

Skarby ukryte w okruchach bursztynu, czyli paleontologia na plaży Treasures hidden in amber slivers, or palaeontology on the beach

Błażej Bojarski¹, Jacek Szwedo²

Do badań paleontologicznych najczęściej wykorzystywane są względnie duże i przezroczyste bryłki bursztynu, w których znajdują się doskonale zachowane organizmy. Taki stan zachowania okazu (inkluzji), nie sprawia badaczowi większych kłopotów z opisem jego cech i porównaniem z cechami form pokrewnych, kopalnych i współczesnych. Przekonanie, że im większa bryłka, tym jej wartość rynkowa, ale – jeśli zawiera inkluzje – i wartość naukowa, jest proporcjonalnie wyższa, jest powszechne w branży bursztyńniczej. Trudno z tym poglądem polemizować – większa objętość bryłki, o ile pominiemy jej genezę, zwiększa prawdopodobieństwo odnalezienia wewnątrz inkluzji organicznych. Nie dziwi zatem fakt, że w naukowych kolekcjach znajdziemy głównie inkluzje pochodzące z bryłek, które przed szlifowaniem, cięciem i polerowaniem, przygotowaniem do badań czy zamknięciem w postaci preparatów mikroskopowych, były większe od okruchów tzw. „sieczeni” znajdującej często na plaży.

Ale czy tylko w większych bryłkach można odnaleźć inkluzje? Czy drobne okruchy mogą również zawierać inkluzje? Czy takie inkluzje mogą być interesujące dla paleontologów? Bryłki bursztynu bałtyckiego znajdowane na plaży są klasyfikowane jako odłupki i otoczaki bursztyńowe (KOSMOWSKA-CERANOWICZ 2012). Stanowią one zerodowane i pokruszone fragmenty większych bryłek, które wypłukiwane i przenoszone przez prądy morskie oraz falowanie, są ostatecznie deponowane na brzegu morskim, najczęściej w tzw. wale kidziny. Wał kidziny powstaje na skutek akumulacyjnej działalności fal i prądów morskich, osadzających transportowany przez nie materiał na plaży (HERBICH 2004). Składa się on głównie z szczątków organicznych, głównie roślinnych, ale i zwierzęcych, w tym także bursztynu (LESER 2005), z udziałem obiektów pochodzenia antropogenicznego, w większości wszelkiego rodzaju plastików i innych tworzyw sztucznych. Bryłki bursztynu znajdujące w kidzinie były wielokrotnie przenoszone i redeponowane. Były one transportowane przez rzeki i prądy morskie zanim jeszcze zaległy w eoceńskich złożach, z których były wmywane i przemieszczane w związku z historią geologiczną regionu basenu Morza Bałtyckiego, zwłaszcza w plejstocenie (WEITSCHAT & WICHARD 2010), jak i później przemieszczane ze złożeń holocenijskich.

Prezentowane poniżej rezultaty otrzymane zostały w efekcie badań nad drobną frakcją bursztynu (masa poniżej 0,1 g), znajdującą na morskim brzegu Mierzei Wiślanej, a celem

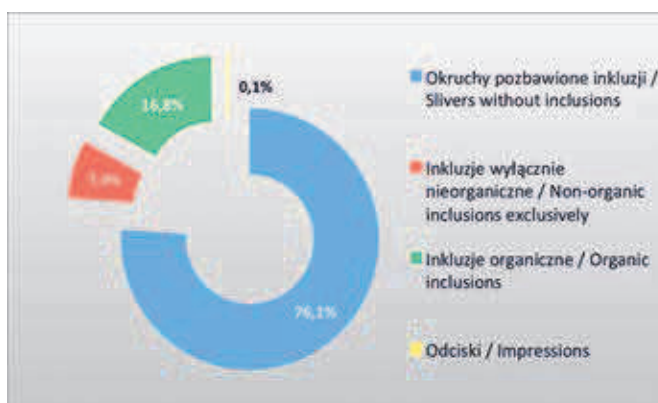
Palaeontology research usually makes use of relatively large and transparent pieces of amber which contain perfectly preserved organisms. Such a condition of specimen (inclusion) preservation does not cause the researcher much trouble when describing its features and comparing it to related, fossil and present-day forms. There is a widespread conviction in the amber industry that the larger the piece the proportionately higher its market value but - if it contains inclusions - also its scientific value. It is difficult to argue with this view - a larger size of an amber piece, regardless of its origin, increases the probability of finding organic inclusions inside it. Therefore, it is not surprising that inclusions in scientific collections mainly

come from pieces which, before grinding, cutting and polishing, preparation for research or being closed up as microscope preparations, were larger than the tiny pieces of the so-called “chaff” often found on the beach.

