

### ULOGA INSEKATSKIH LARVI U HUMIFIKACIJI

Živi svijet u tlu ili kako ga još nazivamo — edafon, možemo proučavati samostalno, to jest bez veze s pedologijom, a takav je bio i historijski razvoj, naročito na području zooloških istraživanja tla. Mikrobiologija se već rano uključila u pedološka istraživanja. Zoolozi, koji su proučavali životinje tla, kao i pedolozi, kasnije su upoznali, da putevi jednih i drugih idu u stvari konvergentno: dodiruju se tamo gdje prestaje interes zoologa i počinje interes pedologa tj. u pitanju geneze i dalje sudbine organske komponente zemlje. Pedologija klasificira tlo i opisuje sam proces humifikacije; pri tome međutim vrlo jednostrano uključuje kao biološki faktor samo bakterije i gljive. Zoološka komponenta u genezi i evoluciji tla ostaje prema tome neprimijećena, a takvo je i trenutno stanje pedoloških istraživanja u našoj zemlji. U svjetskom razmjeru, stvar je bitno drukčija. Pionirski rad, koji je uključio i zoološka istraživanja tla u opće proučavanje zemlje kao substrata, bio je obavljen u susjednoj Austriji. Prof. KÜHNELT i prof. FRANZ, zajedno s poznatim pedologom prof. KUBIENO, prije dvadesetak godina su planskim terenskim i laboratorijskim istraživanjima udružili dva samo na prvi pogled suprotna puta u zajednički istraživački pravac. U isto vrijeme rodile su se u Engleskoj, Holandiji i Sovjetskom Savezu iste težnje i sada imamo već značajne škole i laboratorije koji intenzivno rade na problemu biogeneze tla.

Tek s integracijom zooloških istraživanja tla, bilo je moguće ući u detalje geneze raznih oblika humusa, u biogeni izvor mineralno-humusnog kompleksa, te u poznati mnoga fizikalna svojstva tla (agregaciju sastavnih djelića tla, aeraciju zemlje, vodni kapacitet tla i sl.). Nove metode preobrazile su pedologiju u dinamičnu nauku, koja je baš u posljednje vrijeme dobila s terminom pedobiologija mnogo realniji sadržaj.

I pored dvadesetogodišnjih, moramo reći, prilično intenzivnih istraživanja na području biologije tla, imamo još uvijek relativno malo informacija o aktivnosti biogenog elementa u tlu, a mehanizam njegovog biološkog metabolizma poznajemo samo uglavnom. Uzrok leži pretežno u teškoj pristupačnosti organizmima zemlje i neprozirnosti tog ambijenta, dok su metode ekstrakcije još nepotpune. Malo su nam poznati i mikroklimatski faktori, koji reguliraju aktivnost organizama u zemlji.

Avvertebratska fauna tla (koja kod nas kao važan dio dekompozitora organskih ostataka ovdje najviše interesira) vrlo je kompleksna. To su životinje počevši od protozoa, rotatorija, nematoda, izopoda, akarina (naročito oribatida i akarida), diplopoda, apterigota (naročito kolembola) pa do insekatskih larvi i odraslih insekata.

Odrasli insekti nemaju takav utjecaj na genezu tla (ako ne uzmemo u obzir termite, koji vrše u tropskim predjelima analognu ulogu kao lumbricidi u našoj fauni). Entomološka literatura, koja obrađuje insekatske larve u tlu, odnosi se pretežno na one larve, koje prave štetu u kulturama. Mnogo manje je poznata autekologija larvi, koje ne predstavljaju štetne organizme i žive kao saprofagi. Ponekad ih čak poznajemo, nemamo međutim kvantitativnih podataka o njihovim populacijama, ne znamo čime se hrane, koliko hrane troše, na kakav način hrana prolazi kroz njihovo crijevo i kakav je njihov posljednji produkt probave ili feces.

Najvažnije larve insekata koje dolaze u obzir kao humifikatori ubrajamo u ordo *Coleoptera* i *Diptera*. Od *Coleoptera* moramo spomenuti familiju *Scarabeidae* sa subfamilijama *Melolonthinae*, *Rutelinae* i *Cetoniinae*, čije se larve hrane i biljnim ostacima u raspadanju, a ukoliko se substrat suši te u zemlji nema dovoljno organske hrane, prelaze na obgrizavanje živih biljnih korijena. Larve iz subfamilija *Cryptophagidae* i *Lathridiidae* su još tipičniji konzumenti organskih ostataka i miceli-

ja gljiva. U grupu saprofagnih larvi ubrajamo još mnoge elateridske larve. Mnoge između njih postale su poznate štetočine u žitnim kulturama (na primjer *Agriotes*, *Limonius*, *Athous* vrste) ali stepen njihove štetnosti je u direktnoj zavisnosti od nedostatka organskog elementa u tlu i njegovoj isušenosti. Danas, kada se sve više i više prakticira mineralno dubrenje, a napušta organsko, postaje problem štetnosti ovih larvi još veći. Vrlo selekcioniranoj populaciji podzemnih životinja u poljskom tlu nedostaje organske hrane i saprofagne životinje preusmjeravaju se u fitofagne. U isto vrijeme se ne regeneriraju humusne rezerve i zato tlo još više gubi na svojoj sposobnosti vezivanja vode.

