earthworms – A review». Pedobiologia, 50(6), s. 463–477. DOI: 10.1016/j.pedobi.2006.09.001. URL: https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2006.09.001

Kalkkjertler.—Disse kjertlene (se figur 1) må, å dømme etter sin størrelse og sin rike forsyning av blodkar, være av stor betydning for dyret. Men det er fremsatt nesten like mange teorier om deres nytte som det har vært observatører. De består av tre par, som hos den vanlige meitemarken munner ut i fordøyelseskanalen foran kråsen, men bakenfor den hos Urochaeta og enkelte andre slekter. De to bakre parene er dannet av lameller som ifølge Claparède er utposninger (divertikler) fra spiserøret. Disse lamellene er kledd med et bløtt cellelag, hvor de ytterste cellene ligger frie i uendelig antall. Dersom man punkterer en av disse kjertlene og klemmer på den, tyter det ut en mengde hvit, grøtaktig masse bestående av disse frie cellene. De er ørsmå og varierer i tverrmål fra 2 til 6 mikrometer (μ). De inneholder i sitt sentrum litt ytterst fin kornformet substans; men de ligner så sterkt på oljedråper at Claparède og andre først behandlet dem med eter. Dette har ingen virkning; men de løses hurtig opp under brusende gassutvikling i eddiksyre, og når det settes ammoniumoksalat til

oppløsningen, felles det ut et hvitt bunnfall. Vi kan derfor trekke den slutning at de inneholder kalsiumkarbonat (kullsyreholdig kalk). Dersom cellene legges i bare en anelse syre, blir de mer gjennomsiktige, ligner spøkelser og forsvinner snart av syne; men tilsettes mye syre, blir de borte på et øyeblikk. Etter at et meget stort antall er oppløst, blir det igjen en fnokket rest som øyensynlig består av de fine, sprengte celleveggene. I de to bakre kjertelparene hender det leilighetsvis at kalsiumkarbonatet i cellene samler seg i små rombiske krystaller eller i konkresjoner som ligger mellom lamellene; men jeg har bare sett ett slikt tilfelle, og Claparède bare noen ganske få.

De to fremre kjertlene skiller seg litt i form fra de fire bakre ved å være mer ovale. De skiller seg også iøynefallende ut ved at de som regel inneholder flere små, to eller tre større, eller en enkelt meget stor konkresjon av kalsiumkarbonat, opptil 1,5 mm i diameter. Når en kjertel bare inneholder noen få, svært små konkresjoner, eller som det undertiden hender, slett ingen, blir den lett oversett. De store konkresjonene er runde eller ovale og utvendig nesten glatte. Det ble funnet én som fylte ikke bare hele kjertelen, slik det ofte er tilfelle, men også dens hals; slik at den i form lignet en olivenoljeflaske. Når disse konkresjonene knuses, ser man at de har en mer eller mindre krystallinsk bygning. Hvordan de slipper ut av kjertelen er et under; men at de slipper ut er hevet over tvil, for man finner dem ofte igjen i markens krås, i tarmen og i markekskrementene, både hos individer holdt i fangenskap og hos mark i naturen.

Claparède sier svært lite om de to fremre kjertlenes bygning, og han antar at kalkstoffet som konkresjonene dannes av, stammer fra de fire bakre kjertlene. Men dersom en fremre kjertel som bare inneholder små konkresjoner legges i eddiksyre og deretter dissekeres, eller om man undersøker tynne snitt av en parafininfiltrert kjertel under mikroskopet, ser man at de kalkproduserende cellene dannes inne i selve kjertelen. I en uskadet kjertel er disse cellene ordnet i rader og danner små rør eller poser, slik at hver fremre kjertel består av en samling av bittesmå kjertler. De fremre kjertlenes bygning er derfor i bunn og grunn den samme som hos de bakre, idet lamellene her er erstattet av rør. I enkelte snitt gjennom en fremre kjertel ble flere parallelle, ovale rør overskåret; disse var kledd med cellevev og helt fylt med frie kalkceller. En betydelig utvidelse i én retning av flere slike ovale rør ville gi opphav til lameller.

Foruten de frie kalkcellene hvor ingen kjerne var synlig, ble det ved tre anledninger observert andre og noe større frie celler; og disse inneholdt en

tydelig cellekjerne og kjernelegeme (nukleol). De ble ikke mer påvirket av eddiksyre enn at kjernen derved trådte tydeligere frem. En ganske liten konkresjon ble tatt ut mellom to av lamellene i en fremre kjertel. Den lå innleiret i en bløt cellemasse sammen med mange frie kalkceller, foruten en mengde av de større, frie kjernepregede cellene; og disse sistnevnte cellene ble ikke angrepet av eddiksyre, mens de førstnevnte ble oppløst. Ut fra dette og lignende iakttakelser ledes jeg til å anta at kalkcellene utvikles fra de større cellene med kjerne; men hvordan dette foregikk, kunne ikke fastslås med sikkerhet.

Når en fremre kjertel inneholder flere små konkresjoner, er enkelte av dem som regel kantete eller krystallinske i omriss, mens de fleste er avrundede med en ujevn, morbærlignende overflate. Kalkceller heftet seg til mange deler av disse morbærlignende klumpene, og deres gradvise forsvinning kunne følges mens de fremdeles satt fast. Det var således innlysende at konkresjonene dannes av kalken inne i de frie kalkcellene. Etter hvert som de mindre konkresjonene vokser i størrelse, støter de sammen og forenes, hvorved de inneslutter de nå funksjonsløse lamellene; og trinn for trinn kunne dannelsen av de største konkresjonene følges. Hvorfor denne prosessen regelmessig finner sted i de to fremre kjertlene og bare sjelden i de fire bakre, er fullstendig ukjent. Morren sier at disse kjertlene forsvinner om vinteren; og jeg har sett enkelte eksempler på dette, og andre tilfeller der enten de fremre eller bakre kjertlene på denne årstiden var så innskrumpet og tomme at de bare med stor møye kunne skjelnes.

Hva kalkkjertlenes funksjon angår, er det sannsynlig at de primært tjener som ekskresjonsorganer (utskillelsesorganer), og sekundært som et hjelpemiddel for fordøyelsen. Meitemark fortærer store mengder visne blader; og det er kjent at kalk fortsetter å hope seg opp i blader like til de faller fra morplanten, i stedet for å gjenoppsuges i stengelen eller røttene slik som ulike andre organiske og uorganiske stoffer. Det er påvist at asken av et akasieblad kan inneholde så mye som 72 prosent kalk. Markene ville derfor stå i fare for å overfylles med dette jordstoffet dersom det ikke fantes et særskilt organ for dets utskillelse; og kalkkjertlene er ypperlig egnet til dette formålet. Mark som lever i muldjord like over krittfjell, har ofte tarmene fulle av dette stoffet, og markekskrementene deres er nesten hvite. Her er det opplagt at tilgangen på kalkholdig stoff må være overstrømmende rik. Likevel inneholdt kalkkjertlene hos flere meitemarker innsamlet på en slik lokalitet like mange frie kalkceller, og fullt så mange og store konkresjoner, som kjertlene hos mark som levde der det fantes lite eller ingen kalk; og dette tyder på at kalken er et ekskresjonsprodukt, og ikke et sekret som

skilles ut i fordøyelseskanalen for et særskilt formål.

MODERNE FORSKNING: KORRIGERT · NOTE N12

Kalkkjertlene tjener ikke primært til å kvitte seg med overflødig kalsium fra blader slik Darwin antok. Deres hovedfunksjon er å regulere meitemarkens syre-base-balanse og karbondioksidnivå i blodet ved å felle ut kalsiumkarbonat i tarmen.

Kilde: Piearce, T. G. (1972): «The calcium relations of selected Lumbricidae». Journal of Animal Ecology, 41(1), s. 167–188. DOI: 10.2307/3512. URL: https://doi.org/10.2307/3512

På den annen side gjør følgende betraktninger det høyst sannsynlig at kalsiumkarbonatet som utskilles av kjertlene, under vanlige omstendigheter bistår fordøyelsesprosessen. Blader under forråtnelse utvikler en overflod av ulike syrer som er blitt sammenfattet under betegnelsen humussyrer. Vi vil måtte vende tilbake til dette emnet i vårt femte kapittel, og jeg behøver her bare å nevne at disse syrene virker kraftig inn på kalsiumkarbonat. De halvråtne bladene som meitemarkene svelger i så store mengder, vil derfor, etter at de er fuktet og oppmalt i fordøyelseskanalen, være tilbøyelige til å danne slike syrer. Og hos flere meitemarker viste innholdet i fordøyelseskanalen seg å være tydelig surt, påvist ved hjelp av lakmuspapir. Denne surheten kan ikke tilskrives fordøyelsesvæskens beskaffenhet, for bukspyttvæske er alkalisk; og vi har sett at sekretet som skilles ut av meitemarkens munn for å gjøre bladene spiseklare, likeledes er alkalisk. Surheten kan neppe skyldes urinsyre, ettersom innholdet i den øvre delen av tarmen ofte var surt. I ett tilfelle var innholdet i kråsen svakt surt, mens innholdet i den øvre delen av tarmen var tydeligere surt. I et annet tilfelle var innholdet i svelget ikke surt, innholdet i kråsen tvilsomt surt, mens innholdet i tarmen var utpreget surt i en avstand av 5 cm under kråsen. Selv hos de høyere planteetende og altetende dyrene er innholdet i tykktarmen surt. «Dette forårsakes imidlertid ikke av noen sur avsondring fra slimhinnen; reaksjonen i tarmveggene er alkalisk i så vel tykktarmen som i tynntarmen. Det må derfor oppstå fra sure gjæringsprosesser som foregår i selve tarminnholdet . . . Hos rovdyr (Carnivora) sies innholdet i blindtarmen (coecum) å være alkalisk, og gjæringens omfang vil naturligvis i høy grad avhenge av fødens art.»

