



**PISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA**  
WYDAWANE PRZY WSPÓŁUDZIALE POLSKIEJ AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI

TOM 94  
ROK 112

PAŹDZIERNIK 1993

ZESZYT 10  
(2358)

STANISŁAW CZACHOROWSKI (Olsztyn)

## JAK I KIEDY OWADY NAUCZYŁY SIĘ LATAĆ?

Owady uskrzydłone (*Pterygota*) są najliczniejszą grupą zwierząt, zasiedlającą niemalże wszystkie lądowe i słodkowodne siedliska. Cechą, która umożliwiła im tę ekologiczną ekspansję, jest zdolność lotu. Owady latają dzięki skrzydłom występującym na drugim i trzecim segmencie tułowia, u niektórych jedna para skrzydeł może być zredukowana częściowo lub całkowicie. A kiedy i jak owady nauczyły się latać?

Wiemy lub domyślamy się, kiedy owady nauczyły się latać, lecz nie bardzo wiemy, jak i dlaczego. Było to mniej więcej 400 mln lat temu. Zachowało się niewiele skamieniałości, w tym brak jest ewidentnych „ogniw przejściowych”. Aby ustalić jak powstały lotne skrzydła, konieczne będzie odwoływanie się do wielu różnych dziedzin wiedzy.

### FRUWANIE „ZE STRACHU” CZYLI NADRZEWNY RODOWÓD

Zgodnie z powszechnie uznawaną teorią, owady uskrzydłone wywodzą się prawdopodobnie z przodków żyjących na drzewach i odżywiających się częściami rozrodczymi (kwiatostany, nasiona) roślin nagozależkowych. Dla wyszukiwania pokarmu oraz, przede wszystkim, w celu ucieczki przed drapieżnikami owady te często skakały z rośliny na roślinę, z gałęzi na gałąź lub na ziemię. Zaczątki skrzydeł w postaci wyrostków grzbietowych (paranotalnych) pomagały w wydłużaniu skoku i w locie ślizgowym (ryc. 1). Z czasem dobór faworyzujący osobniki o coraz większych wyrostkach doprowadzić miał do ukształtowania się skrzydeł. Konieczną adaptacją musiałyby być skrzydła składane wzdłuż ciała, tak żeby nie przeszkadzały w poruszaniu się wśród roślinności. Taki mechanizm składania skrzydeł (płasko na odwłoku) powinien pojawić się stosunkowo wcześnie, jeszcze przed zdobyciem umiejętności aktywnego lotu.

Kolejnym etapem było zdobycie umiejętności machania skrzydłami, dzięki któremu skok mógł się wydłużyć jeszcze bardziej. Naturalna selekcja preferująca sprawniejszych „lotników” musiałaby doprowadzić do zdobycia umiejętności aktywnego lotu.

Teoria ta, lansowana m.in. przez Rasnicyna, ma kilka słabych punktów. Przedstawiona filogeneza zakłada wczesne ukształtowanie się składanych skrzydeł. Z punktu widzenia mechaniki jest

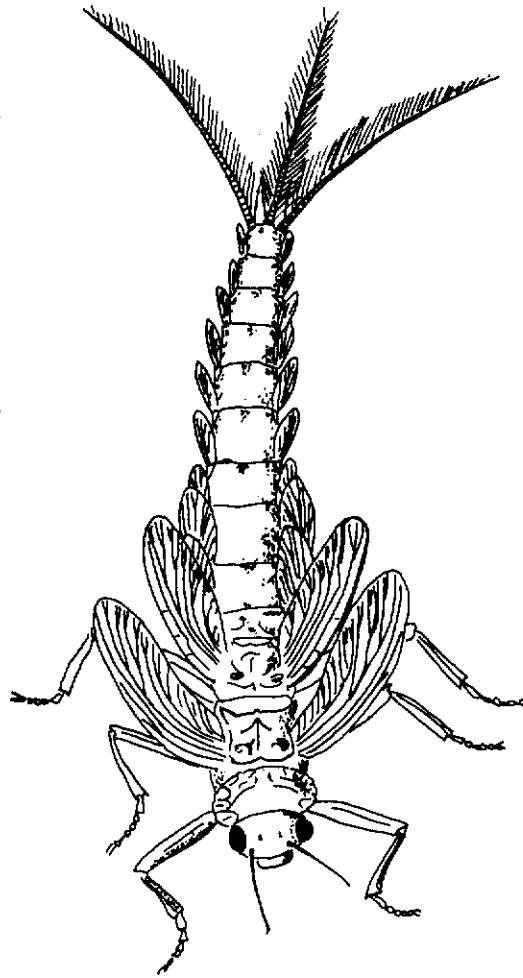


Ryc. 1. Hipotetyczni przodkowie owadów uskrzydłonych (na podstawie Rasnicyna 1976).

