

LUBELSKI BURSZTYN



LUBELSKI BURSZTYN

ZNALEZISKA, GEOLOGIA,
ZŁOŻA, PERSPEKTYWY

Redakcja: Lucjan Gazda



WYDAWNICTWO 

Mecenasem wydania
jest firma Stellarium Sp. z o.o.



Redakcja:
Lucjan Gazda

Zdjęcie na okładce:
Mateusz Adamczyk

Copyright by Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie, 2016

ISBN 978-83-8043-090-7

Wydawcy:



Państwowa Wyższa Szkoła
Zawodowa w Chełmie

WYDAWNICTWO

31-002 Kraków, ul. Kanonicza 11
tel. 12-431-25-50; fax 12-431-25-75
e-mail: biuro@wydawnictwom.pl
www.wydawnictwom.pl

Księgarnia wysyłkowa:
tel. 12-259-00-03; 721-521-521
e-mail: bok@klubpdp.pl
www.klubpdp.pl

ZNACZENIE INKLUZJI ZWIERZĘCYCH W PALEOREKONSTRUKCJACH KLIMATU, EKOLOGII LASÓW BURSZTYNOWYCH ORAZ IDENTYFIKACJI BURSZTYNÓW

Ryszard Szadziwski,
Jacek Szwedo, Elżbieta Sontag

*Uniwersytet Gdański, Wydział Biologii,
Katedra Zoologii Bezkręgowców i Parazytologii,
ul. Wita Stwosza 59, 80-308 Gdańsk,
e-mail: ryszard.szadziwski@biol.ug.edu.pl;
jacek.szwedo@biol.ug.edu.pl;
elzbieta.sontag@biol.ug.edu.pl*

1. Wprowadzenie

Szczałki i ślady zwierząt, roślin i innych organizmów z odległej przeszłości, zachowane jako skamieniałości, są nieocenionym źródłem informacji o przeszłych organizmach, środowiskach i wydarzeniach [1]. Jednymi z najbardziej informacyjnych skamieniałości są inkluzje, zwłaszcza zwierząt, zamknięte miliony lat temu wewnątrz żywicy kopalnej,

powszechnie nazywanej bursztynem. Inkluzja, czyli wrostek, to nazwa wywodząca się z łacińskiego słowa *include* – „zawierać w sobie”. Inkluzje zwierzęce są obiektem zainteresowań kolekcjonerów i intensywnych badań paleontologów, geologów oraz entomologów. Okazy zatopione w bursztynie są często tak doskonale zachowane, że pozwalają na badanie najdrobniejszych szczegółów morfologicznych, porównywalnych

lubelski bursztyn



Rys. 1.
Doskonale zachowana w bursztynie bałtyckim inkluzja muchówki z rodziny grzybiarkowatych (*Diptera: Mycetophilidae*).

z organizmami występującymi współcześnie (rys. 1). Jest to szczególnie cenna właściwość bursztynu, pozwalająca na włączenie informacji pozyskanych dzięki inkluzjom do badań systematycznych, filogenetycznych i paleoekologicznych. Inkluzje, poza danymi o morfologii dawnych organizmów, przynoszą także wiele innych, równie cennych informacji o biologii gatunków zatopionych w bursztynie i ich zachowaniu [3, 4], dawnym rozmieszczeniu taksonów obecnie występujących w innych strefach klimatycznych i regionach geograficznych [5]. Inkluzje zwierzęce są jednocześnie bardzo charakterystyczne dla określonych rodzajów bursztynu, różniących się wiekiem i właściwościami, stąd istnieje możliwość wykorzystania inkluzji do identyfikacji bursztynu [6]. Inkluzje zwierzęce, które

mogą być wykorzystane do paleorekonstrukcji klimatycznych i ekologicznych zachowały się jedynie w osadach najmłodszych, poczynając od dolnej kredy sprzed 135 mln lat (bursztyn libański).

