

1. **ASYMETRICKÁ LUSKACÍ KUSADLA** u druhu *Planicapritermes planiceps*.¹ Všechny kasty mají značně zploštělý tvar těla, což jim umožňuje žít v plochých a širokých chodbičkách, kam je mohou pronásledovat jen velmi malí nepřatelé, kteří nepředstavují pro vojáky vážného soupeře. Skutečná délka vojáka je přibližně tři milimetry.

Termití domobrana

Termiti se od svých nejbližších příbuzných, dřevožravých švábů rodu *Cryptocercus*,² oddělili asi před 150 miliony lety. Od té doby o nich fosilní záznam vypráví jako o celkem nevýznamné skupině hmyzu. Před zhruba 50 miliony lety se ale cosi změnilo. Ve stejné době, kdy vznikli první tzv. vyšší termiti, čeleď Termitidae, se téměř zastavila tvorba uhelných slojí. S tím, co víme o mimořádném vlivu současných termitů na tropická společenstva rostlin a živočichů se nedá ubránit dojmu, že spolu obě události mohou souviset.

text a snímky **JAN ŠOBOTNÍK**



2. **DRTÍCÍ KUSADLA** na příkladu *Porotermes quadricollis*³, který se živí dřevem listnáčů, v přirozeném prostředí nejspíše pabuků (rodu *Nothofagus*), jež v lesních biotopech v Chile převládají. Mezi potenciální nepřátele patří bezesporu mravenci, dále hmyzožraví ptáci. Skutečná velikost vojáka je přibližně 15 mm.



3. **DOSUD NEPOPSANÝ DRUH** termita (A), příbuzného druhu *Eucryptotermes breviceps*,⁴ představuje názorný příklad fragmotické hlavy, s jejíž pomocí vojáci střeží přístup do nitra kolonie (B). Nález pochází z Francouzské Guyany, a jde o doposud jediný výskyt tohoto rodu na sever od rovníku. Skutečná velikost vojáka je přibližně šest milimetrů.

TERMITI⁵ představují s necelými třemi tisíci platně popsány druhy jen zlomek známé biodiverzity, tvoří ale obrovskou biomasu. Jejich početnost v tropech často přesahuje tisíc jedinců na metr čtvereční, a na globální úrovni je celková hmotnost všech termitů srovnatelná s neúspěšnějšími

Prof. Mgr. JAN ŠOBOTNÍK, Ph.D., (*1974) studoval PřF Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a UK v Praze. Postgraduální studium absolvoval v Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR. Od roku 2012 pracuje na ČZU. Zabývá se především ekologií a evoluční biologii termitů.

skupinami jako jsou mravenci či lidé. Takový mimořádný ekologický úspěch termitů je možný díky jejich společenskému způsobu života, při němž tisíce až miliony blízké příbuzných jedinců komunikují a optimalizují shánění potravy a investice do budoucích potřeb. Všichni termiti rozkládají organickou hmotu (jsou dekompozitoři) a živí se pestroutou paletou substrátů na škále dřevo, listový opad, houby, humus a půda. Rostlinná pletiva jsou vyztužena lignocelulózou, která patří k nejdolnějším přírodním polymerům. Termiti dokáží rostlinnou hmotu trávit jen díky svým střevním symbiotickým mikroorganismům, prvokům anebo bakteriím. Celulóza je vůbec nejběžnější polymer na Zemi a termiti zkonzumují zhruba polovinu její celosvětové produkce. Kromě mimořádné účinnosti trávení zajišťují úspěch termitů v podobné míře také jejich obranné mechanismy, které jim umožňující přežít v bohatých půdních společenstvech tropických lesů a savan

a být nejvýznamnější skupinou makroskopických dekompozitorů na naší planetě.

