

## Gatunki z rodzaju *Didymosphenia* (Bacillariophyceae), ich migracja i potencjalny wpływ na zbiorowiska glonów Pienin

TERESA MROZIŃSKA, JOANNA CZERWIK-MARCINKOWSKA i MICHAŁ GRADZIŃSKI

MROZIŃSKA, T., CZERWIK-MARCINKOWSKA, J. AND GRADZIŃSKI, M. 2010. Species of the genus *Didymosphenia* (Bacillariophyceae), their migration and potential influence on community of algae of the Pieniny Mountains. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 17(1): 171–177. Kraków. PL ISSN 1640-629X.

ABSTRACT: A phenomenon of migration of species native to the Tatra Mountains, observed in recent years, is characteristic particularly of representatives of the genus *Didymosphenia* (Bacillariophyceae). *Didymosphenia geminata* and *D. tatrensis* occurring in the area of the Tatra Mountains, began to distinctly dominate also in other water biotopes (including streams below the limestone Tatra Mountains). They have recently been observed also in the rivers: Białka, Dunajec and *Didymosphenia geminata* also in Orawa River. Their intense development has been noticed in the Białka River and Dunajec River (downstream of dam reservoirs). The colony forming species were abundantly attached to stones by means of branched stalks. This undoubtedly indicates that conditions in these environments are beneficial to their growth. The presence of these species particularly in the Dunajec River flowing through the Pieniny Mountains contributes markedly to the changes in phycoflora of the river and threatens this of the Pieniny Mountains.

KEY WORDS: diatoms, *Bacillariophyceae*, ultrastructure, Pieniny Mountains

T. Mrozińska, J. Czerwik-Marcinkowska, Zakład Botaniki, Instytut Biologii, Uniwersytet Jana Kochanowskiego, ul. Świętokrzyska 15, PL-25-420 Kielce; e-mail: marcinko@kielce.com.pl

M. Gradziński, Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Jagielloński, ul. Oleandry 2a, PL-30-063 Kraków; e-mail: gradzinm@ing.uj.edu.pl

### WSTĘP

Okrzemki (*Bacillariophyceae*) stanowią szeroko rozpowszechnioną i najliczniej reprezentowaną w środowiskach wodnych grupę taksonomiczną glonów (RAKOWSKA 2003). Niemniej rodzaj *Didymosphenia* zaliczany jest do jednego z najuboższych w gatunki rodzajów okrzemek słodkowodnych. Informacje o występowaniu w Polsce rodzaju *Didymosphenia* koncentrowały się do tej pory jedynie na gatunku *D. geminata* (BUCKA 2002; KAWECKA & SANECKI 2003; NOGA 2003). Jest to wyjątkowo duża i posiadająca charakterystyczny pancerzyk okrzemka, trudna do przeoczenia nawet w świeżym materiale. Ogólnie uważana jest za gatunek borealno-alpejski (KRAMMER & LANGE-BERTALOT 1986). Z Europy Środkowej podawana jest głównie z terenu Alp z oligotroficznych biotopów wodnych, o średniej do wysokiej zawartości elektrolitów (KRAMMER & LANGE-BERTALOT 1986). W 2004 r. w potoku

Kościeliskim znaleziono nowy gatunek okrzemki z rodzaju *Didymosphenia* – *D. tatrensis* Mroz., Czerw.-Marc. & Gradz. (MROZIŃSKA i in. 2006).

Celem badań była analiza zjawiska rozprzestrzeniania się w wodach płynących Polski Południowej gatunków z rodzaju *Didymosphenia* (*Bacillariophyceae*). Obserwowane coraz bardziej powszechne występowanie *D. geminata*, a także pojawienie się nowego gatunku *D. tatrensis* może świadczyć prawdopodobnie o zmianie zakresu tolerancji warunków środowiskowych. Wyniki badań mogą więc posłużyć do dyskusji nad przyczynami i (potencjalnymi) skutkami ekspansji okrzemek z tego rodzaju.

