

MALAKOFAUNA GÓRNOHOŁOCEŃSKICH MARTWIC WAPIENNYCH W BESKIDACH ZACHODNICH (POŁUDNIOWA POLSKA)

Malacofauna of Upper Holocene calcareous tufa in the Western Beskidy Mts (Southern Poland)

Witold Paweł ALEXANDROWICZ

*Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska;
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; e-mail: teska4@op.pl*

Treść: Górnoholocińskie martwice wapienne występują pospolicie na obszarze Beskidów Zachodnich. Często, choć nie zawsze, zawierają one mniej lub bardziej bogate zespoły mięczaków. Analiza malakologiczna przeprowadzona została na podstawie materiału pochodzącego z 33 stanowisk reprezentowanych przez 59 próbek. Pozwoliła ona na opis najbardziej charakterystycznych zespołów mięczaków. Zostały wydzielone cztery typy i trzy podtypy fauny różniące się między sobą strukturą i składem gatunkowym. Malakofauna rozpoznana w omawianych osadach węglanowych jest ściśle uzależniona od lokalnych warunków. Spośród 68 rozpoznanych gatunków tylko kilka występowało licznie i w wielu profilach, podczas gdy pozostałe miały znaczenie akcesoryczne. Badania nad górnoholocińskimi martwicami wapiennymi mają duże znaczenie dla rozpoznania mechanizmów tworzenia takich osadów węglanowych i zróżnicowania zespołów fauny. Stanowią one także podstawę rozważań aktuopaleontologicznych istotnych dla interpretacji paleogeograficznych i paleoekologicznych martwic holocenu oraz późnego glacjału występujących w południowej Polsce.

Słowa kluczowe: martwice wapienne, malakofauna, zespoły mięczaków, górny holocen, Beskidy Zachodnie, południowa Polska

Abstract: Upper Holocene calcareous tufa occur commonly in the Western Beskidy Mts. Often, at least not always they contain more or less rich and differentiated molluscan assemblages. Malacological analysis was carried out on the basis of material collected from 33 localities represented by 59 samples. The most typical communities of snails and bivalves were characterized. Four types and three subtypes of fauna differing oneself in structure and species composition have been distinguished. Malacofauna recognized in discussed calcareous deposits is closely depended on local conditions. The whole material comprises 68 species, but only a few of them occur in large numbers and in many profiles, while the remaining ones had only accesorial importance. Malacological investigations of Upper Holocene calcareous tufa are important for recognizing mechanisms of deposition such calcareous sediments and differentiation of molluscan assemblages. They can be useful for for actuopelaentological analysis essential for palaeogeographical and palaeoecological interpretations of tufas of Holocene and Late Glacial age occurred in Southern Poland.

Key words: calcareous tufa, malacofauna, molluscan assemblages, Upper Holocene, Western Beskidy Mts, Southern Poland

WSTĘP

Martwice wapienne są jednym z charakterystycznych typów interglacialnych osadów czwartorzędowych. Na obszarze Polski główny etap ich tworzenia przypadł na schyłek ostatniego zlodowacenia i okres holocenu. Osady te są typowe dla obszarów zbudowanych ze skał węglanowych, głównie wapieni, ale pojawiają się one także w strefach wychodni dolomitów, margli lub piaskowców wapnistych. Ogromna większość znanych wystąpień martwic wapiennych znajduje się na południu Polski, w strefie gór i wyżyn, podczas gdy w niżowej części kraju pojawiają się rzadko (W.P. Alexandrowicz 2004). Omawiane osady stwarzają dogodne warunki do zachowania organizmów wytwarzających wapienne skorupki, głównie ślimaków i małży, które stanowią podstawę rekonstrukcji paleogeograficznych, paleoekologicznych i stratygraficznych. Bardzo liczne stanowiska tych osadów znane są z Karpat fliszowych. Początek tworzenia niektórych z ich przypadających na późny glacjał lub na wczesny holocen. Ogromną jednak większość stanowią martwice wytrącane współcześnie lub prawie współcześnie. Właśnie takie stanowiska i ich zawartość malakologiczna będą głównym tematem tego opracowania. Obecność współcześnie wytrącanych martwic wapiennych jest często skorelowana ze strefami uskoku, a informacje o stanowiskach można znaleźć w wielu opracowaniach, najczęściej dotyczących zagadnień tektonicznych lub hydrogeologicznych (Małecka 1973, Mastella 1975, Gruszczyński & Mastella 1986 i inni), a także w pracach kartograficznych, szczególnie w objaśnieniach do arkuszy *Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000*. Sumaryczna liczba stanowisk omawianych osadów na terenie zachodniej części Beskidów jest trudna do oszacowania i może wynosić nawet kilkakaset. Należy podkreślić fakt, iż martwice wapienne zazwyczaj tworzą małe, lokalne i izolowane wystąpienia, często bardzo trudne do odszukania. Z drugiej strony poza nielicznymi opracowaniami (Mastella 1975, Gruszczyński & Mastella 1986) nie były one dotychczas przedmiotem bardziej szczegółowych analiz. We współczesnych martwicach wapiennych często pojawiają się skorupki ślimaków i małży. Takie malakocenozy były kilkakrotnie opisywane (S.W. Alexandrowicz 1984, W.P. Alexandrowicz 1997, 2004, S.W. Alexandrowicz & Z. Alexandrowicz 1998, 1999). Były to jednak zazwyczaj charakterystyki pojedynczych stanowisk, zwykle stanowiące tylko uzupełnienie analiz faunistycznych martwic kopalnych.

Martwice wapienne tworzą się w wyniku wytrącania węglanu wapnia z wody w wyniku zjawisk fizykochemicznych albo procesów biologicznych.

Wytrącanie węglanu wapnia jest uzależnione od ilości rozpuszczonego w wodzie CO₂. Jego zmniejszona zawartość umożliwia wytrącanie, podczas gdy podwyższona prowadzi do rozpuszczania węglanów. Wytrącanie CaCO₃ zachodzi w roztworach o odczynie obojętnym lub lekko zasadowym (pH = 6–9).

Najczęstszym procesem wytrącania CaCO₃ w przyrodzie jest wolno przebiegająca, dwustopniowa reakcja:



Najważniejszymi czynnikami powodującymi wytrącanie się węglanu wapnia w wyniku procesów fizykochemicznych są:

- wydzielenie się CO_2 – różnica ciśnień parcyjnych CO_2 w roztworze i powietrzu w momencie wydostania się wody na powierzchnię; jest to proces typowy dla martwic wytrączanych przy źródłach;
- podniesienie temperatury – wzrost parowania prowadzący do ewaporacyjnego przesycenia roztworu;
- turbulencje przepływu – jest to charakterystyczny proces dla martwic akumulowanych przy wodospadach;
- podwyższenie pH – zazwyczaj podczas rozkładu substancji organicznej; proces typowy dla martwic wytrącających się w małych, często okresowych zbiornikach wodnych o bujnej vegetacji;
- procesy fizjologiczne roślin – pobieranie CO_2 w procesach fotosyntezy; głównymi grupami organizmów biorących udział w wytrącaniu i depozycji omawianych osadów są mszaki, glony (sinice i zieleńce), a w mniejszym stopniu okrzemki, grzyby i bakterie.

Mechanizmowi wytrącania martwic wapiennych zostało poświęconych bardzo wiele opracowań (Łożek 1959, 1961, 1963, Iron & Müller 1968, Kovanda 1971, Szulc 1983, 1984, Chafetz & Folk 1984, Viles & Goudie 1990, Pentecost 1991 i wielu innych).

Współcześnie martwice wytrącane są głównie w pobliżu źródeł, gdzie tworzą wystąpienia o zróżnicowanych rozmiarach, formie i litologii (Fig. 1). Najczęściej martwice przyźródłowe występują w postaci pól o grubości do kilku milimetrów, które można obserwować na otoczkach lub na powierzchniach ławic piaskowcowych (Fig. 1A – a). Innymi, rzadszymi formami występowania są zlepy wapienne utworzone ze żwirów i ostrokrawędzistych fragmentów skał spojonych węglanem wapnia (Fig. 1A – b), inkrustacje roślin, najczęściej mchów (Fig. 1A – c) oraz pokrywy wapienne (Fig. 1A – d) (Gruszczynski & Mastralla 1986).

Przyźródłowe martwice wapienne w ogromnej większości utworzone są z twardych, silnie porowatych trawertynów białych, żółtawych lub kremowych. Można w nich często obserwować makroszczątki roślinne, zwykle fragmenty gałęzi, liście, mchy. Niekiedy pojawiają się także skorupki mięczaków, często jednak trudne do rozpoznania i niemożliwe do wyseparowania. Takie wystąpienia martwic, z punktu widzenia analizy malakologicznej są mało interesujące i mogą dostarczyć co najwyżej fragmentarycznych danych. Istnieje jednak dość liczna grupa stanowisk, na których znalezione zostały luźne martwice wypełniające kawerny, szczeliny i nisze w obrębie trawertynów. Zazwyczaj znaczny udział luźnych odmian martwic obserwować można w wypełnieniach niewielkich zagłębień rozwijających się w pewnej odległości od źródła (Fig. 1B) lub w stożkach martwicowatych tworzących się na terasach i stokach (Fig. 1C). W kilku przypadkach udało się odnaleźć profile o miąższości do 50 cm lub nawet nieco większej. Profile takie dają możliwość pobrania sekwencji kilku próbek i określenia zmian składu malakofauny będącego odwzorowaniem zmian warunków sedymentacji osadów. Dla badań malakologicznych znaczenie mają gruzłowate, rzadziej pylaste odmiany martwic, które często dostarczają bogatego i stosunkowo łatwego do wyizolowania materiału muszlowego i stanowią podstawę dla analiz malakologicznych.

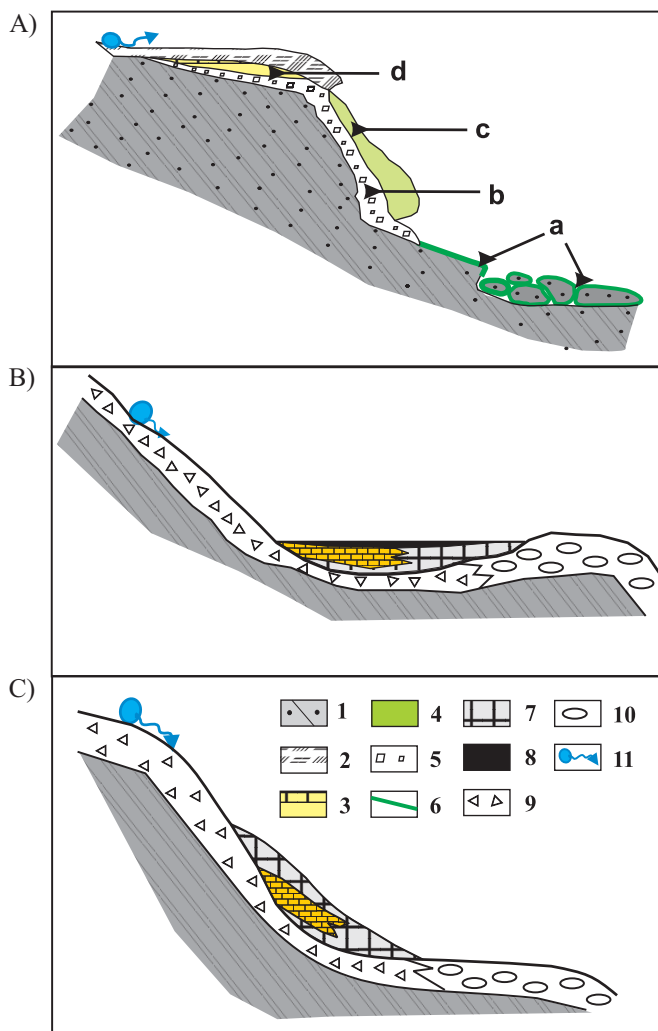


Fig. 1. Formy występowania górnoholoceńskich martwic wapiennych w Beskidach Zachodnich: A) martwice deponowane przy źródłach: a – polewy wapienne na otoczkach i powierzchniach ławic; b – zlepy wapienne; c – inkrustacje roślin; d – pokrywy wapienne (wg Gruszczyńskiego & Mastelli 1986); B) martwice deponowane w niewielkich zbiornikach wodnych; C) martwice deponowane na terasach i na płaskich stokach; 1 – piaskowce fliszowe; 2 – gleba współczesna; 3 – trawertyny; 4 – inkrustacje roślin; 5 – zlepy wapienne; 6 – polewy wapienne; 7 – martwice luźne (gruzłowate i pylaste); 8 – torfy; 9 – gliny zboczowe; 10 – osady rzeczne; 11 – źródła