Interpretując paleośrodowiska lasów bursztynowych w oparciu o inkluzje, trzeba pamiętać, że są one silnie wyselekcjonowane m.in. poprzez tzw. pułapkę bursztynową [7], preferującą zwierzęta drobne i aktywne (rys. 2). Nic więc dziwnego, że wśród inkluzji zwierzęcych dominują latające owady i biegające pajęczaki stanowiące ponad 99 % wszystkich okazów (rys. 3).

2. Paleorekonstrukcja klimatu

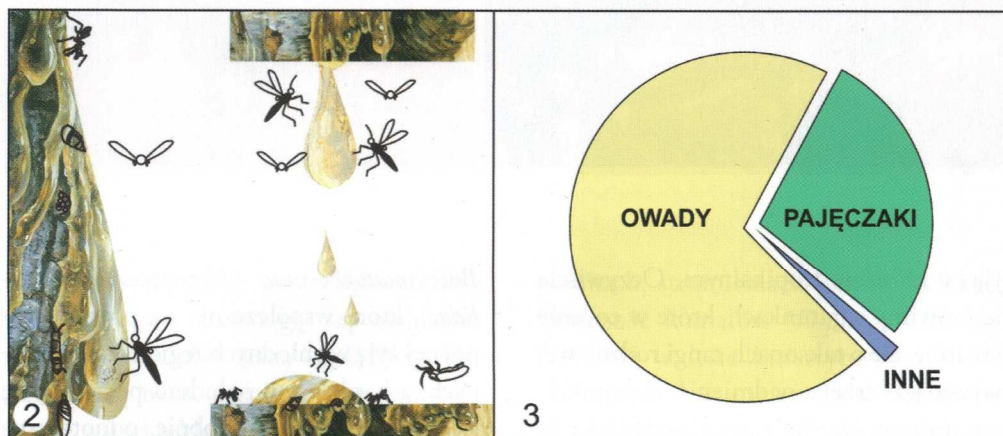
Klimat Ziemi zmieniał się w zależności od wielu czynników. W ciągu

ZAMIAST WSTĘPU

ostatnich dwu miliardów Ziemia, w odpowiedzi na zmiany stężenia CO₂ i innych gazów cieplarnianych w atmosferze, wzmożonego wulkanizmu, przekształcającego się układu tektonicznego płyt kontynentalnych, przemieszczania się wód oceanicznych, a także pionowej i poziomej cyrkulacji mas atmosferycznych, zmieniała się z lodowatej śnieżnej kuli na gorącą cieplarnię [8]. Ostatnie 66 mln lat, przypadających na trzeciorzęd, obecnie dzielony na paleogen i neogen, to czas intensywnych, wielokrotnych zmian klimatycznych i okres przejścia od warunków „świata-cieplarni” bez pokryw lodowych do „świata-zamrażarki”,

Warunki i zmiany klimatyczne w okresie od dolnej kredy (135 mln lat temu) do miocenu (ok. 15 mln lat), opisane na podstawie badań geologicznych, znajdują potwierdzenie w zestawie inkluzji owadów uwięzionych w żywicach kopalnych. Inkluzje te są świadkami i dobrymi wskaźnikami warunków klimatycznych panujących w ówczesnych lasach bursztynowych [9]. Wśród inkluzji wielu grup stawonogów są takie taksony, które mogą być uznane za wskaźnikowe dla określonych warunków klimatycznych, mimo „mieszanego” charakteru tafocenozy bursztynu bałtyckiego, w skład której wchodzi elementy tropikalne i borealne.