PASIVNÍ OBRANA
Svou obranu zajišťují termiti pasivně i aktivně. Pasivní obrana zahrnuje specifickou architekturu hnízda i krytých podzemních či nadzemních chodbiček, galerií (**obr. 12**), a rovněž mimořádnou schopnost okamžitě se izolovat od světla a pohybu vzduchu. To vše významně snižuje riziko predace. Skrytý způsob života zároveň umožňuje udržovat optimální vlhkost vzduchu a regulovat teplotu a složení plynů, což je zásadní pro život termitích kolonií.
Pasivní mechanismy se objevují i v nejjednodušších případech, kdy termiti obývají

jediný kus dřeva (**obr. 3**). V něm se chodbičky plynule rozšiřují směrem k centru kolonie, ale na periferii mají jen minimální průchodnost. V zúženém profilu chodby v tvrdém dřevě dokáže jediný voják zastavit téměř jakéhokoliv vetřelce (a dělníci za ním okamžitě uzavřou vstup do vnitřních částí hnízda zátkou ze směsi výkalů a sekrece slinných žláz).
U větších a dobře definovaných hnízd bývá vnější stěna obvykle zesílena, aby odolávala nepřátelům z řad obratlovců. Její tloušťka může dosahovat i 30 cm. Tak silnou bariéru jsou schopni překonat jen někteří specializovaní predátoři, např. mravenčí, hrabáči nebo luskouni. Opačné řešení najdeme u řady stromových hnízd termitů rodu *Nasutitermes*.⁶ Vnější stěna jejich hnízda je z tenké křehké vrstvy a poskytuje ochranu jen proti dešti. Napadne-li hnízdo predátor, stěna se snadno odlupuje. Termiti ovšem spustí poplach, který odpuzuje zranitelné dělníky, a proti agresorovi nastupují do uvolněného prostoru vojáci, kteří jsou chemicky chráněni.

1. Neocapritermitinae; 2. Cryptocercidae; 3. Stolotermitidae; 4. Kalotermitidae; 5. termiti (Isoptera) jsou vnitřní skupinou švábů (Blattodea); 6. Nasutitermitinae.

Vnitřní prostory hnízda tvoří především zázemí pro nejcitlivější stádia – krále, královny, vejce a larvy (**obr. 12A**). Vojáci hlídají hnízdo i potravní teritorium, dělníci pečují o vejce, larvy, pohlavní jedince a vojáky, přinášejí zvenčí potravu a zůstávají uvnitř, pokud potřebují odvrhnout starou kutikulu. Kromě specifické ergonomie odpovídá řešení vnitřního prostoru obranným schopnostem konkrétního druhu. Hnízdní prostor nejčastěji tvoří shluk chodbiček a komůrek v dřevě či zemi. Běžná je nízká propojenost vnitřních prostor, jež umožňuje efektivní izolaci té části, která je poškozena nebo čelí útoku predátora.

Speciálním případem popsáným u druhu *Prohamitermes mirabilis*⁷ je přítomnost uniformních průchodů mezi komůrkami. Mají průměr zhruba 0,5 mm a nedaleko vchodů leží „špunty“, kuličky o průměru asi 0,7 mm tvořených zrnkem písku obalným fekálním materiálem. V případě napadení hnízda obránci kuličky používají k zablokování průchodů.

Zajímavou adaptací řady hlínožravých termitů⁸ je budování soustavy podzemních chodbiček ve tvaru přesýpacích hodin (**obr. 12B**). Jednotlivé komůrky pojmu větší množství termitů, ale průchody mezi nimi snadno ubrání jediný voják svým tělem.

U druhů s výbornou ochranou (např. *Macrotermes* a *Nasutitermes*) připomíná vnitřní prostor hnízda spíše otevřený labyrint podlaží, sloupů a průchodů. V případě narušení integrity hnízda umožní tato architektura rychlý přístup vojáků k narušiteli (**obr. 7** a **12A**).