Kao humifikatori panjeva i srušenog drveća u šumi važne su cerambicidske larve. Kod destrukcije ovih, možemo razlikovati prema SCHIMITSCHEK-u (1953), te MAMAEV-u i SOKOLOV-u (1960) četiri stupnja, koji sukcesivno slijede jedan drugom. Prvi stupanj, koji je okarakteriziran kao cerambicidski, dobio je svoje ime baš po cerambicidskim larvama (*Leptura sexguttata*, *Ergates faber*, *Cerambyx cerdo* i dr.) jer ovima ovdje pripada pionirski rad. S jakim čeljustima i dljetasto oblikovanom glavom, prave ove larve prve hodnike u tvrdo drvo. Po tim hodnicima prodire zatim u kompaktno tkivo drveta voda i druge životinje-dekompozitori, kao što su ksilofagne oribatide *Phthiracaridae*, nematodi pa čak i gljive. Konsistencija drva pada i u omekšanom substratu dolaze do izražaja larve elaterida *Elater ferrugatus*, tipulida (*Tanyptera atrata*, *Dictenidia bimaculata*, *Tipula (Oreomyza) irrorata*), skarabeida i lukanida (*Dorcus parallelipipedus*). Ovu fazu raspadanja drveta nazivamo lukanidni stupanj. Tek ovom stupnju slijedi formicidski i lumbricidski stupanj. Osrednji dio panja i krajnja periferija pokazuju najveće akumulacije ekskrementa primarnih destruktora drveta, koji zatim služe kao hrana sekundarnim destruktorka lumbricidima: *Bimastus tenuis*, *Eiseniella tetraedra*, *Allolobophora chlorotica*, *Lumbricus rubellus* i dr., enhitreidima, oribatidama, kolembolama, djelomično dipeopodima i izopodima, tipulidskim larvama). Lumbricidi, izopodi, diplopi i tipulidske larve unose u tu organsku materiju još mineralne djeliće, čime se smeđa organska masa uz saradnju crijevnih fermenta i intestinalnog mikrobialnog raskroja pretvara u gljeno-humusni kompleks.

Uloga koleopterskih larvi u dekompoziciji organskih ostataka godišnjeg otpada lišća u šumi ili — kako nazivamo ovaj proces i dekompoziciji forme nije toliko važna. Ovdje su između insekatskih larvi mnogo važnije dipterske. Iako ove predstavljaju u formi brojno manjinu u komparaciji s drugim podzemnim avertebratima, zauzimaju uslijed svog razmjerno velikog tijela uočljivo mjesto u biomasi cjelokupne populacije (Tabela). Njihov udio je naročito važan i stoga, što su mnoge od njih aktivne i u semitstričkom šumskom tlu, kao i u zemlji, koja je povremeno plavljena. Kao što imaju u našim blago humidnim alpskim šumama, pa i u kseričnim šumama na kršu sa 2500 odnosno 1000 mm ljetnih oborina, ulogu primarnih destruktora izopodi (*Porcellio*, *Oniscus*, *Armadillium*) i diplopi (*Julus*, *Cylindroiulus*, *Polydesmus*, *Glomeris*) tako preuzimaju u vrlo humidnoj atlanskoj klimi u bukovim i hrastovim šumama na granitnoj podlozi prvo mjesto dipterske tipulidske larve (opažanja za vrijeme rada u Rothamstedskoj stanici). I kod nas su tipulidske larve zastupljene u većem broju u jako vlažnom tlu (šume u alpskim dolinama, mahovinske prevlake po morenskom kamenju duž vodotoka) i često sudjeluju kod nastajanja primarnog alpskog tla ili rendzine.

Produktivnost dipterskih larvi je velika. Samo larve vrste *Tipula scripta* konzumiraju dnevno 10 do 15 mg bukovog ili hrastovog lišća (težina larve prosječno 160 mg) kod temperature oko 15°C. Populacije koje broje 20 i više individua na kvadratni metar u našem alpskom šumskom tlu nisu izuzetak (opažanja u Triglavskom nacionalnom parku, avgust 1961), potroše dakle oko 58 g lišća ili 360 bukovih listića u jednoj godini (8 mjeseci). To znači da ove larve prerade otprilike 1/7 ukupnog jesenskog otpada (ako iznosi otpad 2700 komada lišća na m<sup>2</sup>). Po podacima Brauns-a (1954) i Priesner-a (1961) mogu da broje populacije tipulidskih larvi (*Tipula maxima*) 300 do 400 larvi na m<sup>2</sup> ukoliko je tlo vlažno. Jasno je, da su u ovom slučaju larve vezane na dotok lišća iz susjednih područja (naplava lišća vodom).

Humifikacijski efekat insekatskih larvi je mnogostran i očituje se :

1. U mehaničkom drobljenju biljnih ostataka. Veličina djelića u fecesu iznosi od 100 do 3000  $\mu$ . Duže djeliće predstavljaju biljne traheje, a manje razdrobljeno parenhimsko tkivo.