But is it only in larger pieces that one can find inclusions? Can small crumbs also contain inclusions? Can such inclusions be of interest to palaeontologists? Pieces

of Baltic amber found on beaches are classified as amber splinters and cobbles (KOSMOWSKA-CERANOWICZ 2012). They are eroded and crushed fragments of larger amber pieces which, having been washed out and carried by sea currents and waves, are eventually deposited on the sea shore, most usually in so-called floatsam bank (or wash margin; pl. kidzina, ger. Spülsaum). A floatsam bank is formed due to the accumulative activity of sea waves and currents, which deposit the material they transport on a beach (HERBICH 2004). It consists mainly of organic remains, usually plant remnants, but also animal ones, and includes amber (LESER 2005) along with human-made objects, mainly all kinds of plastics and other synthetic materials. The pieces of amber found in the floatsam had been carried and redeposited many times. They had been transported by rivers and sea currents even before they settled in the Eocene deposits from which they were washed out and relocated due to the geological history of the Baltic Sea basin, especially in the Pleistocene (WEITSCHAT & WICHARD 2010) and also later relocated from Holocene deposits.

The results presented below come from the research on a fine fraction of amber (mass below 0.1 g) found on the sea shore of the Vistula Spit, Poland. The purpose of the research



Ryc. 1. Udział inkluzji w badanym materiale.

Fig. 1. Quantity of inclusions in the studied material.

tych badań było określenie zawartości inkluzji oraz ocena wartości naukowej takiego materiału. Drobne, pokruszone fragmenty bursztyny zbierane były na plażach Mierzei Wiślanej, głównie w Mikoszewie, przy ujściu Wisły, ale również w miejscowościach: Jantar Leśniczówka, Stegna, Krynica Morska oraz Piaski w latach 2011-2014. Materiał identyfikowalny okiem nieuzbrojonym zbierany był ręcznie, z powierzchniowej warstwy plaży oraz z kiziny. Po oszlifowaniu materiału, o ile bryłka na to pozwalała, w celu usunięcia warstwy zwietrzałej zostały one trzykrotnie przejrane pod mikroskopem stereoskopowym w poszukiwaniu wszelkiego rodzaju inkluzji. Zebrane okazy zdeponowane zostały w Muzeum Inkluzji w Bursztynie Uniwersytetu Gdańskiego oraz w Stacji Badawczej Uniwersytetu Gdańskiego w Górkach Wschodnich.

Przebadanych zostało 1826 zebranych bursztynowych odłupków i otoczków, o łącznej masie po wstępnym oszlifowaniu blisko 106 g (średnia masa bryłki – 0,06 g), z których jeden okazał się być żywicą współczesną (w bryłce znajdował się zatopiony fragment tworzywa sztucznego). Materiał obejmował 1389 bryłek pozbawionych widocznych inkluzji, a wśród nich 140 stanowiły różne nieprzezroczyste odmiany mleczne. Zidentyfikowano 436 bryłek zawierających wrostki (23,9% całego materiału). Wśród nich odnaleziono 127 inkluzji wyłącznie nieorganicznych (126 inkluzji pęcherzyków powietrza oraz jedna bryłka z wtrąceniem pirytu), oraz dwa odciski, które stanowią oddzielną grupę (Ryc. 1). Po analizie inkluzji organicznych, stwierdzono, że wrostki pochodzenia organicznego stanowiły 70,4%. Wśród nich wyróżnione zostały następujące: zooinkluzje, fitoinkluzje, inkluzje zawierające materię organiczną w postaci detrytusu oraz inkluzje strzępków grzybni. Wrostki abiotyczne zebrano w dwóch grupach: pęcherzyki powietrza oraz wtrącenia mineralne (pirytu), często występowały one jako syninkluzje (KOTEJA 1986) z materią organiczną.

