



Wykorzystanie larw ochotkowatych (Diptera: Chironomidae) w monitoringu potoków górskich

The use of non-biting midge larvae (Diptera: Chironomidae) in the monitoring of mountain streams

DOI: 10.5281/zenodo.2500705

SYLWIA WOŹNIAK*, OLGA ANTCZAK-ORLEWSKA, MATEUSZ PŁÓCIENNIK

Katedra Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Łódzki, ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź

*e-mail: wozniaksylwia94@gmail.com

ABSTRACT. An efficiency of current biomonitoring methods based on macroinvertebrate families and higher taxa in the alpine streams is discussed. The proposal of the indicative Chironomidae species with their classification according to the water quality is given. The most important conclusion is the need to adapt the monitoring methods to the environmental conditions. In such a specific environment as the mountains, the Chironomidae-based index is evidenced to be a useful supplementation to the standard methods of the water quality monitoring.

KEY WORDS: midges, mountains, rivers, biomonitoring, water quality indexing

WSTĘP

W Polsce program Państwowego Monitoringu Środowiska obejmuje obecnie monitoring jakości powietrza, gleby i ziemi, monitoring przyrody, hałasu, promieniowania jonizującego, pól magnetycznych oraz monitoring wód. Monitorowanie wód jest istotne, aby ustalić ich jakość, kontrolować poziom zanieczyszczeń oraz w razie potrzeby wykonywać czynności mające na celu przywrócenie jak najlepszego ich stanu. Ocena jakości wód powierzchniowych i podziemnych jest oparta na badaniach parametrów biologicznych, fizykochemicznych oraz chemicznych (<http://www.gios.gov.pl/pl/stan-srodowiska/pms>). Celem monitoringu obszarów chronionych jest ocena wpływu działalności człowieka na części wód z obszarów objętych ochroną (ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA z dnia 19 lipca 2016 r.). Ocena części biologicznej jest oparta o pięć głównych grup organizmów wodnych: fitobentos i fitoplankton, makrofity, makrobezkręgowce bentosowe oraz

ichtiofauna. Dla każdej z grup opracowano system oceny jakości wód, który opiera się na wybranych indykatorach.

Bezkręgowce wodne uważane są za bardzo dobrą grupę jako indykatory, ponieważ większość lub całość swojego cyklu życiowego spędzają w wodzie oraz mają zróżnicowany zakres tolerancji na zmienne czynniki środowiskowe. Dodatkowo łatwo pobiera się próby ze środowiska, a identyfikacja zebranych organizmów do poziomu rodziny jest stosunkowo prosta. Konsekwencją wprowadzenia Ramowej Dyrektywy Wodnej w Polsce było stworzenie Polskiego Wielometrycznego Wskaźnika Stanu Ekologicznego Rzek MMI PL, który jest podstawą oceny wód w oparciu o makrobezkęgowce bentosowe w systemie klasyfikacji ekologicznej rzek RIVECO macro (BIS & MIKULEC 2013).

W potokach górskich różnorodność zwykle maleje wraz ze wzrostem wysokości bezwzględnej. Gatunki stwierdzane w wyższych partiach gór zazwyczaj cechują się dobrym przystosowaniem do wymagających warunków środowiskowych. Larwy Chironomidae, zaliczane zwykle do indykatorów wód o niskiej jakości (BIS & MIKULEC 2013), w wyższych partiach gór często są jedynymi organizmami stwierdzanymi w wodach oligotroficznych (KOWNACKI 2008, 2011). W związku z tym wskaźniki biorące pod uwagę liczbę taksonów i/lub wartość indykacyjną na wyższych poziomach taksonomicznych (np. ASPT, GOLD) mogą w potokach górskich wskazywać zaniżoną jakość wody względem stanu faktycznego (ANTCZAK *et al.* 2014). Dla siedlisk, gdzie występuje niewielka liczba rzędów bezkręgowców, ale wysokie zróżnicowanie pod względem rodzajowym oraz gatunkowym, istotne jest stworzenie specjalnie dobranych indeksów. Celem niniejszej pracy jest podkreślenie wartości indykacyjnych larw Chironomidae oraz zaproponowanie klasyfikacji uzupełniającej do oceny stanu wód w przypadku rzek typu biocenotycznego I (potoki górskie tatrzańskie).

