

Subfosílna spoločenstvá pakomárov (Diptera: Chironomidae) v sedimentoch horských jazier ako doklad histórie znečisťovania ovzdušia

P. BITUŠÍK

Katedra biológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene, Masarykova 24, 960 53 Zvolen, Slovenská republika, e-mail: bitusik@uvv.tuzvo.sk

Abstract. In 1993 Slovakia started to participate on the international program AL:PE (Acidification of Mountain Lake: Paleolimnology and Ecology) with the primary purpose of evaluation of glacial lake research possibilities on analyses of atmospheric pollution. Following AL:PE, project MOLAR (Mountain Lakes Research) had the main objective to utilize the gain data and knowledge on analyses of climate change and oscillation. Midge (Chironomidae) represent one of the dominant systematic groups of the lake bottom fauna. They have been used as paleoecological indicators of eutrophication, acidification, climate change, and paleoproductivity. Two model sites, Starolesnianske pleso (glacial lake) and Nižné Terianske pleso, were selected to study midge assemblages in the lake sediments. Samples of profundal zone sediments were taken in October 1993 by Glew's method. Sediments width varied between 13.5–18.5 cm. They were dated by radionuklide method and chemically analyzed to stratify subfossil assemblages. In total, 16 samples were analyzed. Determination of the body fragments was mostly possible only into the level of genus. 3–5 taxa were determined in individual samples. The oldest layers had highest species richness and evenness, yet lower total abundance of head fragments. In the latest sample (layer), only single midge species, *Tanytarsus gregarius*, was detected. In contrast, three other species except *T. gregarius* were determined in the recent samples. Decline of species richness from oldest toward youngest samples was described in both studied lakes. Species of genus *Tanytarsus* dominated in the samples. *Heterotrissocladius marcidus* group found in all layers except the latest. A statistical relation between *Tanytarsus gregarius* and *T. lugens* was applied as an indicator of water quality and ecosystem change. The recent samples and upper layers were dominated by *Tanytarsus gregarius*. Its abundance starts to decline in the layer 3.25–3.5 cm, whereas they absented in the layer 5.0–5.5 cm and deeper. In deeper sediments *Tanytarsus lugens* dominated over *T. gregarius*. The critical time point of the species exchange

is the period 1900–50. Concentrations of coal particulates started to increase during this period as the result of atmospheric pollution. The trends of lake contamination were similar to the other observed lakes in Europe. In fact, the contamination was 15–20 × higher in comparison to Norway lakes, 2–3 × higher than lakes in Tyrolean Alps, French Pyrenees, and Scotland. High increase of the particulate concentration peaked around 1990 that corresponds to the peak of industrial development in the central and eastern European countries. In addition, drastic changes in the assemblage structure were observed in the layer 7.0–7.5 cm corresponding to the period around 1850. It is much more difficult to explain the absence of genera *Corynoneura*, *Eukiefferiella*, and *Psectrocladius*. It could have been caused by other factors e.g. stream flow through the lake that might have had significant effect in the case of shallow Starolesnianske pleso.

Key words: hydrobiology, makrozoobenthos, midge, Chironomidae, climate change, acidification, glacial lakes, the High Tatras Mts.

Od roku 1993 začalo Slovensko participovať na medzinárodnom programe AL:PE (Acidification of Mountain Lakes: Palaeolimnology and Ecology), hlavným cieľom ktorého bolo poznanie ekosystémov vysokohorských jazier zvlášť s ohľadom na možnosti ich využitia v indikácii znečistenia ovzdušia a jeho sprievodných vplyvov.

Súčasnou výskumnou časťou programu bola aj analýza chitínových zvyškov lariev pakomárov, ktoré predstavujú spoločne s máločetnými avcami dominantnú zložku fauny dna jazier. Zachovalé zvyšky lariev pakomárov (hlavové kapsuly) sa využívajú na ako paleoekologické indikátory zvlášť od 50-tych rokov 20. storočia. Využívajú sa na sledovanie paleoproduktivity jazerných ekosystémov, na hodnotenie antropogénnej eutrofizácie a acidifikácie, ale aj klimatických zmien (Walker 1987). Projekt AL:PE získava z analýzy subfosílnych zvyškov pakomárov cenné informácie o zmenách trofie sledovaných jazier, ktoré zvyčajne bývajú spojené s počiatočnými fázami acidifikácie. Projekt MOLAR (Mountain Lakes Research), ktorý nadväzuje na AL:PE má za cieľ využiť výsledky týchto analýz pri interpretácii efektov klimatických oscilácií. Na slovenskej strane Vysokých Tatier boli ako modelové systémy pre tieto projekty vybrané Starolesnianske a Nižné Terianske pleso.