Poszczególne grupy wrostków wraz z najbardziej interesującymi i wyróżniającymi się okazami zostały opisane poniżej.

Zooinkluzje – ich stan zachowania był stosunkowo dobry, biorąc pod uwagę wielkość bryłek. W 8 bryłkach zachowały się całe bezkręgowce, głównie małe muchówki (Diptera) oraz błonkówki (Hymenoptera) (Ryc. 2A), roztocza (Acari) (Ryc. 2B) i jedna mrówka (Formicidae) (Ryc. 2C), które włączone zostały do zbiorów naukowych Muzeum Inkluzji w Bursztynie Uniwersytetu Gdańskiego. Niektóre ze szczątkowych okazów wciąż nadawały się do oznaczenia, jak np. szczątki pająka (Araneae), którego inkluzja znajduje się w najmniejszej bryłce w swojej grupie (Ryc. 2D).

Fitoinkluzje – w tej grupie dominowały tzw. włoski gwiazdźste, zawierało je aż 59 bryłek. Pozostałe wrostki to fragmenty liści i łodyg, mogące nadawać się do analizy paleobotanicznej, zwinięty liść lub jego fragment, który został wstępnie oznaczony jako mszak (Bryophyta), inkluzja nasiona ze skrzydełkiem (Ryc. 2E) oraz co najmniej jedna bryłka zawierająca pyłek roślinny lub spory.

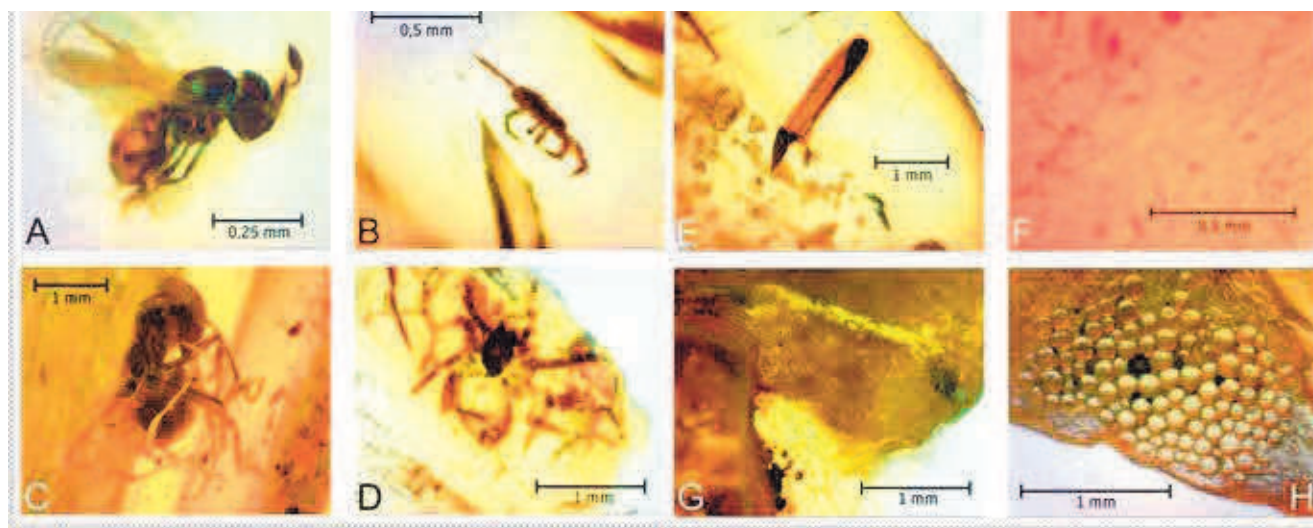
was to determine the inclusion content and to evaluate the scientific value of such material. Fine, crushed fragments of amber were collected on the Vistula Spit beaches, mainly in Mikoszewo, near the mouth of the Vistula, but also in the towns of Jantar Leśniczówka, Stegna, Krynica Morska and Piaski from 2011 to 2014. The material identifiable with the naked eye was collected by hand from the surface layer of the beach and the floatsam. After removing the weathered layer by grinding, if the amber pieces allowed it, they were reviewed three times under a stereoscopic microscope in search for any kind of inclusions. The collected specimens were deposited at the Museum of Amber Inclusions, University of Gdańsk (MAI UG) and at the University of Gdańsk's Research Station at Górki Wschodnie.