AKTIVNÍ OBRANA

Aktivní mechanismy se nejvíce projevují u vojáků,^A specializované kasty obránců kolonie, a to na jejich vnější morfologii (tvaru a sklerotizaci kusadel, hlavy či nohou) či vnitřní anatomii (obránných frontálních a labiálních žlázách). V menší míře nacházíme anatomické adaptace i u okřídlených dospělců a dělníků. Stejně vyvinutá je také obranná komunikace, umožňující efektivní synchronizaci obranných aktivit.

Termití vojáci mají kusadla vždy modifikovaná způsobem, který jim znemožňuje samostatný příjem potravy, a dělníci je krmí předáním rozžvýkané potravy z úst do úst. Jsou ovšem i vojáci,⁹ které dělníci



4. VOJÁCI druhu *Macrotermes bellicosus*¹³ na houbové zahrádce. Rod *Macrotermes* má dva typy vojáků, z nichž oba mají řezací kusadla. Patří mezi výjimečně dobře se bránící druhy. Stěna hnízda je pevná a silná, kousnutí je bolestivé a občas i krvavé, je kombinováno s vyloučením jedovatého sekretu labiálních žláz a protihojivého sekretu z žlázy frontální. Velikost velkého vojáka je přibližně dva centimetry.

5. VOJÁK *Uncitermes teevani*¹⁴ s propichovacími kusadly. Frontální žláza produkuje série jedovatých makrolaktonů a uhlovodíky s neznámou funkcí. Tento Amazonský druh se specializuje na schnilé dřevo a tlející listový opad. Skutečná délka vojáka je asi pět milimetrů.

6. SYMETRICKÁ LUSKACÍ KUSADLA na příkladu *Promirotermes redundans*.¹⁵ Tento termit je poměrně běžný v Kamerunu, vyskytuje se buď v bohatší půdě, nebo v hnízdech jiných termitů. Skutečná délka vojáka je přibližně tři milimetry.

krmí výhradně sekrety labiálních žláz. Zatímco labiální žlázy dělníků produkují látky bílkovinné povahy, které obsahují trávicí enzymy a slouží i jako cement při stavebních činnostech, produkty labiálních žláz vojáků plní vždy obrannou funkci a jsou toxické a obvykle i lepivé. Vojáci vyjmouti z funkčních omezení daných příjmem potravy jsou vůbec nejplastičtější ze všech termitích kast.

V rámci nadčeledi Teletisoptera a čeledi Mastotermitidae a Kalotermitidae se běžně vyskytuje *drticí* typ vojáka (**obr. 2**), u něhož se sevěná kusadla překrývají jen málo a zraňují prostou silou stisku.

Odlišný typ hlavy mají fragmotičtí vojáci, kteří při obraně hnízda používají vlastní tělo jako bariéru (**obr. 3**). Mají zkrácená kusadla a silně sklerotizovanou hlavu, jíž blokují průchod tenkými chodbičkami. Jsou běžní



u čeledi Kalotermitidae (**obr. 2**) a podčeledi Apicotermitinae (**obr. 12B**).

Řezací kusadla (**obr. 4**) mají šavlovitý tvar s dobře vyvinutým ostřím. Oproti drticím kusadlům se více překrývají, a způsobují proto otevřené rány většího rozsahu při použití menší síly stisku. Právě toto zdokonalení umožnilo redukcí objemu kusadlových svalů a vznik obranné frontální žlázy. Vojáci s řezacími kusadly jsou nejběžnější typ vojáka, který se vyskytuje napříč většinou odvozených skupin termitů.

Propichovací kusadla se vyznačují kruhovým průřezem a ostrými, proti sobě namířenými hroty (**obr. 5**), které slouží k přichycení vojáka k nepříteli a prodloužení doby

vylučování jedovatého sekretu z frontální žlázy do rány.¹⁰

Další modifikací vojáků jsou *luskací* kusadla, která mohou být symetrická (**obr. 6**) nebo asymetrická (**obr. 1**). Během obranného lusknutí se postupně kumuluje elastická energie buď v obou kusadlech (u symetrických vojáků) nebo jen v kusadle levém (u vojáků asymetrických). Vlastním lusknutím se poté uvolní kinetická energie. Na nepřítele, který je přibližně stejně velký, má devastující účinek. Špička levého kusadla asymetrických luskacích vojáků může dosáhnout rychlosti až 500 km/h, což je vůbec nejrychlejší zaznamenaný pohyb v živočišné říši. Luskací vojáci vznikli během evoluce opakovaně