to rozwiązanie bardziej skomplikowane, wymagające skutecznego aparatu do zginania skrzydeł. Najprymitywniejsze, ewolucyjnie najstarsze owady obecnie żyjące skrzydeł nie składają w ogóle (np. ważki, różnoskrzydłe) lub składają je jedynie nad ciałem (jętki, ważki równoskrzydłe). Wydaje się więc, że jest to pierwotny sposób składania skrzydeł. Ponadto za cechę pierwotną należy uznać szerokie przyczepienie skrzydeł całą ich podstawą do tułowia i duży odstęp między nimi, tak jak to widzimy u jętek. Taka konstrukcja uniemożliwia składanie skrzydeł płasko wzdłuż ciała, a pozwala jedynie złożyć je pionowo nad ciałem. A skoro tak, to skrzydła nie mogły powstać u owadów żyjących w roślinności, bo odstające od ciała skrzydła przeszkadzałyby w poruszaniu się w tym środowisku. Tak więc powyższa teoria zakłada stopniowe powiększanie się wyrostków paranotalnych, które jeszcze nie przynosiłyby korzyści (zdolność do lotu), a już utrudniałyby poruszanie się.

Innym kontrargumentem jest brak drapieżników w biocenozach lądowych w czasie, gdy owady wykształcały umiejętność lotu. Jedynymi istniejącymi w tym czasie zwierzętami „podejrzany” o drapieżnictwo mogą być skorpioń.

Tak więc przedstawiona hipoteza powstania skrzydeł jest silnie krytykowana jako bardzo mało prawdopodobna.



Ryc. 2. Rekonstrukcja larwy jętki z dolnego permu *Kukulova sp.* (wg Ponomarienko 1980).

#### A MOŻE WODNY RODOWÓD?

W procesie ewolucji najczęściej bywa tak, że cechy progresywne (postępowe, nowe) najpierw stopniowo się rozwijają jako przystosowanie do jednego czynnika środowiskowego, a potem raptownie, poprzez zmianę funkcji i zastosowania, służą zupełnie czemuś in-

ny, by pod innym względem wykazywać daleko zaawansowaną progresję (rozwój i „nowoczesność”).

Najbardziej pierwotne wydają się larwy jętek: początkowo miały 9 par skrzelotchawek umiejscowionych na odwłoku (ryc. 2) (od permu obserwuje się redukcję liczby skrzelotchawek) oraz przyczka. Pokrojem zewnętrznym przypominają owady bezskrzydłe (*Apterygota*), do których należą m.in. szczeciogonki (*Thy-*

nemu. Tylko taki mechanizm może wytłumaczyć powstanie skrzydeł. Nie ma w ewolucji planowania i myślenia na przyszłość. Każda cecha musi być przydatna już od zaraz, a nie dopiero za setki pokoleń. W podobny sposób powstały płuca kręgowców (uwypuklenie przewodu pokarmowego), skrzydła ptaków, ssaków, dinozaurów (przekształcone z kończyn przystosowanych do chodzenia) i wiele, wiele innych cech.

Powstaje zatem pytanie, do czego owadom potrzebne były coraz większe wyrostki grzbietowe (paranotalne)? Podkreślimy, że przydatne powinny być już nawet małe i nie nadające się jeszcze do lotu. Drugie pytanie brzmi: kiedy i dlaczego nastąpiła zmiana funkcji i przystosowanie tych wyrostków do lotu? Odpowiedź na te pytania możliwa jest jedynie poprzez wnikliwe przyjrzenie się owadom dziś żyjącym oraz porównywanie ich ze skamieniałościami. Dodajmy, że jest to poszukiwanie poszlakowe.

