

Nowe stanowiska *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* (Chlorophyta, Ulvophyceae) na Dolnym Śląsku – charakterystyka morfometryczna i siedliskowa

DOROTA RICHTER i MIROSLAWA PIETRYKA

RICHTER, D. AND PIETRYKA, M. 2016. New localities of *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* (Chlorophyta, Ulvophyceae) in Lower Silesia – morphometric and habitat characteristics. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 23(2): 305–319. Kraków. e-ISSN 2449-8890, ISSN 1640-629X.

ABSTRACT: The paper presents detailed research on *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* (Kütz.) M. J. Wynne green algae macrothalli. It occurs in freshwater basins throughout Europe, and in Poland is reported mainly from central and north-western parts of the country. Research in 2014 and 2015 in the Odra riverbed revealed two new populations of the species. These are the first records of *U. flexuosa* subsp. *pilifera* in Lower Silesia. The water of the two localities has similar physico-chemical properties but they differ in depth, current and bottom surface. Thalli of both *U. flexuosa* subsp. *pilifera* populations were studied morphologically and anatomically in various development stages, and the populations were compared. The obtained results supplement the data on the anatomical and morphometric characters of the taxon and show the morphological variability of the thalli in various development stages. Details of the new *U. flexuosa* subsp. *pilifera* localities, including habitat conditions and accompanying species, broaden our knowledge of the habitat preferences of the species.

KEY WORDS: green algae, morphology, Odra river, *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera*, Wrocław

D. Richter (autor korespondencyjny), Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Botaniki i Ekologii Roślin, pl. Grunwaldzki 24a, 50-363 Wrocław, Polska; e-mail: dorota.richter@up.wroc.pl

M. Pietryka, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Botaniki i Ekologii Roślin, pl. Grunwaldzki 24a, 50-363 Wrocław, Polska; e-mail: mirosława.pietryka@up.wroc.pl

WSTĘP

Rodzaj *Ulva* L. reprezentowany jest głównie przez kosmopolityczne gatunki morskie, preferujące wody o szerokim spektrum zasolenia i bogate w składniki odżywcze (POOLE & RAVEN 1997; LESKINEN i in. 2004; LEE 2008). Nie jest on jednak wyłącznie związany ze środowiskiem wód morskich. Gatunki należące do tego rodzaju obserwowano na wielu stanowiskach śródlądowych. W miejscach o naturalnie wysokim zasoleniu, gatunki *Ulva* należą do rodzimych, halofilnych składników flory (MATTERN 1968; LEDERER i in. 1998; SKÁCELOVÁ 2003). Oprócz siedlisk o wyższym stopniu zasolenia (słone bagna, źródła mineralne, solniska) (PLIŃSKI 1971; KIRCHHOFF & PFLUGMACHER 2000; ROMANO i in. 2003;

ŻBIKOWSKI i in. 2007), notowane są również w zbiornikach słodkowodnych (KOWALSKI 1975; SITKOWSKA 1999; VLADIMIRESCU 2007; RYBAK 2014).

Pierwsze informacje o pojawieniu się taksonów z rodzaju *Ulva* w ekosystemach śródlądowych na terenie Polski pochodzą z XIX w. i dotyczyły *Ulva intestinalis* L. Gatunek ten został znaleziony na terenie Dolnego Śląska w okolicach Dusznik Zdroju i Miękini (GÖPPERT & COHN 1850). Od tego czasu badania nad *Ulva* prowadzone były na szerszą skalę, w związku z czym obecnie znanych jest ponad 130 śródlądowych stanowisk taksonów z rodzaju *Ulva* (KOWALSKI 1975; SITKOWSKA 1999; MESSYASZ & RYBAK 2008a, b; RYBAK & MESSYASZ 2009; MESSYASZ & RYBAK 2009, 2011; RYBAK i in. 2011; MESSYASZ i in. 2013b). W wyniku rewizji taksonów znalezionych na terenie Polski, większość została zaklasyfikowana jako *U. flexuosa* Wulfen (RYBAK 2014). Jest to prawdopodobnie najczęściej spotykany gatunek słodkowodny *Ulva* występujący w Europie (RYBAK 2015). Na podstawie badań europejskich populacji *U. flexuosa*, oprócz cech morfologicznych i anatomicznych różnicujących dwa podgatunki tego taksonu, określono również właściwości optymalnych warunków siedliskowych, w których występują (MAREŠ i in. 2011). *U. flexuosa* subsp. *paradoxa* (C. Agardh) M. J. Wynne jest gatunkiem preferującym siedliska o wysokim zasoleniu, natomiast *U. flexuosa* subsp. *pilifera* (Kütz.) M. J. Wynne występuje w wodach słodkich. Badania prowadzone na całym świecie potwierdziły częste występowanie *U. flexuosa* subsp. *pilifera* na siedliskach słodkowodnych. W ekosystemach śródlądowych w Europie, głównie w Niemczech, Czechach i Polsce, nie będących pod wpływem oddziaływania wód zasolonych, gatunek ten był notowany na ponad 250 miejscach (SKÁČELOVÁ 2003; SHIMADA i in. 2008; MESSYASZ & RYBAK 2009; KAŠTOVSKÝ i in. 2010; TITTLE 2011; RYBAK 2014).

Podczas badań nowych populacji *Ulva flexuosa* w siedliskach śródlądowych coraz częściej obserwuje się, że występuje ona w postaci makroplech obejmujących bardzo duże powierzchnie zbiorników wodnych, często o charakterze zakwitu. Masowe występowanie tego gatunku w siedliskach słodkowodnych notowane było w różnorodnych zbiornikach wodnych (stawy, rzeki, kanały) o wysokiej trofii (WOHLGEMUTH i in. 1984; SITKOWSKA 1999; SKÁČELOVÁ 2003; LOUGHEET & STEVENSON 2004; MESSYASZ 2009; KAŠTOVSKÝ i in. 2010, MESSYASZ i in. 2013b). Zagrożenia wynikające z masowego pojawu *U. flexuosa* mogą w przyszłości doprowadzić do zmiany struktury i zaburzeń związków troficznych w ekosystemach wodnych (MCAVOY & KLUG 2005). Brak analiz dotyczących długoterminowych skutków zakwitów makroglonów na biocenozy wodne (fitoplankton i zooplankton) wskazuje potrzebę badań, pozwalających na uzyskanie kompleksowych danych na temat zasięgu i szybkości rozprzestrzeniania się tego gatunku w wodach śródlądowych.