7. PŘÍPRAVA NA ROJENÍ okřídlených dospělců *Macrotermes carbonarius*.¹³ Dělníci nejprve prorazí nové vstupy do hnízda, které jsou před vetřelci chráněny vojáky. Tento snímek je z Thajska, ale stejně se chovají i africké druhy rodu *Macrotermes*, čehož využívají naši nejbližší příbuzní, šimpanzi, aby vojáky lovili na klacíky.

z kousacích vojáků v rámci hlínožravých podčeledí Promirotermitinae, Mirocapritermitinae a Termitinae, ale i u dřevožravého rodu *Roisinitermes*.⁴ Stejně tak je zajímavý rod *Orthognathotermes*⁷ (**obr. 8**), který je schopen svými dlouhými a zvláštěně tvarovanými kusadly kousnout, lusknout nebo zkombinovat obojí do jedné akce.

Dva typy vojáků ztratily funkční kusadla a brání se pouze pomocí sekretů frontální žlázy. Tzv. *nasutí* jsou vojáci s charakteristickým frontálním kuzelem (*nasus*, **obr. 9**), který najdeme u všech druhů podčeledi Nasutitermitinae. V rámci čeledi Rhinotermitidae existují velcí a malí vojáci (**obr. 10**). Zatímco kusadla velkých vojáků mají znaky řezacího i propichovacího typu, u malých vojáků se zásadně přeměnila celá přední část hlavy – kusadla jsou zmenšená až zakrnělá, a vývod frontální žlázy je posunut dopředu. Labrum (svrchní pysk) se prodlužuje do žlábkovitého výrůstku, který vede jedovatý sekret směrem k protivníkovi, a roztírá jej pomocí terminálního štětečku.

UNIKÁTNÍ ORGÁN

Frontální žláza je jedinečný obranný orgán a definiční znak nejúspěšnější skupiny termitů – Neoisoptera. O frontální žláze se často mluví jako o typicky vojenském orgánu, ale je dobře vyvinuta i u předvojáků,^A okřídlených dospělců a některých dělníků. Její účel entomologové intenzivně zkoumali u vojáků a popsali řadu funkcí její sekrece (viz **rámeček Žláza smrti**).

U jiných kast víme o funkci frontální žlázy bohužel jen velmi málo. Pouze u rodu *Prorhinotermes*¹¹ je známo, že složení sekretu frontální žlázy imag je velmi podobné jako u vojáků – obsahuje nitropentadecen a sekviterpeny, jejichž spektrum je však u imág mnohem širší.