Fig. 1. Forms of occurrences of Upper Holocene calcareous tufa in Western Beskidy Mts: A) calcareous tufa accumulated near springs: a – calcareous encrustations on pebbles and on base – rock; b – calcareous clusters; c – calcareous encrustations on plants; d – calcareous covers (based on Gruszczyński & Mastella 1986); B) calcareous tufa accumulated in small water bodies; C) calcareous tufa accumulated on terraces and flat slopes. 1 – flysch sandstones, 2 – recent soil; 3 – travertines; 4 – calcareous encrustations on plants; 5 – calcareous clusters; 6 – calcareous covers; 7 – grained calcareous tufa and calcareous silt; 8 – peat; 9 – slope deposits; 10 – alluvial deposits; 11 – springs

MATERIAŁ I METODA

Analiza malakologiczna została przeprowadzona na podstawie materiału pochodzącego z 33 stanowisk, na których znalezione zostały luźne odmiany martwic wapiennych. W większości przypadków z jednego stanowiska pobrana została tylko jedna próbka. Było to spowodowane niewielką ilością dostępnego materiału. Na kilku stanowiskach luźne odmiany martwic występowały w większej ilości, co umożliwiła bardziej dokładne opróbowanie. Poszczególne próbki miały masę 2–3 kg. Obróbka laboratoryjna materiałów polegała na maceracji i szlamowaniu skał, a następnie na wybieraniu wszystkich całych skorupek mięczaków oraz możliwych do oznaczenia ich fragmentów. Łącznie analizie poddano 59 próbek zawierających szczątki mięczaków. Oznaczenia materiału muszlowego były dokonywane na podstawie kluczy i kolekcji porównawczych. W poszczególnych próbkach została określona liczebność gatunków i okazów. Ułamki skorup przeliczono na całe okazy zgodnie z schematem zaproponowanym przez Łożka (1964) i S.W. Alexandrowicza (1987, 1999). Liczebność gatunków na poszczególnych stanowiskach zmieniała się w szerokich granicach i wynosiła od 1 do 33, podczas gdy liczba okazów wahała się odpowiednio od 24 do 917. Ogółem cały analizowany materiał obejmował 4722 okazy należące do 68 taksonów (61 taksonów ślimaków lądowych, 4 wodnych i 2 gatunki małży). Dodatkowo zbiorczą nazwą Limacidae określane były wapienne płytki ślimaków nągich.

Analiza malakologiczna została przeprowadzona przy użyciu standartowych metod opracowanych przez Łożka (1964) i S.W. Alexandrowicza (1987, 1999).

CHARAKTERYSTYKA STANOWISK

Kamieniec koło Cieszyna (MB-I) (próba Mb-1) – martwice przyźródłowe rozwinięte jako twarde, silnie porowate trawertyny. W niewielkiej niszy została znaleziona martwica gruzłowata z nieliczną fauną mięczaków obejmującą siedem gatunków. Najistotniejszą rolę w malakocenozie odgrywa stenotopowy gatunek wodny *Bythinella austriaca* s.lato¹. Uzupełnienie stanowią znacznie mniej liczne taksony charakterystyczne dla zacienionych i wilgotnych siedlisk: *Carychium minimum* Müll., *Zonitoides nitidus* (Müll.) (Fig. 2, Tab. 1).

Las Garbicz koło Goleszowa (MB-II) (próba Mb-2) – jest to stosunkowo rozległe wystąpienie trawertynów w źródłowym odcinku potoku. W dwóch miejscach zostały znalezione niewielkie nagromadzenia luźnych martwic. Malakofauna jest tu reprezentowana przez sześć gatunków, wśród których najliczniejsze są: *Bythinella austriaca* s.lato i *Pisidium personatum* Malm (Fig. 2, Tab.1).

¹ W wyniku rewizji rodzaju *Bythinella* przeprowadzonej przez Falniowskiego (1987) zostało wydzielonych kilka nowych gatunków. Wyróżnień tych dokonano na podstawie badań anatomicznych, podczas gdy różnice w morfologii skorup są bardzo niewielkie i zwykle niemożliwe do wychwycenia. Z tego powodu gatunek *Bythinella austriaca* (Frfld.) jest rozumiany w szerokim znaczeniu i są do niego włączone taksony wydzielone dzięki rewizji (*Bythinella austriaca* s.lato). Z drugiej strony gatunki te pojawiają się w bardzo zbliżonych typach siedlisk i często występują razem, a sam gatunek *Bythinella austriaca* (Frfld.) jest najpospoliej z nich spotykany.

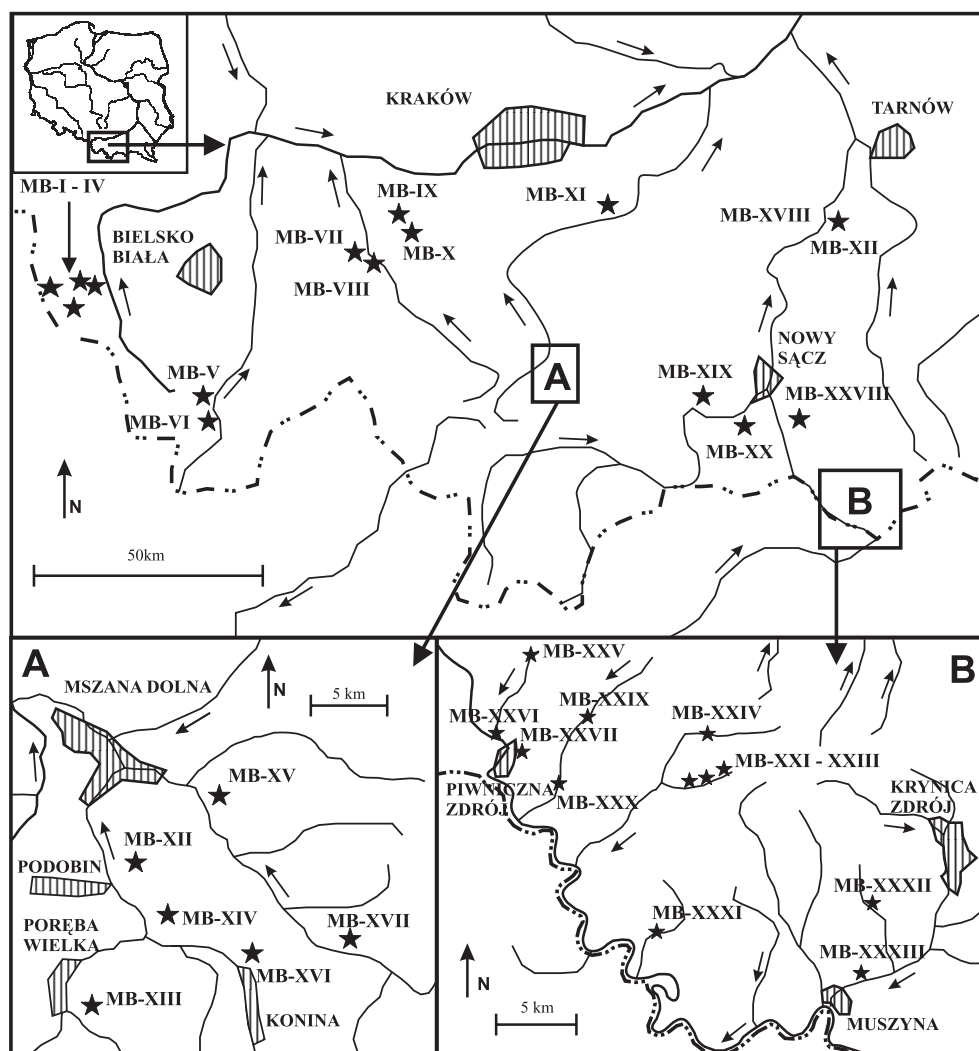


Fig. 2. Lokalizacja stanowisk górnoholoceńskich martwic wapiennych

Fig. 2. Localisation of profiles of Upper Holocene calcareous tufa

Morzyk koło Grodca (MB-III) (próba Mb-3) – twarde i silnie porowate trawertyny mszyste wytracają się przy źródle niewielkiego potoku. W kilku miejscach zostały znalezione niewielkie ilości luźnych osadów węglanowych zawierających bardzo ubogi zespół mięczaków (dwa gatunki: *Bythinella austriaca* s.lato i *Pisidium personatum* Malm.) (Fig. 2, Tab. 1).

Wiślicka Skarpa koło Skoczowa (MB-IV) (próba Mb-4) – w obrębie twardych trawertynów została znaleziona mała nisza wypełniona luźną martwicą. Ubogi zespół mięczaków tu rozpoznany (trzy gatunki) zawiera wyłącznie gatunki wodne z dominującym udziałem *Bythinella austriaca* s.lato (Fig. 2, Tab. 1).

Tabela (Table) 1

Stanowiska górnoholoceńskich martwic wapiennych w Beskidach Zachodnich

Localities of Upper Holocene calcareous tufa in Western Beskidy Mts

Lp. No.	Stanowisko <i>Locality</i>	Profile (MB-) <i>Profiles</i>	Próby (Mb-) <i>Samples</i>	Liczba taksonów <i>Number of species</i>	Liczba okazów <i>Number of specimens</i>
1	Kamieniec koło Cieszyna	I	1	7	59
2	Las Garbicz koło Golezowa	II	2	6	65
3	Morzyk koło Grodźca	III	3	2	41
4	Wiślicka Skarpa koło Skoczowa	IV	4	3	86
5	Cisiec	V	5	4	27
6	Przybędza	VI	6	12	48
7	Kaczyna	VII	7, 8	15	148
8	Gorzeń	VIII	9	27	129
9	Lanckorona	IX	10	18	86
10	Brody	X	11	11	210
11	Sypka Góra	XI	12–14	21	169
12	Podobin	XII	15, 16	21	155
13	Poręba Wielka	XIII	17	4	65
14	Niedźwiedz	XIV	18	5	24
15	Mszana Górna	XV	19	17	138
16	Konina	XVI	20	13	110
17	Lubomierz	XVII	21	7	28
18	Dąbrówka	XVIII	22	6	30
19	Łącko	XIX	23	25	207
20	Gołkowice	XX	24–26	29	126
21	Wierchomla Mała I	XXI	27–29	29	265
22	Wierchomla Mała II	XXII	30–33	28	917
23	Wierchomla Mała III	XXIII	34–36	21	83
24	Wierchomla Mała IV	XXIV	37–39	22	240
25	Piwniczna Potok Zdrojowy	XXV	40, 41	14	111
26	Piwniczna I	XXVI	42, 43	33	294
27	Piwniczna II	XXVII	44–46	18	79
28	Barcice	XXVIII	47	1	42
29	Łomnica	XXIX	48	6	28
30	Łomnica Wielka	XXX	49, 50	20	162
31	Żegiestów	XXXI	51	4	69
32	Jastrzębik	XXXII	52	10	49
33	Muszyna Złockie	XXXIII	53–59	25	322

Cisiec (MB-V) (próba Mb-5) – mały stożek utworzony z luźnych martwic z dużymi fragmentami trawertynów i bardzo licznymi bloczkami piaskowców. Martwice zawierają bardzo ubogi zespół mięczaków (cztery gatunki), w którym najistotniejszą rolę odgrywa *Bythinella austriaca* s.lato (Fig. 2, Tab. 1).