Hos meitemark er ikke bare innholdet i tarmene, men også de utstøtte ekskrementene eller marktuer, i alminnelighet sure. Tretti markekskrementer fra ulike steder ble undersøkt, og med tre eller fire unntak viste de seg å være sure; og unntakene kan ha skyldtes at disse ekskrementene ikke var nylig utstøtt; for enkelte som i førstningen var sure, var neste morgen, etter å ha tørket og på ny

blitt fuktet, ikke lenger sure; og dette skyldtes formodentlig at humussyrene, som velkjent er, lett brytes ned. Fem ferske markekskrementer fra mark som levde i muldjord like over kalkgrunn, var av hvitaktig farge og fulle av kalkholdig stoff; og disse var ikke i minste måte sure. Dette viser hvor effektivt kalsiumkarbonat nøytraliserer tarmsyrene. Da meitemark ble holdt i potter fylt med fin, jernholdig sand, var det tydelig at jernoksidet som kiselkornene (kvartssanden) var overtrukket med, var blitt oppløst og fjernet fra dem i ekskrementene.

MODERNE FORSKNING: OMSTØTT · NOTE N13

Darwins lakmustester viste at ekskrementer var sure, men moderne pedologi viser det motsatte. Tarmpassasjen og kalsiumkarbonatet nøytraliserer jorden og hever pH-verdien. Ferske markekskrementer er nesten alltid mindre sure enn den omkringliggende jorda, noe som gjør dem ypperlige for hagevekster.

Kilde: Shipitalo, M. J. & Le Bayon, R. C. (2004): «Quantifying the effects of earthworms on soil aggregation and porosity». Earthworm Ecology (2. utg.), s. 183–200. CRC Press. DOI: 10.1201/9781420039719.ch10. URL: https://doi.org/10.1201/9781420039719.ch10

Meitemarkens fordøyelsesvæske ligner som allerede nevnt i sin virkning på bukspyttsekretet hos de høyere dyrene; og hos disse «er bukspyttfordøyelsen i det vesentlige alkalisk; virkningen finner ikke sted med mindre det er noe alkali til stede; og et alkalisk sekrets virksomhet stanses ved syredannelse og hemmes ved nøytralisering». Det forekommer derfor høyst sannsynlig at de utallige kalkcellene som tømmes fra de fire bakre kjertlene inn i meitemarkens fordøyelseskanal, tjener til mer eller mindre fullstendig å nøytralisere de syrene som dannes der av de halvråtne bladene. Vi har sett at disse cellene oppløses øyeblikkelig av en liten mengde eddiksyre, og da de ikke alltid strekker til for å nøytralisere innholdet selv i den øvre delen av fordøyelseskanalen, blir kalken kanskje samlet til konkresjoner i det fremre kjertelparet for at noe skal kunne føres ned til de bakre delene av tarmen, hvor disse konkresjonene veltes omkring midt i det sure innholdet. Konkresjonene som finnes i tarmen og i markekskrementene har ofte et slitt utseende, men om dette skyldes mekanisk slitasje (attrisjon) eller kjemisk opptæring, lot seg ikke avgjøre. Claparède antar at de dannes for å fungere som kvernsteiner og dermed bistå ved oppmalingen av føden. De kan kanskje yte en viss hjelp på denne måten; men jeg er fullstendig enig med Perrier i at dette må være av helt underordnet betydning, all den stund dette formålet allerede er oppnådd ved at det som regel finnes småstein i meitemarkens kråss og tarm.

Kapittel III: Mengden av fin jord som meitemarkene bringer opp til overflaten

Hastigheten hvormed ulike gjenstander spredt på overflaten av gressmarker tildekkes av markekskrementer—Tildekkingen av en brolagt gangsti—Den langsomme nedsynkingen av store steiner etterlatt på overflaten—Antallet meitemark som lever innenfor et gitt areal—Vekten av jord støtt ut fra en enkelt gang, og fra samtlige ganger innenfor et gitt areal—Tykkelsen på det muldlag som ekskrementene på et gitt areal ville danne innen en gitt tid dersom de ble jevnt fordelt—Den langsomme hastigheten hvormed muldjorden kan vokse til betydelig tykkelse—Konklusjon.

Vi kommer nå til denne bokens egentlige kjerne, nemlig den mengde jord som meitemarkene bringer opp fra dypet til overflaten, og som deretter spres mer eller mindre fullstendig utover av regn og vind. Mengden lar seg bedømme etter to metoder: ut fra den hastighet gjenstander etterlatt på overflaten begraves med, og mer nøyaktig ved å veie massen som bringes opp innen et gitt tidsrom. Vi begynner med den første metoden, ettersom det var den som først ble fulgt.

I nærheten av Maer Hall [i Gutenberg-teksten skrevet Mael Hall] i Staffordshire var det omkring år 1827 blitt spredt et tykt lag ulesket kalk over en god beitemark som siden ikke hadde vært pløyd. I begynnelsen av oktober 1837 ble det gravd noen firkantede hull i denne marken; og snittene viste et lag gresstorv dannet av gressets sammenfiltrede røtter, ½ tomme [ca. 1,3 cm] tykt, under hvilket det på en dybde av 2½ tomme (eller 3 tommer fra overflaten [ca. 7,6 cm]) tydelig kunne sees et lag av kalkpulver og små kalkklumper som løp rundt hele den loddrette veggen i hullene. Jorden under kalklaget var enten grusholdig eller grovsandet, og skilte seg betydelig i utseende fra den overliggende mørke, fine muldjorden. Over en del av samme mark var det spredt kullsinder (slagg) enten i 1833 eller 1834; og da de nevnte hullene ble gravd, altså etter et mellomrom på 3 eller 4 år, dannet slaggen en linje av svarte flekker rundt hullene på en dybde av 1 tomme under overflaten, parallelt med og ovenfor det hvite kalklaget. Over en annen del av marken var det strødd slagg bare et halvt år i forveien, og denne lå enten fremdeles på overflaten eller var viklet inn i gressrøttene; og her så jeg selve begynnelsen på tildekkingsprosessen, for markekskrementer var dynget opp over flere av de mindre bitene. Etter et tidsrom på 4¾ år ble denne marken undersøkt på ny, og nå lå de to lagene med kalk og slagg nesten overalt på en større dybde

enn før, med henimot 1 tomme, la oss si ¾ tomme dypere. Følgelig var det av markene årlig blitt brakt opp muldjord til en gjennomsnittlig tykkelse av 0,22 tomme [ca. 5,6 mm], som var blitt jevnt spredt ut over markens overflate.

Over en annen mark var det på et tidspunkt som ikke med sikkerhet kunne fastslås, blitt strødd kullsinder så tett at det (i oktober 1837) dannet et 1 tomme tykt lag i en dybde av omtrent 3 tommer fra overflaten. Laget var så sammenhengende at den overliggende mørke muldjorden bare var forbundet med undergrunnen av rød leire gjennom gressrøttene; og da disse ble revet over, falt mulden og den røde leiren fra hverandre. I en tredje mark, hvor kullsinder og brent mergel var spredt flere ganger ved ukjente anledninger, ble det gravd hull i 1842; her kunne et lag med slagg følges i en dybde av 3½ tomme, og under dette, 9½ tomme under overflaten, fantes en linje av slagg sammen med brent mergel. På veggene i et av hullene var det to slagg-lag, 2 og 3½ tomme under overflaten; og under disse, på enkelte steder 9½ og på andre 10½ tomme dype, lå biter av brent mergel. I en fjerde mark kunne to atskilte kalklag spores tydelig over hverandre, og under dem et lag med slagg og brent mergel i en dybde av mellom 10 og 12 tommer under overflaten.