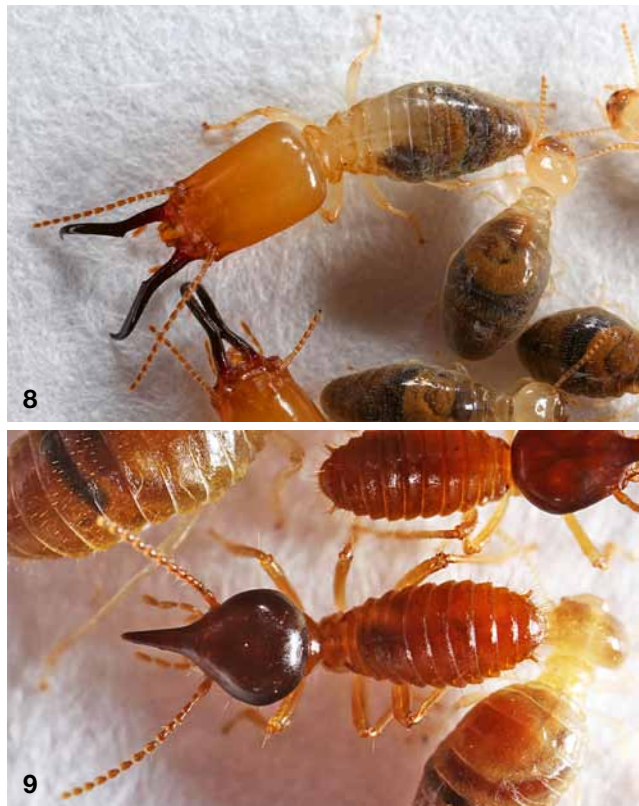
Funkci frontální žlázy jsme náhodou objevili po rojení druhu *Coptotermes testaceus*¹² ve Francouzské Guyaně. Tři zkoumaná hnízda vosy *Polybia scrobalis* obsahovala přes 600 okřídlených termitů. Imaga *Coptotermes testaceus* (asi 500 jedinců) byla všechna dekapitována, imaga několika bezvojákových druhů (Apicotermitinae), u kterých frontální žláza chybí, však nikoliv. Zdá se tedy, že malí predátoři tento orgán raději nekonzumují, protože je jedovatý (alespoň hypoteticky, pokud se složení sekretu u imag a vojáků shoduje). Větší predátoři tuto možnost nemají, protože nedokáží kořisti oddělit hlavu. Mohou ji tedy buď odmítnout jako celek, nebo kvůli intoxikaci přestat s požíváním ještě před nasycením.

VIBRUJTE NA POPLACH!

Přítomnost poplašné komunikace je jeden z nejdůležitějších společných znaků termitů a jejich nejbližších příbuzných, dřevožravých švábů rodu *Cryptocercus*.² Na malá narušení

A) Voják vzniká z dělníka nebo larvy přes dvě svlékání kutikuly, přes přechodné krátkodobé stádium předvojáka, které vojáka již silně připomíná ale postrádá sklerotizaci a pigmentaci.

7. Amitermitinae; 8. především z podčeledi Apicotermitinae a Cubitermitinae; 9. především z podčeledi Cubitermitinae a Mirocapritermitinae; 10. propichovací kusadla jsou běžná u vojáků podčeledi Syntermitinae a Amitermitinae a u velkých vojáků čeledi Rhinotermitidae; 11. Psammotermitidae; 12. Heterotermitidae; 13. Macrotermitinae; 14. Syntermitinae; 15. Promirotermitinae.



Snímky Aleš Buček (A), Jan Šobotník (B)

reagují termity *specifickým alarmem*, zatímco události většího rozsahu bezprostředně následuje *obecný alarm* na úrovni větší skupiny či celé kolonie. Specifický alarm je typickou reakcí na proniknutí jednotlivého vetřelce do termitů chodbičky. Vyrušený dělník pokládá pachovou stopu směrem k nejbližšímu vojákovy, který pak putuje po stopě zpět a hrozbu zlikviduje. Odpovědí na obecný alarm je především změna rychlosti pohybu – dělníci utíkají od zdroje poplachu, vojáci směřují k němu a shlukují se u něj.

Přenos poplašné komunikace zajišťují vibrace těla, které se šíří substrátem. Příjemci je vnímají subgenuálními orgány umístěnými na holeních. Vibrační chování předvádějí především dělníci a vojáci. Zahrnuje bubnování hlavou nebo zadečkem proti podlaze galerie, které může u velkých druhů doprovázet dobře slyšitelné cvakání či klepání.

Druhou možností je poplašná komunikace pomocí feromonů, těkavých látek vylučovaných vojáky a varujících ostatní před hrozcím nebezpečím. Poplašné feromony vznikají v obranných labiálních žlázách vojáků rodu *Mastotermes*,¹⁶ a ve frontální žláze u řady druhů ze skupiny Neoisoptera. Stejně jako se opakovaně vyvíjela řada jiných znaků, vylepšovali termity i mechanismus pozitivní zpětné vazby. Jedinci odpovídají na poplach vlastní signalizací, čímž původní signál zesilují a umožňují jeho šíření na delší vzdálenost.