## MATERIAŁ I METODY

Okrzemki zebrano w potokach: Kościeliski (dolina Kościeliska), Siwa Woda (dolina Chochołowska) i Biela oraz w rzekach Białka i Dunajcu w latach 2004–2005 (w okresie od czerwca do listopada). Lokalizację miejsc poboru prób przedstawiono na rycinie 1. Materiał algologiczny zależnie od warunków pobierano siatką planktonową lub też przy użyciu plastikowego pojemnika. Ponadto pobierano zanurzone części makrofitów i pojedyncze, drobne kamienie. Łącznie uzyskano około 70 prób, które oznaczano w stanie żywym, a następnie zebrany materiał algologiczny utrwalało 4% formaliną. W celu uwidocznienia struktury zewnętrznej krzemionkowych pancerzyków okrzemek, w laboratorium część materiału poddawano działaniu kwasu HCl, następnie materiał przepłukiwano kilkakrotnie wodą destylowaną, po czym wprowadzano  $H_2O_2$  z niewielką ilością  $KClO_3$ . Obserwacje przeprowadzono w mikroskopie świetlnym Nikon Y-QT oraz skaningowym Jeol 5410 Hitachi.



**Ryc. 1.** Rozmieszczenie stanowisk badań gatunków z rodzaju *Didymosphenia* (1 – potok Siwa Woda, 2 – potok Kościeliski, 3–4 potok Biela, 5 – rzeka Białka, 5 – rzeka Dunajec)

**Fig. 1.** Location of study sites species of the genus *Didymosphenia* (1 – Siwa Woda Stream, 2 – Kościeliski Stream, 3–4 Biela Stream, 5 – Białka River, 6 – Dunajec River)