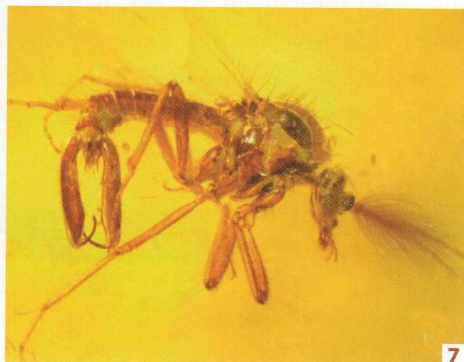
Rys. 2-3.
Pułapka bursztynowa (2). Proporcje inkluzji zwierzęcych w nieselekcyjowanym bursztynie bałtyckim (3).



w którym powstawały lądolody. W tym czasie kształtował się świat współczesny, obecny rozkład mórz i lądów, jak i zasiedlająca go flora i fauna. Około 49 mln lat temu, w środkowym i późnym eocenie, rozpoczęło się ochładzanie klimatu Ziemi i ekspansja lądolodu Antarktydy. Jedną z przyczyn tego przełomu mógł być tzw. epizod Azolla – okres gwałtownego ochłodzenia klimatycznego, w rezultacie którego doszło do „przełączenia” klimatu z „cieplarnianego” na „zamrażarkowy” [5].

Największe zainteresowanie wzbudza ją inkluzje stawonogów, które są wskaźnikowe dla klimatu tropikalnego czy też ciepłego. Do takich należą m.in. termyty (*Isoptera*) (rys. 4), straszky (*Phasmatoptera*) (rys. 5), modliszki (*Mantodea*), pluskwiaki z rodziny Derbidae (*Hemiptera*), muchówki z rodziny Diopsidae (*Diptera*), karaczany (*Blattoptera*) (rys. 6) oraz wiele innych. Ich obecność wśród inkluzji w bursztynie bałtyckim świadczy dobitnie, że ówczesny klimat był ciepły, co najmniej subtropikalny, bowiem obecnie owady te

lubelski bursztyn



Rys. 4–7. Inkluzje wskaźnikowe. Dla klimatu tropikalnego – termity (*Isoptera*) (4) i patyczak (*Phasmatoptera*) (5); ciepłego – karaczan (*Blattoptera*) (6) i chłodnego – kuczman z rodzaju *Ceratopogon* (*Diptera*: *Ceratopogonidae*) (7).

żyją w klimacie tropikalnym. Oczywiście nie mówimy o gatunkach, które w eocenie były inne, ale o taksonach rangi rodzajowej i wyższej. A trzeba nadmienić, iż tropikalne termyty w okresie górnej kredy (85 milionów lat temu) żyły daleko na północy, w lasach Tajmyru, o czym świadczą ich inkluzje w bursztynie syberyjskim. Większość rodzajów współczesnych zanotowanych w materiałach fosylnych ma po dzień dzisiejszy, lub miało w przeszłości, bardzo szerokie rozprzestrzenienie kosmopolityczne lub pantropikalne. Są to również grupy „sukcesu” ewolucyjnego liczące wiele gatunków [10].

O chłodnych warunkach klimatycznych w okresie powstawania bursztynu bałtyckiego świadczą kuczmany z rodzaju *Ceratopogon* (*Diptera*: *Ceratopogonidae*) (rys. 7) oraz pluskwiaki z podrodziny

Bathysmatophorinae (*Hemiptera*: *Cicadellidae*), które współcześnie na półkuli północnej żyją w chłodnych regionach północnych, a bardziej na południu pojawiają się jedynie w górach. Podobnie, odnotowane w bursztynie bałtyckim, postaci dorosłe niewielkiej rodziny muchówek *Trichoceridae* (*Diptera*) w klimacie umiarkowanym pojawiają się głównie w okresie zimowym i świadczą o okresach chłodnych lub o występowaniu lasów bursztynowych w górach.

3. Rekonstrukcja ekologii lasów bursztynowych

Rekonstruowane fauny eocenijskiego lasu bursztynowego cechują się wielką różnorodnością i bogactwem odkrytych zależności ekologicznych i behawioralnych [11–16].

ZAMIAST WSTĘPU

Rys. 8–11.
Inkluzje wskaźnikowe dla siedlisk: wij parecznik (*Chilopoda*) żyjący w ściółce leśnej (8); chruścik (*Trichoptera*) wskaźnikowy dla wód śródlądowych (9); krwio pijna meszka (*Diptera: Simuliidae*) wskaźnikowa dla wód płynących (10); krwio pijny komar z rodzaju *Culex* (*Diptera: Culicidae*) wskaźnikowy dla drobnych zbiorników wodnych pozabawionych ryb (11).