The 1826 collected amber splinters and cobbles were studied, with a total mass after preliminary grinding of almost 106 g (the average mass of a piece was 0.06 g) out of which one proved to be present-day resin (a synthetic material fragment was embedded in the piece). The material included 1389 pieces without any visible inclusions and among those 140 were different kinds of non-transparent milky varieties. 436 pieces with inclusions were identified (23.9% of all the material). Among them 127 exclusively inorganic inclusions were found (126 inclusions of air bubbles and one piece with a pyrite inclusion) and two impressions which constitute a separate group (Fig. 1). After analysing the organic inclusions, it was found that the inclusions of organic origin constituted 70.4%. Among them the following were distinguished: zooinclusions (animal inclusions), phytoinclusions (plant inclusions), inclusions containing organic matter in the form of detritus and inclusions of fungal hypha. Abiotic inclusions were collected in two groups: air bubbles and mineral (pyrite) inclusions, often found as syninclusions (KOTEJA 1986) with organic matter.

Each group of inclusions, with the most interesting and outstanding specimens, has been described below.

Zooinclusions – their condition was relatively good, given the size of the pieces. In eight pieces of amber, whole invertebrates were preserved, mainly small dipterans (Diptera) and hymenopterans (Hymenoptera) (Fig. 2A), mites (Acari) (Fig. 2B) and one ant (Formicidae) (Fig. 2C), which became part of the scientific collection of the Museum of Amber Inclusions, University of Gdańsk. Some of the residual specimens were still suitable for identification, such as for example the remnants of a spider (Araneae); its inclusion can be found in the smallest piece of its group (Fig. 2D).

Phytoinclusions – so-called stellate hairs predominated in this group, with as many as 59 pieces containing them. The other inclusions are fragments of leaves and twigs which could be suitable for palaeobotanic analysis, a rolled-up leaf or its fragment which was preliminarily designated as a bryophyte (Bryophyta), an inclusion of a seed with a winglet (Fig. 2E) and at least one piece containing plant pollen or spores.



Ryc. 2. Fotografie wybranych inkluzji i okazów. A – blonkówka pasożytnicza (Hymenoptera) włączona do zbiorów naukowych Muzeum Inkluzji w Bursztynie Uniwersytetu Gdańskiego [MAI UG]; B – dobrze zachowany roztocz (Acari); C – mrówka (Hymenoptera: Formicidae) wśród detrytus i pęcherzyków gazu; D – szczątki pająka (Araneae); E – uszkodzone nasiono zachowane wraz ze skrzydełkiem; F – spiralne strzępki grzybni; G – prawdopodobny odcisk fragmentu tkanki roślinnej na powierzchni okruchu, H – kuliste odlewy na powierzchni okruchu.

Fig. 2. Photos of selected inclusions and specimens. A – parasitic wasp (Hymenoptera) included in the scientific collection of the Museum of Amber Inclusions, University of Gdańsk [MAI UG]; B – well-preserved mite (Acari); C – ant (Hymenoptera: Formicidae) among the detritus and gas bubbles; D – remnants of spider (Araneae); E – damaged seed preserved with winglet; F – spiral hypha of fungus; G – probable impression of plant tissue on the surface of a crumb; H – spherical moulds on the surface of a crumb.

Detrytus – czyli drobne fragmenty szeroko pojętej materii organicznej zawarte są w 207 bryłkach (47,5% całego materiału). W tych okruchach można wyróżnić podgrupy, obrazując zróżnicowanie tego materiału, od inkluzji pojedynczych szczątków, do bryłek gęsto wypełnionych fragmentami detrytus.

Strzępki grzybni – grupa inkluzji, która wydaje się być całkiem powszechna w bursztynie bałtyckim (TAYLOR et al. 2015). Wciąż trudno jest ustalić genezę tych struktur (Ryc. 2F). Mogą to być strzępki zatopione w eoceńskiej żywicznej pułapce, porastające uwięzione w żywicy owady, przerastające zastygającą żywicę czy ostatecznie zupełnie współczesne grzyby penetrujące mikrospeknięcia bursztynu.