Do najwcześniejszych ewolucyjnie ukształtowanych owadów uskrzydłonych należą ważki i jętki. W rzędach tych zachowało się wiele cech prymitywnych i pierwotnych. Larwy tych owadów żyją w wodzie. Czy jest to też cecha pierwotna? Tego niestety nie można uznać za pewnik. W wielu wypadkach zwierzęta zachowują pewne cechy pry-

#### OBRAZ PALEOZOICZNYCH BIOCENÓZ WODNYCH

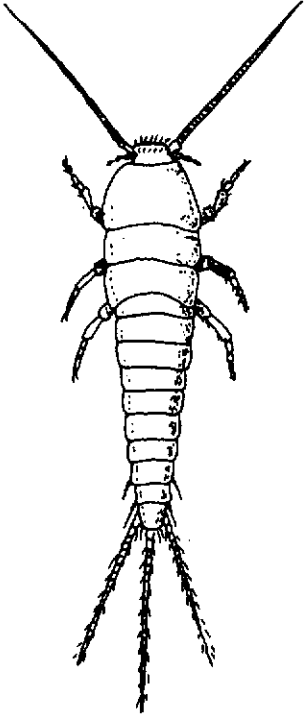
Najstarsze resztki owadów uskrzydłonych znalezione zostały w osadach dolnego karbonu. Są one rzadkie i nieliczne, należą jednocześnie do wielu rzędów owadów bardzo się różniących od siebie. Wskazuje to na znacznie wcześniejsze filogenetyczne ukształtowanie się owadów, w dewonie lub już w sylurze. W sylurze i wczesnym dewonie nie było jeszcze roślinności drzewiastej, jedynie roślinność niskopienna, związana z wodami, przypominająca roślinność mokradła i bagnisk. Wydaje się, że pierwotne owady żyły w wielu różnych siedliskach: w wodzie, siedliskach ziemnowodnych, glebie oraz wśród roślinności.

Z tego najwcześniejszego okresu znane były już roślinożerne *Paleodictyoptera* (= *Dictyoneurida*) (ryc. 6), a także nieliczne ważki (drapieżne). Niektórzy sądzą, że brak skamieniałości owadów o wodnym trybie życia wśród resztek biocenoz wodnych wskazuje, że owady ukształtowały się w lesie tropikalnym. W lesie lepidodendronów, mezokalamitów, paprotników i kordaitów.

W środkowym i górnym karbonie skamieniałości owadów są już liczniejsze. Spotykane są także na wszystkich obszarach geograficznych. Mogłoby to wskazywać na rozprzestrzenienie się owadów na wszystkie kontynenty. Bardzo licznie reprezentowane są owady roślinożerne (najliczniejsze z nich to *Paleodictyoptera*).

Skamieniałości z karbonu nie wskazują na występowanie w tym czasie owadów w wodnych biocenozach wśród skorupiaków słodkowodnych (*Conchostraca*, *Ostracoda*) i małży. W tym czasie licznie występowały *Palaeodonata* (praważki), lecz brak jest skamieniałości stadiów larwalnych. Resztki nimf ważek pojawiają się dopiero w triasie (*Neodonata*). Być może pierwotnie larwy ważek prowadziły ziemnowodny tryb życia w lesie deszczowym, w wilgotnej ściółce, wśród wilgotnych resztek roślinnych?

W zbiornikach wodnych tego okresu mogły żyć także *Grylloblattida* (których potomkowie, z wyjątkiem widelnicy, wodą lądowy tryb życia). Jeśli zaś chodzi o kar-



Ryc. 3. Szczeciogonek *Lepisma saccharina* L. (rybik cukrowy) (wg Stach 1955).

ogólnym są one podobne do larw jętek z wieloma cechami pierwotnymi. Owady te są znane ze skamieniałości z górnego karbonu, permu i późnej kredy.