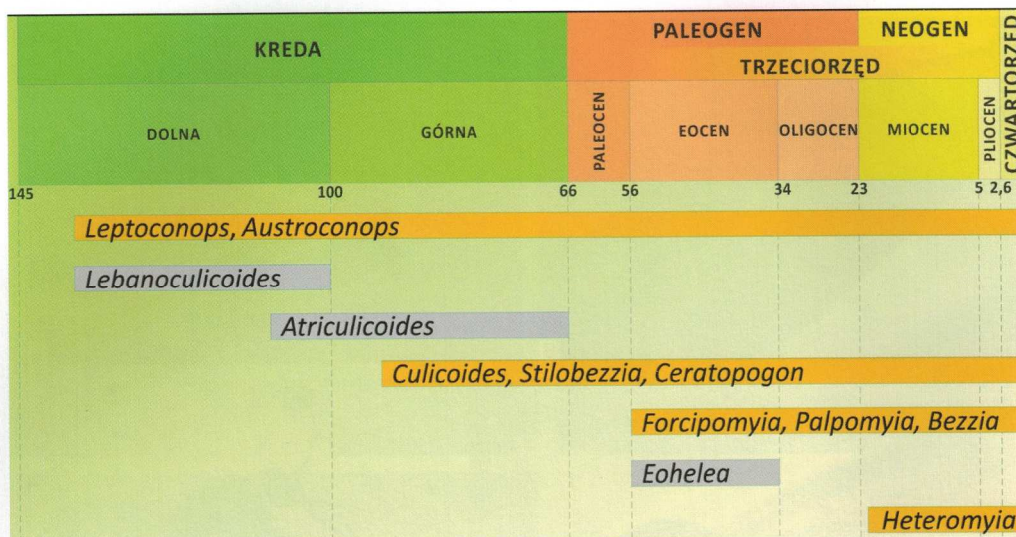
Jest zrozumiałe, że wśród inkluzji najliczniejsze są stawonogi saprofagiczne związane ze ściółką leśną i grzybami. Do nich należą m.in. nadzwyczaj często spotykane wśród inkluzji w bursztynie bałtyckim muchówki ziemiórkowate (*Diptera: Sciaridae*) i grzybiarkowate (*Mycetophilidae*) (rys. 1), bardzo rzadkie wij (*Myriapoda*) (rys. 8) oraz wiele innych grup stawonogów.

Inkluzjami wskaźnikowymi dla wód śródlądowych są pospolite muchówki z rodziny ochotkowatych (*Chironomidae*), chruściki (*Trichoptera*) (rys. 9), rzadkie widelnice (*Plecoptera*) oraz unikatowe jętki (*Ephemeroptera*) czy ważki (*Odonata*) i wiele innych [4]. Wskaźnikami wód płynących są krwio pijne meszki (*Diptera: Simuliidae*) (rys. 10), których larwy i poczwarki występują wyłącznie w rzekach,

potokach, strumieniach i innych ciekach. Obecność komarów (*Diptera: Culicidae*) (rys. 11) w lesie bursztynowym świadczy o tym, że występowały w nim drobne zbiorniki wodne bez ryb (np. dziuple, kałuże). Natomiast krwio pijne komary z rodzaju *Coquillettidia* świadczą o obecności brzegów jezior i stawów z bogatą roślinnością wodną, którą larwy i poczwarki wykorzystywały do czerpania powietrza z ich tkanek. Pantropikalne kuczmany z rodzaju *Leptoconops* (*Diptera: Ceratopogonidae*) są wskaźnikowe dla piaszczystych i zasolonych brzegów morskich i estuariów. Ich obecność została zanotowana w górnej kredzie, nawet na dalekiej północy w bursztynie tajmyrskim.