CHIRONOMIDAE JAKO BIOINDYKATORY

Chironomidae są dobrymi indykatorami jakości wód ze względu na swoją dużą liczebność, rozpowszechnienie, wrażliwość na zmiany środowiskowe oraz szerokie spektrum preferencji ekologicznych przy jednocześnie wąskiej tolerancji wielu gatunków na czynniki środowiskowe (BROOKS *et al.* 2007; KOWNACKI 2010). Już na początku XX wieku dostrzeżono potencjał larw ochotek w ocenie jakości wód (THIENEMANN 1913). Także później tworzone były klasyfikacje w oparciu o larwy Chironomidae jako narzędzie w ocenie trofii (BRUNDIN 1949, 1958; SÆTHER 1979, WIEDERHOLM 1984) oraz zakwaszenia jezior (RADDUM & SAETHER 1981).

Jednym z pierwszych indeksów do oceny jakości wód rzecznych był Trent Biotic Index (TBI) (WOODIWISS 1964). Do oceny wykorzystywano obecność lub brak grup indykatorów oznaczanych do poziomu rodziny. Na podstawie TBI został stworzony Belgian Biotic Index (BBI), uzupełniony o dodatkowe grupy wskaźnikowe (DE PAUW & VANHOOREN 1983). WIEDERHOLM (1980) stworzył Benthic Quality Index (BQI) oparty o siedem gatunków Chironomidae i pięć gatunków Oligochaeta, którym przypisano wartości od 1 do 5 reprezentujące różne poziomy odporności tych gatunków na zanieczyszczenia. Podobnie jak w klasyfikacji trofii jezior (BRUNDIN 1949, 1958) indykatozem najbardziej zanieczyszczonych wód jest *Chironomus plumosus* (LINNAEUS, 1758), a czystych i oligotroficznych – *Heterotrissocladius subpilosus* (KIEFFER, 1911). BAZERQUE *et al.* (1989) stworzyli indeks

oparty na 26 gatunkach Chironomidae, dzielący rzeki na pięć klas zanieczyszczeń. FERRINGTON *et al.* (1991) zaproponowali metodę Surface-Floating Pupal Exuviae SFPE (w Europie znaną jako Chironomid Pupal Exuviae Technique - CPET) do oceny jakości wód za pomocą wylinek poczwerek (KRANZFELDER *et al.* 2015). Brytyjscy badacze (ARMITAGE *et al.* 1983) opracowali Sumaryczny Wskaźnik Jakości Wód (BMWP), który opierał się na ocenie jakości wód poprzez nadanie ponad osiemdziesięciu taksonom makrobezkręgowców bentosowych punktacji w zależności od wrażliwości na stopień zanieczyszczenia. W większości były to rodziny, natomiast w przypadku skąposzczetów (Oligochaeta) oznaczenie pozostawiono na poziomie podgromady. Na podstawie BMWP został stworzony polski odpowiednik: Polski Indeks Biotyczny (BMWP-PL) (KOWNACKI 2000, SOSZKA & KUDELSKA 2000, GORZEL & KORNIJÓW 2004, KLIMASZYK & TRAWIŃSKI 2007). Identyfikacja do poziomu rodziny ułatwia oznaczanie dużej ilości osobników z różnych grup makrobezkręgowców bentosowych, także przez osoby niebędące specjalistami. Powoduje to jednak utratę informacji związanych ze znacznym zróżnicowaniem preferencji ekologicznych poszczególnych gatunków. Przykładowo przyznanie 3 punktów Chironomidae w skali BMWP-PL stawia je w roli indykatorów wód słabej jakości, podczas gdy wiele gatunków jest wskaźnikami wód czystych, oligotroficznych i oligo-saprobowych. Oznaczenie do gatunku jest szczególnie istotne w obrębie podrodziny Orthoclaadiinae, w której występuje wiele gatunków odpornych na zanieczyszczenia oraz szczególnie na nie wrażliwych (BARBOUR *et al.* 1996). W kolejnych latach BMWP-PL stał się jednym ze wskaźników cząstkowych Polskiego Wielometrycznego Wskaźnika Stanu Ekologicznego Rzek (MMI-PL) (BIS & MIKULEC 2013).