Przybędza (MB-VI) (próba Mb-6) – polewa martwicowa w skarpie niskiej terasy potoku Przybędza. Martwica wytrąca się przy niewielkim źródle i jest wykształcona jako porowaty, biały trawertyn. W kilku małych niszach została znaleziona luźna martwica z fauną mięczaków. Zespół składa się z 12 gatunków. Najliczniej występuje *Bythinella austriaca* s.lato. Stosunkowo pospolite są także taksony typowe dla zacienionych i wilgotnych siedlisk: *Perforatella bidentata* (Gmel.), *Perforatella vicina* (Rossm.), *Macrogastra ventricosa* (Drap.) (Fig. 2, Tab. 1).

Kaczyna (MB-VII) (próby Mb-7, Mb-8) – stożek luźnej martwicy gruzłowej wytrącającej w skarpie terasy potoku Głębień w Kaczynie. W obrębie osadów węglanowych występują bardzo liczne ostrokrawędziste bloczki piaskowców i margli krzemionkowych. W obu próbkach została oznaczona niezbyt liczna i stosunkowo mało zróżnicowana małakofauna (16 gatunków). Gatunkiem dominującym jest *Bythinella austriaca* s.lato, a zespół uzupełniają gatunki ceniolubne i mezofile reprezentowane zazwyczaj przez pojedyncze okazy (Fig. 2, Tab. 1).

Gorzeń (MB-VIII) (próba Mb-9) – duży stożek zbudowany głównie z luźnych osadów wapiennych. Są to gruzłowe martwice zawierające bardzo liczne bloczki białych, silnie porowatych trawertynów. Rozmiary okruszków dochodzą do 30 cm. Pospolicie także występują ostrokrawędziste fragmenty piaskowców. W omawianej martwicy został rozpoznany bogaty i zróżnicowany zespół mięczaków obejmujący 27 gatunków. Najistotniejszą rolę odgrywają tu formy typowe dla środowisk zacienionych i stosunkowo wilgotnych: *Perforatella vicina* (Rossm.), *Vitrea crystallina* (Müll.), *Perforatella incarnata* (Müll.), oraz gatunki mezofile: *Punctum pygmaeum* (Müll.), *Vitrea contracta* (West.). Pospolita jest także *Bythinella austriaca* s.lato (Fig. 2, Tab. 1).

Lanckorona (MB-IX) (próba Mb-10) – martwica przyźródłowa utworzona z ławicy trawertynu przeciętej szczeliną wypełnioną gruzłową, żółtawą martwicą z dość liczną fauną. W składzie gatunkowym małakocenozy zaznacza się duży udział form typowych dla podmokłych i silnie zacienionych siedlisk: *Perforatella vicina* (Rossm.), *Macrogastra tumida* (Rossm.), oraz gatunków o dużej tolerancji ekologicznej: *Vitrea contracta* (West.), *Punctum pygmaeum* (Müll.). Wśród gatunków wodnych najliczniej reprezentowana jest *Bythinella austriaca* s.lato (Fig. 2, Tab. 1).

Brody (MB-X) (próba Mb-11) – martwice strącają się w pobliżu źródła i tworzą niewielki stożek zbudowany z bardzo licznych, dużych (do 30 cm) okruszków trawertynów i ostrokrawędzistych fragmentów piaskowców. Materiał gruboziarnisty tkwi w ubogiej matrix wykształconej jako silnie zapiaszczona, luźna martwica ze skorupkami mięczaków. W jednej próbce pobranej na tym stanowisku występowała dość liczna fauna (11 gatunków i ponad 200 okazów) z dominującym udziałem *Bythinella austriaca* s.lato. Stosunkowo licznie pojawiały się także leśne i mezofile taksony typowe dla siedlisk wilgotnych: *Vestigula* (E.A. Bielz), *Perforatella vicina* (Rossm.) i inne (Fig. 2, Tab. 1).

Sypka Góra (MB-XI) (próby Mb-12, Mb-13, Mb-14) – martwica wytrąca się przy niewielkim źródle na wschodnich stokach Sypkiej Góry koło Gdowa. Luźne, gruzłowate martwice barwy kremowej i brunatnej z dużymi fragmentami trawertynów tworzą soczewkę o maksymalnej miąższości 40 cm. W podłożu martwicy leżą gliny zwietrzelinowe z bardzo licznymi, ostrokrawędzistymi blozkami piaskowców. Z omawianego stanowiska pobrane zostały trzy próby. W profilu pionowym zaznacza się zróżnicowanie fauny. Próbką spągowa (Mb-10) cechuje się licznym występowaniem *Bythinella austriaca* s.lato, której towarzyszą gatunki leśne związane głównie z siedliskami wilgotnymi (*Vestia gulo* (E.A. Bielz)). Dwie próbki wyższe (Mb-11 i Mb-12) charakteryzują się dominacją wilgociolubnych i cieniolutubnych form: *Perforatella vicina* (Rossm.), *Vestia gulo* (E.A. Bielz), *Bradybaena fruticum* (Müll.). W tym odcinku profilu zanikają gatunki wodne (Fig. 2, Tab.1).

Podobin (MB-XII) (próby Mb-15, Mb-16) – niewielki stożek luźnej, gruboziarnistej martwicy w licznych blokach twardych trawertynów i ostrokrawędzistymi okruchami piaskowców. W dwóch pobranych próbkach został rozpoznany zbliżony zespół fauny. Najliczniejszym gatunkiem jest *Bythinella austriaca* s.lato. Pospolicie pojawiają się także taksony cieniolutubne, i to zarówno typowe dla siedlisk wilgotnych: *Perforatella vicina* (Rossm.), *Perforatella bidentata* (Gmel.), jak i formy preferujące suchsze biotopy: *Vitrea crystallina* (Müll.), *Aegopinella pura* (Ald.). Istotną rolę w omawianym zespole odgrywają także gatunki mezofilne: *Vitrea contracta* (West.), *Nesovitrea hamminis* (Ström.), *Vitrina pellucida* (Müll.). Zróżnicowanie zespołu jest wyraźnie większe w próbce wyższej (Fig. 2, Tab. 1).

Poręba Wielka (MB-XIII) (próba Mb-17) – martwica wytrącana jest na spłaszczeniu kilkanaście metrów poniżej źródła. Jest to twardy trawertyn z lokalnymi, niewielkimi nagromadzeniami luźnej martwicy. Na omawianym stanowisku została rozpoznana uboga fauna składająca się z czterech gatunków. Dwa spośród nich występują licznie: *Bythinella austriaca* s.lato (forma wodna) i *Perforatella bidentata* (Gmel.) (ślimak lądowy typowy dla podmokłych i zacienionych biotopów) (Fig. 2, Tab. 1).

Niedźwiedź (MB-XIV) (próba Mb-18) – pokrywa twardego, silnie porowatego trawertynu. W kilku większych zagłębieniach zachowało się bardzo niewiele luźnej martwicy gruzłowatej z ubogim zespołem mięczaków. *Bythinella austriaca* s.lato stanowi ponad 60% omawianego zespołu. Pozostałe gatunki są akcesoryczne (Fig. 2, Tab. 1).

Mszana Górna (MB-XV) (próba Mb-19) – mały stożek luźnych martwic o miąższości do 8 cm. Występuje tu dość liczna i zróżnicowana malakocenoza. Gatunkiem dominującym jest *Bythinella austriaca* s.lato, której towarzyszą wilgociolubne taksony: *Perforatella vicina* (Rossm.), *Succinea putris* (L.). Uzupełnienie stanowią formy cieniolutubne i mezofilne żyjące na nieco bardziej suchych stanowiskach: *Vitrea diaphana* (Stud.), *Aegopinella pura* (Ald.), *Cochlicopa lubrica* (Müll.) (Fig. 2, Tab. 1).

Konina (MB-XVI) (próba Mb-20) – niewielkich rozmiarów stożek martwicowy utworzony z luźnych martwic gruzłowatych, okruchów piaskowców i brył trawertynu. Występuje tu dość liczna fauna cechująca się dominacją dwóch gatunków wodnych: *Bythinella austriaca* s.lato i *Pisidium personatum* Malm., które stanowią prawie 75% zespołu. Malakocenozę uzupełniają ślimaki leśne: *Vitrea crystallina* (Müll.), *Vitrea diaphana* (Stud.) oraz formy mezofilne (Fig. 2, Tab. 1).

Lubomierz (MB-XVII) (próba Mb-21) – zlewna pokrywa twardego trawertynu z niszą częściowo wypełnioną gruboziarnistą dość twardą martwicą. Fauna mięczaków jest bardzo uboga i mało zróżnicowana, a gatunkiem dominującym jest *Bythinella austriaca* s.lato (Fig. 2, Tab. 1).

Dąbrówka (MB-XVIII) (próba Mb-22) – martwica strącana na machach, tworząca niewielką soczewkę o maksymalnej miąższości 5 cm. Malakofauna tu rozpoznana jest bardzo uboga i cechuje się dominacją gatunków wodnych: *Bythinella austriaca* s.lato, *Pisidium personatum* Malm i *Ancylus fluviatilis* (Müll.) (Fig. 2, Tab. 1).

Łącko (MB-XIX) (próba Mb-23) – stożek martwicowy wytrącany kilka metrów poniżej źródła utworzony z gruzłowatych martwic i bloczków trawertynów. Na omawianym stanowisku została rozpoznana bogata fauna (25 gatunków i ponad 200 okazów). Gatunkiem dominującym jest *Bythinella austriaca* s.lato, ale obok niej występują liczne formy leśne, głównie wilgociolubne: *Perforatella vicina* (Rossm.), *Vestia gulo* (E.A. Bielz), a także gatunki mezofilne: *Columella edentula* (Drap.), *Euconulus fulvus* (Müll.), *Carychium tridentatum* (Risso), i higrofilne: *Carychium minimum* Müll., *Succinea putris* (L.) (Fig. 2, Tab. 1).

Golkowice (MB-XX), (próby Mb-24, Mb-25, Mb-26) – martwica wytrącana w niewielkim zagłębieniu kilka metrów poniżej źródła. Profil ma miąższość 50 cm. Na glinach zwietrzelinowych leżą żółte martwice gruzłowate (5 cm – próbka Mb-24). Są one przykryte siedmiocentymetrową ławicą twardego, białego i silnie porowatego trawertynu. Ponad nim leży warstwa gruboziarnistej martwicy z bloczkami trawertynów i okruchami piaskowców i margli o grubości około 30 cm (próbki Mb-25 i Mb-26). Profil kończy warstwa trawertynu podobnego do wyżej opisanego o miąższości 8 cm. Fauna występująca w niższej warstwie luźnej martwicy jest typowa dla osadów wytrącanych przy źródłach – dominuje tu *Bythinella austriaca* s.lato. Zespół rozpoznany w wyższej warstwie cechuje się całkowicie odmiennym składem gatunkowym. Praktycznie brak jest tu gatunków wodnych, a najistotniejszą rolę odgrywają taksony cieniolutne: *Perforatella vicina* (Rossm.), *Perforatella bidentata* (Gmel.), *Aegopinella pura* (Ald.) i wiele innych, oraz ślimaki mezofilne: *Succinea oblonga* Drap., *Vitrina pellucida* (Müll.), *Carychium tridentatum* (Risso). Ciekawostką jest obecność taksonów środowisk otwartych: *Vallonia pulchella* (Müll.) (Fig. 2, Tab. 1).