Przypuścimy, że owady te wtórnie zasiedliły zbiorniki wodne, wolne od innych stawonogów. Zbiornikami takimi mogły być jedynie wody śródlądowe, małe, okresowo wysychające i izolowane od innych wód z licznie występującymi pierwotnie wodnymi stawonogami, głównie skorupiakami. Okresowe wysychanie bądź to cieków, bądź wód stojących, może wynikać z braku zwartej roślinności porastającej całą zlewnię i regulującej spływ powierzchniowy. Takie wysychanie i izolacja wód stojących utrudniają zasiedlanie przez typowe organizmy wodne. Zbiorniki wodne były więc siedliskami („kontynentami”) nie zamieszka-

*sanura* — ryc. 3). Tę cechę można zatem uznać za rekapitulację filogenezy. Rozwój jętek jest rozwojem prometabolicznym, tzn. z wieloma stadiami przejściowymi: larwy, nimfy, subimago, imago. Bardzo ważną cechą jest to, że dwa ostatnie stadia są uskrzydłone. U żadnych innych owadów uskrzydłonych (*Pterygota*) tego nie obserwujemy.

Tak duża liczba cech pierwotnych i pierwotnych pozwala przypuszczać, że bezpośredni przodkowie owadów uskrzydłonych byli bardzo podobni do jętek. Lecz czy prowadzili wodny tryb życia w stadium larwalnym? Tego niestety nie wiemy.

Zakładając jednak, że tak było, zajmijmy się owadami najbardziej przypominającymi bezpośrednich przodków owadów uskrzydłonych — szczeciogonkami. Są to owa-

dy lądowe, prowadzące skryty tryb życia. W pokroju

lymi, atrakcyjnymi „nowymi ziemiemi” dla „dewońskich konkwiastadorów”.

Jednym z niezbędnych przystosowań do życia w wodzie jest konieczność rozwiązania problemu oddychania. Owady osiągnęły to poprzez skrzelotchawki, różnie zbudowane u różnych grup owadów.

Skrzelotchawki podobne do skrzydeł owadów występują u larw jętek. Mają użytkowanie podobne do użytkowania skrzydeł. Wiele gatunków ma skrzelotchawki blaszkowate. W rozwoju osobniczym obserwuje się duże podobieństwo poszczególnych stadiów larwalnych, a potem nimf i subimagines, w których rozwijające się skrzydła są uderzająco podobne do skrzelotchawek.

Do skrzelotchawek tlen dyfunduje z wody otaczającej ciało. Jeżeli woda jest nieruchoma, to w bezpośrednio otaczającej owada warstwie wody szybko dochodzi do zużycia tlenu. W drobnych zbiornikach wodnych często zdarzają się deficyty tlenu. Aby poprawić warunki tlenowe, wiele larw owadów wymusza przepływ wody, by korzystać z tlenu rozpuszczonego w innych fragmentach przestrzeni wodnej. Np. chruściki rytmicznie poruszają odwłokiem i wymuszają w ten sposób przepływ wody w domku, stale go „wentylując” (ryc. 4). U larw jętek zaobserwowano inny mechanizm: poruszają one skrzelotchawkami! Poruszające się skrzelotchawki zachowują się podobnie jak skrzydła!

Przy takiej wersji wydarzeń możliwa była ewolucja postępowo wyrostków grzbietowych pełniących funkcję skrzelotchawek. W miarę wzrostu, w kolejnych stadiach larwalnych, potrzebne jest coraz lepsze zaopatrzenie w tlen. Aby to osiągnąć, kolejne stadia larwalne powinny mieć coraz większe skrzelotchawki. Uzyskanie zdolności ruchu jest też adaptacją oddechową. Mamy więc sytuację, w której dobór naturalny będzie preferował wzrost skrzelotchawek, przydatnych w każdym momencie życia.

Życie w drobnych zbiornikach wodnych wymaga częstych migracji i zasiedlania nowych zbiorników. Z jednej strony dotarcie do wolnych i niezasiedlonych zbiorników zapewnia sukces rozrodczy, a z drugiej strony częste wysychania (w cyklu rocznym, wieloletnim i wielowiekowym) powodują, że przetrwać ewolucyjnie mogą tylko te, które potrafią ciągle migrować i zdobywać nowe wodne „kontynenty i wyspy”.

Drugą zatem cechą przystosowawczą powinny być adaptacje do migracji. Do oddychania na lądzie potrzebny byłby okresowy lub częściowy powrót do pierwotnego oddychania tchawkami. Poruszające się skrzelotchawki mogłyby pomagać w przemieszczaniu się. Zatem migrujący owad powinien zredukować część skrzelo-

bońskie jętki, to znane są one tylko z pojedynczych znalezisk stadium imago.