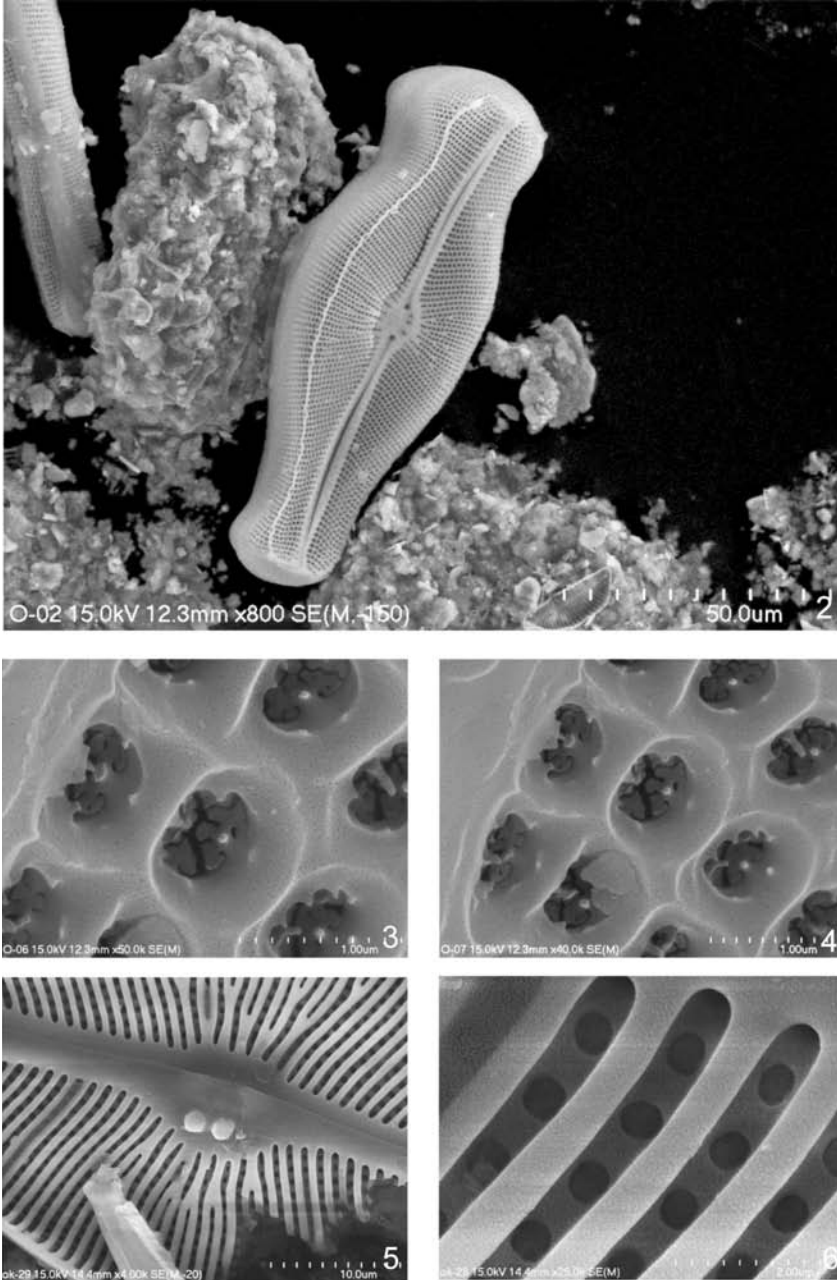
## WYNIKI I DYSKUSJA

Badania algologiczne przeprowadzone w Tatrach Zachodnich i Wschodnich (obejmujące potoki: Kościeliski, Siwa Woda i Biela) oraz w rzekach Białce i w Dunajcu wykazały obecność dwóch gatunków okrzemek z rodzaju *Didymosphenia*. Zaobserwowano, że *D. geminata* (Lyngb.) M. Schmidt, występowała zazwyczaj w towarzystwie niedawno opisanego gatunku *D. tatrensis* Mroz., Czerw.-Marc. & Gradz. (MROZIŃSKA i in. 2006). W Tatrach Zachodnich i Wschodnich znajdowano ją (w 2004 r.) razem z *D. tatrensis* w potokach, spływających z wapiennych terenów gór (jak np. w potokach doliny Kościeliskiej i Chochołowskiej oraz w potoku Biela, po stronie słowackiej). Gatunek ten spotykano również w rzece Białce i Dunajcu (razem z *D. tatrensis*) oraz w rzece Orawie. *D. geminata* znana jest także z rzeki Wisły, Soły, Sanu i ze Zbiornika Solińskiego (BUCKA 2002; KAWECKA & SANECKI 2003; WIOŚ 1996, 2000).

*Didymosphenia geminata* została opisana w 1918 r. przez LYNGBYE pod nazwą *Echinella geminata*, a następnie przeniesiona przez AGARDHA w 1824 r. do rodzaju *Gomphonema*. Dopiero od 1899 r. figuruje jako *D. geminata* (Lyngb.) M. Schmidt (KRAMMER & LANGE-BERTALOT 1986). Okazy znalezione na terenie Tatr są pod względem morfologicznym identyczne z opisanymi przez Lyngbye (Ryc. 2–6). Ich wymiary (N=100) wynoszą odpowiednio: (88–)94–109  $\mu\text{m}$  dł. i (35–)37–43  $\mu\text{m}$  szer., wszystkie zawierały również kolce oraz 2–3 stigmaty (Ryc. 5–6).