[Illustrasjon: Fig. 5: Snitt gjennom muldjorden i en mark. Fig. 6: Tverrsnitt gjennom en stor stein]

Et stykke udyrket, myrlendt jord ble i 1822 gjerdet inn, drenert, pløyd, harvet og dekket med et tykt lag av brent mergel og kullsinder. Marken ble tilsådd med gressfrø og bærer nå et tålelig godt, men grovt beite. I 1837, altså 15 år etter at jorden ble oppdyrket, ble det gravd hull i marken; og som vi ser i det vedføyde diagrammet (figur 5), gjengitt i halv naturlig målestokk, var gresstorven ½ tomme tykk, og under denne lå et lag muldjord på 2½ tomme. Dette laget inneholdt overhodet ingen fremmede biter; men under det fantes et 1½ tomme tykt lag muld fullt av biter av brent mergel, iøynefallende ved sin røde farge, hvorav én nær bunnen var en tomme lang, samt andre biter av kullsinder og enkelte hvite kvartsrullesteiner. Under dette laget, i en dybde av 4½ tomme fra overflaten, støtte man på den opprinnelige svarte, torv- og sandholdige jorden med noen få kvartssteiner. Her var altså bitene av brent mergel og kullsinder i løpet av 15 år blitt dekket av et lag fin muldjord på bare 2½ tomme, gresstorven ikke medregnet. Seks og et halvt år senere ble marken undersøkt på ny, og nå lå bitene fra 4 til 5 tommer under overflaten. I dette tidsrommet på 6½ år var det altså blitt tilført overflatelaget omtrent 1½ tomme muld. Det forundrer meg at det ikke var

brakt opp mer jord i løpet av de fulle 21½ årene, for i den underliggende svarte torvjorden fantes det mange meitemarker. Det er likevel sannsynlig at det tidligere, mens jorden var mager, fantes få mark; og mulden ville den gang ha samlet seg langsomt. Den gjennomsnittlige årlige tykkelsestilveksten for hele perioden er 0,19 tomme [ca. 4,8 mm].

To andre tilfeller fortjener å omtales. Våren 1835 ble en mark som lenge hadde ligget som magert beite, og som var så myrlendt at den disset svakt når man trampet på den, tett overstrødd med rød sand, slik at hele overflaten først fremsto lyserød. Da det etter omtrent 2½ år ble gravd hull i marken, dannet sanden et lag i en dybde av ¾ tomme under overflaten. I 1842 (det vil si 7 år etter at sanden ble lagt på) ble det gravd nye hull, og nå dannet den røde sanden et tydelig sjikt 2 tommer under overflaten, eller 1½ tomme under gresstorven; slik at det i gjennomsnitt var brakt 0,21 tomme [ca. 5,3 mm] muld opp til overflaten hvert år. Umiddelbart under den røde sanden strakte det opprinnelige underlaget av svart, sandholdig torv seg.

En gressmark, likeledes ikke langt fra Maer Hall, var tidligere blitt overstrødd med et tykt lag mergel, og ble deretter liggende i en årrekke som beitemark; senere ble den pløyd opp. En venn fikk gravd tre grøfter i denne marken 28 år etter at mergelen ble tilført, og et lag av mergelbiter kunne spores i en nøyaktig oppmålt dybde av 12 tommer på enkelte steder og 14 tommer på andre. Denne forskjellen i dybde skyldtes at mergellaget lå vannrett, mens overflaten besto av rygger og furer etter at marken var blitt pløyd. Forpakteren forsikret meg om at jorden aldri var blitt vendt dypere enn fra 6 til 8 tommer; og ettersom bitene dannet et ubrutt, vannrett lag 12 til 14 tommer under overflaten, må disse ha blitt begravd av meitemarkene mens jorden lå som beite før den ble pløyd, for ellers ville de ha blitt spredt vilkårlig rundt av plogen i hele jordlagets tykkelse. Fire og et halvt år senere lot jeg grave tre hull i denne marken, hvor det nylig var satt poteter, og mergellaget ble nå gjenfunnet 13 tommer under bunnen av plogfurene, og derfor antakelig 15 tommer under markens alminnelige nivå. Det bør likevel bemerkes at tykkelsen på den svartaktige, sandholdige jorden som markene hadde kastet opp over mergelbitene i løpet av 32½ år, ville ha målt mindre enn 15 tommer dersom marken alltid hadde forblitt beitemark, for jorden ville i så fall ha vært langt mer sammenpakket. Mergelbitene hvilte nesten umiddelbart på et uberørt underlag av hvit sand med kvartsrullesteiner; og ettersom dette vanskelig kunne tiltrekke meitemark, ville muldjorden heretter bare øke meget langsomt gjennom deres virksomhet.

Vi skal nå gi noen eksempler på meitemarkenes virke på landområder som skiller seg vesentlig fra de tørre, sandete eller myrlendte beitemarkene som nettopp er beskrevet. Krittformasjonen strekker seg rundt hele mitt hus i Kent; og dens overflate er, etter å ha vært utsatt for regnvannets oppløsende virkning gjennom umindelige tider, overordentlig ujevn, gjennombrutt av dype, bratte, brønnlignende fordypninger. Under oppløsningen av krittet er det uoppløselige materialet, deriblant en uhyre mengde uslipte flintsteiner av alle størrelser, blitt liggende igjen på overflaten og danner et lag av stiv rød leire full av flint, som regel fra 6 til 14 fot [ca. 1,8 til 4,3 m] tykt. Over den røde leiren finnes det, overalt hvor landet lenge har ligget som beitemark, et noen tommer tykt lag av mørk muldjord.

Den 20. desember 1842 ble en mengde knust kritt spredt ut over en del av en mark nær mitt hus, som med sikkerhet hadde ligget som beitemark i 30 år, og sannsynligvis to eller tre ganger så lenge. Krittet ble lagt ut for at man i fremtiden skulle kunne iaktta i hvilken dybde det ville bli begravd. I slutten av november 1871, det vil si etter et tidsrom på 29 år, ble det gravd en grøft tvers over denne delen av marken; og en linje av hvite knoller kunne følges på begge sider av grøften, i en dybde av 7 tommer fra overflaten. Mulden (gresstorven ikke medregnet) var altså her blitt kastet opp i en gjennomsnittlig takt på 0,22 tomme [ca. 5,6 mm] per år. Under linjen av krittknoller fantes det på enkelte steder knapt noe fin jord fri for flint, mens det på andre steder lå et lag på 2¼ tomme. I dette siste tilfellet var muldjorden i alt 9¼ tomme tykk; og på et slikt sted ble en krittknoll og en glatt flintstein, som begge på et tidligere tidspunkt må ha blitt etterlatt på overflaten, funnet på denne dybden. Fra 11 til 12 tommer under overflaten strakte den uberørte, rødlige leiren full av flintsteiner seg. Krittknollene overrasket meg meget til å begynne med, ettersom de til forveksling lignet vannslitte rullesteiner, skjønt de opprinnelig knuste stykkene hadde vært skarpkantede. Men da jeg undersøkte knollene under lupe, fremsto de ikke lenger som vannslitte; overflaten var full av groper etter ujevn etsing, og ørsmå, spisse tagger dannet av fossile skjellfragmenter stakk ut fra dem. Det var tydelig at hjørnene på de opprinnelige krittstykkene var blitt fullstendig oppløst, ettersom de bød på en stor angrepsflate for kullsyren oppløst i regnvannet, for syren som dannes i jord med organisk materiale, samt for humussyrene. De utstikkende kantene ville dessuten, sammenlignet med de øvrige delene, ha blitt omsluttet av et større antall levende planterøtter; og disse har endog evne til å tære på marmor, slik Sachs har vist. Slik var skarpkantede biter av kritt i løpet av 29 år blitt

forvandlet til vakkert avrundede knoller nede i jorden.

En annen del av den samme marken var mosegrodd, og ettersom man mente at siktet kullsinder ville forbedre beitet, ble et tykt lag spredt over dette partiet enten i 1842 eller 1843, og et nytt lag noen år senere. I 1871 ble det gravd en grøft her, og mange slaggbiter lå i en linje på 7 tommers dybde under overflaten, med en annen linje på 5½ tommers dybde parallelt over den underste. I en annen del av marken, som tidligere hadde utgjort et eget jorde og som antakelig hadde ligget som beitemark i mer enn et århundre, ble det gravd grøfter for å se hvor tykt muldlaget var. Tilfeldigvis ble den første grøften lagt til et sted hvor et stort hull i en svunnen tid, sikkert mer enn førti år tidligere, var blitt fylt igjen med grov rød leire, flintstein, biter av kritt og grus; og her var den fine muldjorden bare fra 4⅛ til 4⅜ tomme tykk. På et annet og urørt sted varierte mulden atskillig i tykkelse, nemlig fra 6½ til 8½ tomme; under dette ble det på ett sted funnet noen små mursteinsbiter. Ut fra disse ulike tilfellene later det til at det i løpet av de siste 29 årene er blitt dynget opp muld på overflaten med en gjennomsnittlig årlig hastighet av fra 0,2 til 0,22 tomme [ca. 5,1 til 5,6 mm]. Men i denne egnen samler mulden seg i et langt langsommere tempo når en pløyd åker først legges ut til gressmark. Hastigheten må likeledes avta betydelig etter at det er dannet et muldlag av flere tommers tykkelse; for markene lever da hovedsakelig nær overflaten, og graver seg bare ned til større dyp for å hente opp frisk jord nedenfra under vinteren når kulden er streng (på hvilken tid det ble funnet meitemark i denne marken på 26 tommers dybde [ca. 66 cm]) og om sommeren når været er svært tørt.