Wiemy, że w karbonie żyło wiele różnych rzędów (grup filogenetycznych) owadów. Dlaczego zatem mało jest skamieniałości, ze zdawałoby się bardzo korzystnego do fosylizacji (procesu powstawania skamielin) środowiska, jakim są zbiorniki wodne? Jedną z przyczyn mogłaby być jakaś niepowtarzalna cecha wód paleozoiku, związana z ich niestabilnością, wynikającą z braku roślinności pokrywającej całą zlewnię (regulującej spływ powierzchniowy wód deszczowych), co z kolei musiało powodować liczne i silne wezbrania po deszczach i potem powolne wysychanie zbiorników wodnych (cieków i wód stojących).

Stabilne mogły być jedynie zbiorniki karbońskiego lasu, jednak w ich pokta-

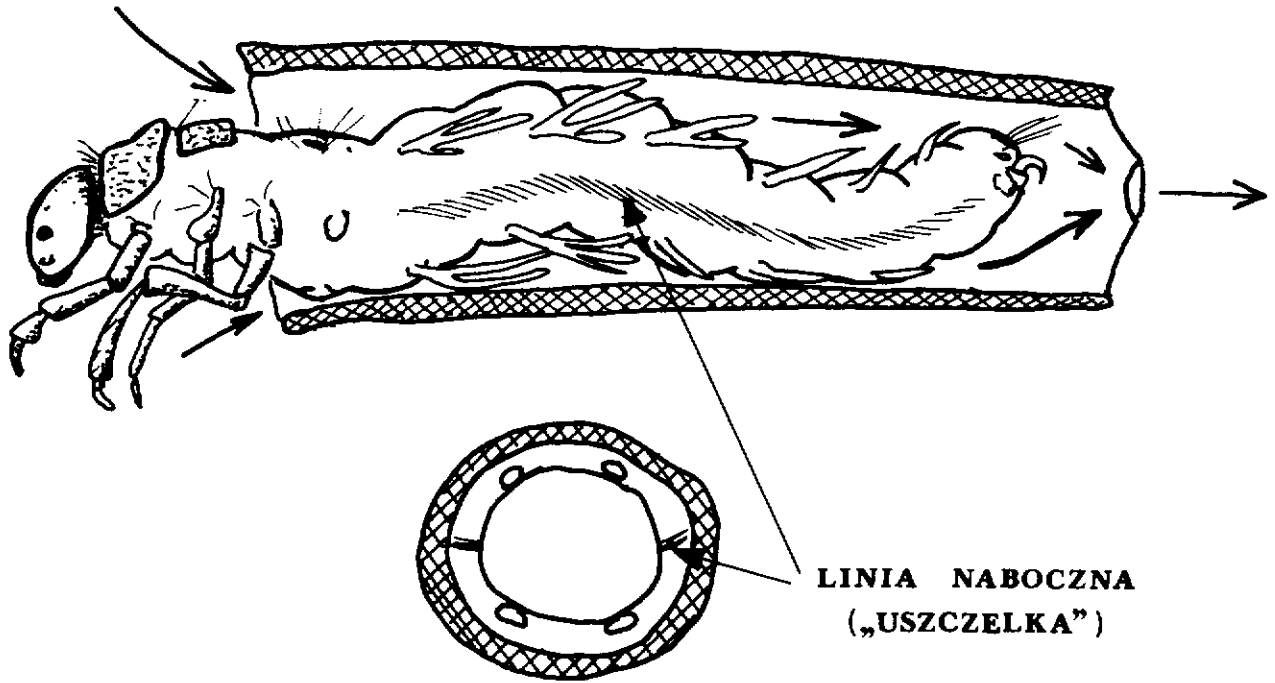
dach nie stwierdza się wodnych owadów. Być może jest to związane z hydrochemicznymi cechami tych wód. „Suchosiedliskowy” (kseromorficzny) pokroj karbońskich drzewiastych kordaitów sprzeczny jest z bagiennym charakterem ich korzeni. Wskazuje to, że te na wpół pogrążone w wodzie permsko-karbońskie drzewa narażone były na „suszę fizjologiczną”. Przyczyną tej suszy mogło być zasolenie wód oraz (lub) ich bagienny i dystroficzny charakter. Takie warunki są niesprzyjające dla życia współczesnych owadów wodnych.