Sedimenty boli odobrané v októbri 1993 z profundálu Starolesnianskeho plesa pracovníkmi University College London pomocou Glewovho odberového zariadenia (Glew 1989) z najhlbšej časti jazera (3 - 3,5 m). Hrúbka získaného sedimentu bola 13,5 - 18,5 cm. Sedimenty boli rádiometricky datované, chemicky analyzované a využité pre hodnotenie stratigrafie subfosilných spoločenstiev rozsievok. Analýzy subfosilných pakomárov neboli súčasťou tejto etapy výskumu, vrstvy sedimentu však boli poskytnuté autorovi na tento účel.

Predbežná správa o výsledkoch tejto analýzy bola už publikovaná (Bitušík 1994).

Celkovo bolo analyzovaných 16 vzoriek (vrstiev) sedimentov až do hĺbky 16 cm. Počet získaných hlavových kapsúl v jednotlivých vrstvách, ako aj počet determinovaných taxónov je uvedený v Table 1. Determinácia subfosilného materiálu má isté úskalia spôsobené tým, že väčšina štruktúr na hlavových kapsulách nesúcich determináčnne znaky chýba. Preto je často možné determinovať materiál len na úroveň rodov, resp. skupín druhov. V prípade rodu *Tanytarsus* bolo možné vykonať spoľahlivejšiu determináciu len ak boli na hlavových kapsulách mandibuly. Vtedy bolo možné pomerne spoľahlivo odlišiť formy "gregarius" od "lugens". Ak mandibuly chýbali, materiál bol zaradený ako "*Tanytarsus* indet", hoci väčšinou bolo zrejme, o ktorú z týchto dvoch foriem ide: spoločne sa obe formy vyskytovali len v troch vrstvách (Table 1).

Počet determinovaných taxónov má relatívne vyrovnaný priebeh v celom subfosilnom zázname. Zvyčajne sa v jednotlivých vrstvách podarilo determinovať 3 - 5 taxónov, jednako však najstaršie vrstvy obsahovali najvyšší počet taxónov pri súčasne relatívne nízkom počte nájdených hlavových kapsúl. V najmladšej analyzovanej vrstve bola zaznamenaná prítomnosť len jedného taxónu. Z odberov recentného materiálu lariev je však zrejme, že spoločne s *T. gregarius* osídľuje profundálne sedimenty aj *Procladius* (H.)

cf. *crassinervis* a *Heterotrissocladius marcidus*, výnimočne sa nájdu aj larvy *Zalutschia tetrica*. Pokles počtu taxónov smerom k najmladším vrstvám bol typickým javom vo všetkých jazeroch sledovaných v rámci projektu AL:PE (Wathne, Patrick *et al* 1993) a na tento trend sa poukazuje najmä v súvislosti s acidifikáciou (Raddum and Saether 1981, Renberg *et al* 1990, Brodin and Gransberg 1993).