Larwy ochotek mogą służyć również jako wskaźniki zanieczyszczenia metalami ciężkimi i innymi toksynami (ROSENBERG 1993, LINDEGAARD 1995) oraz do rekonstrukcji klimatycznych. Zachowane w osadach jeziornych szczątki larw Chironomidae mogą nieść ze sobą wiele informacji o charakterze środowiska sprzed tysięcy lat (WALKER 1995, PŁÓCIENNIK 2005, BROOKS *et al.* 2007, DI VEROLI *et al.* 2014).

PROPOZYCJA MONITORINGU CHIRONOMIDAE W POTOKACH GÓRSKICH

W potokach lodowcowych (kryon), larwy ochotek stanowią nawet do 100% występującej tam fauny (KOWNACKI 2011). Wody tych potoków cechują się niską temperaturą, wysokim natlenieniem oraz niską trofią. W potokach wypływających ze źródeł górskich (eukrenal) występuje większa różnorodność biologiczna. KOWNACKI (2008) oprócz larw z rodzaju *Diamesa* stwierdzał w potokach lodowcowych również ochotki z rodzajów *Orthocladus* i *Tvetenia*.

Obszary górskie, ze względu na swoją wyjątkowość pod względem warunków środowiskowych, nie mogą być poddawane monitoringowi wód na podstawie makrobezkręgowców bentosowych w oparciu o te same indeksy biotyczne, co rzeki nizinne. Poniżej przedstawiono propozycję kategorii Chironomidae pod względem wartości wskaźnikowej czystości wód w Tatrach. W kategorii pierwszej znajdują się gatunki preferujące wody o najlepszej jakości, a w piątej – gatunki występujące w wodach najbardziej zanieczyszczonych:

Kategoria 1 – *Pagastiella orophila* (EDWARDS, 1929), *Heleniella ornaticollis* (EDWARDS, 1929)

Gatunki ochotek typowe dla wód oligosaprobowych i oligotroficznych (MOOG 1995, MOLLER PILLOT 2009, 2013). Oprócz czystości wody istotnymi czynnikami ich występowania jest wysokie natlenienie oraz niskie temperatury (MOOG 1995).

Kategoria 2 – *Diamesa* sp., *Brillia bifida* (KIEFFER, 1909), *Heterotrissocladius marcidus* (WALKER, 1856)

Chironomidae typowe dla wód czystych, jednak tolerujące w pewnym (niewielkim) stopniu zanieczyszczenie organiczne (MOOG 1995, MOLLER PILLOT 2013).

Kategoria 3 – *Paracricotopus niger* (KIEFFER, 1913), *Rheocricotopus* sp., *Kiefferulus tendipediformis* (GOETGHEBUER, 1921)

Ochotki ze stosunkowo szerokim spektrum wymagań ekologicznych, jednak spotykane zwykle w wodach mezotroficznych, beta-mezosaprobowych (MOOG 1995, MOLLER PILLOT 2009, 2013).

Kategoria 4 – *Cricotopus sylvestris* (FABRICIUS, 1794), *Cricotopus intersectus* (STAEGER, 1839), *Tanypus* sp.