Wierchomla Mała I (MB-XXI) (próby Mb-27, Mb-28, Mb-29) – w górnej części terasy ponad żwirami i piaskami rzecznyimi odsłania się profil martwicy o miąższości 40 cm. Jest to martwica gruzłowata z bardzo licznymi dużymi (do 15 cm średnicy) bułami twardych porowatych trawertynów. Martwice są przykryte mułkami i współczesną glebą. Z profilu pobrano trzy próby zawierające bogatą i zróżnicowaną faunę mięczaków. Zawraca tu uwagę stosunkowo niewielki udział taksonów leśnych i liczne występowanie gatunków higrofilnych: *Succinea putris* (L.), *Zonitoides nitidus* (Müll.), oraz mezofilnych: *Punctum pygmaeum* (Drap.), *Vitrina pellucida* (Müll.). W środkowej części profilu istotne znaczenie mają gatunki wodne, głównie *Pisidium personatum* Malm. W całej sekwencji obecne są formy łąkowe reprezentowane przez: *Vallonia pulchella* (Müll.), *Pupilla muscorum* (L.) i *Vertigo pygmaea* (Drap.). Omawiana martwica tworzy się w strefie w znacznym stopniu odlesionej, stąd mała frekwencja ślimaków cieniolutnych (Fig. 2, Tab. 1).

Wierchomla Mała II (MB-XXII) (próby Mb-30, Mb-31, Mb-32, Mb-33) – stanowi martwicy znajduje się na spłaszczeniu terasy. Osady węglanowe wypełniają płytkie zagłębienie częściowo rozcięte przez ciek wypływający z położonego kilkanaście metrów wyżej źródła. W rozcięciu widoczny jest profil o miąższości 90 cm. W jego najniższej części odsłaniają się gliny zboczowe z dużą ilością ostrokrawędzistych fragmentów piaskowców. Powyżej zalegają martwice wapienne. Można tu wyróżnić dwie warstwy żółtawych i szarych martwic gruzłowatych z licznymi bułami trawertynów. Miąższość każdej tych warstw wynosi około 30 cm. Są one oddzielone od siebie ośmiocentymetrową ławicą twardego, białego, bardzo silnie porowatego trawertynu. Podobnie wykształcone twarde trawertyny przykrywają wyższą warstwę luźnych martwic. Sumaryczna miąższość osadów węglanowych wynosi 80 cm. Malakofauna omawianego stanowiska jest bogata. Na uwagę zasługuje fakt, iż gatunki wodne i cieniolubne stanowią tylko niewielką domieszkę, podczas gdy fauna jest zdominowana przez formy higrofilne: *Succinea putris* (L.), *Vertigo antivertigo* (Drap.), *Carychium minimum* Müll., i mezofilne: *Cochlicopa lubrica* (Müll.), *Punctum pygmaeum* (Drap.), *Vertigo angustior* Jeff. i inne. Podobnie do opisanego powyżej stanowiska (MB-XXI) sedimentacja osadów węglanowych w profilu MB-XXII zachodzi w strefie odlesionej (Fig. 2, Tab. 1).

Wierchomla Mała III (MB-XXIII) (próby Mb-34, Mb-35, Mb-36) – martwice wapienne są akumulowane u podnóża skarpy i tworzą stożek o niewielkim nachyleniu. W jego rozcięciu widoczny jest profil. Rozpoczyna się on glinami zboczymi, na których leżą osady węglanowe o łącznej miąższości 45 cm. Dominującą odmianą litologiczną są gruboziarniste, gruzłowate martwice z licznymi, ale niewielkimi bloczkami trawertynów. Pojawiają się także dwie ławice trawertynów: niższa o miąższości 5 cm znajduje się w części spągowej (około 7 cm nad spągiem martwic), a wyższa stanowi strop profilu. Na omawianym stanowisku występuje uboga fauna charakteryzująca się znacznym udziałem gatunków leśnych, zawłaszcza w części spągowej (*Perforatella vicina* (Rossm.), *Alinda biplicata* (Mont.)) i utrzymującej się w całym profilu wysokiej frekwencji ślimaków higrofilnych (*Succinea putris* (L.)). Gatunki mezofilne i wodne pojawiają się rzadziej (Fig. 2, Tab. 1).

Wierchomla Mała IV (MB-XXIV) (próby Mb-37, Mb-38, Mb-39) – martwica wytrąca się w niewielkim zagłębieniu u podnóża skarpy terasowej, kilka metrów poniżej źródła. Wypełnienie zagłębienia jest rozcięte przez niewielki ciek do głębokości 50 cm. W odsłonięciu widoczne są gliny zboczowe przepełnione małymi, ostrokrawędzistymi okruchami piaskowców. Na glinach leży warstwa białej gruzłowej martwicy z licznymi bryłami trawertynów o średnicy do 5 cm. Luźne martwice mają miąższość 40 cm. Stropową część profilu stanowi ławica twardego, porowatego trawertynu o miąższości 5 cm. W omówionym profilu została stwierdzona dość bogata malakofauna. W najniższej próbce (Mb-37) najistotniejszą rolę odgrywają gatunki wodne, głównie *Bythinella austriaca* s.lato, oraz wilgociolubne taksony leśne (*Vestia gulo* (E.A. Bielz)). W dwóch wyższych próbkach skład fauny wyraźnie się zmienia. Gatunki leśne zanikają, a w zespole dominują formy mezofilne: *Punctum pygmaeum* (Drap.), *Vertigo angustior* Jeffr., i higrofilne *Succinea putris* (L.), *Vertigo antivertigo* (Drap.). Obserwowana sytuacja wskazuje na znaczne ograniczenie siedlisk zacienionych, które miało miejsce już w trakcie sedimentacji osadów węglanowych. Proces ten niewątpliwie można wiązać z działalnością człowieka (Fig. 2, Tab. 1).

Piwniczna Potok Zdrojowy (MB-XXV) (próby Mb-40, Mb-41) – niewielki, płaski stożek utworzony z gruzłowatych martwic z bardzo licznymi bloczkami trawertynów znajdujący się u podnóża skarpy terasowej, bezpośrednio przy źródle w górnym biegu Potoku Zdrojowego. Osady węglanowe mają miąższość 30 cm i zawierają ubogi zespół mięczaków. Fauna cechuje się znacznym udziałem gatunków wodnych reprezentowanych głównie przez *Bythinella austriaca* s.lato i form ceniolubnych: *Aegopinella pura* (Ald.), *Vitrea transylvanica* (Cless), *Oxychilus depressus* (Sterki). Pozostałe grupy ekologiczne występują rzadko (Fig. 2, Tab. 1).

Piwniczna I (MB-XXVI) (próby Mb-42, Mb-43) – płytka niecka wypełniona osadami węglanowymi, których miąższość nie przekracza 25 cm. W niższej części profilu, bezpośrednio na glinach zboczowych leżą gruzłowate, żółte martwice o miąższości 15–17 cm. Są one przytłuczone kilkucentymetrową ławicą twardych trawertynów. Na omawianym stanowisku został rozpoznany bardzo ubogi zespół, w którym przeważają gatunki ceniolubne: *Vitrea diaphana* (Stud.), *Oxychilus depressus* (Sterki), i wodne: *Bythinella austriaca* s.lato (Fig. 2, Tab. 1).

Piwniczna II (MB-XXVII) (próby Mb-44, Mb-45, Mb-46) – stożek tworzący się w dolnej części skarpy kilka metrów poniżej dość dużego źródła. Miąższość stożka dochodzi maksymalnie do 70 cm. W rozcięciu odsłania się profil osadów węglanowych. Możliwe jest tu wyróżnienie dwóch warstw luźnych martwic gruzłowatych z blokami trawertynów. Niższa ma miąższość 5–8 cm i spoczywa bezpośrednio na glinach zboczowych. Wyższa o grubości 12 cm znajduje się w najwyższej części sekwencji. Te dwie warstwy są rozdzielne półmetrową ławicą twardych porowatych trawertynów barwy białej. Martwice gruzłowate zawierają bardzo bogatą faunę. Dominującym elementem są ślimaki leśne związane zarówno z biotopami stosunkowo suchymi: *Aegopinella pura* (Ald.), *Aegopinella nitens* (Mich.), *Vitrea diaphana* (Stud.), *Oxychilus depressus* (Sterki) i wiele innych, jak i bardziej wilgotnymi: *Perforatella vicina* (Rossm.), *Vestia gulo* (E.A. Bielz). Element ceniolubny stanowi ponad 60% zespołu w dolnej części profilu i aż 95% w odcinku stropowym. Drugim, istotnym składnikiem asocjacji są mięczaki wodne. Występują one najliczniej w spągowej części wyższej warstwy luźnych martwic i są reprezentowane głównie przez *Bythinella austriaca* s.lato, obok której pojawia się także *Pisidium personatum* Malm (Fig. 2, Tab. 1).

Barcice (MB-XXVIII) (próba Mb-47) – zlewna pokrywa twardego trawertynu z kilkoma małymi niszami wypełnionymi gruboziarnistą, dość twardą martwicą. Malakofauna jest tu reprezentowana przez *Bythinella austriaca* s.lato. Jest to jedyny gatunek stwierdzony na tym stanowisku (Fig. 2, Tab. 1).

Łomnica (MB-XXIX) (próba Mb-48) – pokrywa twardego, silnie porowatego trawertynu wtrącanego w bezpośrednim sąsiedztwie źródła. W niewielkiej niszy zachowała się luźna, gruboziarnista martwica zawierająca bardzo ubogi zespół mięczaków z dominującym udziałem *Bythinella austriaca* s.lato (Fig. 2, Tab. 1).

Łomnica Wielka (MB-XXX) (próby Mb-49, Mb-50) – stożek utworzony z luźnych, gruzłowatych martwic z bardzo licznymi bryłami trawertynów i ostrokrawędzistymi okruciami piaszkowców. Osady węglanowe osiągają maksymalnie 20 cm miąższości. Martwice gromadzą się w niewielkiej odległości od dość wydajnego źródła, a wypływający z niego ciek rozcina stożek, odsłaniając profil. Na omawianym stanowisku występuje niezbyt bogaty

zespół mięczaków, w którym dominującą rolę odgrywa *Bythinella austriaca* s.lato. Uzupełnienie stanowią ślimaki cieniolutne: *Arianta arbustorum* (L.), *Vitrea crystallina* (Müll.), *Vitrea diaphana* (Stud.), oraz mezofilne: *Succinea oblonga* Drap., *Punctum pygmaeum* (Drap.), *Cochlicopa lubrica* (Müll.). W niższej części pewne znaczenie mają także ślimaki wilgociolubne (*Succinea putris* (L.)). Udział elementu leśnego jest wyraźnie większy w interwale stropowym, podczas gdy w części spagowej istotniejszą rolę odgrywają taksony mezofilne i higrofilne (Fig. 2, Tab. 1).

Żegiestów (MB-XXXI) (próba Mb-51) – ławica twardego trawertynu z kilkoma małymi niszami częściowo wypełnionymi luźnymi martwicami. Bardzo ubogi zespół fauny stwierdzony na tym stanowisku jest zdominowany przez *Bythinella austriaca* s.lato (Fig. 2, Tab. 1).

Jastrzębik (MB-XXXII) (próba Mb-52) – obecne są tu twarde trawertyny wytrącane w pobliżu źródła. W ich obrębie znajduje się szczelina częściowo wypełniona luźnym materiałem martwicowym z ubogą fauną. Poza bardzo liczną *Bythinella austriaca* s.lato występują tu gatunki leśne typowe dla siedlisk wilgotnych: *Perforatella vicina* (Rossm.) oraz wapienne płytki ślimaków nagich (Limacidae) (Fig. 2, Tab. 1).