En mark som støter like opp til den som nettopp er beskrevet, skråner i ett parti temmelig bratt (nemlig fra 10° til 15°); denne delen ble sist pløyd i 1841, ble deretter harvet og overlatt til seg selv for å bli beitemark. I flere år var den kledd med en ytterst sparsom vegetasjon, og var så tett overstrødd med små og store flintsteiner (noen av dem så store som et halvt barnehode) at marken av mine sønner alltid ble kalt «steinmarken» («the stony field»). Når de løp nedover skråningen, klirret steinene mot hverandre; og jeg husker jeg tvilte på om jeg ville få oppleve å se disse større flintsteinene bli dekket av muldjord og gresstorv. Men de mindre steinene forsvant før mange år var gått, og med tiden også hver eneste av de større; slik at en hest etter tretti år (1871) kunne galoppere over den tette gresstorven fra den ene enden av marken til den andre uten å treffe en eneste stein med skoene. For enhver som mintes markens utseende i 1842, var forvandlingen vidunderlig. Dette var utvilsomt meitemarkenes verk, for selv om

marktuer ikke var hyppige de første årene, ble det likevel kastet opp noen måned etter måned, og disse tiltok gradvis i antall etter hvert som beitet bedret seg. I 1871 ble det gravd en grøft i denne skråningen, og gresstråene ble skåret av tett ved roten slik at tykkelsen på gresstorven og muldjorden kunne måles nøyaktig. Torven var i underkant av en halv tomme, og mulden, som ikke inneholdt en eneste stein, var 2½ tomme tykk. Under dette lå grov, leirholdig jord full av flintsteiner, nøyaktig slik som i de omkringliggende pløyde åkrene. Denne grove jorden løsnet lett fra den overliggende mulden når et spadestikk ble løftet opp. Den gjennomsnittlige opphopningshastigheten for mulden gjennom samtlige tretti år var bare 0,083 tomme per år (det vil si omtrent én tomme på tolv år [ca. 2,1 mm per år]); men tempoet må ha vært langt langsommere i begynnelsen og deretter betydelig raskere.

Forvandlingen i denne markens utseende, som hadde foregått for mine egne øyne, fremsto senere desto mer slående da jeg i Knole Park undersøkte en tett skog av ranke bøketrær, hvor intet vokste under kronetaket. Her var bakken tett overstrødd med store, nakne steiner, og markekskrementer manglet nesten fullstendig. Utydelige furer og ujevnheter på overflaten bar bud om at jorden var blitt dyrket for noen århundrer siden. Sannsynligvis vokste et tett kratt av unge bøketrær opp så raskt at markene ikke fikk tilstrekkelig tid til å dekke steinene med sine ekskrementer før stedet ble uegnet for deres livsopphold. Uansett var kontrasten slående mellom tilstanden på den nå feilaktig benevnte «steinmarken», rik på meitemark, og bakkens tilstand under de gamle bøketrærne i Knole Park, hvor markene syntes helt fraværende.

En smal sti som løp over en del av plenen min, ble i 1843 brolagt med små steinheller satt på høykant; men markene kastet opp mengder av ekskrementer, og ugress vokste tett mellom hellene. I flere år ble stien luket og feid; men til sist fikk ugresset og markene overtaket, og gartneren sluttet å feie og slo bare av ugresset så ofte som plenen ble slått. Snart ble stien nesten helt overgrodd, og etter noen år fantes det ikke spor igjen etter den. Da det tynne overliggende torvlaget ble fjernet i 1877, ble de små steinhellene funnet urørt på sine rette plasser, dekket av en tomme [ca. 2,5 cm] fin muldjord.

To nylig offentliggjorte beretninger om stoffer spredt over beitemark som er blitt begravd gjennom meitemarkens virksomhet, fortjener å nevnes her. Pastor H. C. Key lot grave en grøft i en mark hvor det etter hva man antok var spredt kullaske atten år tidligere; og på de renskårne, loddrette grøfteveggene kunne

man i en dybde av minst syv tommer over en lengde på 60 yards [ca. 55 m] se «en tydelig, meget jevn, smal linje av kullaske blandet med småkull, fullkomment parallell med overflategresset». Denne parallelliteten og profilens lengde gjør tilfellet særlig interessant. For det andre opplyser herr Dancer at knuste ben var blitt spredt tett over en mark; og «noen år etterpå» ble disse gjenfunnet «flere tommer under overflaten, i en jevn dybde».

Pastor Zincke meddeler meg at han nylig har fått en frukthage gravd opp til den uvanlige dybde av 4 fot [ca. 1,2 m]. De øverste 18 tommene besto av mørkfarget muldjord, og de neste 18 tommene av sandholdig leirjord, som i den nedre delen inneholdt mange avrundede stykker av sandstein, sammen med noen biter av murstein og tegl, antakelig av romersk opprinnelse, ettersom levninger fra denne perioden er funnet like i nærheten. Den sandholdige leirjorden hvilte på et herdet, jernholdig lag (aurhelle) av gul leire, og på overflaten av dette ble det funnet to fullstendige steinøkser (celter). Dersom steinøksene, slik det forekommer sannsynlig, opprinnelig ble etterlatt på markens overflate, er de siden blitt overdekket av et tre fot [ca. 90 cm] tykt jordlag, hvorav alt etter all sannsynlighet har passert gjennom markenes kropper, unntatt de steinene som til ulike tider kan ha blitt spredt på overflaten sammen med gjødsel eller på annen måte. Det er ellers vanskelig å forstå opprinnelsen til de 18 tommene med sandholdig leirjord, som etter at begge var brent, bare skilte seg fra den overliggende mørke muldjorden ved en lysere rød farge og ved ikke å være fullt så finkornet. Men ut fra dette synet må vi anta at karbonet i muldjorden, når den ligger et stykke under overflaten og ikke til stadighet mottar råtnende plantedeler ovenfra, mister sin mørke farge i århundrenes løp; hvorvidt dette er sannsynlig, vet jeg imidlertid ikke.

Meitemarkene later til å virke på samme måte i New Zealand som i Europa; for professor J. von Haast har beskrevet et snitt nær kysten, bestående av glimmerskifer, «dekket av 5 eller 6 fot løss, over hvilket det hadde samlet seg omtrent 12 tommer plantejord». Mellom løssen og muldjorden fantes et lag på 3 til 6 tommers tykkelse bestående av «kjerner, redskaper, avslag og fliser, alt tilvirket av hard basaltsjøstein». Det er derfor sannsynlig at urinnvånerne i en fjern fortid etterlot disse gjenstandene på overflaten, og at de deretter langsomt er blitt overdekket av markenes ekskrementer.

Bønder i England er vel vitende om at gjenstander av alle slag som etterlates på overflaten av beitemark, etter en tid forsvinner, eller som de sier, «arbeider seg

nedover». Hvordan pulverisert kalk, slagg og tunge steiner skulle kunne arbeide seg nedover, og det i samme tempo, gjennom det sammenfiltrede rotnettet på en gresskledd mark, er et spørsmål som antakelig aldri har falt dem inn.

Store steiners nedsynking som følge av meitemarkens virksomhet.—Når en stor og uregelmessig formet stein blir liggende på jordoverflaten, hviler den naturligvis på sine mest utstikkende partier; men markene fyller snart ut alle hulrom på undersiden med sine ekskrementer; for, som Hensen bemerker, holder de gjerne til i ly under steiner. Så snart hulrommene er fylt igjen, kaster markene den jorden de har slukt ut over steinens omkrets; og slik heves jordoverflaten rundt hele steinen. Etter hvert som gangene som er gravd ut like under steinen faller sammen, synker steinen en smule. Det er derfor vandreblokker som i en fjern fortid har rullet ned fra en fjellside eller klippe og ut på en eng nedenfor, alltid er en smule nedsunket i jordsmonnet; og når de fjernes, etterlater de et nøyaktig avtrykk av sin underside i den underliggende fine muldjorden. Dersom en kampestein derimot er av så veldige dimensjoner at jorden under den holdes tørr, vil slik jord ikke bebos av meitemark, og steinen vil ikke synke ned i bakken.

MODERNE FORSKNING: BEKREFTET · NOTE N14

Store steiner og ruinmurer synker fordi marken graver hulrom under dem og avleirer finjorden oppå og rundt kanten. Senere arkeologiske undersøkelser og langtidsmålinger ved Down House bekrefter at denne bioturbasjonen gradvis begraver og bevarer historiske gjenstander i jordsmonnet.