Obserwacje, prowadzone na terenie Polski w ostatnich latach, dostarczyły wielu informacji dotyczących nowych, często bardzo obfitych, stanowisk *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera*. Doniesienia te dotyczą jednak przede wszystkim północno-zachodnich i środkowych rejonów kraju (MESSYASZ & RYBAK 2009, 2011; RYBAK i in. 2011; RYBAK 2014, 2016). Brakuje natomiast danych o zasięgu tego taksonu w Polsce południowej. W niniejszej pracy przedstawiono dwa nowe stanowiska *U. flexuosa* subsp. *pilifera* znalezione we Wrocławiu (Polska południowo-zachodnia). Informacje te uzupełnią lukę w badaniach nad zasięgiem występowania słodkowodnych form *U. flexuosa* subsp. *pilifera* na terenie Polski. Zamieszczony w pracy szczegółowy opis morfometryczny i anatomiczny oraz dane opisujące

warunki siedliskowe tego taksonu przyczynią się również do poszerzenia wiedzy na temat biologii i ekologii badanego gatunku. Nowe, dodatkowe informacje charakteryzujące *U. flexuosa* subsp. *pilifera* mogą posłużyć w przyszłości do wyjaśnienia przyczyn ekspansji tego gatunku w wodach słodkich oraz pomóc w rozwiązaniu problemów związanych z ich masowym pojawem.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono na terenie Wrocławia (Dolny Śląsk) podczas dwóch sezonów wegetacyjnych (2014–2015). Materiał roślinny do badań zebrano na dwóch stanowiskach w systemie rzeczny Odry (Kanał Powodziowy i zatoka Odry) (Ryc. 1). Plechy do badań pobierano do plastikowych pojemników o pojemności 50 ml. W obrębie całej powierzchni maty makroglonowej, materiał zbierano w kilku powtórzeniach, tak aby próby były reprezentatywne dla całego siedliska i w pełni obejmowały zmienność badanych populacji na każdym stanowisku. W celu oczyszczenia plech z pozostałości podłoża, towarzyszących im glonów nitkowatych i drobnych mięczaków, przepłukiwano je dwukrotnie w wodzie destylowanej. Oczyszczony w ten sposób materiał częściowo zasuszono do analiz mikroskopowych (obserwacje morfometryczne i anatomiczne), częściowo zasuszono w celu zarchiwizowania w postaci kart zielnikowych oraz zachowania do dalszych badań. Podczas badań zarówno morfologicznych, jak i anatomicznych uwzględniono poszczególne formy rozwojowe makroplech, które badano osobno.

Obserwacje mikroskopowe przeprowadzono za pomocą mikroskopu świetlnego Nikon Eclipse TE2000-S. Pomiary wykonano przy użyciu programu do analizy obrazu NIS, umożliwiającego zapisywanie obrazów z właściwą skalą i następnie zdjęcia zarchiwizowano. Przeprowadzono również pomiary podstawowych parametrów fizykochemicznych (konduktywność, zawartość tlenu, temperatura, pH). Pomiary wykonano w terenie i laboratorium przy użyciu Multi 3430 SET F i Elmetron CX-601. Próby wody do badań fizykochemicznych pobierane były w sierpniu i wrześniu 2014 r. oraz sierpniu 2015 r. (Tab. 1).

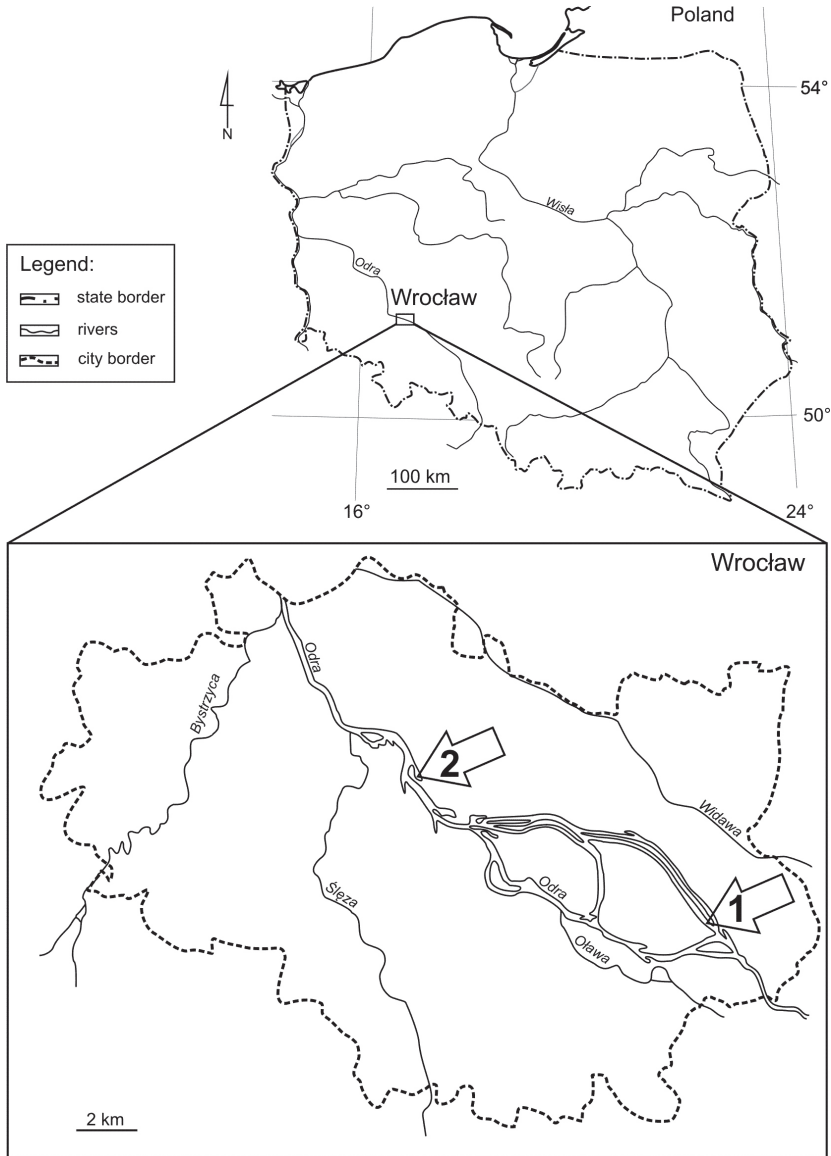
Analizy statystyczne prowadzono z wykorzystaniem pakietu STATISTICA 12 (STATSOFT INC. 2014). Zgodność danych z rozkładem normalnym analizowano testem W Shapiro-Wilka. Do sprawdzenia istotności różnic pomiędzy formami rozwojowymi i badanymi populacjami użyto analizy wariancji Kruskala-Wallisa.

WYNIKI I DYSKUSJA

Charakterystyka nowych stanowisk *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera*

Podczas badań terenowych wykonanych w 2014 r., w systemie kanałów Odry we Wrocławiu, zaobserwowano dwa miejsca występowania *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* (Ryc. 1). Są to pierwsze notowania tego gatunku na terenie Wrocławia.