Pęcherzyki gazu – grupa wydzielona dla potrzeb analizy statystycznej, w trakcie badań ujawniła obecność struktur mogących być pyłkiem roślinnym lub sporami, z czego roślinne pochodzenie udało się potwierdzić dla jednej bryłki.

Wytarczenia mineralne – w zbadanym materiale były to wrostki pirytu wewnątrz pęcherzyków powstałych w zastygającej żywicy.

Odciski – czyli ślady po inkluzjach pozostałe jako odciski czy odlewy na powierzchni bryłki. W tej grupie znalazły się dwie tajemnicze bryłki, jedna będąca zapewne odciskiem unerwienia liścia (Ryc. 2G) oraz druga, którą stanowią kuliste formy, mogące być odlewami wcześniej powstałych pęcherzyków, które zostały ponownie zalane żywicą (Ryc. 2H).

Przeprowadzone badania wykazały, że niemal 1/4 okruchów zebranych na plaży zawiera w sobie jakiś wrostek. Nie są to inkluzje okazałe, jeżeli chodzi o ich wielkość, ale mogące być bardzo intrygujące i warte dalszych, dokładnych badań. Najczęściej są to nagromadzenia drobnych fragmentów roślin lub po prostu pęcherzyki gazu, zatem trudno jednoznacznie

Detritus – or, broadly speaking, fine fragments of organic matter were found in 207 pieces (47.5% of all the material). In these crumbs one can distinguish subgroups to illustrate the diversity of this material, from inclusions of individual remnants to pieces densely filled in with detritus fragments.

Fungal hyphae – a group of inclusions that seems to be quite common in Baltic amber (TAYLOR et al. 2015). It is still difficult to determine the origin of these structures (Fig. 2F). These can be filaments embedded in the Eocene resin trap, growing on the insects which got trapped in the resin, growing through the hardening resin or finally the entirely present-day fungi which penetrated the amber's microcracks.

Gas bubbles – a group designated for the purpose of statistical analysis; during the research, it revealed the presence of structures which can be plant pollen or spores, out of which plant origin was successfully confirmed for one piece.

Mineral inclusions – in the analysed material, these were inclusions of pyrite inside of bubbles created in the resin as it was hardening.

Impressions – or traces left behind by inclusions, remaining as impressions or moulds on the surface of the piece. This group contains two mysterious pieces, one of them probably an impression of a leaf's venation (Fig. 2G) and the second one composed of spherical forms, which can be moulds of previously formed bubbles which got re-embedded in the resin (Fig. 2H).

The research showed that almost 1/4 of the crumbs collected on the beach contained some kind of inclusion. These inclusions are not impressive in terms of size but they can be very intriguing and are worth further detailed research. Most often they are accumulations of fine fragments of plants or simply gas bubbles so it is difficult to answer univocally the ques-

odpowiedzieć na zadane we wstępie pytania o użyteczność odłupków i otczaków bursztynu bałtyckiego w badaniach paleontologicznych. Materiał taki jest z jednej strony względnie łatwo dostępny, jednak bardzo mały wielkością. Cząsto- i pracochłonna preparatyka wymaga dokładności ze strony badacza, co ogranicza jednak możliwość przeoczenia małych wrostków. Zooinkluzyje często nie są zachowane w wystarczająco dobrze dla dokładnej identyfikacji okazów, a wrostki „dużych” bezkręgowców mają małe szanse, aby się zachować w stanie nienaruszonym. Wszystkie te wymogi i niedogodności może kompensować dostępność materiału, który można pozyskać w dużych ilościach, przy względnie niskich nakładach finansowych. Ostatecznie tak małe okruchy relatywnie łatwo spreparować w formie preparatów mikroskopowych, co zwiększa możliwości dokładniejszego zbadania ich zawartości. Przytoczone wady i zalety takiego materiału wydają się równoważyć bilans korzyści i kosztów. Może warto więc pochylić się nad bryłkami zbieranymi często bardziej w celach „rekreacyjnych” niż naukowych? Małe też może być cenne.