Do rewelacyjnych odkryć ubiegłego wieku należy zaliczyć stwierdzenie w bursztynie bałtyckim rodziny

lubelski bursztyn



Rys. 12. Przewodnie rodzaje kuczmanów (*Diptera: Ceratopogonidae*) dla kredy, paleogenu i neogenu.

Nymphomyiidae (*Diptera*), związanej z siedliskami górskimi [17, 18]. Współcześnie ta reliktowa, wybitnie góraska rodzina jest ograniczona do gór Azji wschodniej oraz północno-wschodniej części Ameryki Północnej. Obecność tej rodziny w bursztynie bałtyckim wskazuje na występowanie gór na obszarze bałtyckich lasów bursztynowych. *Nymphomyiidae* zostały znalezione również w bursztynie z Bitterfeldu, co może wskazywać, że bursztyn bitterfeldzki został przetransportowany z obszarów górskich.

4. Identyfikacja bursztynów

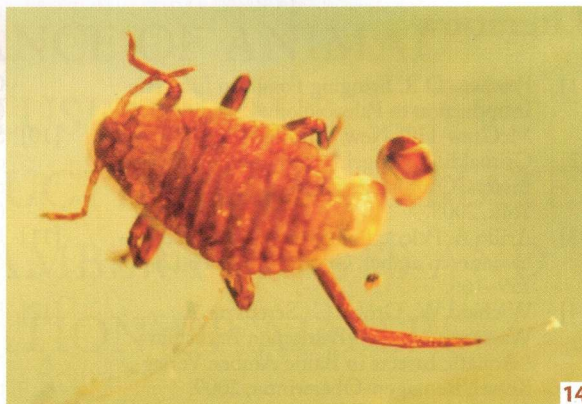
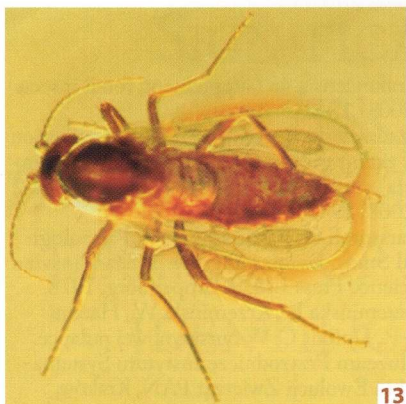
Mleczna otoczka występująca na niektórych, zwłaszcza dużych, okazach to unikatowa cecha autentycznej inkluzji w bursztynie bałtyckim (rys. 1, 4, 9). Otoczka ta znika, gdy bursztyn jest poddany obróbce termicznej, czyli klarowaniu w autoklawie. Również w bursztynie bałtyckim liczne są tzw. włoski gwiaździste, będące kutnerem z pączków kwiatowych i młodych liści drzew.

	Zatoka Gdańska	Bitterfeld	Rovno
Zatoka Gdańska	88	23	26
Bitterfeld	23	43	18
Rovno	26	18	30

Tab. 1. Diagram Czechanowskiego ukazujący liczbę gatunków opisanych i wspólnych dla bursztynu bałtyckiego ze złóż Zatoki Gdańskiej (Polska i Rosja), Bitterfeldu (Niemcy) i Rovno (Ukraina).

ZAMIAST WSTĘPU

Rys. 13-14.
Kuczman z rodzaju *Eobelea* (*Diptera: Ceratopogonidae*) – muchówka wskaźnikowa dla eocenu (13); mszyca z rodzaju *Germaraphis* (*Hemiptera: Pemphigidae*) – charakterystyczna dla burszyny bałtyckiego (14).



Burszyny pochodzące z różnych okresów geologicznych oraz regionów zawierają inkluzje różnych taksonów, czyli mają odrębne kopalne fauny – tafocenozy. W oparciu o inkluzje można zatem precyzyjnie identyfikować burszyny, biorąc pod uwagę grupy zwierząt dobrze poznane, jednoznacznie diagnozowane i licznie notowane wśród inkluzji. Do grupy takich taksonów należą kuczmany (*Diptera: Ceratopogonidae*).