Stanowisko nr 1 – „Jaz Bartoszowice” położone jest w Kanale Powodziowym, piętrzącym wody Odry na jej górnym odcinku, tzw. Górnej Odrze Wrocławskiej. Na stanowisku tym odnotowano dwa miejsca występowania podgatunku. Pierwsze z nich to bardzo płytkie siedlisko powstałe podczas prac związanych z przebudową Wrocławskiego Węzła Wodnego. Zamknięto wówczas zaporę na Jazie Bartoszowice i odcięto Kanał Przeciwpowodziowy od głównego nurtu. Poniżej jazu powstało wypłycone siedlisko, zasilane jedynie przez wodę przesączającą się przez tamę. Uwidoczniło się wówczas dno kanału wybrukowane kostką granitową, pokryte niewielką, 5–10 cm warstwą wolno płynącej wody. Na dnie



Ryc. 1. Nowe stanowiska *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* we Wrocławiu, Dolny Śląsk (Polska); strzałki 1–2 wskazują nowe stanowiska

Fig. 1. New localities of *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* in Wrocław, Lower Silesia (Poland); arrows 1–2 show new localities

występowały maty makroglonowe zbudowane przez *U. flexuosa* subsp. *pilifera* oraz towarzyszące jej licznie *Hydrodictyon reticulatum*, *Rhizoclonium* sp., *Ulothrix* sp. i *Voucheria* sp. W czerwcu 2015 r. zakończenie remontu spowodowało zniszczenie tego siedliska, ze względu na ponowne uruchomienie przelewu i zalanie miejsca poboru prób wodami z Odry. W 2015 r. badania kontynuowano po drugiej stronie jazu, w znacznie głębszym miejscu

Tabela 1. Charakterystyka nowych stanowisk *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera***Table 1.** Characteristics of new localities of *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera*

Stanowiska (Localities)		
	Nr 1. „Jaz Bartoszowice” (No. 1 “Jaz Bartoszowice dam”)	Nr 2. „Zatoka Kozanów” (No. 2. “Zatoka Kozanów bay”)
Dane geograficzne (Geographic data)		
Współrzędne występowania (Locality coordinates)	51°06'10"N, 17°07'26"E, ATPOL BE49	51°08'31"N, 16°58'31"E, ATPOL BE48
Ryciny (Figures)	1	1
Cechy zbiorników wodnych (Features of the water reservoirs)		
Rodzaj dna (Type of bottom)	kostka brukowa, gruba warstwa osadów (flag- stone, a thick layer of sediment)	gliniaste, gruba warstwa osadów (clayey, a thick layer of sediment)
Szerokość (Width)	88 m	83 m
Długość (Length)	–	417 m
Powierzchnia (Area)	–	2,5 ha
Głębokość (Depth)	10–15 cm/do 1m	20–50 cm
Nurt wody (Water flow)	wolno płynąca (slowly flowing)	stagnująca (stagnant)
Parametry fizykochemiczne* (Physicochemical parameters)*		
pH	7,53	8,71
Konduktywność (Conductivity)	1350 µS/cm	1321 µS/cm
Tlen (Oxidation)	8,08 mg/l (107%)	9,24 mg/l (110,1%)
Temperatura (Temperature)	30°C	22,3°C
Gatunki towarzyszące (Accompanying species)		
Makrofity ** (Macrophytes) **	Szuwar (Rush vegetation): <i>Phragmites com- munis</i> , <i>Butomus umbellatus</i> , <i>Lythrum salicaria</i> , <i>Schoenoplectus lacustris</i> Lemnidy: <i>Lemna minor</i> , <i>Spirodela polyrhiza</i> Magnopotamidy: <i>Elodea canadensis</i> , <i>Potamo- geton perfoliatus</i> , <i>Potamogeton pusillus</i> Ceratophyllidy: <i>Ceratophyllum demersum</i>	Szuwar (Rush vegetation): <i>Glyceria maxima</i> , <i>Phragmites communis</i> , <i>Pha- laris arundinacea</i> Lemnidy: <i>Lemna minor</i> , <i>Salvinia na- tans</i> , <i>Spirodela polyrhiza</i> , <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> Nympheidy: <i>Nymphaea albae</i> , <i>Nuphar lutea</i> , <i>Potamogeton lucens</i>
Sinice i glony *** (Cyano- bacteria and algae)***	Sinice (Cyanobacteria): <i>Microcystis aerugi- nosa</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Pseudana- baena mucicola</i> , <i>Dolichospermum spiroides</i> Heterokontophyta: <i>Aulacoseira granulata</i> , <i>Cocconeis</i> sp., <i>Fragilaria</i> sp., <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> , <i>Vaucheria</i> sp. Chlorophyta: <i>Characium ensiforme</i> , <i>Scenede- smus acutus</i> var. <i>globosus</i> , <i>Hydrodictyon reti- culatum</i> , <i>Rhizoclonium</i> sp., <i>Ulothrix</i> sp.	Sinice (Cyanobacteria): <i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>Microcystis wesenbergii</i> , <i>Anabaena</i> sp. Heterokontophyta: <i>Aulacoseira granulata</i> Chlorophyta: <i>Coelastrum microporum</i> , <i>Desmodesmus communis</i> , <i>Oocystis lacu- stris</i> , <i>Pandorina morum</i> , <i>Pediastrum boryanum</i> , <i>Scenedesmus communis</i>

Objaśnienia (Explanations): * – wartości średnie z trzech powtórzeń (mean values of three replicates), ** – klasyfikacja według SZMEJA (2006) (classification by SZMEJA 2006), *** – klasyfikacja według HOEK (1995) (classification by HOEK 1995).

(50–100 cm), gdzie obserwowano kożuchy makroglonowe unoszące się na tafli wody. Na pierwszym miejscu plechy zbierano z kamienistego dna, na drugim miejscu natomiast z powierzchni wody nadbrzeżnej części Kanału Powodziowego.

Stanowisko nr 2 – „Zatoka Kozanów” to naturalna zatoka, stanowiąca krótkie odgałębienie Odry, położona w okolicy ulicy Połbina na terenie osiedla Kozanów. Okoliczny obszar jest terenem rekreacyjnym dla mieszkańców osiedla. W zatoce znajduje się obecnie przystań żeglarsko-kajakowa. Basen portowy wykorzystywany jest w sezonie letnim jako baza Klubu Żeglarskiego. W sezonie zimowym zatoka przekształca się w przechowalnię dla różnego rodzaju sprzętów pływających. Plechy zebrano z wypłyconych, przybrzeżnych części zatoki, w rejonie pomostu i pochylni dla motorówek.

Obydwa stanowiska badawcze charakteryzowały się dużym udziałem roślinności makrofitowej porastającej brzegi badanych zbiorników wodnych, z dominacją *Phragmites communis* lub *Glyceria maxima*. Na tafli wody unosiły się głównie *Lemna minor*, *Spirodela polyrhiza* i *Salvinia natans* (Tab. 1). Badania siedlisk słodkowodnych prowadzone w Polsce i Czechach potwierdzają, że gatunki z rodzaju *Ulva* najczęściej współwystępują z lemnidami, takimi jak *Lemna minor* i *Spirodela polyrhiza* (SITKOWSKA 1999; MESSYASZ & RYBAK 2009; MAREŠ i in. 2011), a w przypadku kanału w Międzyodrze również z *S. natans* (KOWALSKI 1975).