Muszyzna Złockie (MB-XXXIII) (próby Mb-53, Mb-54, Mb-55, Mb-56, Mb-57, Mb-58, Mb-59) – martwice wypełniają dość rozległe zagłębienie w dnie doliny. We wkopie został odsłonięty profil osadów o miąższości 120 cm. Na obfitujących w ostrokrawędziste bloczki piaskowców glinach stokowych leży kilkucentymetrowa warstwa ciemnych mułków bez fauny. Kolejny element profilu stanowi ławica białego, miejscami żółtawego, porowatego trawertynu o miąższości 8–10 cm. Powyżej zalega pylasta, biała martwica wapienna z dość liczną fauną. Miąższość tej warstwy wynosi maksymalnie 40 cm. Martwice są przykryte brunatnymi, słabo rozłożonymi torfami o miąższości 40 cm. W ich obrębie występują dość liczne grudki martwicowe oraz skorupki mięczaków. Na torfach spoczywają ciemne, silnie zapiaszczone mułki fragmentami roślin i współczesna gleba. Występująca w martwicach i torfach fauna charakteryzuje się znacznym udziałem gatunków leśnych i cieniolutnych: *Vitrea crystallina* (Müll.), *Discus ruderratus* (FPr.), *Perforatella vicina* (Rossm.) i inne, które stanowią 50–75% zespołu. Drugą istotną grupą są ślimaki mezofilne: *Punctum pygmaeum* (Drap.), *Succinea oblonga* Drap., *Clausilia dubia* Drap., *Nesovitrea hamminis* (Ström.). Malakocenoza jest uzupełniona przez taksony wilgociolubne (*Succinea putris* (L.)). Mięczaki wodne są reprezentowane głównie przez *Galba truncatula* (Müll.) – gatunek zasiedlający okresowo wysychające zbiorniki wodne. W obrębie torfów stwierdzono także obecność ślimaków środowisk otwartych: *Vallonia pulchella* (Müll.), *Pupilla muscorum* (L.) (Fig. 2, Tab. 1).

ZESPOŁY MIĘCZAKÓW

Malakofauna górnoholoceńskich martwic wapiennych rozpoznanych w Beskidach Zachodnich jest bardzo zróżnicowana. Jej skład w wielkim stopniu zależy od lokalnych warunków, głównie stopnia zacienienia strefy sedymentacji osadów węglanowych i wilgotności podłoża. Omawiane martwice wytrącają się bezpośrednio przy źródłach lub w niewielkiej odległości od nich, znacznie rzadziej przy wodospadach. Mięczaki zachowane

w osadach reprezentują wyłącznie lokalne biocenozy, a skład zespołów ściśle nawiązuje do lokalnych warunków środowiskowych. Udział „obcych” domieszek, czyli skorupek redeponowanych ze starszych osadów lub przytransportowanych spoza obszaru sedimentacji martwic jest znikomy. Pomimo znacznych różnic w składzie i strukturze zespołów rozpoznanych na opisanych powyżej stanowiskach możliwe jest wyróżnienie kilku charakterystycznych zespołów. W poszczególnych profilach zespoły te wykazują pewne wewnętrzne zróżnicowanie odzwierciedlające warunki lokalne. Możliwe jest zdefiniowanie czterech typów i trzech podtypów malakocenozy we współcześnie wytrącanych martwicach wapiennych w Beskidach Zachodnich.

Zespół z gatunkami typowymi dla stref źródłiskowych (ZR)

Charakterystyczną cechą omawianego zespołu jest bardzo liczne występowanie stenotopowego ślimaka *Bythinella austriaca* s.lato. Udział *Bythinella austriaca* s.lato w zespołach waha się od 60–90%, ale niekiedy może przekraczać 95%. Są w końcu i takie stanowiska, na których jest to jedyny gatunek mięczaka. Uzupełnienie omawianej malakocenozy stanowią nieliczne gatunki lądowe reprezentowane najczęściej przez formy wilgociolubne siedlisk bardziej otwartych: *Succinea putris* (L.) lub bardziej zacienionych: *Perforatella bidentata* (Gmel.), a rzadziej przez taksony typowe dla suchszych biotopów. Istotną domieszkę stanowią czasem mięczaki wodne, z których najliczniejszym jest zazwyczaj *Pisidium personatum* Malm. Przedstawiona powyżej asocjacja jest typowa dla chłodnych, wód o stałej temperaturze. Występuje ona najczęściej w martwicach wytrącanych bezpośrednim sąsiedztwie źródeł. Przedstawiona fauna jest najbardziej typową malakocenozą dla współcześnie wytrącanych martwic wapiennych Beskidów Zachodnich. Została ona rozpoznana w 25 próbkach, co stanowi 42% analizowanego materiału (Fig. 3, 5). Omówiony zespół był kilkakrotnie wzmiankowany z górnoholocenijskich osadów w południowej Polsce (S.W. Alexandrowicz 1984, S.W. Alexandrowicz *et al.* 1997, W.P. Alexandrowicz 1997, 2001, 2003, 2004).

Zespół z gatunkami środowisk wilgotnych (WP)

Jest to zróżnicowana i często bogata malakocenoza. Jej cechą charakterystyczną jest znaczny udział gatunków zasiedlających wilgotne, a nawet podmokłe biotopy otwarte: *Vertigo antivertigo* (Drap.), *Succinea putris* (L.), *Zonoitoides nitidus* (Müll.), *Carychium minimum* Müll., oraz siedliska w mniejszym lub w większym stopniu zacienione: *Perforatella bidentata* (Gmel.), *Perforatella vicina* (Rossm.). Generalnie jednak udział gatunków ceniolubnych zazwyczaj nie przekracza 20–30%. Liczne są taksony mezofilne: *Cochlicopa lubrica* (Müll.), *Nesovitrea hammonis* (Ström.), *Vertigo angustior* Jeffr. Omawiana asocjacja jest często uzupełniona mięczakami wodnymi typowymi dla epizodycznych zbiorników (*Galba truncatula* (Müll.)). Zazwyczaj pojawia się także *Bythinella austriaca* s.lato. Asocjacja ta reprezentuje wilgotne i podmokłe siedliska lądowe, zazwyczaj otwarte, lub najwyżej z niewielkimi kępami drzew, głównie olch lub krzewów. Jest ona typowa dla martwic wytrącanych w pewnej odległości od źródeł, najczęściej w małych stożkach martwicowych akumulowanych na powierzchni niskich stopni terasowych lub w niewielkich, płytkich i okresowo zanikających zbiornikach wodnych o bardzo bujnej vegetacji roślinnej. Opisywana asocjacja występuje w pięciu próbkach, co stanowi 9% analizowanego materiału

(Fig. 3, 5). Zbliżone zespoły występują pospolicie w osadach holocenu polskich Karpat (S.W. Alexandrowicz 1984, W.P. Alexandrowicz 1997, 2004).

Zespół mieszany (MIX)

Jest to zespół charakteryzujący się niemal równym udziałem wszystkich grup ekologicznych. Wyjątek stanowią gatunki środowisk otwartych. Formy te, podobnie jak i w innych malakocenozach występujących w opisywanych osadach, są nieobecne lub co najwyżej pojawiają się sporadycznie. Sytuacja ta jest związana z faktem, iż niemal wszystkie omawiane martwice są akumulowane w strefach w mniejszym lub w większym stopniu zalesionych, a udział siedlisk otwartych jest znikomy. Udział pozostałych grup ekologicznych (gatunki środowisk zacienionych, formy mezofilne, higrofilne i mięczaki wodne) waha się w granicach 20–40%. Zespół mieszany został rozpoznany w siedmiu próbkach, co stanowi 12% analizowanego materiału (Fig. 3, 5).

Zespół z gatunkami cieniolutnymi i mezofilnymi (LZ)

Jest to zróżnicowany i bogaty zespół, w którym przewagę mają ślimaki zamieszkujące mniej lub bardziej zacienione biotopy oraz formy o dużej tolerancji ekologicznej. W obrębie omawianej asocjacji możliwe jest wydzielanie trzech podtypów fauny wyraźnie różniących się od siebie składem gatunkowym i strukturą, a także reprezentujące nieco odmienne typy siedlisk. Zespół z gatunkami cieniolutnymi i mezofilnymi występował w 22 próbkach, co stanowiło 37% badanego materiału (Fig. 3–5).

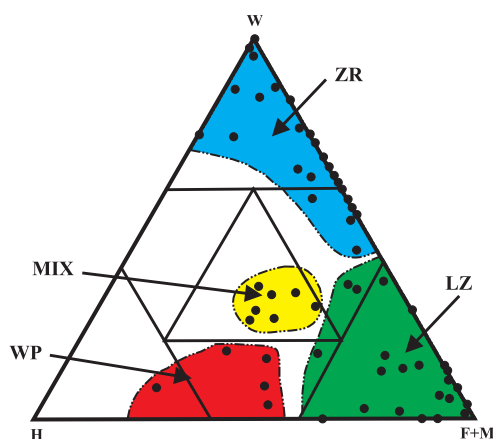


Fig. 3. Zespoły mięczaków górnoholocenijskich martwic wapiennych w Beskidach Zachodnich: 1 – analizowane próbki. Grupy ekologiczne mięczaków (wg Łożka 1964, S.W. Alexandrowicza 1987, 1999): W – gatunki wodne; H – gatunki higrofilne; M – gatunki mezofilne; F – gatunki leśne; ZR, MIX, WP, LZ – zespoły mięczaków opisane w tekście

Fig. 3. Molluscan assemblages of Upper Holocene calcareous tufa in Western Beskidy Mts: 1 – analyzed samples. Ecological groups of molluscs (based on Łożek 1964, S.W. Alexandrowicz 1987, 1999): W – water species; M – catholic species; F – shade – loving species; ZR, MIX, WP, LZ – assemblages described in text

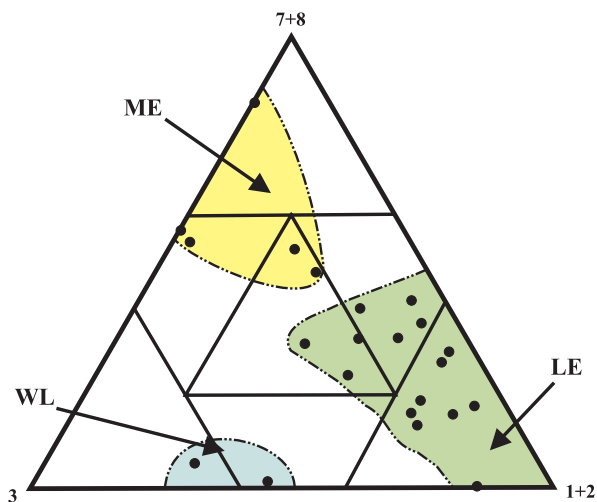


Fig. 4. Zespoły mięczaków środowisk zacienionych górnoholocentrycznych martwic wapiennych w Beskidach Zachodnich: 1 – analizowane próbki. Grupy ekologiczne mięczaków (wg Łożka 1964, S.W. Alexandrowicza 1987, 1999): 1 – typowe gatunki leśne; 2 – gatunki leśne i zaroślowe; 3 – gatunki wilgotnych lasów; 7 – gatunki mezofilne siedlisk średnio wilgotnych; 8 – gatunki mezofilne siedlisk wilgotnych; LE, WL, ME – zespoły mięczaków opisane w tekście

Fig. 4. Schade-lowing molluscan assemblages of Upper Holocene calcareous tufa in Western Beskidy Mts: 1 – analyzed samples. Ecological groups of molluscs (based on Łożek 1964, S.W. Alexandrowicz 1987, 1999): 1 – typical forest species; 2 – species inhabiting forests and bushes; 3 – species of moist forests; 7 – catholic species of moderately moist environments; 8 – catholic species of moist environments; LE, WL, ME – assemblages described in text