tion posed in the introduction about the usability of splinters and cobbles of Baltic amber in paleontological research. On the one hand, such material is relatively easily available but very small size-wise. The time- and labour-intensive specimen preparation requires precision from the researchers, which however limits the possibility of overlooking small inclusions. Zooinclusions are often not preserved well enough for exact identification of the specimen and the inclusions of “large” invertebrates have a small chance to be preserved in an intact condition. All these requirements and inconveniences can be compensated by the availability of the material which can be found in large quantities at relatively low financial outlays. At least such small crumbs can be relatively easily prepared as microscopic preparations, which increases the possibility of studying their contents in greater detail. The quoted pros and cons of such material seem to balance the benefits and costs. So maybe it is worthwhile to look into the pieces collected often more for “recreational” purposes than scientific ones? Small can be valuable too.

PIŚMIENNICTWO/ REFERENCES:

- HERBICH J. (2004) Kidzina na brzegu morskim. In: HERBICH J. (ed.), Siedliska morskie i przybrzeżne, nadmorskie i śródlądowe solniska i wydmy. Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny. Tom 1. Ministerstwo Środowiska, Warszawa, pp. 65–68.
- KOSMOWSKA-CERANOWICZ B. (2012) Bursztyń w Polsce i na świecie. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, 269 pp.
- KOTEJA J. (1986) Inkluzyje wspólne [Syninclusions]. *Sekcja Owadów Kopalnych PTE*, Biuletyn 1986 – 4, 4–5.
- LESER H. (ed.) (2005) *Diercke-Wörterbuch Allgemeine Geographie*. 13th ed. Deutsche Taschenbuch Verlag, Munich, 1119 pp.
- TAYLOR T.N., KRINGS M. & TAYLOR E.L. (2015) *Fossil fungi*. Elsevier - Academic Press, Amsterdam, 382 pp.
- WEITSCHAT W. & WICHARD W. (2010) Baltic amber. In: PENNEY D. (ed.), *Biodiversity of fossils in amber from the major World deposits*. Siri Scientific Press, Manchester, pp. 80–115.

Błażej Bojarski¹, Jacek Szwedo²

^{1,2} *University of Gdańsk, Department of Invertebrate Zoology and Parasitology, Museum of Amber Inclusions and Laboratory of Evolutionary Entomology, 59, Wita Stwosza Street, PL80-308 Gdańsk, Poland; e-mail: bl.bojarski@gmail.com; jacek.szwedo@biol.ug.edu.pl*

Cyfrowa mapa dawnych kopalni bursztynu w woj. pomorskim Digital Map of Old Amber Mines in the Pomorskie Voivodship (Region)

Anna Małka¹

Niezwykle interesującą i istotną publikacją w zakresie studiów historyczno-geologicznych nad eksploatacją bursztynu w Polsce jest praca zbiorowa napisana pod kierunkiem prof. dr hab. Barbary Kosmowskiej-Ceranowicz „Znaleziska i dawne kopalnie bursztynu w Polsce”. Opracowanie, wykonane w postaci katalogu zawiera szczegółowe informacje o dawnych miejscach wydobywania surowca. Materiałami źródłowymi były polsko i niemieckojęzyczne dawne publikacje, archiwalia i dokumentacje geologiczne. Integralnymi elementami tej publikacji jest piętnaście map znalezisk i dawnych kopalni bursztynu. Mapy wykonano w podziale na województwa, przeważnie w skali 1: 1 000 000, a niekiedy w większych skalach dla zwizualizowania rejonów szczególnie zasobnych w bursztyń. Pierwsze wydanie katalogu ukazało się w roku 1982, kolejne w 2002, przy czym obecnie nakład książki został już dawno wyczerpany.

A joint work edited by Prof. dr hab. Barbara Kosmowska-Ceranowicz titled *Znaleziska i dawne kopalnie bursztynu w Polsce* [Amber Finds and Old Amber Mines in Poland] is a remarkably interesting and important publication about the historical and geographical studies on amber mining in Poland. Organised as a catalogue, the study contains detailed information about old succinite mining localities. Source materials include old Polish- and German-language publications, archival materials and geological documentation. The book contains 15 maps of amber finds and old amber mines as its integral part. The maps represent Poland's regions (voivodships), mostly at a 1:1,000,000 scale and sometimes at larger scales to visualise the regions particularly abundant in amber. The first edition of the catalogue was published in