Stanowiska oddalone od siebie około 10 km w linii prostej, różniły się właściwościami siedliskowymi (głębokością, podłożem, szybkością przepływu wody), natomiast miały podobne właściwości fizykochemiczne (Tab. 1). Występowanie *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* związane jest zawsze z wysoką trefią wód zbiorników wodnych (MESSYASZ & RYBAK 2011; MESSYASZ i in. 2013b). GARCÍA i ABOAL (2014), w badaniach nad dynamiką rozwoju populacji makroglonów w rejonie bagien śródziemnomorskich, wskazują z kolei przewodność właściwą wody jako główny wyznacznik występowania *U. flexuosa*. Obecność *U. flexuosa* subsp. *pilifera* na obu nowych stanowiskach wynika prawdopodobnie z podobieństwa chemicznego wód, szczególnie w odniesieniu do poziomu konduktywności (Tab. 1).

Charakterystyka makrozbiornisk *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera*

Występujące w obu siedliskach plechy tworzyły zwarte, ciemno-zielone maty dobrze widoczne na tle towarzyszących im plech nitkowatych zielenic (Ryc. 2). Obserwowane zgrupowania plech różniły się pomiędzy stanowiskami pod względem powierzchni, liczebności oraz struktury. Na terenie „Jazu Bartoszowice” obserwowano makroplechy zajmujące podłoże na powierzchni około 9 m², lub pływające na powierzchni wody, które pokrywały linię brzegową na długości 15 m i szerokości 2,0–2,5 m, tworząc mozaikę z roślinnością makrofitową. W przypadku zgrupowań plech występujących w „Zatoce Kozanów”, pływające i zanurzone maty poprzerastane makrofitami wkraczały w głąb zbiornika na odległość 0,5–1,0 m i zajmowały linię brzegową na obszarze 3 m. Opisywane z Europy słodkowodne populacje *U. flexuosa* subsp. *pilifera* również występują w postaci makroglonowych mat pokrywających podłoże akwenów lub pływających swobodnie na powierzchni wody (MESSYASZ & RYBAK 2009; MAREŠ i in. 2011).

W czasie sezonu wegetacyjnego obserwowano zmiany w wielkości powierzchni plech *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* oraz w ilościowym udziale gatunków towarzyszących. Poprzednio, podczas badań populacji *Ulva* na siedliskach słodkowodnych w Wielkopolsce stwierdzono, że największa biomasa plech *U. flexuosa* subsp. *pilifera* występowała na przełomie maja i czerwca (MESSYASZ & RYBAK 2009; RYBAK & MESSYASZ 2011). Jest to związane z odpowiednimi warunkami siedliskowymi (wysoki poziom nutrietów i niewielkie falowanie wody) oraz pogodą (słoneczne i bezdeszczowe dni). W takich warunkach obserwuje się bardzo szybki przyrost biomasy gatunków z rodzaju *Ulva*. *U. flexuosa* subsp. *pilifera*, występująca na terenie „Jazu Bartoszowice”, dominowała w zbiorowisku na początku lata (czerwiec–początek lipca), natomiast w sierpniu jej ilościowy udział małał, a dominację przejmował *Hydrodictyon reticulatum*. W „Zatoce Kozanów” dominację makroplech *U. flexuosa* subsp. *pilifera* obserwowano późną wiosną i na początku lata (maj–lipiec), natomiast w sierpniu zastała zagłuszona przez wzrost udziału *Lemna minor* w zbiorowisku. Spadek liczebności plech *Ulva*, wynikający z przewagi konkurencyjnej lemniaków o zasoby pokarmowe i światło, był już obserwowany na kilku stanowiskach słodkowodnych tego taksonu (SITKOWSKA 1999; MESSYASZ & RYBAK 2008a, 2009).

Podczas obserwacji prowadzonych w okresie letnim (lipiec–sierpień) odnotowano również różnice w ilościowym udziale młodocianych i dojrzałych plech. W zgrupowaniu plech z terenu „Jazu Bartoszowice” obserwowano większy udział form młodocianych, natomiast w „Zatoce Kozanów” dominowały formy dojrzałe i zamierające. RYBAK (2015) tłumaczył różnice w udziale dojrzałych form w makroplechach poziomem pH, stwierdzając, że wysokie wartości pH hamują rozwój *Ulva*. W przypadku analizowanych siedlisk z terenu Wrocławia, reguła ta nie znajduje potwierdzenia, ponieważ w „Zatoce Kozanów” odczyn był wyższy niż w przypadku stanowisk na „Jazie Bartoszowice”.

Morfometryczna charakterystyka *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera*

Ze względu na różnorodne warunki występowania *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera*, dane z literatury, dotyczące morfometrycznych opisów plech, mają bardzo dużą rozpiętość. Dojrzałe plechy mogą osiągać długość ponad 100 cm (STARMACH 1972; RYBAK 2014), najczęściej jednak zawierają się w przedziale 14–55 cm (MESSYASZ i in. 2013a; RYBAK 2014). Analizowane populacje zebrane z obszaru Wrocławia osiągały długość do 46 cm w przypadku plech młodocianych (średnio 22,30–29,00 cm), natomiast długość plech dojrzałych zawierała się w przedziale 7–26 cm (Tab. 2).

Maty *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* w obydwu badanych siedliskach zawierały plechy młodociane, dojrzałe i zamierające (Tab. 2, Ryc. 2). Młodociane, nitkowate, ciemno-zielone plechy były pojedyncze, nierozgałęzione, początkowo bardzo cienkie (0,1–0,3 cm szerokie, 10–46 cm długie), o gładkiej powierzchni, następnie nieco grubsze (do szerokości 0,5 cm), na powierzchni lekko pofałdowane i rzadko rozgałęzione. Dobrze wykształcone, dojrzałe plechy *U. flexuosa* subsp. *pilifera* były ciemno-zielone, rurkowate, jelitowo-fałdziste, z licznymi rozgałęzieniami, mocno pofałdowane na powierzchni (silnie karbowane) i puste wewnątrz. Plechy dojrzałe, w zależności od populacji, były nieznacznie grubsze od młodocianych (przeważnie 0,3–0,6 cm szerokie – „Jaz Bartoszowice”) lub nawet ponad

Tabela 2. Analiza wielkości cech plech i komórek *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* znalezionych w starorzeczach: Nr 1 – „Jaz Bartoszowice” i Nr – 2 „Zatoka Kozanów”; * – poziom istotności $p > 0,01$

Table 2. The size analysis thalli and cells features of *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* found in old river-beds: No. 1 – “Jaz Bartoszowice dam” and No. 2 – “Zatoka Kozanów bay”; * – significance level $p > 0.01$