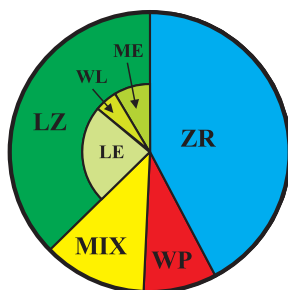


Fig. 5. Częstość występowania zespołów mięczaków (symbole zespołów objaśnione w tekście)

Fig. 5. Frequency of occurrence of molluscan communities (symbols of communities described in text)

Zespół z gatunkami leśnymi i zaroślowymi (LE)

Jest to najbogatszy i najbardziej zróżnicowany zespół występujący w górnoholocentrycznych martwicach wapiennych. Jego cechą charakterystyczną jest dominujący udział gatunków cieniulubnych. Pospolicie są tu reprezentowane formy typowe dla lasów o stosunkowo

suchym podłożu: *Eucobresia nivalis* (Dum et Mort.), *Aegopinella pura* (Ald.), *Vitrea diaphana* (Stud.), którym towarzyszą ślimaki preferujące siedliska bardziej otwarte: *Bradybaena fruticum* (Müll.), *Vitrea crystallina* (Müll.). Zazwyczaj liczne są także gatunki wilgocio- i ceniolubne: *Perforatella bidentata* (Gmel.), *Perforatella vicina* (Rossm.), *Vestia gulo* (E.A. Bielz.). Asocjację uzupełniają formy o dużej tolerancji ekologicznej: *Vitrina pellucida* (Müll.), *Punctum pygmaeum* (Drap.), *Nesovitrea hammonis* (Ström.), *Euconulus fulvus* (Müll.), *Cochlicopa lubrica* (Müll.). Mięczaki wodne są zwykle niezbyt liczne (głównie *Bythinella austriaca* s.lato). Gatunki higrofilne i łąkowe pojawiają się sporadycznie. Fauna o znacznym udziale ślimaków ceniolubnych jest najczęściej występującym zespołem w późnoglacialnych i holoceńskich profilach martwic wapiennych w Karpatach (S.W. Alexandrowicz 1984, W.P. Alexandrowicz 1997, S.W. Alexandrowicz & Z. Alexandrowicz 1998, 1999, 2004). Została ona rozpoznana w 15 próbkach (25% analizowanego materiału) (Fig. 3–5).

Zespół z gatunkami mezofilnymi (ME)

Najważniejszym składnikiem omawianego zespołu są gatunki o dużej tolerancji siedliskowej zarówno w odniesieniu do wilgotności, jak i stopnia zacienienia biotopów: *Vitrina pellucida* (Müll.), *Punctum pygmaeum* (Drap.), *Nesovitrea hammonis* (Ström.), *Euconulus fulvus* (Müll.), *Cochlicopa lubrica* (Müll.), *Vitrea contracta* (West.), *Vertigo angustior* (Jeffr.). Liczne są także gatunki ceniolubne o niskich wymaganiach ekologicznych: *Vitrea crystallina* (Müll.), *Aegopinella pura* (Ald.), *Perforatella vicina* (Rossm.). Przedstawiciele innych grup ekologicznych ślimaków lądowych występują rzadziej. Stosunkowo pospolite są natomiast mięczaki wodne reprezentowane głównie przez gatunki związane ze strefami źródeł: *Bythinella austriaca* s.lato. Fauna ta została rozpoznana w pięciu próbkach (8% analizowanego materiału) (Fig. 3–5).

Zespół z gatunkami wilgotnych lasów (WL)

Jest to malakocenoza o specyficznym składzie i strukturze. Dominującą rolę odgrywa ją w niej ceniolubne gatunki zasiedlające wilgotne, podmokłe, a nawet okresowo zalewane biotopy: *Perforatella bidentata* (Gmel.), *Perforatella vicina* (Rossm.), *Macrogastra ventricosa* (Drap.), *Vestia gulo* (E.A. Bielz.). Drugą istotną grupą są taksony typowe dla otwartych siedlisk wilgotnych: *Succinea putris* (L.), *Zonitoides nitidus* (Müll.). Zespół jest uzupełniony przez niekiedy liczne i zróżnicowane pod względem wymagań ekologicznych gatunki ceniolubne oraz formy mezofilne. Dość ważnym składnikiem asocjacji są gatunki wodne typowe dla potoków lub stref źródeł: *Bythinella austriaca* s.lato, *Pisidium personatum* Malm. jak i epizodycznych zbiorników wodnych: *Galba truncatula* (Müll.). Opisywana fauna została rozpoznana w dwóch próbkach, co stanowi 4% analizowanego materiału (Fig. 3–5).

Zespoły mięczaków rozpoznane w górnoholoceńskich martwicach wapiennych Beskidów Zachodnich charakteryzują się dużym zróżnicowaniem składu gatunkowego. W celu zobrazowania tych różnic wyliczono właściwy dla każdej próbki znormalizowany wskaźnik różnorodności zbioru (TDI) zdefiniowany przez S.W. Alexandrowicza (1987, 1999). Wartość tego wskaźnika wahać się może od 0 do 1, przy czym w przypadku zespołów jednorodnych (występuje tylko jeden gatunek) przyjmuje wartość 0, a w przypadku zespołów maksymalnie zróżnicowanych (każdy składnik zbioru jest inny) – wartość 1. Współczynnik

TDI umożliwia więc charakterystykę zespołu, jak również porównywanie zespołów między sobą. W analizowanych próbkach wartość TDI zmieniała się w bardzo szerokich granicach (od 0 do 0.99). Zestawienie wartości TDI wyliczonej dla poszczególnych próbek z liczbą taksonów w tych próbkach daje możliwość wyróżnienie czterech typów asocjacji (Fig. 6 – I).

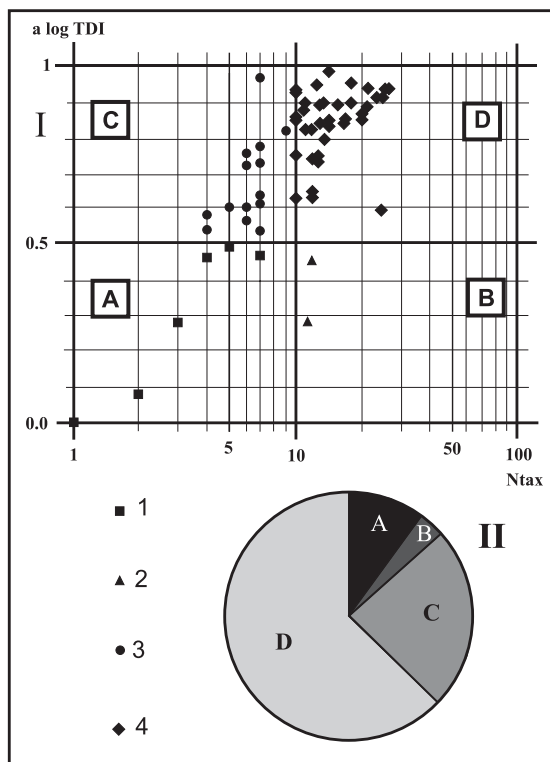


Fig. 6. Zróżnicowanie zespołów mięczaków z górnoholocenijskich martwic wapiennych w Beskidach Zachodnich: I – typy zespołów mięczaków: 1 – zespoły oligomiktyczne, kilkuskładnikowe (A); 2 – zespoły oligomiktyczne, wieloskładnikowe (B); 3 – zespoły polimiktyczne, kilkuskładnikowe (C); 4 – zespoły polimiktyczne, wieloskładnikowe (D); a log TDI – antylogarytm TDI; N_{tax} – liczba gatunków; II – udział typów zespołów

Fig. 6. Differentiation of molluscan assemblages of Upper Holocene calcareous tufa in Western Beskidy Mts: I – types of assemblages: 1 – oligomictic, less diversity assemblages (A); 2 – oligomictic multiple assemblages (B); 3 – polimictic, less diversity assemblages (C); 4 – polimictic multiple assemblages (D); a log TDI – antilogarithm TDI; N_{tax} – number of taxa; II – participation of molluscan assemblages

Typ pierwszy (typ A) obejmuje zespoły oligomiktyczne, kilkuskładnikowe charakteryzujące się niewielką liczbą taksonów i niskimi wartościami TDI. Do tego typu należą asocjacje zdominowane przez *Bythinella austriaca* s.lato i o niewielkim udziale innych gatunków mięczaków. Do typu A należy sześć próbek, co stanowi 10% całości opracowywanego materiału (Fig. 6 – I, II).

Do **drugiego typu (typ B)** należą asocjacje charakteryzujące się niskimi wartościami TDI ($TDI < 0.5$), ale stosunkowo znaczną różnorodnością gatunkową. Są to zespoły oligomiktyczne wieloskładnikowe. Ich cechą charakterystyczną jest dominacja jednego taksonu, i rzadkie występowanie kilkunastu innych gatunków mięczaków. W przypadku opisywanych asocjacji gatunkiem dominującym jest zawsze *Bythinella austriaca* s.lato, a taksonami uzupełniającymi są zazwyczaj formy cieniolutne i mezofilne. Taki zespół został stwierdzony tylko w dwóch próbkach co stanowi 3% badanego materiału (Fig. 6 – I, II).

Trzeci typ (typ C) to zespoły polimiktyczne, kilkuskładnikowe cechujące się wysokimi wartościami TDI ($TDI > 0.5$), ale mało zróżnicowanym składem gatunkowym. Są to asocjacje ubogie, o niewielkiej liczbie osobników i taksonów. Do typu C należą głównie zespoły mieszane, a także fauny charakteryzujące się stosunkowo licznym występowaniem *Bythinella austriaca* s.lato. W tym ostatnim przypadku wartość TDI nie przekracza 0.65. Asocjacje o takich cechach zostały rozpoznane w 14 próbkach (24% analizowanego materiału) (Fig. 6 – I, II).

Ostatni, **czwarty typ (typ D)** obejmuje zespoły o znacznej różnorodności gatunkowej i dużej ilości okazów (zespoły polimiktyczne, wieloskładnikowe). W skład tej grupy wchodzi głównie fauny o dominacji gatunków cieniolutnych i higrofilnych. Wartości wskaźnika TDI przekraczają, często znacznie 0.5. Asocjacje o takim charakterze zostały rozpoznane w 37 próbkach, co stanowi 63% analizowanego materiału (Fig. 6 – I, II).

	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5
C-5					1
C-4					
C-3		3	2		
C-2	4	17			
C-1	39	2			
C-5;D-5 C-3;D-3 C-3;D-2 $D_i = 7.5$ $C_i = 8.75$					
<i>Bythinella austriaca</i> <i>Cochlicopa lubrica</i> <i>Succinea putris</i> <i>Perforatella vicina</i> <i>Vitrea diaphana</i> <i>Carychium minimum</i>					

Fig. 7. Struktura stałości i dominacji malakofauny górnoholoceńskich martwic wapiennych w Beskidach Zachodnich: *C* – stałość; *D* – dominacja; C_i – znormalizowany współczynnik stałości (wg S.W. Alexandrowicza 1999); D_i – znormalizowany współczynnik dominacji (wg S.W. Alexandrowicza 1999)

Fig. 7. Structure of constancy and domination of malacofauna of Upper Holocene calcareous tufa in Western Beskidy Mts: *C* – constancy; *D* – domination; C_i – normalized index of constancy (based on S.W. Alexandrowicz 1999); D_i – normalized index of domination (based on S.W. Alexandrowicz 1999)

Wskaźniki stałości (C) i dominacji (D) zostały obliczone w odniesieniu do całej badanej fauny. Ich wyliczenie umożliwia określenie najbardziej typowych taksonów, czyli takich, które osiągają najwyższe klasy C i D . Najbardziej charakterystycznym gatunkiem jest *Bythinella austriaca* s.lato charakteryzująca się dużą stałością (typ $C=5$) i dominacją (typ $D=5$). Oznacza to, że wspomniany takson występuje w ponad 80% próbek i stanowi ponad 20% całego analizowanego materiału muszlowego (Fig. 7). Wysokie klasy stałości i dominacji osiągają także *Cochlicopa lubrica* (Müll.) i *Succinea putris* (L.) ($C=3$ i $D=3$) oraz *Perforatella vicina* (Rossm.), *Vitrea diaphana* (Stud.) i *Carychium minimum* Müll. ($C=3$, $D=2$). Sześć wymienionych powyżej taksonów to najbardziej charakterystyczne składniki zespołów górnoholoceńskich martwic wapiennych Beskidów Zachodnich. Pozostałe 62 taksony osiągają niskie wartości C i D (klasy 1 i 2) (Fig. 7). Stanowią one elementy akcesoryczne i uzupełniające (Fig. 8).