Dominantným taxónom profundálnych spoločenstiev počas celého sledovaného obdobia boli larvy rodu *Tanytarsus*. Stabilnou súčasťou spoločenstva sú larvy *Heterotrissocladius marcidus* group (Table 1). V recentnom materiáli dominujú v profundáli larvy *Tanytarsus gregarius* (Bitušík unpubl.) a larvy tejto formy sa vyskytujú aj vo vrchných vrstvách sedimentov. Ich početnosť sa začína znižovať vo vrstve 3,25 - 3,5 cm a od vrstvy 5,0 - 5,5 cm vrátane, sa v sedimentoch už nevyskytovali. V hlbších sedimentoch ich nahrádzajú larvy skupiny *lugens*. Obe skupiny sa vyskytovali spoločne len vo vrstvách od 2,0 do 4,5 cm, pričom početnosť *gregarius* sa smerom k povrchu zvyšovala a *lugens* naopak znižovala. V recentných vrstvách už *T. lugens* group chýba. Zdá sa tiež, že v minulom storočí a až do obdobia pred 2. svetovou vojnou boli pravidelnou súčasťou profundálnych spoločenstiev tiež bližšie nedeterminovateľné druhy rodov *Micropsectra* a *Paratanytarsus*. Pre hodnotenie kvality prostredia je veľmi dôležitým ukazovateľom vzájomný pomer oboch druhov rodu *Tanytarsus*. Larvy skupiny *lugens* sú totiž považované za citlivé k nízkemu pH prostredia (znášajú pH vyššie, než 5) (Fjellheim and Raddum 1990) (Table 1, Fig. 1).

Kritickým obdobím, v ktorom došlo k postupnej výmene jednej formy druhou, je úsek medzi začiatkom 20. storočia a povojnovým obdobím. Do tejto časovej periódy spadá aj začiatok zvyšovania koncentrácie uhoľných častíc v sedimentoch ako dôsledku znečisťovania ovzdušia spaľovaním fosilných palív. Schéma vývoja záťaže je podobná,

Hĺbka sedimentu (cm)	0,25 0,75	1,0 1,25	2,0 2,5	3,25 3,5	4,0 4,5	5,0 5,5	6,0 6,5	7,0 7,5	8,0 9,0	9,0 10,0	10,0 11,0	11,0 12,0	12,0 13,0	13,0 14,0	14,0 15,0	15,0 16,0
<i>Procladius</i> sp.	-	2	1	-	-	-	6	-	-	-	4	-	-	-	1	5
<i>Corynoneura</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1
<i>Eukiefferiella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
<i>Heterotrissocladius</i> cf. <i>marcidus</i>	-	8	6	2	3	1	4	1	1	4	14	1	3	2	3	4
<i>Psectrocladius limbatellus</i> gr.	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	2	1
<i>Micropsectra</i> sp.	-	-	-	-	1	1	-	5	1	7	6	1	8	3	-	1
<i>Paratanytarsus</i> sp.	-	-	-	-	-	2	4	1	6	1	2	5	1	-	1	-
<i>Tanytarsus lugens</i> gr.	-	-	2	6	13	30	21	118	41	118	65	91	101	55	39	27
<i>Tanytarsus geragarius</i> gr.	14	24	17	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tanytarsus</i> indet.	-	22	16	19	80	44	31	142	71	165	105	143	183	44	39	46
Počet jedincov	14	56	42	28	99	76	64	272	115	300	197	238	302	105	85	8
Počet taxónov	1	3	3	4	3	3	4	5	4	4	7	4	6	4	5	7

Table 1. Prehľad taxónov pakomárov zistených v sedimentoch Starolesnianskeho plesa.

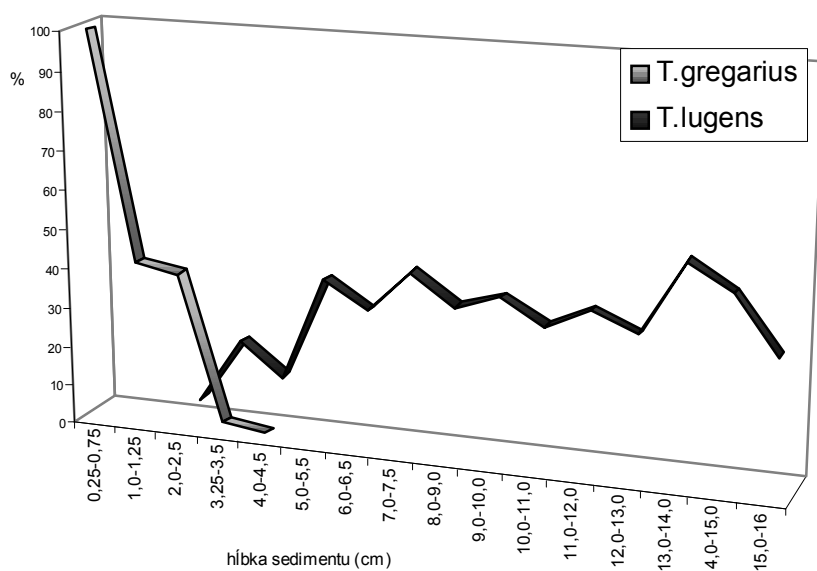


Fig. 1. Zmeny relatívnej početnosti dvoch dominantných taxónov Chironomidae vo vrstvách sedimentov Starolesnianskeho plesa.