Parametry (Parameters) n = 20–30		Stanowiska (Localities)	
		Nr 1 (No. 1)	Nr 2 (No. 2)
Cechy plech (Features of thalli)			
Nitkowate młodociane plechy (Filamentous young thalli)			
długość plech (thallus length) min–max	cm	14,00–46,00	10,00–37,00
średnia/SD (mean/SD)		29,00/11,35	22,30/6,46
szerokość plech (thallus width) min–max		0,10–0,50	0,10–0,50
średnia/SD (mean/SD)		0,25/0,14	0,30/0,13
Rurkowate dojrzałe plechy (Tubular mature thalii)			
długość plech (thallus length) min–max	cm	7,00–26,00	8,00–25,00
średnia/SD (mean/SD)		15,60/5,04	16,30/4,56
szerokość plech (thallus width) min–max		0,10–0,60*	0,30–1,10*
średnia/SD (mean/SD)		0,40/0,15	0,70/0,23
Zamierająca plechy (Dying thalli)			
długość plech (thallus length) min–max	cm	2,50–6,50	3,50–6,20
średnia/SD (mean/SD)		4,90/1,21	4,80/0,87
szerokość plech (thallus width) min–max		1,20–3,00	1,20–2,80
średnia/SD (mean/SD)		2,10/0,48	2,00/0,48
Cechy komórek (Features of cells)			
powierzchnia komórek (cell area) min–max	μm^2	57,30–197,00*	37,20–206,10*
średnia/SD (mean/SD)		120,40/29,14	100,70/31,84
długość komórek (cell length) min–max		7,20–18,60	6,50–22,80
średnia/SD (mean/SD)		12,30/2,48	12,70/3,12
szerokość komórek (cell width) min–max	μm	5,30–12,00	5,30–14,50
średnia/SD (mean/SD)		8,40/1,43	8,80/1,85
średnica pirenoidu (pyrenoid diameter) min–max		2,50–3,30	1,50–3,30
średnia/SD (mean/SD)		2,70/0,39	2,60/0,34
grubość ściany komórkowej (cell wall width) min–max		0,50–1,70*	0,70–1,80*
średnia/SD (mean/SD)		1,00/0,29	1,20/0,19



Ryc. 2. *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera*: a–b – nitkowate, młodociane plechy, c–d – rurkowate, dojrzałe plechy, e – wolno pływające dojrzałe plechy skupione w macie, f – zamierające plechy

Fig. 2. *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera*: a–b – filamentous young thalli, c–d – tubular mature thalli, e – free-floating mature thalli clustered in the mat, f – dying thalli

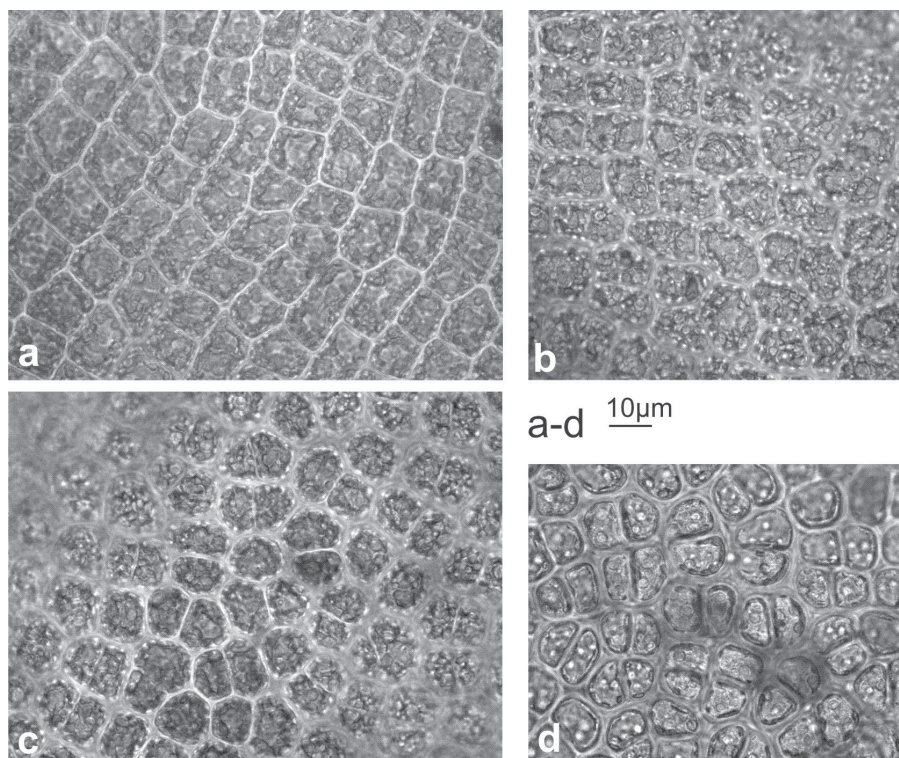
dwa razy grubsze (do 1,10 cm szerokie – „Zatoka Kozanów”). Dojrzałe plechy były również znacznie krótsze od form młodocianych (7,0)– 15,60–16,30 –(26,0) cm długie. Plechy zamierające były z kolei znacznie skrócone i pogrubione (do 6,5 cm długie, 1,2–3,0 cm szerokie), jelitowo-fałdziste, bardzo silnie pofałdowane, pokryte licznymi pęcherzykami lub występowały w postaci drobnych, rozłożystych i płaciastych form, mocno pokarbowanych na powierzchni plechy (Tab. 2, Ryc. 2).

W obu populacjach *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* analiza morfometryczna wykazała podobne zakresy wielkości badanych cech. Wyjątek stanowiła szerokość plechy u formy dojrzałej, która było średnio dwa razy mniejsza u osobników znalezionych w „Jazie Bartoszowice” (Tab. 2). Mniejsze rozmiary tych plech, w porównaniu z plechami notowanymi w „Zatoce Kozanów”, można tłumaczyć obecnością dużej liczby nitkowatych glonów przerastających maty *U. flexuosa* subsp. *pilifera* na tym siedlisku. Konkurencyjny wpływ glonów nitkowatych, ograniczających dostęp do światła oraz składników odżywczych, może w istotny sposób negatywnie wpływać na ich wzrost (BUSCHMANN & GÓMEZ 1993; MES-SYASZ & RYBAK 2011).

Anatomiczna charakterystyka *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera*

Analiza budowy anatomicznej plech młodocianych, dojrzałych i zamierających nie wykazała istotnych różnic pomiędzy stadiami rozwojowymi. Porównując dane metryczne, dotyczące komórek obu populacji *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera*, odnotowano natomiast istotne różnice pomiędzy wielkością powierzchni komórek i grubością ścian komórkowych (Tab. 2). Różnice te świadczą jedynie o zmienności cech anatomicznych w obrębie gatunku. Ogromna plastyczność morfologiczna i anatomiczna taksonów z rodzaju *Ulva* wynika głównie z oddziaływania czynników siedliskowych oraz fazy rozwoju ontogenetycznego (KOEMAN & VAN DEN HOEK 1982; BLOMSTER i in. 2002). Analizując budowę anatomiczną plech w różnych stadiach rozwojowych, zaobserwowano różnice w kształtach komórek i ich ułożeniu w plesze. Komórki form młodocianych i dojrzałych, znajdujące się w brzeżnej części plech, miały kształt prostokątny lub czworoboczny, rzadziej 5–6 ścienny. Układ komórek był wyraźnie regularny, komórki tworzyły podłużne rzędy (Ryc. 3). W miejscach oddalonych od brzegu plechy stawały się nieco bardziej zaokrąglone, wieloboczne, obserwowano bardziej bezładny i nieuporządkowany sposób ich ułożenia w plesze. W starszych (zamierających) plechach regularny układ komórek całkowicie zanikał, komórki przyjmowały kształt okrągły lub owalny (Ryc. 3), zaobserwowano również nieco grubszą ścianę komórkową w porównaniu z komórkami tworzącymi młode i dojrzałe plechy.