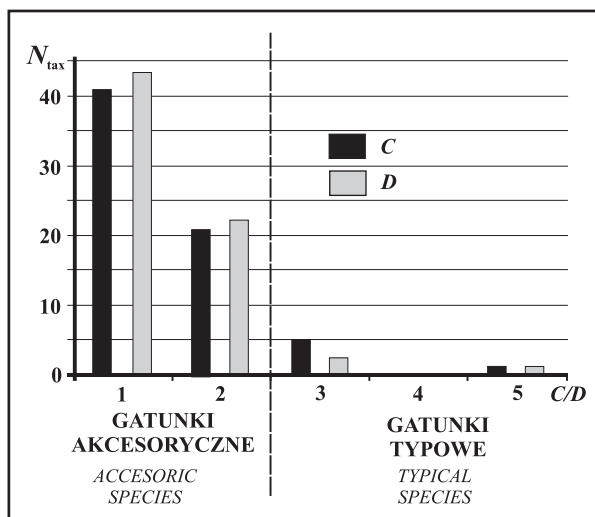


Fig. 8. Klasy stałości i dominacji: C – stałość; D – dominacja; N_{tax} – liczba taksonów

Fig. 8. Constancy and domination classes: C – constancy; D – domination; N_{tax} – number of taxa

Fauna górnoholoceńskich martwic wapiennych Beskidów Zachodnich cechuje się bardzo znacznym zróżnicowaniem. Świadczą o tym bardzo niskie wartości znormalizowanych współczynników stałości ($C_i = 8.75$) i dominacji ($D_i = 7.5$) (Fig. 7) (S.W. Alexandrowicz 1999).

PODSUMOWANIE

Górnoholoceńskie martwice wapienne są pospolicie, choć punktowo występującym typem osadów na obszarze Beskidów Zachodnich. Opisywane profile zazwyczaj są reprezentowane przez twarde trawertyny oraz przez luźne zwykle grubogruźlowate odmiany martwic występujące jako warstwy lub soczewki, albo też wypełniające niewielkie nisze

w obrębie trawertynów. Martwice gruzłowate często zawierają mniej lub bardziej bogate i urozmaicone zespoły mięczaków.

Górnoholoceńskie martwice wapienne najczęściej tworzą się w pobliżu źródeł, szczególnie często w strefach wypływu wód zmineralizowanych typu szczawy. Analizowane profile bardzo znacznie różnią się litologią. Możliwe jest tu jednak wydzielenie trzech odmian. Pierwsza z nich to typowo rozwinięte martwice przyróżdłowe utworzone głównie z trawertynów. Udział luźnych odmian jest tu zazwyczaj bardzo niewielki i ogranicza się zaledwie do wypełnień niewielkich nisz lub płytkich szczelin. Omawiana odmiana martwic cechuje się obecnością bardzo ubogich zespołów mięczaków z dominującym udziałem *Bythinella austriaca* s.lato. Podobny typ osadów węglanowych występuje także w dolinach rzecznych w pobliżu wodospadów. Drugą odmianą są stożki martwicowe akumulowane na stokach i w krawędziach terasowych. Powstają one zazwyczaj nieco dalej od miejsc wypływu wód i charakteryzują się znacznie większym udziałem martwic gruzłowatych. Miąższość profili może dochodzić nawet do kilkudziesięciu centymetrów. Zespoły mięczaków stwierdzone w omawianej odmianie są zazwyczaj bogate i zawierają wiele gatunków. Dominującą rolę odgrywają w nich taksony cieniolutne reprezentujące zarówno siedliska suche, jak i wilgotne oraz formy mezofilne. Ostatni typ stanowią martwice wytrącane w niewielkich, często okresowych zbiornikach wodnych tworzących się w strefach źródeł. Występują tu głównie luźne odmiany martwic, szczególnie drobnogruzłowate, a czasem także pylaste. Niekiedy obecne są także wkładki torfów. Malakofauna jest zazwyczaj dość bogata, o znacznym udziale gatunków wilgociolubnych, którym towarzyszą formy wodne typowe dla okresowych zbiorników wodnych.

Jak wynika z obserwacji przeprowadzonych na terenie Podhala (Mastella 1975) i okna tektonicznego Mszany (Gruszczyński & Mastella 1986), martwice przyróżdłowe są często częściowo lub całkowicie niszczone, po czym odtwarzają się w tym samym miejscu. Stąd też zawarte w nich malakocenozy reprezentują bardzo krótki przedział czasowy obejmujący najwyżej kilka lat. W znacznie mniejszym stopniu są niszczone martwice budujące stożki na terasach oraz wypełniające zagłębienia. Obydwie odmiany mogą reprezentować dłuższy przedział czasu. W niektórych przypadkach możliwe jest prześledzenie następstwa zespołów mięczaków w profilu pionowym, które odzwierciedlają zmiany środowiska związane bądź to z czynnikami naturalnymi, bądź to z działalnością człowieka w czasie depozycji osadów.

Analiza malakologiczna pozwoliła na wydzielenie czterech typów i trzech podtypów zespołów mięczaków. Najliczniej występują zespoły o znacznym udziale gatunków cieniolutnych oraz zespół wodny cechujący się licznym występowaniem charakterystycznego dla stref źródeł, stenotopowego taksonu *Bythinella austriaca* s.lato. Ta ostatnia asocjacja jest najbardziej typowa dla martwic przyróżdłowych. Wyróżnione malakocenozy mogą na poszczególnych stanowiskach mieć odmienny skład gatunkowy, podczas gdy struktura ekologiczna nie wykazuje bardzo istotnych odmienności. Wiąże się to z silnym wpływem warunków lokalnych. Wydzielone i scharakteryzowane zespoły fauny w dużym stopniu odzwierciedlają cechy środowiska, w którym zachodzi sedymentacja martwic. W analizowanym materiale przeważają asocjacje polimiktyczne, wieloskładnikowe, cechujące się znaczną różnorodnością gatunkową. Takie fauny są najczęściej reprezentowane także w martwicach związanych z holocenem i późnym glacialem i były opisywane na podstawie obserwacji bardzo dużej liczby stanowisk zarówno w Karpatach (S.W. Alexandrowicz 1984, 1994,

S.W. Alexandrowicz & Z. Alexandrowicz 1998, 1999, S.W. Alexandrowicz & Gerlach 1983, S.W. Alexandrowicz & Chmielowiec 1992, W.P. Alexandrowicz 1997, 2001, 2003, 2004), jak i na obszarze wyżyn środkowopolskich (S.W. Alexandrowicz 1983, W.P. Alexandrowicz 2004). W kilku próbkach stwierdzone zostały zespoły oligomiktyczne. Ich cechą charakterystyczną jest niewielka różnorodność gatunkowa i bardzo liczne występowanie jednego taksonu. W przypadku analizowanych osadów tym dominującym gatunkiem jest zawsze *Bythinella austriaca* s.lato. Prawdopodobnie ta została stwierdzona wyłącznie w martwicach z rejonu Karpat (S.W. Alexandrowicz 1984, W.P. Alexandrowicz 1997, 2004).

Najbardziej charakterystycznym taksonem występującym we współcześnie wytrącanych i późnoholoceńskich martwicach wapiennych Beskidów Zachodnich jest *Bythinella austriaca* s.lato. Forma ta pojawia się w ogromnej większości próbek, często bardzo licznie. Jest to ślimak wodny, stenotopowy, zasiedlający strefy źródeł o stałej temperaturze i lekko alkaicznym odczynie, a także szybko płynące potoki górskie (Piechocki 1979). *Bythinella austriaca* s.lato pojawia się natomiast bardzo rzadko w martwicach związanych ze środkowym i dolnym holocenem, a także z późnym glaciałem (W.P. Alexandrowicz 2004). Powody tej sytuacji są trudne do jednoznacznego zinterpretowania. Z jednej strony omawiana forma ma bardzo cienką i delikatną skorupkę i jest prawdopodobnie łatwo usuwana z osadu w wyniku chemicznego rozpuszczania lub mechanicznego niszczenia. Z drugiej strony *Bythinella austriaca* s.lato występuje głównie w osadach akumulowanych w bezpośrednim sąsiedztwie źródeł. Utwory te, zwłaszcza luźne odmiany martwic, są łatwo niszczone i prawdopodobnie nie zachowują się w stanie kopalnym.

Badania nad zespołami mięczaków występującymi w górnoholoceńskich martwicach wapiennych mają istotne znaczenie dla analiz osadów kopalnych o podobnej genezie, zwłaszcza związanych z górnym plejstocenem. Można stwierdzić, że każda martwica kopalna była kiedyś martwicą „współczesną”. Z przeprowadzonych badań wynika, że tylko stożki martwicowe tworzące się na połączonych stokach i przy krawędziach teras oraz osady wypełniające płytkie, silnie zarośnięte i często okresowo tylko wypełnione wodą zagłębienia mają szansę zachować się przez dłuższy czas, podczas gdy utwory deponowane przy źródłach reprezentują tylko bardzo krótkie interwały czasowe i są szybko niszczone. Masowa obecność *Bythinella austriaca* s.lato jest charakterystyczna i wskaźnikowa dla współcześnie wytrącanych martwic wapiennych, których wiek nie przekracza kilku lat. Z tego punktu widzenia forma ta może być wykorzystywana jako wskaźnik wieku osadów.

Odmiernym zagadnieniem jest ocena możliwości zachowania się współcześnie wytrącanych martwic wapiennych przez dłuższe okresy, sięgające kilku, a nawet kilkunastu tysięcy lat. Z zebranego materiału oraz danych uzyskanych na podstawie studiów literaturowych i informacji ustnych wynika, że liczba stanowisk martwic na terenie Beskidów Zachodnich przekracza, prawdopodobnie znacznie, sto. Na tym samym obszarze znane są zaledwie dwa stanowiska osadów starszych. Pierwszym z nich jest martwica w Świątnikach Górnych datowana metodą radiowęglą na 2900 ± 100 lat BP (Gd-2636) (S.W. Alexandrowicz 1994, W.P. Alexandrowicz 2004). Drugie stanowisko to kilka wystąpień osadów węglanowych na zboczach Góry Parkowej w Krynicy datowanych na okres od około 12 000 do 2000 lat BP (S.W. Alexandrowicz & Z. Alexandrowicz 1998, 1999). Z tego bardzo ogólnego zestawienia wynika, że możliwości zachowania się martwic wapiennych przez długi czas są bardzo niskie.

Badania nad malakofauną górnoholoceńskich martwic wapiennych były prowadzone w ramach umowy badań statutowych AGH nr 11.11.140.560.