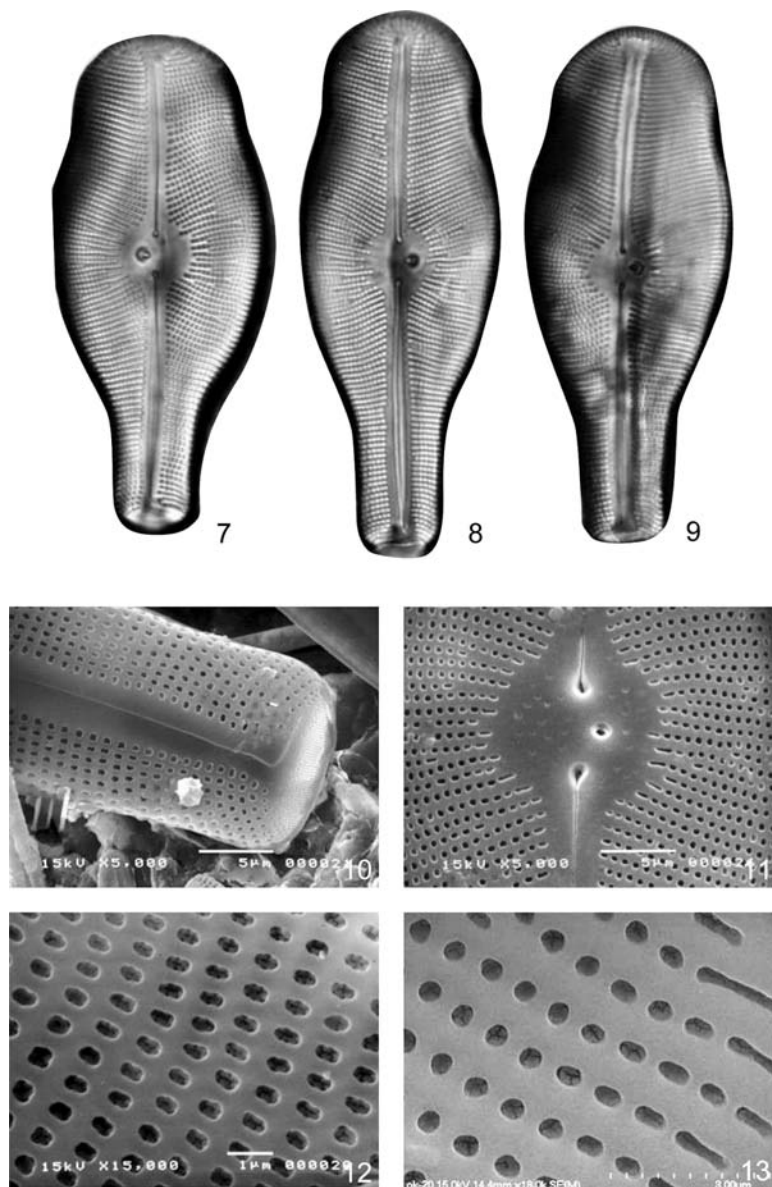
*Didymosphenia tatrensis* (MROZIŃSKA i in. 2006), bardzo wyraźnie różni się zarówno kształtem, jak i innymi cechami morfologicznymi (Ryc. 7–13) od *D. geminata*. Natomiast podobna jest, pod względem tych cech, do gatunków opisanych z terenu Syberii, a mianowicie do *Didymosphenia siberica* (Grun.) M. Schmidt, *D. pumila* Metzeltin & Lange-Bertalot, i *D. curvata* (Skv. & Meyer) Lange-Bertalot (METZELTIN & LANGE-BERTALOT 1995). Najbardziej zbliżona jest do *D. siberica* szczególnie pod względem kształtu. Różni się natomiast od tego gatunku, jak również od wyżej wymienionych taksonów, głównie położeniem struktur areol (widocznych jedynie pod mikroskopem elektronowym), które znajdują się nie na powierzchni pancerzyka, lecz znacznie poniżej niej i otoczone są jej ścianą (Ryc. 12–13). Wytworzone struktury areol mają kształt okrągły, owalny lub podłużnie owalny. Ich wymiary (N=100) wynoszą (60–75–)79–99(–146)  $\mu\text{m}$  dł., 28–41  $\mu\text{m}$  szer. Prążki przebiegające w górnej części pancerzyka składają się z jednego rzędu areol. W środkowej części pancerzyka ułożone są promieniście natomiast w jego dolnej części prostopadle i nieznacznie konwergentnie.

W okresie prowadzonych badań (począwszy od czerwca 2004 r.) obserwowano, szczególnie w potoku Biela poniżej Belanskich Tatr na stronie słowackiej, wyraźną dominację *Didymosphenia geminata* w towarzystwie pojedynczych okazów *D. tatrensis*. Przy wroście ich ekspansywności przedostawały się one do rzeki Białki, a następnie do rzeki Dunajec. Podobne zjawisko przenikania okrzemek z górnych potoków do rzek na tym terenie było już wcześniej znane, ale dotyczyło jednakże *D. geminata* (SIEMIŃSKA 1964; KAWECKA 1965). W rzece Białce *D. geminata* według obserwacji KAWECKIEJ i SANECKIEGO (2003) występowała w 1965 r. Nieco później gatunek ten obserwowany był w Dunajcu, nawet w okolicach Nowego Sącza. W 1980 r. po okresie wyraźnej dominacji, nastąpił stopniowy



**Ryc. 2–6.** *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt, 2 – okaz oglądany w mikroskopie skaningowym (SEM), 3–6 struktury zewnętrzne panczyka widziane w mikroskopie skaningowym (SEM): 3–4 struktury oglądane z dolnej strony panczyka (widoczne 2 stigmaty i prążki złożone z areol), 5–6 struktury widoczne w górnej części panczyka (kolec i areole składające się na prążki)

**Figs 2–6.** *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt, 2 – valve shown by SEM, 3–6 the structure of valve shown by SEM: 3–4 the internal view of the valve, 5–6 external view of the valve, spine is evident on exterior margin of the valve