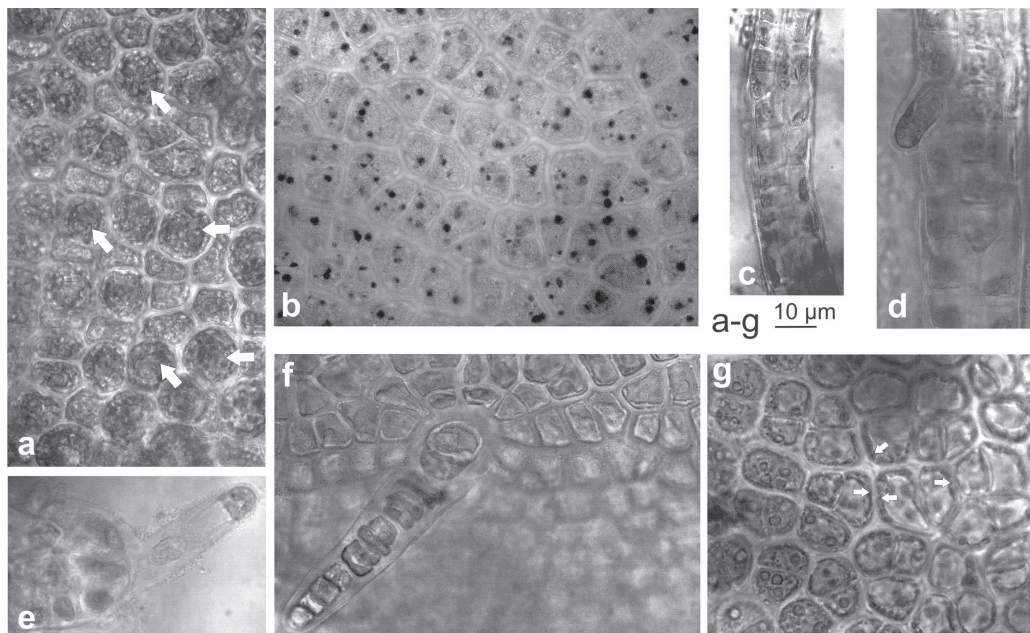
Obserwowane w komórkach chromatofory były najczęściej miseczkowate, ułożone brzeżnie przy ścianie komórkowej (Ryc. 4). Analiza zdjęć wykonanych przez RYBAKA (2014), za pomocą mikroskopu konfokalnego wykazała, że kubkowate chromatofory *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* mają pełne dno, zwrócone do wewnętrznej strony plechy, natomiast na stronie brzeżnej są silnie pofałdowane lub ząbkowate. Efekt ten w mikroskopie świetlnym często daje obraz typowego siatkowatego chloroplastu. Podczas obserwacji w mikroskopie świetlnym populacji z terenu Wrocławia zaobserwowowano pofałdowany brzeg chromatoforów (Ryc. 4).



Ryc. 3. Budowa anatomiczna *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera*, ułożenie komórek w plesze: a – układ liniowy komórek w brzeźnych częściach młodocianych plech; b – zaburzony układ komórek w młodocianych plechach; c – zaburzony układ komórek w dojrzałych plechach, komórki zaokrąglone; d – zaburzony układ komórek w zamierających plechach, komórki o zgrubiałych ścianach

Fig. 3. Anatomy of *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera*, arrangement of cells in thalli: a – cell arranged in long rows in the marginal parts of young thalli; b – disordered cell arrangement in young thalli; c – disordered cell arrangement in mature thalli, rounded off cells; d – disordered cell arrangement in dying thalli, cells with thickened walls

Chromatofory zawierały od 2 do 5 pirenoidów, najczęściej jednak obserwowano 2–3, rzadziej 4 pirenoidy (szczególnie w komórkach młodocianych plech) (Ryc. 4). MAREŠ i in. (2011), prowadząc badania nad europejskimi populacjami *Ulva flexuosa*, wyróżnili liczbę pirenoidów jako jedną z najważniejszych cech różnicujących oba podgatunki. Obecność 2–4 pirenoidów w komórce jest cechą diagnostyczną dla subsp. *pilifera*. Potwierdziły to także badania RYBAKA (2014), który przeprowadzając rewizję taksonów z rodzaju *Ulva* z terenu Polski wykazał, że w komórkach *U. flexuosa* subsp. *pilifera* najczęściej spotyka się 2–4 pirenoidy w chromatoforze. Kolejną ważną cechą diagnostyczną dla podgatunków *U. flexuosa* są wymiary i kształt komórki apikalnej. W wyniku analiz mikroskopowych plech badanych populacji zaobserwowano jednorzędowe proliferacje, zakończone stożkową lub zaokrągloną komórką szczytową o długości 6,20–7,40 μm i szerokości 5,80–7,00 μm (Ryc. 4). Podczas tworzenia się proliferacji, zaobserwowane na powierzchni plechy komórki, dające początek proliferacjom, powiększały swoją wielkość około 1,5 raza. W konsekwencji zwiększała się powierzchnia komórki bazalnej (o średnicy 10,50–13,50 μm oraz grubości ściany



Ryc. 4. Budowa anatomiczna *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera*: a – strzałki wskazują komórki inicjujące proliferację; b, g – komórki z widocznymi pirenoidami (2–3 pirenoidy w komórce), g – strzałki wskazują brzegi chromatoforów; c – dwurzędowa proliferacja; d – fragment nici z proliferacją; e – proliferacja z komórką apikalną; f – proliferacja z komórką bazalną

Fig. 4. Anatomy of *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera*: a – arrows show cells that initiate proliferations; b, g – cells with visible pyrenoids (2–3 pyrenoids per cells), g – arrows show the edges of chromatophores; c – two-rows proliferation; d – part of the filament with proliferation; e – proliferation with apical cell; f – proliferation with basal cell

komórkowej 3,40–6,60 μm). W plechach dojrzałych i zamierających obserwowano również proliferacje, z wyraźnie ułożonymi w dwóch rzędach, regularnymi szeregami wydłużonych, prostokątnych komórek (Ryc. 4). Opisane cechy są typowe dla subsp. *pilifera* (STARMACH 1972; RYBAK 2014).