Wśród inkluzji bursztynowych są taksony rangi rodzajowej, które w paleontologii nazywa się formami przewodnimi (rys. 12). Cechują się one m.in. powszechnością występowania, łatwością identyfikacji oraz szybkim tempem ewolucji (krótkimi zasięgami czasowymi). Przykładową formą przewodnią dla eocenu jest pospolita wśród inkluzji z bursztyny bałtyckiego oraz charakterystyczna *Eobelea* (rys. 13). Do ciekawych form przewodnich eocenu należą też mszyce z rodzaju *Germaraphis* (*Hemiptera: Pemphigidae*) (rys. 14), zaopatrzone w bardzo długą klujkę.

Obecnie nie ma już wątpliwości, że bursztyń ze złoża w Bitterfeldzie to identyczna żywica jak bursztyń bałtycki z Zatoką Gdańską. Odrębność bursztyny z Ukrainy jest ciągle przedmiotem ożywionych dyskusji. Argumentem za identycznością bursztyny z różnych stanowisk [19]

są wyniki analiz faunistycznych, opartych o inkluzje kuczmanów (tab. 1). Podobny obraz podobieństw przedstawiają także inkluzje pluskwiaków (*Hemiptera*) z rodziny *Derbidae* czy mszyc (*Aphidomorpha*).

5. Konkluzja

Jak zatem brzmi odpowiedź na pytanie o znaczenie inkluzji zwierzęcych w paleorekonstrukcjach klimatu, ekologii lasów bursztynowych oraz identyfikacji bursztynow? Odpowiedź ta jest następująca: pomimo wszelkich ułomności zapisu kopalnego inkluzje owadów w bursztynach pozwalają na przedstawienie i interpretację danych dotyczących klimatu lasów bursztynowych, oczywiście przy zachowaniu dużej ostrożności i krytycyzmu w interpretacjach i przy wszystkich „bursztynowych pułapkach” [7], czyhających przy próbach rekonstrukcyjnych. Odpowiedź na drugą część pytania jest także twierdząca. Wśród inkluzji owadów zachowanych w żywicach kopalnych można znaleźć formy, które są na tyle charakterystyczne, częste i łatwe do rozpoznania, by mogły być uznane za formy przewodnie, użyteczne przy identyfikacji żywic, podobnie jak ma to miejsce w przypadku taksonów przewodnich używanych w biostratygrafii.