LITERATURA

- Alexandrowicz S.W., 1983. Malacofauna of the Holocene calcareous sediments of the Cracow Upland. *Acta Geologica Polonica*, 33, 1–4, 117–158.
- Alexandrowicz S.W., 1984. Zespoły malakofauny w czwartorzędowych osadach polskich Karpat. *Biuletyn Instytutu Geologicznego*, 346, 187–205.
- Alexandrowicz S.W., 1987. Analiza malakologiczna w badaniach osadów czwartorzędowych. *Geologia* (kwartalnik AGH), 12, 1–2, 3–240.
- Alexandrowicz S.W., 1999. Tanatocenozy muszlowe w rzeczonym środowisku sedimentacyjnym – metody badań i interpretacji. *Geologia* (kwartalnik AGH), 25, 3, 211–295.
- Alexandrowicz S.W. & Alexandrowicz Z., 1998. Osuwisko na Górze Parkowej w Krynicy – osady, malakofauna i fazy rozwoju. *Geologia* (kwartalnik AGH), 24, 4, 341–402.
- Alexandrowicz S.W. & Alexandrowicz Z., 1999. Recurrent Holocene landslides: a case study of the Krynica landslide in the Polish Carpathians. *The Holocene*, 9, 1, 91–99.
- Alexandrowicz S.W., Alexandrowicz W.P., Krapiec M. & Krapiec E., 1997. Zmiany środowiska południowej Polski w okresie historycznym. *Geologia* (kwartalnik AGH), 23, 4, 339–387.
- Alexandrowicz S.W. & Chmielowiec S., 1991. Late Vistulian and Holocene molluscan assemblages of the Bochnia Foothill near Gdów (Southern Poland). *Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Earth Sciences*, 40, 2, 165–176.
- Alexandrowicz S.W. & Gerlach T., 1983. Holocene travertine from Moszczenica near Bochnia. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 16, 83–97.
- Alexandrowicz W.P., 1997. Malakofauna osadów czwartorzędowych i zmiany środowiska naturalnego Podhala w młodszym vistulianie i holocenie. *Folia Quaternaria*, 68, 7–132.
- Alexandrowicz W.P., 2001. Late Vistulian and Holocene molluscan assemblages from calcareous tufa at Ostrysz Hill (Podhale Basin). *Folia Malacologica*, 9, 3, 159–169.
- Alexandrowicz W.P., 2003. Odsłonięcie martwic wapiennych w Gliczrowie na Podhalu. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą*, 59, 3, 17–31.
- Alexandrowicz W.P., 2004. Molluscan assemblages of Late Glacial and Holocene calcareous tufas in Southern Poland. *Folia Quaternaria*, 75, 3–309.
- Chafetz H.S. & Folk R.L., 1984. Travertines: depositional morphology and the bacterially controlled constituents. *Journal of Sedimentary Petrology*, 54, 289–316.
- Falniowski A., 1987. Hydrobioidea of Poland (Prosobranchia: Gastropoda). *Folia Malacologica*, 1, 9–122.
- Gruszczyński M. & Mastella L., 1986. Martwice wapienne na obszarze okna tektonicznego Mszany Dolnej. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 56, 117–131.

- Iron G. & Müller G., 1968. Mineralogy, petrology and chemical composition of some calcareous tufa from the Schwabische Alb, Germany. W: Müller G. & Friedman G.M. (Eds), *Recent developments of carbonate sedimentology in central Europe*, Springer Verlag, 157–171.
- Kovanda J., 1971. Kvaterni vapence Československa. *Antropozoikum*, 7, 5–236.
- Ložek V., 1959. Kvatérni travertiny Československa. *Časopis pro mineralogie a geologie*, 4, 1, 85–90.
- Ložek V., 1961. Travertines. W: Quaternary deposits of Czechoslovakia, *Prace Institutu Geologicznego*, 34, 81–86.
- Ložek V., 1963. Pěnovec – nový název pro sypké a pólopečné travertiny. *Československý Kras*, 14, 113.
- Ložek V., 1964. Quartärmollusken der Tschechoslovakei. *Rozprawy Ustředního Ústavu Geologického*, 31, 3–374.
- Małecka D., 1973. Analiza związków hydraulicznych środkowego Podhala na tle budowy geologicznej regionu. *Biuletyn Geologiczny Uniwersytetu Warszawskiego*, 15, 87–147.
- Mastella L., 1975. Tektonika fliszu we wschodniej części Podhala. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 45, 3–4, 361–401.
- Pentecost A., 1991. Calcifications process in algae and cyanobacteria. W: Riding R. (Ed.), *Calcareous Algae and Stromatolites*, Springer, 3–20.
- Piechocki A., 1979. Mięczaki (*Mollusca*). Ślimaki (*Gastropoda*). *Fauna Słodkowodna Polski*. PWN, Warszawa – Poznań, 7, 7–187.
- Szulc J., 1983. Geneza i klasyfikacja wapiennych osadów martwicowych. *Przegląd Geologiczny*, 31, 4, 231–237.
- Szulc J., 1984. *Sedymentacja czwartorzędowych martwic wapiennych Polski południowej*. Instytut Nauk Geologicznych UJ, 1–157 (praca doktorska).
- Viles H.A. & Goudie A.S., 1990. Tufas, travertines and allied carbonate deposits. *Progress in Physical Geography*, 14, 1, 19–39.

Summary

Upper Holocene calcareous tufa occur commonly in whole area of Western Beskidy Mts. These sediments are deposited mainly near springs. Three types of occurrence of calcareous tufa can be distinguished. The first one is represented by calcareous encrustations on pebbles and on base-rock (Fig. 1A – a), calcareous clusters (Fig. 1A – b), calcareous encrustations on plants (Fig. 1A – c) and as calcareous covers (Fig. 1 – d). The second type include sediments deposited in small, sometimes temporary water bodies with rich plant vegetation (Fig. 1B). Calcareous tufa accumulated on terraces or on flat slopes belongs to the last type (Fig. 1C). Calcareous sediments found in Western Beskidy Mts. are composed mainly of hard, strongly porous travertines. In numerous localities granular type of the described deposits were found. Such sediments frequently contain more or less rich and differentiated assemblages of molluscs. In the area of Western Beskidy Mts. 33 localities of

molluscs-bearing calcareous tufa were found (Fig. 2). The analyzed material includes 59 samples. More than 4500 specimens belonging to 68 species of snails and bivalves were determinate. Standard method on malacological investigations described by Ložek (1964) and S.W. Alexandrowicz (1987, 1999) were applied.

Upper Holocene calcareous tufa comprise very diversified malakocenoses. Their composition and structure are closely connected with depositional environment. In the analyzed material four types and three subtypes of molluscan communities can be distinguished (Fig. 3).

- Assemblage with species inhabiting spring zones (ZR) – very common occurrence of stenotopic snail *Bythinella austriaca* s.lato is a typical feature of this fauna. The mentioned taxa constitutes from 60 up to 95% of the community. In some sites it is the only mollusks. This species is usually accompanied by *Pisidium personatum* Malm. The described fauna includes also rare representatives of land snails, mainly preferring moist habitats. Assemblage with species inhabiting spring zones have been indentified in 25 samples (42% of analyzed material) (Figs 3, 5). Such malacocenoses is typical for calcareous tufa accumulated near springs.
- Assemblage with higrophile species (WP) – the fauna is dominated by land snails inhabiting humid or even marshy biotopes, open (*Succinea putris* (L.)) or shady ones (*Perforatella vicina* (Rossm.)). Water molluscs, mainly *Bythinella austriaca* s.lato occur commonly, while forest and mesophile species are relatively rare. The described community was noted in five samples (9% of analyzed material) (Figs 3, 5). This community is characteristic for tufas deposited in small water bodies.
- Mixed assemblage (MIX) – near equal participation of water, higrophile and shade-loving species is typical for this fauna. Community in question was found in seven samples (12% of material) (Figs 3, 5). Mixed assemblage occur in sediments accumulated both on slopes and in small water bodies.
- Assemblage with shade-loving and catholic snails (LZ) – three types of this rich and usually strongly differentiated fauna can be distinguished. All of them appear in calcareous tufa deposited on terrace surfaces or on flat slopes (Figs 3–5). Three subtypes of molluscan communities can be distinguished in this fauna.
 - Assemblage with forest and bushes species (LE) – the abundant and diversified fauna is strongly dominated by shade-loving species. The second important element constitute catholic snails of wide ecological tolerance. Reaming ecological groups of mollusks occur rarely. Described fauna have been recognized in 15 samples (25% of whole analyzed material) (Figs 3–5).
 - Assemblage with mesophile (catholic) species (ME) – land snails of wide ecological tolerance are the main component of this community. They are accompanied by snails living in forests and bushes. A small number of water and higrophile taxa is usually noted. Fauna abounded in mesophile species was found in five samples (9% of material) (Figs 3–5).
 - Assemblage with species inhabiting moist forests (WL) – it was found only in two samples (4% analyzed material). This community is poor and contains mainly taxa typical for shade and moist habitats (*Perforatella vicina* (Rossm.)) accompanied by forest, mesophile and higrofile species. Water snails occur commonly (Figs 3–5).

The taxon diversity index (TDI) was calculated for each sample. The values of this index changed from 0.0 to 0.99. Four types communities can be distinguished. The first one (type A) is characterized by poor fauna with (less than 10 species) and low TDI value (0.0–0.5). Mentioned community is always dominated by *Bythinella austriaca* s.lato. This is oligomictic, less diversity assemblage (Fig. 6). Relatively rich malacocenoses (more than 10 taxa), but TDI value (0.0–0.5) is typical for the second type of fauna (B – oligomictic multiple assemblage). Numerous taxa (more than 10) and low TDI value is characteristic for polymictic, less diversity assemblage (C). Majority samples belongs to the last type of fauna (D – polymictic multiple assemblage). It is characterized by rich assemblages (more than 10 species) and high TDI values (0.5–0.99) (Fig. 6). Particular types of communities appear with different frequency (Fig. 7).

According to calculated indices of constancy (C) and domination (D) six species are be indicated as main components of assemblages described from Upper Holocene calcareous tufa in Western Beskidy Mts: *Bythinella austriaca* s.lato (C=5, D=5), *Cochlicopa lubrica* (Müll.) and *Succinea putris* (L.) (C=3, D=3) as well as *Perforatella vicina* (Rossm.), *Vitrea diaphana* (Stud.) and *Carychium minimum* Müll. (C=3, D=2). The first mentioned can be regarded the most typical snail for described sediments. It was noted in 80% samples and constitute more than 20% of all specimens. On the other hand 62 taxa is characterized by low values of C/D indices (C and D=1 or 2). These species are accessory ones. Low values of normalized index of constancy (C_i) and domination (D_i) (respectively 8.75 and 7.5) indicate very strong diversity of assemblages (Figs 7, 8).

Upper Holocene calcareous tufa deposited near springs usually contains poor molluscan assemblages dominated by *Bythinella austriaca* s.lato. Such sediments are partly or even completely destroyed during floods, and then accumulated again in the same places. They represents short periods, maximum several years. From this reason assemblages with numerous shells of *Bythinella austriaca* s.lato can be regarded as stratigraphical factor for youngest deposits. The mentioned taxa is practically absent in calcareous tufa connected with Middle and Lower Holocene as well as with Late Glacial (W.P. Alexandrowicz 2004). Fresh water carbonate deposits accumulated in small water bodies or on terraces and slopes usually represents largest time span. In Western Beskidy Mts. Upper Holocene calcareous tufa occur commonly. On the other hand in this area only two localities of similar deposits of Middle and Lower Holocene and Late Glacial age have been described till now (S.W. Alexandrowicz 1994, S.W. Alexandrowicz & Z. Alexandrowicz 1998, 1999, W.P. Alexandrowicz 2004). These observation indicate that only very limited number recently accumulated calcareous tufa survive next 1000 years. Malacofaunal analyzes of Upper Holocene calcareous tufa has a big meaning for palaeogeographical and palaeoecological studies on older similar deposits.