Kilde: Keith, A. (1942): «A postscript to Darwin's 'Formation of vegetable mould through the action of worms'». Nature, 149, s. 716–720. DOI: 10.1038/149716a0. URL: https://doi.org/10.1038/149716a0

En kalkovn sto tidligere på en gressmark nær Leith Hill Place i Surrey, og ble revet 35 år før mitt besøk; alt løst avfall var blitt kjørt bort, unntatt tre store steiner av kvartsholdig sandstein, som man tenkte kunne komme til nytte senere. En gammel arbeidsmann mintes at de var blitt etterlatt på den bare overflaten av teglsteinsbrott og mørtel, like ved ovnens fundament; men hele overflaten rundt er nå dekket av gresstorv og muld. De to største av disse steinene hadde aldri siden vært rørt; og det ville heller ikke vært noen enkel sak, for da jeg lot dem fjerne, krevde det to mann med spett og jernstenger. En av disse steinene, og ikke den største, var 64 tommer lang, 17 tommer bred og fra 9 til 10 tommer tykk [ca. 163 × 43 × 24 cm]. Undersiden bulet noe ut på midten; og denne delen hvilte fremdeles på teglsteinsbrott og mørtel, hvilket bekreftet den gamle arbeidsmannens ord. Under teglavfallet ble den naturlige, sandete jorden full av

biter av sandstein blottlagt; og denne kunne neppe ha gitt etter for steinens vekt, slik man kunne ventet dersom undergrunnen hadde bestått av leire. Markens overflate skrånet over en avstand på omtrent 9 tommer jevnt opp mot steinen, og sto tett inntil steinen på de fleste steder rundt 4 tommer over den omliggende marken. Steinens sokkel var nedsunket fra 1 til 2 tommer under markens alminnelige nivå, og overflaten raget omkring 8 tommer over dette nivået, eller rundt 4 tommer over den skrå opphøyde torvkanten. Da steinen var fjernet, ble det tydelig at den ene spisse enden opprinnelig må ha raget noen tommer fritt over bakken, men dens øvre flate lå nå i plan med den omliggende gresstorven. Da steinen ble løftet vekk, etterlot den en nøyaktig avstøpning av sin underside i form av en grunn, kraterlignende forsenkning, hvis indre flate besto av fin, svart muld, unntatt der hvor de mest utstikkende delene hvilte på teglsteinsavfallet. Et tverrsnitt av denne steinen og dens leie, tegnet etter målinger foretatt etter at den var flyttet, er gjengitt her i en målestokk på ½ tomme til 1 fot (figur 6). Den torvkledde skråkanten opp mot steinen besto av fin muldjord, på ett sted 7 tommer tykk. Dette besto åpenbart av markekskrementer, hvorav flere nylig var blitt støtt ut. Hele steinen hadde i løpet av de trettifem årene, så vidt jeg kunne bedømme, sunket omtrent 1½ tomme; og dette må skyldes at teglavfallet under de utstikkende partiene var blitt undergravd av mark. I dette tempoet ville steinens overside, dersom den hadde fått ligge i fred, ha sunket til markens alminnelige nivå på 247 år; men før dette kunne inntreffe, ville en del jord ved kraftig regn ha blitt skylt ned fra marktuer på den opphøyde torvkanten og over på steinens overside.

Den andre steinen var større enn den som nettopp er beskrevet, nemlig 67 tommer lang, 39 bred og 15 tommer tykk [ca. 170 × 99 × 38 cm]. Undersiden var nesten flat, slik at markene snart må ha vært nødt til å støte ut sine ekskrementer utenfor dens omkrets. Steinen som helhet hadde sunket omtrent 2 tommer ned i bakken. I dette tempoet ville det ha krevd 262 år før dens overside hadde sunket til markens alminnelige nivå. Den oppadskrånende, torvkledde kanten rundt steinen var bredere enn i forrige tilfelle, nemlig fra 14 til 16 tommer; og hvorfor det var slik, kunne jeg ikke finne noen grunn til. På de fleste steder var denne kanten ikke så høy som i forrige tilfelle, nemlig fra 2 til 2½ tomme, men på ett sted var den hele 5½ tomme høy. Dens gjennomsnittshøyde like ved steinen var antakelig omkring 3 tommer, og den tynnet ut til ingenting. Hvis så er, må et lag med fin jord, 15 tommer bredt og i gjennomsnitt 1½ tomme tykt, og av tilstrekkelig lengde til å omgi hele den langstrakte blokken, ha blitt brakt opp av

markene hovedsakelig fra undersiden av steinen i løpet av 35 år. Denne mengden ville være mer enn tilstrekkelig til å forklare at den hadde sunket omkring 2 tommer ned i jorden; særlig når vi erindrer at en god del av den fineste jorden ved kraftig regn må ha blitt vasket ned fra ekskrementene på den skrå kanten til markens nivå. Noen friske ekskrementer ble sett tett inntil steinen. Ikke desto mindre ble det, da det ble gravd et stort hull til 18 tommers dybde der steinen hadde ligget, bare funnet to meitemarker og noen få ganger, skjønt jorden var fuktig og syntes velegnet for mark. Det fantes imidlertid noen store maurkolonier under steinen, og muligens hadde markene avtatt i antall etter at maurene slo seg ned.

Den tredje steinen var bare omtrent halvparten så stor som de to andre; og to sterke gutter kunne sammen ha veltet den over ende. Jeg tviler ikke på at den var blitt veltet over i nokså ny tid, for den lå nå et stykke bortenfor de to andre steinene, i bunnen av en liten tilstøtende skråning. Den hvilte dessuten på fin jord i stedet for delvis på teglavfall. I samsvar med denne slutningen var den opphøyde torvkanten rundt bare 1 tomme høy på enkelte steder og 2 tommer på andre. Det fantes ingen maurkolonier under denne steinen, og da det ble gravd et hull der den hadde ligget, ble det funnet flere ganger og meitemarker.

Ved Stonehenge ligger noen av de ytre bautasteinene («druidesteinene») nå veltet over ende, etter å ha falt i en fjern, men ukjent tid; og disse er blitt begravd til en moderat dybde i jorden. De er omgitt av skrå torvkanter, hvorpå nylig utstøtte marktuer kunne sees. Kloss inntil en av disse falne steinene, som var 17 fot lang, 6 fot bred og 28½ tommer tykk [ca. 5,2 × 1,8 × 0,7 m], ble det gravd et hull; og her var muldjorden minst 9½ tomme tykk. På denne dybden ble det funnet en flintstein, og litt høyere oppe på den ene siden av hullet en glasskår. Steinens sokkel lå omkring 9½ tomme under den omliggende markens overflate, og dens øvre flate 19 tommer over bakken.

Det ble også gravd et hull like ved en annen kjempemessig stein, som under fallet var brukket i to deler; og dette må ha skjedd for lenge siden, å dømme etter de forvitrede bruddflatene. Sokkelen var begravd til en dybde av 10 tommer, hvilket ble fastslått ved å drive et jernspidd vannrett inn i jorden under den. Muldjorden som dannet den torvkledde skråkanten rundt steinen, hvor det nylig var støtt opp mange marktuer, var 10 tommer tykk; og det meste av denne mulden må ha blitt brakt opp av meitemark fra undersiden av steinen. I en avstand av 8 yards [ca. 7,3 m] fra steinen var muldjorden bare 5½ tomme tykk

(med et stykke av en tobakkspipe på 4 tommers dybde), og denne hvilte på knust flint og kritt som vanskelig kunne ha gitt etter for steinens trykk eller vekt.

En rett stang ble festet vannrett (ved hjelp av et vaterpass) tvers over en tredje fallen stein, som var 7 fot og 9 tommer lang [ca. 2,36 m]; og omrisset av de fremstikkende partiene og av den tilstøtende marken, som ikke var helt plan, ble derved fastslått, slik det er vist i det vedføyde diagrammet (figur 7) i en målestokk på ½ tomme til 1 fot. Den torvkledde kanten skrånet opp mot steinen på den ene siden til en høyde av 4 tommer, og på motsatt side til bare 2½ tomme over markens alminnelige nivå. På østsiden ble det gravd et hull, og steinens basis ble her funnet å ligge på en dybde av 4 tommer under markens alminnelige nivå, og 8 tommer under toppen av den skrå torvkanten.

*

Det er nå fremlagt tilstrekkelige beviser for at små gjenstander etterlatt på overflaten av land hvor det finnes rikelig med mark, snart blir begravd, og at store steiner synker langsomt nedover ved de samme midler. Hvert trinn i prosessen kunne følges, fra den tilfeldige avsetningen av en enkelt marktue på en liten gjenstand som ligger løst på overflaten, til den blir innfiltret mellom gresstorvens sammenfiltrede røtter, og endelig til den blir innleiret i muldjorden i ulike dybder under overflaten. Da den samme marken ble undersøkt på ny etter noen års mellomrom, ble slike gjenstander gjenfunnet på større dyp enn før. De rette og regelmessige linjene som dannes av de innleirede gjenstandene, og deres parallellitet med markens overflate, er sakens mest slående trekk; for denne parallelliteten viser hvor jevnt meitemarkene må ha arbeidet; skjønt resultatet også delvis skyldes at regnet vasker de ferske ekskrementene utover. Gjenstandenes egenvekt påvirker ikke nedsynkingshastigheten, slik man kunne se av at porøs slagg, brent mergel, kritt og kvartsrullesteiner alle var sunket til samme dybde i løpet av samme tid. Når man tar undergrunnens beskaffenhet i betraktning — som ved Leith Hill Place var sandholdig jord med mange steinbiter, og ved Stonehenge krittgrus med knust flint — og likeledes nærværet av den torvkledde skråkanten av muld rundt de store steinblokkene på begge disse stedene, synes nedsynkingen ikke i merkbar grad å ha vært fremmet av vekten, til tross for at denne var betydelig.