**Ryc. 7–13.** *Didymosphenia tatrensis* Mroz., Czerw.-Marc. & Gradz., 7–9 okazy oglądane w mikroskopie świetlnym (LM) z badanych potoków na terenie Tatr, (7 – potok Kościeliska, 8 – potok Siwa Woda, 9 – potok Biela), 10–13 struktury panczerzyka oglądane w mikroskopie skaningowym (SEM) 10 – dolna część panczerzyka z prążkami biegnącymi prostopadle lub lekko konwergentnie, 11 – środkowa część panczerzyka z prążkami biegnącymi promieniście, poza tym widoczna stigma i pory centralne, 12–13 wyraźnie widoczne areole, występujące nie na powierzchni panczerzyka, lecz znacznie poniżej niej i otoczone są jej ścianą (mają zmienny kształt, okrągły, owalny i podłużny)

**Figs 7–13.** *Didymosphenia tatrensis* Mroz., Czerw.-Mar. & Gradz., 7–9 valves of specimens present different streams are shown by light microscope (LM), (7 – Kościeliska St., 8 – Siwa Woda St., 9 – Biela St.), 10–13 structure of valves shown by SEM, 10 – footpole with parallel and little convergent striae, 11 – central area with radiate striae and with one stigma, 12–13 striae with areolae structure which are not on the surface of the valve but in its deeper layer and are surrounded by its wall (the areolae structure may be round, oval and longitudinally oval)

regres tego gatunku. Potwierdzają to badania prowadzone w tym czasie w Dunajcu przez SANECKIEGO (1991). W 2002 r. przy wysokim stanie wody w Dunajcu szczególnie w miejscowości Sromowce Niżne i powyżej, obserwowano ponownie masowe występowanie *D. geminata*. Gatunek ten zdominował środkową partię koryta tej rzeki (MROZIŃSKA & CZERWIK 1996, 2003), powodując zaburzenia czasowe w strukturze zbiorowisk glonów. Dalsze badania prowadzone na tym terenie w latach 2004 i 2005 wykazały obecność już dwóch gatunków: *Didymosphenia geminata* i *D. tatrensis* przy masowym występowaniu pierwszego z nich. W rzece Białce i w Dunajcu (poniżej zbiorników wodnych, na wysokości Sromowiec Niżnych), znaczna część koryta pokryta była przez masowo rozwijające się krzaczaste kolonie, głównie *D. geminata*, o barwie ciemnobrązowej. Kolonie te składały się z pojedynczych komórek okrzemek przytwierdzonych długimi, rozgałęzionymi i galaretowatymi stylikami do kamieni podłoża. ELLWOOD i WHITTON (2007) a także WHITTON i in. (2009) zwrócili uwagę, że niekiedy masowy rozwój gatunków z rodzaju *Didymosphenia* w wartko płynących potokach i rzekach górskich może być spowodowany czynnikami natury ekologicznej np. zawartością atmosferycznego azotu, zmianami klimatu czy brakiem zanieczyszczeń.

Występowanie *Didymosphenia geminata* w Dunajcu wpływa niewątpliwie na zwiększenie bioróżnorodności algoflory Pienin. Obecność bowiem na tym terenie gatunków występujących bardzo rzadko w Europie i w bardzo charakterystycznych mikrosiedliskach, jak np. *Oocardium stratum* Näg., *Cymbella simonsenii* Krammer, *Gongrosira calcifera* Krieger, *Bulbochaete pseudoareolata* W. & O. Bock, *Chrysonobula holmesii* Lund, *Batrachospermum boryanum* Sirodot nadaje jej ten wyjątkowy i unikatowy charakter. Przeprowadzone badania, potwierdzają dosyć wyraźnie odrębność i zróżnicowanie istniejącej algoflory. Prawdopodobnie utrzymuje się ona na tym terenie, dzięki występującym tu specyficznym warunkom ekologicznym. Uzyskane wyniki badań mogą posłużyć do dyskusji na temat odrębności taksonomicznej dwóch opisanych gatunków okrzemek rodzaju *Didymosphenia* oraz określenia ich potencjalnego wpływu na algoflorę Pienin. Interesujące jest, czy gatunki te będą nadal obecne w biotopach wodnych Tatr i Pienin, czy też może powiększą swój areal występowania dzięki zdolnościom adaptacyjnym w stosunku do zmieniających się czynników środowiskowych. Niewątpliwie problem ten zasługuje na uwagę i dalszą wnikliwą obserwację.