JAK SE BRÁNÍ CIVILISTÉ

Ve srovnání s vojáky jsou ostatní termity kasty poměrně bezbranné. Dělníci se často snaží protivníky zpomalit, zdržet a získat čas nezbytný pro uzavření dalších částí hnízda či potravního teritoria. Běžně se

8. VOJÁCI DRUHU *Orthognathotermes gibberorum*⁷ mohou svá dlouhá kusadla použít jako řezací nebo luskací. Kombinace obou bývá smrtící, včetně dekapitace protivníka. Skutečná délka vojáka je přibližně jeden centimetr. **9. VŠICHNI VOJÁCI** podčeledi Nasutitermitinae, zde rod *Nasutitermes*, mají redukovanou kusadla a brání se pouze vystřikováním lepivých provazců sekretu frontální žlázy, který je tvořen znehybňujícími jedovatými diterpeny rozředěnými dráždivými monoterpeny. Skutečná délka vojáka je přibližně tři milimetry. **10. VOJÁCI DRUHU *Rhinotermes marginalis***¹⁸ jsou pozoruhodně dimorfní. Zatímco velcí vojáci mají redukovanou frontální žlázu a bojují pouze řezacími a propíchovacími kusadly, malí vojáci mají kusadla silně redukovaná a na nepřítele aplikují jedovatý sekret frontální žlázy pomocí štětečku na konci prodlouženého labra. Skutečná velikost velkého vojáka přibližně 6 mm.

také pokoušejí potřísnit oponenta lepivými výkaly, což je překvapivě účinná strategie proti některým mravencům, kteří se musejí očistit a zastavit útok. V případě obrany kolonie vydá jeden voják za desítky či stovky dělníků, ale všechny pasivní obranné struktury budují a udržují výhradně dělníci.

Existují však i speciální případy, kdy konflikty vedou pouze dělníci. Tak je tomu

u všech druhů, které druhotně ztratily kastu vojáků¹⁷ nebo které válčí výhradně chemickými zbraněmi.⁶ Pokud druh používá jedovatý sekret, je proti němu sám imunní a v konfliktu s jinou kolonií stejného nebo příbuzného druhu jsou proto vojáci neškodní. Kromě vojáků a dělníků ostatní členové kolonie reagují na ohrožení pouze útekem do bezpečnějších částí hnízda; krále

a královny ovšem obvykle doprovázejí početní vojáci a dělníci.

EVOLUČNÍ ZÁHADA SEBEVRAŽDY

Nejpůsobivější z obranných strategií termitů je sebeobětování jedinců ve prospěch celé kolonie. Zatímco u soliterních druhů je fenomén sebeobětování nemyslitelný, u sociálního hmyzu je mnohem pochopitelnější. V kolonii sociálního hmyzu jsou nezbytní jen pohlavní jedinci, obětování sterilních vojáků a dělníků existenci kolonie jako takové neohrožuje. Toto chování může nabývat dvou odlišných forem.

Při *autothysi* je roztržení těla vojáka či dělníka jedinou možností, jak vyloučit obranný sekret z rezervuáru frontální (u vojáků) či jiné žlázy (viz rovněž **ráměček Termití sebevraždy**). Druhou možností je *dehiscence*, kdy termity dělníky roztrhne své tělo, aniž by tím uvolňoval jakékoliv obranné látky. *Dehiscence* slouží především k potřísnění útočníka lepivým obsahem těla, k blokování přístupových cest či k znehodnocení úlovku pro predátora. Jakkoliv se to může zdát paradoxní, pro termity obránce má smysl útočníky i jen zpomalit, neboť tím zachrání životy mnoha dalších členů kolonie...