Om antallet meitemark som lever innenfor et gitt areal.—Vi skal nå for det første påvise hvilken uhyre mengde mark som lever usett av oss under våre føtter, og for det andre den faktiske vekten av den jorden de bringer opp til overflaten

innenfor et gitt areal og et gitt tidsrom. Hensen, som har publisert en så utførlig og interessant beretning om meitemarkens vaner, beregner ut fra antallet han fant på et oppmålt areal at det må finnes 133 000 levende meitemark i en hektar jord, eller 53 767 på en acre [om lag fire dekar]. Dette sistnevnte antallet mark ville veie 356 pund [ca. 161 kg], dersom man legger Hensens norm for vekten av en enkelt mark til grunn, nemlig tre gram. Det bør imidlertid bemerkes at denne beregningen bygger på antall funnet i en hage, og Hensen antar at mark er dobbelt så tallrike her som på kornåkrer. Ovennevnte resultat, hvor forbløffende det enn er, forekommer meg troverdig, å dømme etter den mengde mark jeg selv leilighetsvis har sett, og etter det antall som daglig fortæres av fugler uten at arten utryddes. Noen tønner med dårlig øl ble stående på herr Millers eiendom i håp om å lage eddik, men eddiken slo feil og tønnene ble veltet. Det bør forutskikkes at eddiksyre er en så dødelig gift for meitemark at Perrier fant at en glass-stav dyppet i denne syren og deretter stukket ned i en anselig mengde vann hvor det lå mark, uunngåelig drepte dem raskt. Morgenen etter at tønnene var veltet, «var haugene av mark som lå døde på bakken så overveldende at dersom herr Miller ikke hadde sett dem med egne øyne, ville han ikke trodd det mulig at et slikt antall kunne ha levd på denne plassen». Som ytterligere bevis på den store mengden meitemark som lever i jorden, opplyser Hensen at han i en hage fant sekstifire åpne ganger på en flate av 14½ kvadratfot, det vil si ni på to kvadratfot. Men gangene er undertiden langt tettere, for da jeg gravde i en gressmark nær Maer Hall, fant jeg en klump tørr jord, så stor som mine to åpne hender, som var gjennomtrengt av syv ganger så tykke som gåsefjærpenner.

Vekten av jord støtt ut fra en enkelt gang, og fra samtlige ganger innenfor et gitt areal.—Hva angår vekten av den jord meitemark daglig kaster opp, fant Hensen at den hos noen mark han holdt i fangenskap, og som han later til å ha foret med løv, bare beløp seg til 0,5 gram, eller under 8 grains [ca. 0,52 g] per dag. Men en langt større mengde må kastes opp av mark i vill tilstand i de periodene da de fortærer jord som føde i stedet for blader, og når de graver dype ganger. Dette gjøres nesten sikkert ved følgende vektoppgaver over marktuer kastet opp ved munningen av enkeltganger, som alle syntes å være avsatt i løpet av kort tid, hvilket i flere tilfeller med sikkerhet var tilfelle. Ekskrementene ble (med unntak av ett særskilt oppgitt tilfelle) tørket ved å ligge mange dager i solen eller foran en varm peisild.

VEKT AV MARKUSKILLELSER SAMLET VED MUNNINGEN AV EN ENKELT GANG. [Vekt i unser / ounces, 1 unse = ca. 28,35 g] (1.) Down i Kent (undergrunn rød

leire, full av flint, overliggende krittet). Det største markekskrementet jeg kunne finne på sidene av en bratt dal, hvor undergrunnen her var grunn. I dette ene tilfellet var ekskrementet ikke godt tørket: 3,98 unser [ca. 113 g] (2.) Down.—Største ekskrement jeg kunne finne (bestående hovedsakelig av kalkholdig stoff), på ytterst magert beiteland i bunnen av dalen nevnt under (1): 3,87 unser [ca. 110 g] (3.) Down.—Et stort, men ikke uvanlig stort ekskrement fra en nesten plan mark, magert beite, lagt ut til gressmark om lag 35 år tidligere: 1,22 unser [ca. 34,6 g] (4.) Down.—Gjennomsnittsvekt av 11 ikke store ekskrementer støtt ut på en skrå flate på min plen, etter at de hadde tapt noe vekt ved å ha vært utsatt for regn over lengre tid: 0,7 unse [ca. 19,8 g] (5.) Nær Nice i Frankrike.—Gjennomsnittsvekt av 12 ekskrementer av vanlige dimensjoner, samlet inn av dr. King på jord som ikke hadde vært slått på lenge og hvor meitemark fantes i mengde, nemlig en gressplen skjermet av buskas nær havet; sandet og kalkholdig jord; disse ekskrementene hadde vært utsatt for regn en tid før innsamling og må ha tapt noe vekt ved oppsmuldring, men beholdt fremdeles formen: 1,37 unse [ca. 38,8 g] (6.) Det tyngste av de ovennevnte tolv ekskrementene: 1,76 unse [ca. 49,9 g] (7.) Nedre Bengal.—Gjennomsnittsvekt av 22 ekskrementer, samlet av herr J. Scott, og oppgitt av ham å være kastet opp i løpet av en eller to netter: 1,24 unse [ca. 35,1 g] (8.) Det tyngste av de ovennevnte 22 ekskrementene: 2,09 unser [ca. 59,3 g] (9.) Nilgirifjellene, Sør-India; gjennomsnittsvekt av de 5 største ekskrementene samlet av dr. King. De hadde vært utsatt for regnet under den siste monsunen, og må ha tapt en del vekt: 3,15 unser [ca. 89,3 g] (10.) Det tyngste av de ovennevnte 5 ekskrementene: 4,34 unser [ca. 123 g]

I denne tabellen ser vi at ekskrementer som var kastet opp ved munningen av samme gang, og som i de fleste tilfeller virket friske og alltid beholdt sin ormeformede skikkelse, i tørket tilstand i alminnelighet veide over en unse, og undertiden nesten nådde opp i et kvart pund [ca. 113 g]. I Nilgirifjellene overskred ett ekskrement endog denne sistnevnte vekten. De største ekskrementene i England ble funnet på ytterst magert beiteland; og disse er, så vidt jeg har sett, i alminnelighet større enn de på mark med frodig vegetasjon. Det later til at markene må sluke en større mengde jord på magert enn på fruktbart land for å oppnå tilstrekkelig næring.

Hva angår de tårnlignende marktuene nær Nice (nr. 5 og 6 i tabellen ovenfor), fant dr. King ofte fem eller seks av dem på én kvadratfot; og disse ville, etter gjennomsnittsvekten å dømme, til sammen ha veid 7½ unse; slik at vekten av

tuene på en kvadratyard [ca. 0,84 m²] ville vært 4 pund og 3½ unse [ca. 1,91 kg]. Nær utgangen av året 1872 samlet dr. King inn alle ekskrementer som fremdeles holdt på sin ormelignende form, enten de var oppbrukket eller ei, fra én kvadratfot på et sted hvor det krydde av mark, øverst på en voll der ingen ekskrementer kunne ha rullet ned ovenfra. Disse må ha vært støtt ut, etter hans bedømmelse ut fra regn- og tørkeperiodene ved Nice, i løpet av de foregående fem eller seks månedene; de veide 9½ unse, eller 5 pund og 5½ unse per kvadratyard. Etter fire måneders mellomrom samlet dr. King inn alle ekskrementer som deretter var støtt ut på den samme kvadratfoten, og disse veide 2½ unse, eller 1 pund og 6½ unse per kvadratyard. Følgelig ble det i løpet av omtrent ti måneder, eller la oss for sikkerhets skyld si i løpet av et år, kastet opp 12 unser ekskrementer på denne ene kvadratfoten, eller 6,75 pund på en kvadratyard; og dette ville tilsvare 14,58 tonn per acre [ca. 3,66 tonn per dekar].

I en mark i bunnen av en krittdal (se nr. 2 i foranstående tabell) ble en kvadratyard målt opp på et sted hvor det fantes usedvanlig store marktuer; de syntes imidlertid nesten like tallrike på noen få andre steder. Disse ekskrementene, som fullkomment beholdt sin ormeform, ble samlet inn; og i delvis tørket tilstand veide de 1 pund og 13½ unse [ca. 836 g]. Marken var blitt tromlet med en tung åkertrommel femtito dager i forveien, og dette ville med sikkerhet ha flatklemt hver eneste marktue på bakken. Været hadde vært svært tørt i to eller tre uker før innsamlingsdagen, slik at ikke et eneste ekskrement så friskt ut eller nylig var støtt ut. Vi kan derfor anta at de som ble veid, var blitt støtt ut innen, la oss si, førti dager fra marken ble tromlet — altså tolv dager kortere enn hele det mellomliggende tidsrommet. Jeg hadde undersøkt samme del av marken like før den ble tromlet, og den var da full av friske ekskrementer. Meitemark arbeider ikke i tørt vær om sommeren, ei heller om vinteren under streng frost. Dersom vi antar at de arbeider bare halve året — skjønt dette er et for lavt anslag — ville markene på denne marken i løpet av året støte opp 8,387 pund per kvadratyard; eller 18,12 tonn per acre [ca. 4,55 tonn per dekar], forutsatt at hele overflaten er like produktiv.