#### LITERATURA

- BUCKA H. 2002. Upper Vistula River: Response of aquatic communities to pollution and impoundment VI. Net phytoseston communities. – W: R. ŻUREK & H. KASZA (red.), Polish J. Ecol. **50**(2): 167–189.
- ELLWOOD N. T. W. & WHITTON B. A. 2007. Importance of organic phosphate hydrolyzed in stalks of the lotic diatom *Didymosphaenia geminata* and the possible impact of atmospheric and climatic changes. – *Hydrobiologia* **592**: 121–133.
- KAWECKA B. 1965. Communities of benthic algae in the River Białka and its Tatra tributaries the Rybi Potok and Roztoka. – *Komitet Zagosp. Ziemi Górskich PAN*, **11**: 113–129.
- KAWECKA B. & SANECKI J. 2003. *Didymosphenia geminata* in running waters of southern Poland – symptoms of change in water quality? – *Hydrobiologia* **495**: 193–201.

- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H. 1986. *Bacillariophyceae*, 1. Teil: *Naviculaceae*. – W: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (red.), Süßwasserflora von Mitteleuropa **2/1**: 1–596. Gustav Fischer, Stuttgart.
- METZELTIN D. & LANGE-BERTALOT H. 1995. Kritische Wertung der Taxa in *Didymosphenia* (*Bacillariophyceae*). – Nova Hedwigia **60**(3–4): 381–405.
- MROZIŃSKA T. & J. CZERWIK. 1996. Glony na terenach przyszłych zbiorników wodnych w Dolinie Dunajca (Czorsztyń-Niedzica i Sromowce Wyżne). XV Międzynarodowe Sympozjum Fykologiczne. Lublin – Krasnobród – Zwierzyniec, 16–19 maj 1996: 18.
- MROZIŃSKA T. & CZERWIK J. 2003. Eucariotic algae and cyanophyceae in the Dunajec River between Nowy Targ and Krościenko and their use for monitoring. 5-th International Symposium, Use of Algae for Monitoring Rivers, Kraków, 2–3 wrzesień 2003: 64.
- MROZIŃSKA T., J. CZERWIK-MARCINKOWSKA & M. GRADZIŃSKI. 2006. A new species of *Didymosphenia* (*Bacillariophyceae*) from the Western Carpathian Mountains of Poland and Slovakia. – Nova Hedwigia **83**(3–4): 499–510.
- NOGA T. 2003. Dispersion of *Didymosphenia geminata* in the flowing waters of southern Poland – new sites of species occurrence in the Orawska watershed and Orawska basin. – Oceanol. and Hydrobiol. Studies **4**: 159–170.
- RAKOWSKA B. 2003. Okrzemki – organizmy, które odniosły sukces. – Kosmos, Problemy Nauk Biologicznych **52**(2–3): 307–314.
- SANECKI J. 1991. Zbiorowiska glonów osiadłych w Dunajcu w jego górnym biegu i w rejonie zbiorników zaporowych. s. 127. Dissertation, Jagiellonian University in Kraków.
- SIEMIŃSKA J. 1964. *Chrysophyta 2, Bacillariophyceae* – Okrzemki. – W: K. Starmach (red.), Flora Słodkowodna Polski **6**, s. 1–609. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- WHITTON B. A., ELLWOOD N. T. W. & KAWECKA B. 2009. Biology of the freshwater diatom *Didymosphenia*: a review. – Hydrobiologia **630**: 1–37.
- WIOŚ – Jasło, 1996. Raport o stanie środowiska w Województwie Podkarpackim. WIOŚ – Kraków, 2000. Raport o stanie środowiska w Województwie Krakowskim.

## SUMMARY

The migrating species of the genus *Didymosphenia* in 2004–2005 spread over the whole area of the limestone Tatra Mountains. They occurred the earliest in the Eastern Tatras. *Didymosphenia geminata* was observed in this area (in the Tatra streams and the Białka River) as early as in 1965, while *Didymosphenia tatrensis* was noticed much later in 2004. Due to massive development of the first species, particularly in the area of the Dunajec River in the neighbourhood of the Pieniny Mountains, it became the dominating species there. Its expansion not only in the Białka River but also in the Dunajec River down to the town of Nowy Sącz (caused expulsion of *Didymosphenia tatrensis* from these area). It also occurred in the Orava River, stream (near the town of Ružomberok). In the Western Tatra Mountains, migration of this species was considerably slowed down. Just in the most recent months (2004), both species have been noticed in the Kościeliska and Siwa Woda Streams.

Przyjęto do druku: 20.11.2009 r.