Charakterystyka biocenoz karbońskich lasów wskazuje, że owady wodne mogły i musiały rozwijać się poza lasem karbońskim, np. w zbiornikach astatycznych. Zgodne jest to z koncepcją „wodnego” pochodzenia skrzydeł. Poja-

wienie się imago (postać dorosła) tych owadów w lesie karbońskim można uważać za okresowe wędrowanie owadów. U współczesnych owadów wodnych, u których tylko larwy prowadzą wodny tryb życia, obserwuje się często znaczne oddalenie się imago od zbiorników wodnych. Silniej to zjawisko obserwowane jest u owadów zamieszkujących drobne zbiorniki wodne. Współczesne ważki w stadium imago spotykane są często w lasach i na łąkach, gdzie szukają pożywienia.

Dla permu charakterystyczne było pojawienie się niektórych grup owadów, których przedimagalne stadia były niewątpliwie wodne. Jednakże znaleziska larw wodnych są jeszcze bardzo rzadkie, co wydaje się dziwne w porównaniu z licznymi znaleziskami permskich skorupia-

## Kierunek ruchu wody



Ryc. 4. Schemat mechanizmu wentylacji domku larwy chrzączki (rys. oryginalny).

chawek, niektóre zaś zachować jako narząd wspomagający lokomocję oraz jako narząd oddechowy przy ponownym zasiedlaniu środowiska wodnego. Pozostające skrzelotchawki mogłyby na lądzie pełnić także funkcję termoregulacyjną. Każda adaptacja usprawniająca ten mechanizm byłaby od razu „nagradzana” większym sukcesem reprodukcyjnym. Ponadto możliwe jest stopniowe i powolne doskonalenie tej cechy, w wyniku nasilającego się „wysięgu” do nowo powstających zbiorników. Powiększające się skrzelotchawki w niczym nie przeszkadzałyby owadom.

W tym samym czasie powstały lądowe kręgowce, które wychodząc na ląd wykształciły inne mechanizmy umożliwiające migrację: odnoża kroczone i oddychanie płucne powietrzem atmosferycznym. Świadczyłyby to o licznych i powszechnym występowaniu drobnych zbiorników wodnych, jako atrakcyjnego siedliska.

Zgodnie z tą koncepcją, zyskującą coraz więcej zwolenników w środowisku naukowym, owady „uskrzydliły” się nie ze strachu przed drapieżnikami, lecz w celu dotarcia do coraz to odleglej-

szych i izolowanych zbiorników wodnych, w których unikały konkurencji z wodnymi skorupiakami, które nie potrafią migrować do izolowanych zbiorników.

## REKONSTRUKCJA FILOGENEZY

Do rekonstrukcji filogenezy owadów udkrzydłonych można zaproponować następujący scenariusz. Ich przodkowie byli podobni do bezskrzydłych szczeciogonków, o rozwoju prostym bez przeobrażenia. Larwy żyły w tym samym siedlisku co postacie dorosłe. Postacie dorosłe przechodziły wylinki i rosły.

Po przystosowaniu się do siedliska wodnego pojawiły się u tych owadów skrzelotchawki, jako wyrostki paranotalne na wszystkich segmentach tułowia i odwłoka. Skrzelotchawki w rozwoju osobniczym mogły się pojawić dopiero u starszych stadiów larwalnych (małe owady mogą pobierać tlen całą powierzchnią ciała). Wraz z rozwojem w ontogenezie u starszych larw i postaci

ków *Conchostraca*. Lecz jeśli założyć, że owady opanowały zbiorniki wolne od skorupiaków (nowe tereny bez konkurentów), to taka sytuacja jest logiczna i potwierdza „wodne” pochodzenie skrzydeł.

Jedne z pierwszych spośród owadów do wody przeszły (lub w niej pozostały) jętki. Już w dolnym permie znaleziono nieliczne nimfy jętek, mające cechy wodnych organizmów: opuszczenie nici odwłokowych, skrzelotchawki. Lecz w jakich siedliskach żyły larwy? Może zachowały się imago i nimfy jako stadia migracyjne tylko dlatego, że przypadkowo znalazły się w siedliskach o sprzyjających warunkach do zachowania się skamieniałości? Wczesny powrót do trybu życia przodków lub zachowanie tego trybu życia sprawiło, że u jętek zachowa-