JAK SE BRÁNÍ TERMITI

Schopnost žít skrytým způsobem života, stavět bezpečná hnízda a kryté galerie dramaticky zlepšuje přežití termitů, neboť je činí neviditelnými pro velké množství predátorů. Velký tlak na termity kolonie

bezpochyby představují konkurenti, ať již to jsou jiní termity nebo zástupci jiných hmyzích skupin. Termity přešli v průběhu evoluce od trávení dřeva k humusu a půdě, což zásadně změnilo možnosti a potřeby jejich obrany. Dřevo je bohatý a dlouhodobý zdroj energie a vyskytuje se ve větších celcích, jejichž kolonizace vyžaduje hojnou účast vojáků i dělníků. Na druhou stranu půda je všudypřítomná a energeticky chudá, a proto ji jako potravní zdroj využívají spíše malé skupiny dělníků s minimem vojáků či bez nich (na jejich tvorbu a údržbu už nezbývá energie). Proto pozorujeme sebevražedné chování nejen u vojáků, u nichž je riskantní útok jediným smyslem života, ale i u dělníků, kde se přednostně obětují nejstarší věkové kategorie, jejichž jiný přínos v kolonii je vzhledem k opotřebování těla už často minimální.

U vojáků pozorujeme v evoluci redukci objemu kusadlových svalů. Jak se drtící kusadla postupně mění v řezací, v hlavě se uvolňuje prostor pro vznik frontální žlázy.

K dalšímu čtení...

- Bourguignon T. et al.: Molecular mechanism of the two-component suicidal weapon of *Neocapritermes taracua* old workers. Molecular Biology and Evolution, 2016, DOI: 10.1093/molbev/msv273.
- Deligne J. et al.: The enemies and defense mechanisms of termites. In: Hermann H. R. (ed.): Social insects, 1981, DOI: 10.1146/annurev.en.29.010184.001221.
- Šobotník J. et al.: Chemical warfare in termites. Journal of Insect Physiology, 2010, DOI: 10.1016/j.jinsphys.2010.02.012.
- Šobotník J. et al.: Explosive backpacks in old termite workers. Science, 2012, DOI: 10.1126/science.1219129.
- Škerlová J. et al.: Crystal structure of blue laccase BP76, a unique termite suicidal defense weapon. Structure, 2024, DOI: 10.1016/j.str.2024.07.015.

Dále se u vojáků zvětšoval objem hlavové kapsle především v její přední části, což vedlo k opakovanému vzniku frontálního kuzele. Spolu s úspěchem odvozených skupin termitů vybavených lepšími zbraněmi se měnily i obranné strategie od málo početných, velkých a těžkopádných vojáků střežících důležité křižovatky k vojákům početnějším, drobnějším a čilejším. U dobře pohyblivých vojáků se rozvíjejí strategie omezující kontakt s oponentem čili zvyšující šance na vlastní přežití. U čeledi Rhinotermitidae malí vojáci rychle aplikují jedovatý sekret frontální žlázy pomocí štětečku na svrchním pysku a nasuti z dálky vystřikují lepivé, dráždivé a tuhnoucí provazce, tvořené monoterpeny a diterpeny.

Luskání považujeme za vůbec nejdokonalší způsob obrany, neboť kousání vyžaduje přímý kontakt s protivníkem a znamená značné riziko, zatímco úder samotný trvá zlomek vteřiny. A sekreci obranných žláz zase voják vždy dříve či později spotřebuje a stává se na nějaký čas bezcenným. Avšak míra poranění způsobená luskacími kusadly je vskutku děsivá – nepřátelští termity bez výjimky hynou prvním úderem, pro mravence končí setkání s touto obrannou technikou minimálně dočasným znehybňením a často i vážným zraněním.

Luskací vojáci tedy zároveň maximalizují svou vlastní šanci na přežití a používají své zbraně bez zmenšení efektivity. Ovšem jednu nevýhodu luskací aparát přece jen má – obrana proti nepřítelům z řad obratlovců je slabá. ●

rozšířený článek a další snímky na www.vesmir.cz