lubelski bursztyn

Literatura

- [1] Prothero D.R. Bringing Fossils to Life: An Introduction to Paleobiology. 2nd edition. McGraw-Hill, New York, 2004.
- [2] Grimaldi D., Engel M.S. Evolution of the Insects. Cambridge University Press, New York, 2005.
- [3] Arillo A. Paleoethology: fossilized paleobehaviours in amber. *Geologica Acta* 5 (2007) 159–166.
- [4] Wichard W., Gröhn C., Seredszus F. Wasserinsekten im Baltischen Bernstein / Aquatic Insects in Baltic Amber. Verlag Kessel, Remagen-Oberwinter, 2009.
- [5] Szwedo J., Kania I. Rekonstrukcje klimatyczne na podstawie inkluzji / Climatic reconstructions based on inclusions. *Amber news review 2014/2015*, World Amber Council, Gdańsk, Poland, 2015 (ed. Pytlos R., Szadziewski R., Zbierska A., Adamska G., Dmowska A.) Biuro Prezydenta ds. Promocji Miasta, Urząd Miejski w Gdańsku / Mayor's Office for City Promotion, City Hall of Gdańsk, Gdańsk, 2015, s. 6–21.
- [6] Heie O.E., Poinar G.O. Jr. Using fossils to determine an amber source: aphids and crane flies in Chinese or Baltic amber? *Historical Biology: An International Journal of Paleobiology* 23 (2011) 431–433 doi:10.1080/08912963.2010.542031.
- [7] Szwedo J., Sontag E. The traps of the 'amber trap'. Amber-trapped insects trap scientists with enigmas. *Amber: Archive of the deep time* (eds. Berning B., Podenas S.). *Denisia* 26, 2009, s. 155–169.
- [8] Stanley S.M. *Earth System History*. 3rd edition. W.H. Freeman and Company, New York, 2009.
- [9] Archibald S.B., Farrell B.D. Wheeler's Dilemma. *Proceedings of the Second Paleontological Congress, Acta Zoologica Crakoviensia* 46 (supplement, fossil insects) (2003) 17–23.
- [10] Szadziewski R. Age and recent distribution of extant genera of Ceratopogonidae (Diptera) present in the fossil record. *Alavesia* 2 (2008) 87–99.
- [11] Larsson S.G. Baltic amber – a Palaeological Study. *Entomonograph* 1. Scandinavian Science Press Ltd., Klampenborg, 1978.
- [12] Krzemińska E., Krzemiński W., Haenni J.-P., Dufour C. W bursztynowej pułapce. *Muzeum Przyrodnicze Instytutu Systematyki i Ewolucji Zwierząt PAN, Kraków*, 1993.
- [13] Weitschat W., Wichard W. *Atlas der Pflanzen und Tiere in Baltischen Bernstein*. F. Pfeil, München, 1998.
- [14] Krumbiegel G., Krumbiegel B. (eds.) *Faszination Bernstein. Kleinod aus der Wunderkammer der Natur*. Weidert W.K. Goldschneck-Verlag, Korb, 2001.
- [15] Janzen J.-W. *Arthropods in Baltic amber*. Ampyx-Verlag Dr. Andreas Stark, Haale (Saale), 2002.
- [16] Penney D. (ed.) *Biodiversity of fossils in amber from the major world deposits*. Siri Scientific Press, Manchester, 2010.
- [17] Hoffeins C., Hoffeins H.W. Erstfund von Nymphomyiidae im Baltischen Bernstein. *Fossilien* 4/95 (1995) 207–210.
- [18] Wagner R., Hoffeins C., Hoffeins H.W. A fossil nymphomyiid (Diptera) from the Baltic and Bitterfeld amber. *Systematic Entomology* 25 (2000) 115–120 doi:10.1046/j.1365-3113.2000.025001115.x.
- [19] Szwedo J., Sontag E. The flies (Diptera) say that amber from the Gulf of Gdańsk, Bitterfeld and Rovno is the same Baltic amber. *Polish Journal of Entomology* 82 (2013) 379–388 doi:10.2478/pjen-2013-0001.

SIGNIFICANCE OF ANIMAL INCLUSIONS IN PALEORECONSTRUCTIONS OF CLIMATE, ECOLOGY OF AMBER FORESTS AND IDENTIFICATION OF AMBERS

Ryszard Szadziewski¹, Jacek Szwedo²,
Elżbieta Sontag³

^{1, 2, 3} *University of Gdańsk, Faculty of Biology, Department
of Invertebrate Zoology and Parasitology,
e-mail: ryszard.szadziewski@biol.ug.edu.pl,
jacek.szwedo@biol.ug.edu.pl,
elzbieta.sontag@biol.ug.edu.pl*

Abstract: The paper presents possibilities of using animal inclusions, especially arthropods entombed in fossilised resins, in reconstructions and interpretations of palaeobiota and palaeoclimates occurring at times of resin exudation. Arthropod inclusions are of use also in palaeoecological investigations. Some of them possess value of indicative taxa, useful in identification of ambers and biostratigraphy.

Keywords: amber, fossil resin, palaeoenvironment, palaeoclimate, palaeoecology, identification of amber, biostratigraphy.

Streszczenie: W liczących 30 000 okazów bursztynu zbiorach PAN Muzeum Ziemi w Warszawie została wydzielona kolekcja 5000 naturalnych form bursztynu bałtyckiego (sukcynitu). Zestawienie prezentuje charakterystykę zbioru i typowe cechy stosowane do oznaczania naturalnych form bursztynu w klasyfikacji genetycznej.

*Słowa
kluczowe:* *bursztyn bałtycki, sukcynt, naturalne formy
bursztynu, kolekcje.*