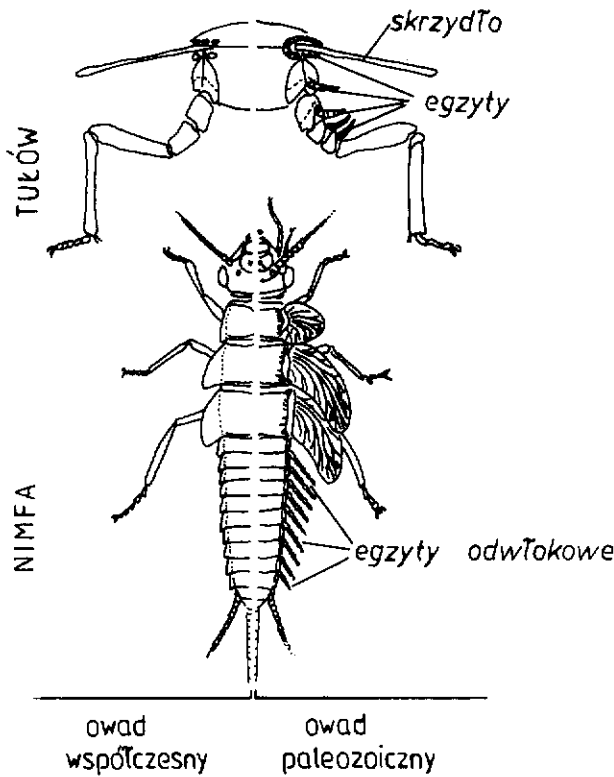
ły się najbardziej pierwotne cechy pierwszych uskrzydłonych owadów.

Bardzo zróżnicowana w permie grupa *Grylloblattoidea* miała także przedstawicieli niewątpliwie żyjących w wodzie przynajmniej w stadium nimfy. Nieco później w zapisie kopalnianym (koniec dolnego permu) pojawiają się widelnice (larwy współczesnych widelnic są typowo wodne). Pośród owadów z przeobrażeniem całkowitym już w początkach permu pojawiła się tak wyraźnie wodna grupa, jak chrzączki (owady prowadzą wodny tryb życia, a imago lądowy), a w górnym permie pojawiły się także wielkoskrzydłe (*Megaloptera*) z typowymi wodnymi larwami. Pojawiły się także pierwsze chrząszcze wodne.

W przeciwieństwie do permu i karbonu, w skamieniałościach mezozoiku bardzo

często i licznie trafiają się skamieniałości larw owadów wodnych, znacznie częściej niż skamieniałości form dorosłych. Należy podkreślić, że tak jak w przypadku permskich znalezisk, tak i dla karbońskich charakterystyczny jest ich związek z stanowiskami przybrzeżno-morskimi. W mezozoiku powstały duże kontynentalne ekosystemy wodne, w których owady odgrywały dużą rolę i z których zachował się zapis kopalny. To mogło być przyczyną różnic w proporcjach skamieniałości owadów wodnych.

Wszystkie przedstawione dane sugerują, że w bardzo dużej mierze zapis kopalny związany jest z możliwością fosylizacji, nie zaś z rzeczywistymi proporcjami, stosunkami czasowymi i ilościowymi u żyjących wtedy owadów, jak i zasiedlanymi przez nie środowiskami □



Ryc. 5. Schemat budowy odnóży bezpośrednich przodków owadów (wg J. Kukulova-Peck 1990).

dorosłych skrzelotchawki mogły być coraz większe w kolejnych liniach (większe rozmiary ciała wymagają lepszego i sprawniejszego aparatu oddechowego). Na tym etapie możliwe było uzyskanie zdolności ruchu wspomnianych skrzelotchawek.

Powiększanie się skrzelotchawek związane było z dodawaniem kolejnych stadiów rozwojowych, charakteryzujących się nowymi cechami. Rozwój wydłużał się i komplikował.

Takie pierwotne owady „uskrzydłone” mogły w starszych stadiach rozwojowych podejmować migracje do nowych zbiorników w celu ich zasiedlenia i skolonizowania. Dla sprawnego oddychania zarówno w wodzie, jak i na lądzie konieczne było zachowanie części skrzelotchawek, z części zaś należało zrezygnować. Jednocześnie ruchliwe skrzelotchawki tułowiowe mogły pomagać w lokomocji. Taka ich dodatkowa funkcja powodowała zmiany adaptacyjne w kierunku ich wzmocnienia i odpowiedniej modyfikacji.