Na stanowiskach z terenu Wrocławia *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera*, wraz z towarzyszącymi jej gatunkami innych nitkowatych glonów, zajmowała duże powierzchnie, tworząc unoszące się na tafli wody szeroko rozpościerające się plechy. Intensywny przyrost biomasy plech w miesiącach letnich niewątpliwie silnie oddziałuje na strukturę biocenotyczną zbiorników wodnych, mogąc zmieniać właściwości fizykochemiczne wód (MESSYASZ i in. 2011, 2013b). Konieczne są zatem badania nad skutkami pojawiania się nowych, coraz obfitszych zbiorowisk *Ulva*, uwzględniające ich wpływ na fitocenozy zbiorników wodnych i zagrożenia spowodowane możliwością potencjalnych zakwitów tego gatunku.

Wyniki analiz morfometrycznych i anatomicznych *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* z dwóch nowych stanowisk poszerzają informacje na temat biologii i ekologii tego gatunku. Nowe notowania wpisują się również w powszechnie zauważalny trend pojawiania się coraz większej ilości nowych stanowisk tego gatunku w zeutrofizowanych wodach śródlądowych (MESSYASZ & RYBAK 2009, 2011; MAREŠ i in. 2011; RYBAK 2014, 2016).

LITERATURA

- BLOMSTER J., BÄCK S., FEWER D. P., KIIRIKKI M., LEHVO A., MAGGS C. A. & STANHOPE M. J. 2002. Novel morphology in *Enteromorpha* (*Ulvophyceae*) forming green tides. – *American Journal of Botany* **89**(11): 1756–1763.
- BUSCHMANN A. H. & GÓMEZ P. 1993. Interaction mechanisms between *Gracilaria chilensis* (*Rhodophyta*) and epiphytes. – *Hydrobiologia* **260–261**: 345–351.
- GARCÍA M. E. & ABOAL M. 2014. Environmental gradients and macroalgae in Mediterranean marshes: the case of Pego-Oliva marsh (East Iberian Peninsula). – *Science of the Total Environment* **475**: 216–224.
- GÖPPERT H. R. & COHN C. 1850. About algae of Silesia (Ueber die Algen Schlesiens). – *Übersicht der Arbeiten und Veränderungen der Schlesischen Gesellschaft für Vaterländische Kultur* **1**: 93–95.
- KAŠTOVSKÝ J., HAUER T., MAREŠ J., KRAUTOVÁ M., BESTA T., KOMÁREK J., DESORTOVA B., HETEŠA J., HINDÁKOVA A., HOUK V., JANECEK E., KOPP R., MARVAN P., PUMANN P., SKÁCELOVÁ O. & ZAPOMLOVA E. A. 2010. A review of the alien and expansive species of freshwater cyanobacteria and algae in the Czech Republic. – *Biological Invasions* **12**(10): 3599–3625.
- KIRCHHOFF A. & PFLUGMACHER S. 2000. Comparison of the detoxication capacity of the limnic and marine form of the green algae *Enteromorpha compressa*. – *Marine Environmental Research* **50**(1): 72–73.
- KOEMANN R. & VAN DEN HOEK C. 1982. The taxonomy of *Enteromorpha* Link, 1820, (*Chlorophyceae*) in The Netherlands. I. The section *Enteromorpha*. – *Archiv für Hydrobiologie Supplement, Algological Studies* **32**: 279–330.
- KOWALSKI W. 1975. Occurrence of the species of a Marine Green Alga *Enteromorpha* Link (1982) in the Szczecin Pomerania inland waters. – *Fragmenta Floristica et Geobotanica* **21**: 527–536.
- LEDERER F., GARDAVSKÝ A., LUKEŠOVÁ A., KUBEČKOVÁ K., ČÁPOVÁ R., LODROVÁ E. & TROJÁNKOVÁ K. 1998. Biodiverzita a ekologie sinic a řas minerálních pramenů a rašelinišť na území NPR Soos a v okolí Františkových Lázní a Mariánských Lázní. – W: F. LEDERER & Z. CHOCHOLOUŠKOVÁ (red.), *Flóra a vegetace minerálních pramenů a rašelinišť NPR Soos*. Sborník katedry biologie PeF ZČU, s. 68–107. Fakulta pedagogická, Západočeská Univerzita, Plzeň.
- LEE R. E. 2008. *Phycology*. s. 614. Cambridge University Press, Cambridge.
- LESKINEN, E., ALSTRÖM-RAPAPORT C. & PAMILO P. 2004. Phylogeographical structure, distribution and genetic variation of the green algae *Ulva intestinalis* and *U. compressa* (*Chlorophyta*) in the Baltic Sea area. – *Molecular Ecology* **13**(8): 2257–2265.
- LOUGHEED V. L. & STEVENSON R. J. 2004. Exotic marine macroalga (*Enteromorpha flexuosa*) reaches bloom proportions in a coastal lake of Lake Michigan. – *Journal of Great Lakes Research*. **30**: 538–544.
- MAREŠ J., LESKINEN E., SITKOWSKA M., SKÁCELOVÁ O. & BLOMSTER J. 2011. True identity of the european freshwater ulva (*Chlorophyta*, *Ulvophyceae*) revealed by a combined molecular and morphological approach. – *Journal of Phycology* **47**(5): 1177–1192.
- MATTERN H. 1968. Über Massenaufreten der Grünalge *Enteromorpha intestinalis* in der Brettach bei Gerabronn (mit Bemerkungen zu Naturschutzfragen in diesem Raum). – *Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg* **36**: 36–54.
- MCAVOY K. M. & KLUG J. L. 2005. Positive and negative effects of riverine input on the estuarine green algae *Ulva intestinalis* (syn. *Enteromorpha intestinalis*) (Linnaeus). – *Hydrobiologia* **545**: 1–9.
- MESSYASZ B. 2009. *Enteromorpha* (*Chlorophyta*) populations in the Nielba river and lake Laskownickie. – *Hydrobiological and Oceanological Studies* **38**: 1–9.