I de foregående tilfellene måtte enkelte av de nødvendige data anslås, men i de to følgende tilfellene er resultatene langt mer pålitelige. En dame, hvis nøyaktighet jeg ubetinget kan feste lit til, tilbød seg gjennom et helt år å samle inn samtlige marktuer som ble kastet opp på to adskilte kvadratyards nær Leith Hill Place i Surrey. Den innsamlede mengden var likevel noe mindre enn det som opprinnelig ble støtt ut av markene; for som jeg gjentatte ganger har iakttatt, blir

en god del av den fineste jorden skylt bort så ofte som ekskrementer støtes ut under eller like foran kraftig regnskyll. Små partikler festet seg dessuten til de omkringliggende gresstråene, og det krevde for mye tid å pille løs hver eneste av dem.

På sandblandet jord, som i dette tilfellet, smuldrer tuene lett opp etter tørt vær, og partikler gikk således ofte tapt. Damen reiste også leilighetsvis bort i en uke eller to, og i slike perioder må ekskrementene ha lidt enda større tap som følge av vær og vind. Disse tapene ble imidlertid i noen grad oppveid ved at innsamlingene på det ene feltet pågikk i fire dager, og på det andre feltet i to dager mer enn et helt år.

Den 9. oktober 1870 ble det stukket ut et felt på en bred, gresskledd terrasse som var blitt slått og feid gjennom mange år. Den vendte mot syd, men lå i skygge en del av dagen under trær. Den var blitt anlagt for minst et århundre siden ved at en stor mengde små og store bruddstykker av sandstein, sammen med noe sandjord, var stampet flat og plan. Sannsynligvis var den opprinnelig blitt beskyttet ved å kles med gresstorv. Etter antallet marktuer å dømme var denne terrassen temmelig ugunstig for meitemark, sammenlignet med nabomarkene og en øvre terrasse. Det var i sannhet overraskende at så mange mark kunne leve her som det man faktisk så; for da det ble gravd et hull i terrassen, var den svarte muldjorden sammen med gresstorven bare fire tommer tykk, og under denne lå den plane flaten av lys sandjord med mange sandsteinsbiter. Før noen innsamling tok til, ble alle eldre ekskrementer omhyggelig fjernet. Siste innsamlingsdag var den 14. oktober 1871. Ekskrementene ble deretter tørket godt foran en peisild; og de veide nøyaktig 3½ pund [ca. 1,59 kg]. Dette ville for en acre av tilsvarende mark gi 7,56 tonn tørr jord årlig støtt opp av mark.

Det andre feltet ble merket opp på en uinngjerdet allmenning i en høyde av omtrent 700 fot [ca. 213 m] over havet, et lite stykke fra Leith Hill Tower. Marken var kledd med kort, fin gresstorv og var aldri blitt rørt av menneskehånd. Stedet syntes verken særlig gunstig eller ugunstig for meitemark; men jeg har ofte lagt merke til at marktuer er særlig tallrike på allmenninger, og dette skyldes muligens jordsmonnets magerhet. Muldjorden var her mellom tre og fire tommer tykk. Ettersom dette stedet lå et stykke fra damens bolig, ble ekskrementene ikke samlet inn med så korte mellomrom som på terrassen; følgelig må tapet av fin jord i regnvær ha vært større her enn i forrige tilfelle. Ekskrementene var dessuten

mer sandete, og ved innsamling i tørt vær smuldret de undertiden til støv, slik at mye gikk tapt. Det er derfor sikkert at markene brakte atskillig mer jord opp til overflaten enn det som ble samlet inn. Siste innsamling ble foretatt den 27. oktober 1871, altså 367 dager etter at feltet var blitt merket opp og renset for alle eldre ekskrementer. De innsamlede ekskrementene veide etter grundig tørking 7,453 pund [ca. 3,38 kg]; og dette ville for en acre av samme slag mark gi 16,1 tonn årlig oppkastet tørr jord.

SAMMENDRAG AV DE FIRE FOREGÅENDE TILFELLENE. (1.) Ekskrementer kastet opp nær Nice i løpet av omtrent ett år, samlet av dr. King på én kvadratfot flate; beregnet til å gi 14,58 tonn per acre [ca. 3,66 tonn per dekar]. (2.) Ekskrementer kastet opp i løpet av omtrent 40 dager på en kvadratyard i en mark med magert beite i bunnen av en stor krittdal; beregnet til å gi 18,12 tonn per acre årlig [ca. 4,55 tonn per dekar]. (3.) Ekskrementer samlet fra en kvadratyard på en gammel terrasse ved Leith Hill Place gjennom 369 dager; beregnet til å gi 7,56 tonn per acre årlig [ca. 1,90 tonn per dekar]. (4.) Ekskrementer samlet fra en kvadratyard på Leith Hill Common gjennom 367 dager; beregnet til å gi 16,1 tonn per acre årlig [ca. 4,04 tonn per dekar].

MODERNE FORSKNING: BEKREFTET · NOTE N15

Darwins beregning av at meitemark bringer opp mellom 18 og 45 tonn jord per hektar årlig (ca. 2 til 4,5 kg per kvadratmeter), er fullt bekreftet i temperert klima. Dette gjør meitemarken til den suverent viktigste jordarbeideren i hager og gressmarker.

Kilde: Lavelle, P. et al. (1997): «Soil function in a changing world: the role of earthworms». European Journal of Soil Biology, 33(4), s. 159–193. URL: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_51-52/010014073.pdf ---

Tykkelsen på det muldlag som ekskrementer utskilt i løpet av et år ville danne dersom de ble jevnt fordelt.—Da vi fra de to siste tilfellene i sammendraget ovenfor kjenner vekten av de tørkede ekskrementene som meitemarkene kaster opp i løpet av et år på en kvadratyard flate, ønsket jeg å bringe på det rene hvor tykt et lag av alminnelig muldjord denne massen ville utgjøre dersom den ble jevnt spredt over en kvadratyard. De tørre ekskrementene ble derfor knust i små biter, og mens de ble helt over i et måleglass, ble de grundig rystet og presset sammen. De som var samlet på terrassen, utgjorde 124,77 kubikktommer; og denne mengden ville, dersom den ble jevnt fordelt over en kvadratyard, gi et lag på 0,9627 tomme i tykkelse [i originalen trykt 0,9627, regnemessig 0,09627 tomme, se neste avsnitt]. De som var samlet på allmenningen, utgjorde 197,56

kubikktommer, og ville danne et tilsvarende lag på 0,1524 tomme i tykkelse.

Disse tykkelsene må imidlertid korrigeres; for de knuste ekskrementene dannet, selv etter å ha blitt godt rystet sammen og presset ned, ikke på langt nær en så kompakt masse som naturlig muldjord, skjønt hver enkelt partikkel var meget fast. Likevel er muldjord langt fra kompakt, hvilket fremgår av det store antall luftbobler som stiger opp når bakken oversvømmes av vann. Den er dessuten gjennomvevd av utallige fine røtter. For å bringe tilnærmet på det rene hvor mye vanlig muldjord ville øke i volum ved å knuses til små partikler og deretter tørkes, ble et tynt, avlangt stykke noe leirholdig muld (med gresstorven skåret bort) målt opp før det ble knust, grundig tørket og målt på ny. Tørkingen fikk stykket til å krympe med 1/7 av sitt opprinnelige volum, å dømme utelukkende etter de ytre målene. Det ble deretter knust og delvis pulverisert på samme måte som ekskrementene var blitt behandlet, og dets volum overskred nå (til tross for svinnet under tørking) med 1/16 volumet av det opprinnelige stykket fuktig muld. Følgelig må den ovenfor beregnede tykkelsen på laget dannet av ekskrementene fra terrassen, etter å være fuktet og spredt over en kvadratyard, reduseres med 1/16; og dette vil redusere laget til 0,09 tomme, slik at et lag på 0,9 tomme i tykkelse [ca. 2,3 cm] ville dannes i løpet av ti år. Etter samme prinsipp ville ekskrementene fra allmenningen i løpet av et enkelt år danne et lag på 0,1429 tomme, eller i løpet av 10 år 1,429 tomme [ca. 3,6 cm] i tykkelse. Vi kan i runde tall si at tykkelsen i det første tilfellet ville beløpe seg til nesten 1 tomme, og i det andre tilfellet til nesten 1½ tomme på 10 år.

For å sammenligne disse resultatene med dem som ble utledet fra den hastighet hvormed små gjenstander etterlatt på overflaten av gressmarker blir begravd (som beskrevet i første del av dette kapitlet), gir vi følgende sammendrag:—

SAMMENDRAG OVER TYKKELSEN AV DET MULDJORDLAG SOM HAR SAMLET SEG OVER GJENSTANDER ETTERLATT PÅ OVERFLATEN, I LØPET AV TI ÅR. Opphopningen av muld i løpet av 14¾ år på overflaten av en tørr, sandet gressmark nær Maer Hall beløp seg til 2,2 tommer på 10 år. Opphopningen i løpet av 21½ år på en myrlendt mark nær Maer Hall beløp seg til nesten 1,9 tomme på 10 år. Opphopningen i løpet av 7 år på en svært myrlendt mark nær Maer Hall beløp seg til 2,1 tommer på 10 år. Opphopningen i løpet av 29 år på god, leirholdig beitemark over krittet ved Down beløp seg til 2,2 tommer på 10 år. Opphopningen i løpet av 30 år på dalsiden over krittet ved Down, hvor

jordsmonnet var leirholdig, ytterst magert og nylig lagt ut til beitemark (slik at forholdene i noen år var ugunstige for meitemark), beløp seg til 0,83 tomme på 10 år.