Na tym etapie postacie dorosłe za skrzydłami-skrzelotchawkami podlegały liniom. Zdobywanie w ontogenezie nowej progresywnej cechy — skrzydeł — odbywało się na drodze wielu stadiów przejściowych.

Zdolność lotu jako cecha wybitnie korzystna ewolucyjnie (oprowadzenie nowych i wolnych terytoriów) musiała ulegać wzmocnieniu. Przy okazji otworzyło to przed owadami zupełnie nowe i nieoczekiwane siedliska, o charakterze niewodnym. Stadia uskrzydłone mogły opanowywać siedliska lądowe, do tej pory niedostępne dla innych stawonogów, a także dla swoich przodków — owadów bezskrzydłych.

W dalszej filogenezie, w wyniku większej dominacji i adaptacyjności stadiów uskrzydłonych, można spodziewać się większego ich udziału w ontogenezie, jako fazy korzystniejszej. Można zatem oczekiwać w rozwoju zmiany funkcji obu faz rozwojowych. Ewolucja i przystosowanie zaczęły niezależnie przebiegać w fazie larwalnej (bezkrzydłej) jak i imaginalnej (uskrzydłonej). Wszystkie funkcje rozrodcze zostały przesunięte do fazy uskrzydłonej. Stadia bezskrzydłe upraszczały się na skutek pozbycia się wielu funkcji życiowych, stopniowo przekształ-



Ryc. 6. Rekonstrukcja *Palaeodictyoptera* (=Dictyonuridae) z dolnego permu, *Goldenbergia* sp. i *Dunbaria* sp. (wg Ponomarienko 1980).

cając się w larwy, obowiązkiem których był jedynie wzrost. Złożony rozwój uległ uproszczeniu na skutek „wynalezienia” pochwarki i rozwoju z pełnym przeobrażeniem.

Pewną trudnością omawianej hipotezy jest fakt, że skrzelotchawki u wielu owadów wodnych, np. ważek różnoskrzydłych, są innego typu. Wynikałoby z tego, że owady te przeszły do wodnego trybu życia nieco później, że nastąpiły u nich większe zmiany morfologiczne w wyniku opanowania innych siedlisk (u jętek prawdopodobnie zachowały się cechy najpierwotniejsze).

Hipotezę wodnego rodowodu skrzydeł owadzich z naukowego „Jamusa” wydobły prace J. Kukalovej-Peck. Na podstawie stosunkowo licznych skamieniałości owadów obaliła ona przekonanie, że skrzydła powstały z przekształconych wyrostków paranotalnych (grzbietowe uwypuklenia powłoki ciała). Uczona ta, w oparciu o bogaty materiał, zaproponowała „egzytalne” pochodzenie skrzydeł. Egzyty (*exites*) są to członowane wyrostki

znajdujące się pierwotnie na wszystkich odnóżach: głowowych, tułowiowych i odwłokowych. Możliwe jest nawet przeprowadzenie porównania takich wielogałęzistych odnóży z dwugałęzistym schematem budowy odnóży skorupiaków, a nawet trylobitów. Na podkreślenie zasługuje to, że egzyty były elementami ruchomymi. Pierwotna ich funkcja nie jest jasna. W miarę ewolucji owadów ulegały one redukcji, przyjmując różne funkcje. Egzyty tułowiowe miały dać początek skrzydłom owadzim. U wielu owadów egzyty odwłokowe przejęły funkcje skrzelotchawek (u wielkoskrzydłych *Megaloptera*, skrzelotchawki są nawet członowane!).

Wpłynęło 17 II 1993

Dr Stanisław Czachorowski jest adiunktem w Zakładzie Ekologii i Ochrony Środowiska WSP w Olsztynie.

MAREK W. LORENC (Wrocław)

## BAZALTOWY KLIF „GIANT'S CAUSEWAY” W IRLANDII

W niewielkiej ulotce reklamowej turystycznej agencji „Northern Ireland Tourist Board”, nagłówek napisany tłustym drukiem

nie każdy słyszał, a już z pewnością nie każdy widział ten przyrodniczy fenomen, postanowiłem przedstawić go nieco bliżej