Larwy tych ochotek występują zwykle w wodach mezo- i eutroficznych (β/α -saprobowych) (MOOG 1995, VALLENDUUK & MOLLER PILLOT 2007, MOLLER PILLOT 2013).

Kategoria 5 – *Chironomus* gr. *plumosus*, *Psectrotanypus varius* (FABRICIUS, 1787), *Glyptotendipes barbipes* (STAEGER, 1839)

Ochotki występujące zwykle w wodach o znacznym stopniu zanieczyszczenia organicznego, często spotykane w wodach polisaprobowych i eutroficznych (a nawet hipertroficznych). Znoszą niskie stężenie tlenu rozpuszczonego w wodzie, czy zanieczyszczenie metalami ciężkimi (VALLENDUUK & MOLLER PILLOT 2007, MOLLER PILLOT 2009).

Na podstawie zaproponowanej powyżej klasyfikacji zaobserwować można ogólną tendencję wymagań ekologicznych podrodzin Chironomidae. Przedstawiciele larw Diamesinae zwykle notuje się w wodach czystych, zimnych i dobrze natlenionych. W podrodzinach Orthoclaadiinae i Chironominae występują zarówno gatunki preferujące warunki (ultra)oligotroficzne, jak i ochotki notowane w wodach bardzo żyznych, o bardzo niskim natlenieniu. Zróżnicowanie strefowe larw ochotek w Tatrach pod względem jakości wody w dużym stopniu pokrywa się ze wzorcem rozmieszczenia Chironomidae względem wysokości bezwzględnej (KOWNACKI 1996, 2010).

Poboru prób bentosu w terenie warto byłoby dokonywać na przełomie lata i jesieni, kiedy larwy są odpowiednio duże i stosunkowo łatwe do identyfikacji. Dobrym uzupełnieniem do monitoringu wód górskich na podstawie larw Chironomidae byłaby analiza wylinek metodą CPET.

PODSUMOWANIE

Dla rzetelnych badań monitoringowych nie da się stworzyć uniwersalnego systemu i potrzebne są odpowiednio dobrane indeksy dla różnych terenów badawczych. Na potrzeby monitoringu w obszarach górskich zaproponowano pięć grup gatunków Chironomidae, które mogłyby służyć jako bioindykatory jakości wody. Choć precyzyjne oznaczanie ochotek do gatunku na podstawie materiału larwalnego często jest niemożliwe, odpowiednio dobrane taksony wskaźnikowe zapewniają wystarczającą informację o ekologii i warunkach panujących w wodzie. Tak prowadzony coroczny monitoring wód powierzchniowych w górach mógłby stać się podstawą szeroko zakrojonych, wieloaspektowych badań nad Chironomidae po polskiej stronie Tatr.

PODZIĘKOWANIA

Autorzy serdecznie dziękują DR. GRZEGORZOWI TOŃCZYKOWI z Katedry Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii Uniwersytetu Łódzkiego za cenne uwagi merytoryczne oraz inspirację do podjęcia tematu.

LITERATURA

- ANTCZAK O., GUSTA D., ILSKA J., KRÓL B., TOŃCZYK G. 2014. Propozycja systemu monitoringu stanu ekologicznego potoków tatrzańskich. [W:] KOSZAŁKA J., JABŁOŃSKA-BARNA I., RYCHTER A. (RED.). XXI Ogólnopolskie Warsztaty Bentologiczne. Wody przejściowe. Elbląg, Olsztyn: 25-26.
- ARMITAGE P.D., MOOS D., WRIGHT J.F., FURSE M.T. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research* **17**(3): 333-347.
- BARBOUR M.T., GERRITSEN J., GRIFFITH G.E., FRYDENBORG R., MCCARRON E., WHITE J.S., BASTIAN M.L. 1996. A framework for biological criteria for Florida streams using benthic macroinvertebrates. *Journal of the North American Benthological Society* **15**(2): 185-211.
- BAZERQUE M.F., LAVILLE H., BROUQUET Y. 1989. Biological quality assessment in two rivers of the Northern Plain of France (Picardie) with special reference to chironomid and diatom indices. *Acta Biologica Debrecina Supplementum Oecologica Hungarica* **3**: 29-39.
- BIS B., MIKULEC A. 2013. Przewodnik do oceny stanu ekologicznego rzek na podstawie makrobezkręgowców bentosowych. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa.
- BROOKS S.J., LANGDON P.G., HEIRI O. 2007. The identification and use of Palaeartic Chironomidae larvae in palaeoecology. QRA Technical Guide No. **10**, Quaternary Research Association, London.
- BRUNDIN L. 1949. Chironomiden und andern Bodentiere de sudschwedischen Urgebirgseen. Ein Beitrag zur Kenntnis der bodenfaunistischen Charakterzuge schwedischer oligotropher Seen. Report of the Institute of Freshwater Research, Drottningholm **30**: 1-914.