- MESSYASZ B. & RYBAK A. 2008a. Nowe śródlądowe stanowiska halofilnej zielenicy *Enteromorpha compressa* (L.) Ness w Polsce. – *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria B – Botanika* **57**: 77–88.
- MESSYASZ B. & RYBAK A. 2008b. Występowanie *Enteromorpha compressa* [syn. *Ulva compressa* (L.)] (*Chlorophyta*) w Wielkopolsce. – *Fragmenta Floristica et Geobotanica Series Polonica* **15**(1): 17–19.
- MESSYASZ B. & RYBAK A. 2009. The distribution of green algae species from the *Ulva* genera (syn. *Enteromorpha*; *Chlorophyta*) in Polish inland waters. – *Oceanological and Hydrobiological Studies* **38**(1): 121–138.
- MESSYASZ B. & RYBAK A. 2011. Abiotic factors affecting the development of *Ulva* sp. (*Ulvophyceae*; *Chlorophyta*) in freshwater ecosystems. – *Aquatic Ecology* **45**(1): 75–87.
- MESSYASZ B., CZERWIK-MARCINKOWSKA J., MASSALSKI A., UHER B., RYBAK A., SZEMDZINA L. & PIKOSZ M. 2013a. Morphological and ultrastructural studies on *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* (*Chlorophyta*) from Poland. – *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* **82**(2): 157–163.
- MESSYASZ B., RYBAK A., PIKOSZ M. & SZENDZIN L. 2013b. Fertility effects on *Ulva* thalli mass development in inland waters of Poland. – W: G. MUSTAŢĂ & L. BEJENARU (red.), *The anthropogenic impact upon Black sea region biodiversity*, s. 69–82. Iaşi, România.
- PLIŃSKI M. 1971. Gatunki z rodzaju *Enteromorpha* (Link) Agardh z terenu solnisk podłęczyczych. – *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Łódzkiego, Biologia* **41**: 159–169.
- POOLE L. J. & RAVEN J. A. 1997. The biology of *Enteromorpha*. – *Progress in Phycological Research* **12**: 1–148.
- ROMANO C., WIDDOWS J., BRINSLEY M. D. & STAFF F. J. 2003. Impact of *Enteromorpha intestinalis* mats on near-bed currents and sediment dynamics: flume studies. – *Marine Ecology Progress Series* **256**: 63–74.
- RYBAK A. 2014. Ekologia i zmienność morfologiczno-molekularna taksonów z rodzaju *Ulva* (*Ulvaceae*, *Chlorophyta*) w ekosystemach słodkowodnych Polski. s. 409. Mskr. pracy doktorskiej, Zakład Hydrobiologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza, Poznań.
- RYBAK A. 2015. Revision of herbarium specimens of freshwater *Enteromorpha*-like *Ulva* (*Ulvaceae*, *Chlorophyta*) collected from Central Europe during the years 1849–1959. – *Phytotaxa* **218**(1): 1–29.
- RYBAK A. 2016. Ecological preferences of freshwater *Ulva flexuosa* (*Ulvales*; *Ulvophyceae*): development of macroalgal mats in a Tulce fishpond (Wielkopolska Region, Poland). – *Oceanological and Hydrobiological Studies* **45**(1): 100–111.
- RYBAK A. & MESSYASZ B. 2009. Occurrence of macroalgae from the *Ulva* genera (*Ulvaceae*; *Chlorophyta*) in the Wielkopolska region. – *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria B – Botanika* **58**: 127–136.
- RYBAK A. & MESSYASZ B. 2011. *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* (*Chlorophyta*, *Ulvophyceae*) on the new freshwater locality in Poznań. – *Chrońmy Przyrodę Ojczystą* **67**(2): 182–188.
- RYBAK A., MESSYASZ B., SZEMDZINA L., PIKOSZ M. & KOPERSKI M. 2011. A new locality of the freshwater population of the *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* (*Chlorophyta*, *Ulvophyceae*) in Poznań (Wielkopolska). – *Teka Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego, Oddział Łódzki PAN* **8**: 131–144.
- SHIMADA S., YOKOYAMA N., ARAI S. & HIRAOKA M. 2008. Phylogeography of the genus *Ulva* (*Ulvophyceae*, *Chlorophyta*), with special reference to the Japanese freshwater and brackish taxa. – *Journal of Applied Phycology* **20**(5): 979–989.
- SITKOWSKA M. 1999. Dwa nowe stanowiska *Enteromorpha flexuosa* subsp. *pilifera* (*Chlorophyta*) w Polsce. – *Fragmenta Floristica et Geobotanica Series Polonica* **6**: 301–304.
- SKÁČELOVÁ O. 2003. Perifyton Lednických rybníků. – *Acta Facultatis Ecologiae* **10**(1): 73–75.

- STARMACH K. 1972. Zielonice nitkowate. – W: K. STARMACH (red.), Flora słodkowodna Polski, s. 155–163. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa – Kraków.
- STATSOFT, INC. 2014. STATISTICA (data analysis software system), version 12. www.statsoft.com.
- TITLEY I. 2011. Phylum Chlorophyta. Order Ulvales. – W: D. M. JOHN, B. A. WHITTON & A. J. BROOK (red.), The freshwater algal flora of the British Isles. An identification guide to freshwater and terrestrial algae, s. 575–576. Cambridge University Press, Cambridge.
- VLADIMIRESCU A. F. 2007. Optical microscopy, TEM and molecular investigations on freshwater *Enteromorpha* in Romania. – W: Fourth European Phycological Congress, Oviedo, Spain, Book of Abstracts, s. 149.
- WOHLGEMUTH E., TRNKOVÁ J. & SUTORÝ K. 1984. Výskyt slanomilnéřasy *Enteromorpha intestinalis* (L.) Grev. na Třebíčsku. – Acta Scientiarum Naturalium Musei Moraviae Occidentalis Třebič 13: 53–57.
- ŻBIKOWSKI R., SZEFER P. & LATAŁA A. 2007. Comparison of green algae *Cladophora* sp. and *Enteromorpha* sp. as potential biomonitors of chemical elements in the southern Baltic. – Science of the Total Environment 387(1): 320–332.

SUMMARY

New inland localities of *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* (Kütz.) M. J. Wynne were found in the Odra river (first locality – “Jaz Bartoszowice dam”) and a bay of the Odra river (second locality – “Zatoka Kozanów bay”) in Wrocław (Lower Silesia: 51°06'10"N, 17°07'26"E, ATPOL BE49; 51°08'31"N, 16°58'31"E, ATPOL BE48; Tab. 1, Fig. 1). The field study was carried out in 2014 and 2015, when large samples of the plant were gathered for a comparative analysis of the morphometric and anatomical characters of *Ulva flexuosa* from the two localities. The research also characterised the habitat conditions and examined the variability of *U. flexuosa* subsp. *pilifera* thalli surface area in terms of the quantitative shares of accompanying species.

In both habitats the thalli of *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* formed dense dark-green mats (Tab. 2). The analysed thalli groupings differed in surface area, quantity and structure. At the “Jaz Bartoszowice dam” the macrothalli lay on the bottom or on the water surface. They dominated the community at the beginning of summer; by August the quantitative share of the studied thalli decreased and the accompanying *Hydrodictyon reticulatum* became dominant. In “Zatoka Kozanów bay” the thalli of *U. flexuosa* subsp. *pilifera* occurred as floating or submerged mats, dominating the community during late spring and early summer; *Lemma minor* became dominant in August.

Morphometric study showed that in both habitats the thalli of *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* contained young, adult and dying forms with similar value ranges for the studied features (Tab. 2, Fig. 2), but the “Jaz Bartoszowice dam” population had a larger share of young forms; the “Zatoka Kozanów bay” population was dominated by adult and dying forms.

Detailed microscopic observations of *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* thalli in various development stages showed the positions and shapes of cells and chromatophores (Fig. 3). The chromatophores, located on the cell wall margins, were bowl-shaped and had undulated edges, most often with 2–3 and sometimes with 4 pyrenoids (Fig. 4). Microscopy also revealed cells beginning proliferation, as well as single- and double-row proliferation (Fig. 4).

The results add to our knowledge of *Ulva flexuosa* subsp. *pilifera* and provide new information about its range in freshwater habitats.

Przyjęto do druku: 11.10.2016 r.