ako v ostatných sledovaných jazerách Európy a jej rozsah je 15 – 20x vyšší, než majú sledované jazerá v Nórsku a 2 – 3x vyšší, než modelové jazerá v Tirolských Alpách, francúzskych Pyrenejách a Škótsku (Wathne and Patrick 1993). Nie je prekvapujúce, že rýchly nárast koncentrácie uhoľných častíc s vrcholom okolo roku 1990 sa vcelku dobre zhoduje s povojnovým rozvojom priemyslu na Slovensku i susedných bývalých socialistických krajinách.

Z materiálu sa však dá usudzovať, že povojnové obdobie nebolo jediným, ktoré zanechalo na profundálnej faune svoj vplyv. Subfosilný záznam ukazuje, že približne do polovice minulého storočia (vrstva 7,0 – 7,5 cm) boli viac – menej pravidelnou súčasťou spoločenstiev tiež druhy rodov *Corynoneura*, cf. *Eukiefferiella* a *Psectrocladius limbatellus* gr. Špecifikovať príčiny ich vymiznutia je však oveľa ťažšie, než v predchádzajúcom prípade. Výskyt druhov rodu *Psectrocladius* zo skupiny *limbatellus* v sedimentoch sa spája s acidifikáciou no ich spoločný výskyt s *T. lugens* group, ale aj druhmi rodu *Eukiefferiella* a *Corynoneura* (citlivé na zníženie pH) prakticky vylučuje existenciu nízkeho pH jazerej vody v tomto období (dystrofné podmienky). Druhovú skladbu chironomidofauny však mohli v minulosti ovplyvňovať iné faktory. Poukazuje sa na významný vplyv sedimentačného procesu (stabilita sedimentov, vzájomný pomer organickej a anorganickej zložky sedimentov) (Warwick 1989). V súvislosti so Starolesnianskym plesom je možný efekt prietochnosti jazera, ktorý sa pri jeho malej hĺbke mohol výraznejšie uplatňovať.

Literatúra

- Bitušik, P. 1994: A preliminary report of responses of subfossil chironomids (Diptera: Chironomidae) in the Lake Starolesnianske pleso (The High Tatra Mts., Slovakia) to acidification of lake water. Zbor. X. Limnol. konf., Stará Turá, 29-33.
- Brodin, Y.-W. and Gransberg, M. 1993: Responses of insects, especially Chironomidae (Diptera) and mites to 130 years of acidification in a Scottish lake. *Hydrobiologia*, **250**: 201-212.
- Fjellheim, A. and Raddum, G.R. 1990: Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *The science of Total Environment*, **96**: 57-66.
- Glew, J.R. 1989: A new trigger mechanism for sediment samplers. *J. Paleolimnol.*, **2**: 241-243.
- Raddum, G.G. and Saether, O.A. 1981: Chironomid communities in Norwegian lakes with different degrees of acidification. *Verh. int. Verein. Limnol.*, **21**: 399-405.
- Renberg, I., Brodin, Y.-W., Cronberg, G., El-Daoushy, F., Oldfield, F., Rippey, B., Sandoy, S., Wallin, J.-E. and Wik, M. 1990: Recent acidification and biological changes in Lilla Orosjon, southwest Sweden, and the relation to atmospheric pollution and land-use history. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.*, **327**: 391 - 396.
- Walker, I. 1987: Chironomidae (Diptera) in paleoecology. *Quart. Sci. Rev.*, **6**: 29-40
- Warwick, W.F. 1989: Chironomids, lake development and climate: a commentary. *J. Paleolimnol.*, **2**: 15-17.
- Wathne, B. and Patrick, S. (eds.) 1994: AL:PE 1 report for the period April 1991 - April 1993 (preliminary), Univ. College, London, 318 pp.