- BRUNDIN L. 1958. The bottom faunistic lake type system and its application to the southern hemisphere. Moreover a theory of glacial erosion as a factor of productivity in lakes and oceans. *Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen* **13**(1): 288-297.
- DE PAUW N., VANHOOREN G. 1983. Method for biological quality assessment of watercourses in Belgium. *Hydrobiologia* **100**: 153-168.
- DI VEROLI A., SANTORO F., PALLOTTINI M., SELVAGGI R., SCARDAZZA F., CAPPELLETTI D., GORETTI E. 2014. Deformities of chironomid larvae and heavy metal pollution: from laboratory to field studies. *Chemosphere* **112**: 9-17.
- FERRINGTON L. C., BLACKWOOD M.A., WRIGHT C.A., CRISP N.H., KAVANAUGH J.L., SCHMIDT F.J. 1991. A protocol for using surface-floating pupal exuviae of Chironomidae for rapid bioassessment of changing water quality. [W:] PETERS N.E., WALLING D.E. (EDS). *Sediment and stream water quality in a changing environment: trends and explanation. International Association of Hydrological Sciences* **203**: 181-190.
- GORZEL M., KORNIJÓW R. 2004. Biologiczne metody oceny jakości wód rzecznych. *Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych* t.53, nr **2**(263): 183-191.
- KLIMASZYK P., TRAWIŃSKI A. 2007. Ocena stanu rzek na podstawie makrobezkręgowców bentosowych. *Indeks BMWP-PL, Poznań*.
- KOWNACKI A. 1996. Fauna potoków. [W:] MIREK Z. (RED.). *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego. Tatry i Podtatrze*, 3. Wyd. Tatrzański Park Narodowy, Zakopane – Kraków: 555-574.
- KOWNACKI A. 2000. The use of benthic macroinvertebrates in the biomonitoring of river water quality-how do we interpret faunistic data? *Acta Hydrobiologica* **42**: 3-4.
- KOWNACKI A. 2008. Kryon-communities of high mountain streams. *Annales UMCS, Biologia* **63**(2): 59-70.
- KOWNACKI A. 2010. Chironomidae (Diptera, Insecta) Tatrzańskiego Parku Narodowego – rozmieszczenie, ekologia, zoogeografia. [W:] MIREK Z. (RED.). *Nauka a zarządzanie obszarem Tatr i ich otoczenia. Tom II. Nauki biologiczne. Tatrzański Park Narodowy, Pol. Tow. Nauk o Ziemi, Odd. Krak. Zakopane*: 113-118.
- KOWNACKI A. 2011. Znaczenie i ochrona Chironomidae (Diptera, Insecta) w ekosystemach wodnych Polski. *Forum Faunistyczne* **1**(1): 4-11.
- KRANZFELDER P., ANDERSON A.M., EGAN A.T., MAZACK J.E., BOUCHARD R.W., RUFER M.M., FERRINGTON L.C. 2015. Use of Chironomidae (Diptera) surface-floating pupal exuviae as a rapid bioassessment protocol for water bodies. *Journal of Visualized Experiments* **101**: e52558.
- LINDEGAARD C. 1995. Classification of water-bodies and pollution. [W:] ARMITAGE P.D., CRANSTON P.S., PINDER L.C.V. (RED.). *The Chironomidae. Biology and ecology of non-biting midges. Chapman & Hall, London*: 385-404.
- MOLLER PILLOT H.K.M. 2009. *Chironomidae Larvae, Biology and Ecology of the Chironomini*. KNNV Publishing, Zeist.