2. U boljoj drenazi drveta i tla, čime se aktivira brzina dekompozicije.

3. U povećanju površine organskih ostataka i njihove razdiobe u niže slojeve F i H horizonta A, gdje ih konzumiraju sekundarni dekompozitori (pripadnici mezofaune) i djelomično postaju substrat podzemne mikroflore (bakterije i aktinomicete). Oribatide, koje su se u eksperimentu pokazivale kao potrošači tipulidskih ekskremenata *Hypochthonius rufulus*, *Euzdies globosus*, *Belba sp.*) razdrobile su djeliće dalje do veličine 2–50  $\mu$ .

Koliko je značajna ova postepena degradacija biljnih ostataka, koju obezbjeđuje podzemna makrofauna (insekatske larve, izopodi, diplopodi i lumbricidi), mezofauna (akarina, kolembola) i mikrofauna (nematoda, protozoa) pa i mikroflora, pokazuje eksperiment u kojem su s velikom koncentracijom naftalina na eksperimentalnoj površini imobilisali podzemne artropode, a da se nije prekinula aktivnost bakterija (KURČEVA 195). Nakon 140 dana bilo je na tretiranoj površini dekompozirano samo 9% jesenskog otpada a na nedirnutoj kontrolnoj površini iznosio je ovaj udio 55,3%.

5. U kemijskim promjenama. Na uveličanoj površini vrše se za vrijeme pasiranja hrane kroz crijevo promjene, prouzrokovane fermentima insekata i njihovih simbionata. Snižava se C/N kvocijent. Snižava se i količina Ca spojeva, naročito kod probave diplopodima i izopodima (izgradnja skeleta).

6. Promjene u C/N kvocijentu možemo smatrati kao posljedicu djelomičnog korišćenja ugljenih hidrata i povećane aktivnosti mikroba u crijevu. Treba međutim naglasiti, da je količina vodotopnih šećera srazmjerno mala (efekat ispiranja), te da su male i rezerve škroba. Test na bakterije u histološkom rezu sa Gramiodinom koji sam napravio prilikom sličnih testova na oribatide, pokazao je, da su crijevo i coecum tipulidskih larvi jako inficirani bakterijama. Najnovija istraživanja BU-CHNER-a pokazala su da se u stvari radi o simbiotskim bakterijama vrste *Bacterium cellulosae fermentas* koje razlažu celulozu. Povećanje dušika ide možda na račun dušičnih bakterija, koje bi mogle u crijevu insekatskih larvi vezivati atmosferski dušik (Peklo 1950) odnosno u iskorištavanju urinske kiseline preko amonijaka za sintezu bakterijskih proteina (Tath).

Tabela

Populacije dipterskih larvi na 1 kv. m debljine 5 cm.

BIBIONIDAE	32	Forna	as. <i>Alnus glutinosa</i> - <i>Carex brizoides</i>	Kostajnica Lj. Barje 2. IX 1961.
SCATOPSIDAE	43	zemlja napojena vodom	travnjak	Planinsko polje Planina 10. X 1961.
SCIOPHILIDAE	17	umjereno vlažna zemlja	travnjak	Planina 10. X 1961.
LONCHOPTERIDAE	24	zemlja napojena vodom	travnjak	Planina 10. X 1961.

Biomasa iznosi od 1 do 3 gr na kv. metar

## DIE ROLLE DER INSEKTENLARVEN IN DER HUMIFIKATION

Kazimir Tarman

Institut für Biologie der Universität in Ljubljana

### ZUSAMMENFASSUNG

In der Genese der fruchtbaren Erde werden mehrmals abiotische Faktoren und Mikroorganismen berücksichtigt. In der letzten Zeit (annähernd zwei Dezennien) wurde immer öfters untersucht, welche Rolle sie in der Entstehung der Humuserde spielen. Dass hier bei die Lumbriziden eine wichtige Rolle spielen ist klar, doch umso weniger wissen wir etwas über die Rolle der Arthropoden.

Die Bodenfauna ist oft durch Insektenlarven, speziell der Dipteren und Koleopteren vertreten. Diese Larven konsumieren relativ grosse Mengen organischer Abfälle des Waldes, der Wiesen und anderer Böden. Ihre positive Wirkung liegt in der mechanischen Zerkrümelung und chemischen Umwandlung von Pflanzenresten. Das Eingeweide dieser Larven sind aber, wie die Forschungen besagen, die eigentliche Basis der mikrobiologischen Wirkung. Die Rolle der Insektenlarven in der Destruktion dieser organischen Abfälle ist deshalb katalytisch.

### LITERATURA

- Kurčeva G. F. (1960): Rolj bespozvonočnih životnih v razloženiji dubovoga odpada, Počvovedenje.
- Mamaev B. M. i Sokolov D. F. (1960): Učestije bespozvonočnih životnih v eststvennom razrušenii drevesini duba, Počvovedenje.
- Schmitschek E. (1952/53): Forstentomologische Studien im Urwald Rothwald, Z. angew. Ent. 34 i 35.
- Toth L. (1952): La symbiose des Insectes avec les Microorganismes, Tijdschr. Entomol. 95.