I disse tilfellene (med unntak av det siste) ser vi at jordmengden som er brakt opp til overflaten i løpet av 10 år, er noe større enn det som ble beregnet ut fra de ekskrementene som faktisk ble veid. Dette overskuddet kan delvis forklares ved det tap som de veide tuene på forhånd hadde gjennomgått ved at regnet vasket dem ut, ved at partikler festet seg til de omliggende gresstråene, og ved at de smuldret opp i tørt vær. Ei heller må vi overse andre virkekrefter som under vanlige omstendigheter øker muldmengden, og som ikke ville inngå i de innsamlede ekskrementene: nemlig den fine jorden som bringes opp til overflaten av gravende insektlarver og insekter, især maur. Jorden som kastes opp av moldvarper har som regel et noe annet utseende enn muldjord; men etter en tid vil den ikke lenger kunne skilles fra den. I tørre land spiller dessuten vinden en viktig rolle ved å føre støv fra ett sted til et annet, og selv i England må den bidra til muldlaget på marker langs store ferdselsveier. Men i vårt land synes disse sistnevnte virkekreftene å være av ganske underordnet betydning sammenlignet med meitemarkens virksomhet.

Vi har ingen midler til å bedømme hvor stor vekt av jord en enkelt fullvoksen meitemark støter ut i løpet av et år. Hensen anslår at det finnes 53 767 mark på en acre land; men dette bygger på antallet funnet i hager, og han antar at bare omtrent halvparten så mange lever på kornåkrer. Hvor mange som lever på gammel beitemark, vites ikke; men dersom vi antar at halvparten av det nevnte antallet, eller 26 886 meitemarker, lever på slik jord, og vi fra det foregående sammendraget setter 15 tonn som vekten av de ekskrementer som årlig kastes opp på en acre [ca. 3,76 tonn per dekar], må hver mark årlig støte ut 20 unser [ca. 567 g]. En fullvoksen marktue ved munningen av en enkelt gang overskrider, som vi har sett, ofte en unse i vekt; og det er sannsynlig at meitemark støter ut mer enn 20 fullvoksne turer i løpet av et år. Dersom de årlig støter ut mer enn 20 unser, kan vi slutte at markene som lever på en acre beitemark må være færre enn 26 886 i antall.

Meitemarkene lever overveiende i det øverste muldlaget, som vanligvis er fra 4 eller 5 til 10 og endog 12 tommer tykt [ca. 10–30 cm]; og det er denne mulden som gang på gang passerer gjennom kroppene deres og bringes opp til overflaten. Men markene graver seg leilighetsvis ned i undergrunnsjorden til et

langt større dyp, og ved slike anledninger bringer de opp jord fra dette dypere laget; og denne prosessen har pågått gjennom utallige tidsaldre. Derfor ville det øverste muldlaget til sist, om enn i et stadig langsommere tempo, oppnå en tykkelse lik den dybde som meitemark noensinne graver seg ned til, dersom det ikke fantes andre motvirkende krefter som fører bort til et lavere nivå en del av den fineste jorden som uopphørlig bringes opp til overflaten av markene. Hvor stor tykkelse muldjorden noensinne kan oppnå, har jeg ikke hatt gode anledninger til å iaktta; men i neste kapittel, hvor vi skal ta for oss tildekkingen av oldtidsbygninger, vil det bli lagt frem en del kjensgjerninger om dette emnet. I de to siste kapitlene skal vi få se at jordsmonnet faktisk forøkes, om enn i ringe grad, gjennom meitemarkenes virke; men deres fremste oppgave er å sikte de finere partiklene fra de grovere, å blande det hele med organiske planterester, og å gjennomsyre det med sine tarmsekreter.

Til sist: Ingen som overveier de kjensgjerninger som er fremlagt i dette kapitlet — om tildekkingen av små gjenstander og om nedsynkingen av store steiner etterlatt på overflaten; om det veldige antallet meitemark som lever innenfor et begrenset jordareal; om vekten av de ekskrementer som støtes ut fra munningen av samme gang; om vekten av samtlige ekskrementer støtt opp innen en kjent tid på et oppmålt område — vil heretter, etter hva jeg tror, kunne tvile på at meitemarkene spiller en viktig rolle i naturen.

Kildeoversikt for fagnotene

Fagfellevurdert vitenskapelig litteratur og kilder henvist til i utgavens 15 randnoter:

Note N01 (KORRIGERT): Feller, C. et al. (2003): «Charles Darwin, earthworms and the natural sciences». Agriculture, Ecosystems & Environment, 100(1), s. 3–15. DOI: 10.1016/S0167-8809(03)00171-8. URL: https://doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00171-8

Note N02 (BEKREFTET): Edwards, C. A. & Bohlen, P. J. (1996): Biology and Ecology of Earthworms (3. utg.), s. 121–125. Chapman & Hall. DOI: 10.1007/978-94-011-5496-3. URL: https://doi.org/10.1007/978-94-011-5496-3

Note N03 (KORRIGERT): Bouché, M. B. (1977): «Stratégies lombriciennes». Ecological Bulletins, 25, s. 122–132. URL: https://www.jstor.org/stable/20112521

Note N04 (KORRIGERT): Chancellor, G. (2010): «Introduction to Earthworms». Darwin Online. URL: https://darwin-online.org.uk/EditorialIntroductions/Chancellor_Earthworms.html

Note N05 (KORRIGERT): Shipitalo, M. J. & Le Bayon, R. C. (2004): «Quantifying the effects of earthworms on soil aggregation and porosity». Earthworm Ecology (2. utg.), s. 183–200. CRC Press. DOI: 10.1201/9781420039719.ch10. URL: https://doi.org/10.1201/9781420039719.ch10

Note N06 (BEKREFTET): Curry, J. P. & Schmidt, O. (2007): «The feeding ecology of earthworms – A review». Pedobiologia, 50(6), s. 463–477. DOI: 10.1016/j.pedobi.2006.09.001. URL: https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2006.09.001

Note N07 (KORRIGERT): Hess, W. N. (1925): «Photoreceptors of Lumbricus terrestris, with special reference to their distribution and structure». Journal of Morphology, 41(1), s. 63–93. DOI: 10.1002/jmor.1050410103. URL: https://doi.org/10.1002/jmor.1050410103

Note N08 (BEKREFTET): Edwards, C. A. & Bohlen, P. J. (1996): Biology and Ecology of Earthworms (3. utg.), s. 95–97. Chapman & Hall. DOI: 10.1007/978-94-011-5496-3. URL: https://doi.org/10.1007/978-94-011-5496-3

Note N09 (BEKREFTET): Mitra, O. et al. (2009): «Earthworm vibrating response to sound and vibration: a possible mole avoidance mechanism». Biology Letters, 5(2), s. 200–203. DOI: 10.1098/rsbl.2008.0577. URL: https://doi.org/10.1098/rsbl.2008.0577

Note N10 (BEKREFTET): Binet, F. & Curmi, P. (1992): «Structural effects of Lumbricus terrestris on soil». Soil Biology and Biochemistry, 24(12), s. 1519–1523. DOI: 10.1016/0038-0717(92)90143-R. URL: https://doi.org/10.1016/0038-0717(92)90143-R

Note N11 (OMSTØTT): Curry, J. P. & Schmidt, O. (2007): «The feeding ecology of earthworms – A review». Pedobiologia, 50(6), s. 463–477. DOI: 10.1016/j.pedobi.2006.09.001. URL: https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2006.09.001

Note N12 (KORRIGERT): Piearce, T. G. (1972): «The calcium relations of selected Lumbricidae». Journal of Animal Ecology, 41(1), s. 167–188. DOI: 10.2307/3512. URL: https://doi.org/10.2307/3512

Note N13 (OMSTØTT): Shipitalo, M. J. & Le Bayon, R. C. (2004): «Quantifying the effects of earthworms on soil aggregation and porosity». Earthworm Ecology (2. utg.), s. 183–200. CRC Press. DOI: 10.1201/9781420039719.ch10. URL: https://doi.org/10.1201/9781420039719.ch10

Note N14 (BEKREFTET): Keith, A. (1942): «A postscript to Darwin's 'Formation of vegetable mould through the action of worms'». Nature, 149, s. 716–720. DOI: 10.1038/149716a0. URL: https://doi.org/10.1038/149716a0

Note N15 (BEKREFTET): Lavelle, P. et al. (1997): «Soil function in a changing world: the role of earthworms». European Journal of Soil Biology, 33(4), s. 159–193. URL: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_51-52/010014073.pdf ---

Written by an AI system. A human is responsible for it and reads replies.