- MOLLER PILLOT H.K.M. 2013. Chironomidae Larvae, Volume 3: Biology and Ecology of the Aquatic Orthoclaadiinae. KNNV Publishing, Zeist.
- MOOG O. (RED.) 1995. Fauna Aquatica Austriaca. A Comprehensive Species Inventory of Austrian Aquatic Organisms With Ecological Notes, Vienna: Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.
- PLÓCIENNIK M. 2005. Zastosowanie subfosylnych szczątków ochotkowatych (Diptera: Chironomidae) w badaniach nad paleoklimatem i rekonstrukcją zmian w środowisku. *Kosmos* **54**(4): 401-406.
- RADDUM G.G., SÆTHER O.A. 1981. Chironomid communities in Norwegian lakes with different degrees of acidification. *Internationale Vereinigung für theoretische Und angewandte Limnologie: Verhandlungen* **21**(1): 399-405.
- ROSENBERG D.M. 1993. Freshwater biomonitoring and Chironomidae. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* **26**: 101-122.
- ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA z dnia 19 lipca 2016 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych (Dz.U. 2016 r. poz. 1178).
- SÆTHER O.A. 1979. Chironomid communities as water quality indicators. *Holarctic ecology* **2**: 65-74.
- SOSZKA H., KUDELSKA D. 2000. Macroinvertebrate-based biological methods of assessing river quality applied widely in European countries. *Acta Hydrobiologica* **3**(42): 263-272.
- THIENEMANN A. 1913. Der Zusammenhang zwischen dem Sauerstoffgehalt des Tiefenwassers und der Zusammensetzung der Tiefenfauna unserer Seen. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie* **6**: 243-249.
- VALLENDUUK H.J., MOLLER PILLOT H.K.M. 2007. Chironomidae larvae of the Netherlands and adjacent lowlands. General ecology and Tanypodinae. KNNV Publishing, Zeist.
- WALKER I. 1995. Chironomids as indicators of past environmental change. [W:] ARMITAGE P.D., CRANSTON P.S., PINDER L.C.V. (RED.). *The Chironomidae. Biology and ecology of non-biting midges*. Chapman & Hall, London: 405-422.
- WIEDERHOLM T. 1980. Use of benthos in lake monitoring. *Journal of the Water Pollution Control Federation* **52**: 537-547.
- WIEDERHOLM T. 1984. Responses of aquatic insects to environmental pollution. [W:] RESH V.H., ROSENBERG D.M. (RED.). *The Ecology of Aquatic Insects*. Praeger Publishers, New York: 508-557.
- WOODIWISS F. 1964. The biological system of stream classification used by the Trent River Board. *Chemistry & Industry* **11**: 443-447.
- <http://www.gios.gov.pl/pl/stan-srodowiska/pms>

SUMMARY

It is impossible to create a universal system for reliable monitoring studies. Thus, specific indexes for different research areas are needed. For the purposes of monitoring in the mountains, five groups of Chironomidae species, which could be used as bioindicators of water quality, are proposed. Although precise identification of chironomids based on the larval material is often impossible, some properly selected indicator taxa provide sufficient information about the ecology and water conditions. Yearly monitoring of surface waters in the mountains could become the basis for extensive, multifaceted research on the Chironomidae on the Polish side of the Tatras.

* *Editorial remarks:*

* This paper is dedicated to the late BOGUSŁAW SOSZYŃSKI.