

Studia Limnologica et Telmatologica (STUD LIM TEL)	7	1	3-12	2013
---	---	---	------	------

Występowanie ramienic w fitocenozach zespołu pałki wąskolistnej (*Typhetum angustifoliae*) w jeziorach Ziemi Lubuskiej

Charophyte occurrence in phytocoenoses of *Typhetum angustifoliae* association in lakes of Ziemia Lubuska (mid-Western Poland)

Sabina Weihs^a, Mariusz Pełechaty^a, Andrzej Pukacz^b

^aZakład Hydrobiologii, Wydział Biologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ul. Umultowska 89, 61-614 Poznań;

e-mail: sabina567@wp.pl oraz marpel@amu.edu.pl

^bPolsko-Niemiecki Instytut Badawczy, Collegium Polonicum, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ul. Kościuszki 1, 69-100 Ślubice;

e-mail: andrzejpukacz@wp.pl

Abstrakt: W latach 2001-2005 zbadano skład gatunkowy i strukturę 87 fitocenozy zespołu pałki wąskolistnej (*Typhetum angustifoliae*) na tle głębokości, nachylenia dna i typu siedliska oraz fizyko-chemicznych cech wody pelagicznej w 26 jeziorach Ziemi Lubuskiej. W składzie gatunkowym tego zwartego i zdominowanego przez pałkę zbiorowiska stwierdzono obecność 58 gatunków, w tym aż 7 gatunków ramienic (*Characeae*) – makroglonów uznawanych za bioindykatory stanu środowiska wodnego. Celem pracy jest określenie warunków występowania roślin zanurzonych, szczególnie ramienic (*Characeae*) w zbadanych fitocenozach. Liczba gatunków ramienic (od 1 do 3 w danym płacie) wykazywała związek z głębokością i typem siedliska: 2 i 3 gatunki obserwowano w fitocenozach rosnących na głębokości > 1 m, o niewielkim nachyleniu dna oraz niewielkiej zawartości materii organicznej. Największą frekwencją wśród wszystkich odnotowanych roślin zanurzonych charakteryzowała się *Chara delicatula* (= *Chara virgata*), występującą w ponad 20% zdjęć fitosocjologicznych i osiągającą najwyższe pokrycia procentowe na stanowiskach o podłożu mineralnym i mineralno-organicznym. Kolejne dwa co do częstości wystąpień gatunki ramienic, *Chara fragilis* (= *Chara globularis*) i *Nitellopsis obtusa* występowały na stanowiskach głębszych niż 1 m. Badane zbiorowisko szuwarowe preferuje siedliska przeważnie mineralne w zbiornikach mezo- i niezbyt eutroficznych, co może sprzyjać występowaniu roślin zanurzonych, w tym ramienic.

Słowa kluczowe: *Typha angustifolia*, szuwar, ramienice (*Characeae*), *Chara delicatula*, bioindykator, jezioro

Abstract: In 2001-2005 species composition and structure of 87 phytocoenoses of a rush community *Typhetum angustifoliae* were studied in 26 lakes of Ziemia Lubuska region (mid-Western Poland) against depth, bottom slope, and habitat type as well as physico-chemical characteristics of pelagic waters. The species composition of this compact and dominated by *Typha angustifolia* community revealed the presence of 58 species, including as many as 7 species of charophytes (*Characeae*) – macroscopic green algae claimed to be a sensitive bioindicators of the state of aquatic environment. The aim of this paper is to describe the conditions of occurrence of submerged macrophytes, especially charophytes (*Characeae*) in the studied phytocoenoses. Number of charophyte species in the studied phytocoenoses (from 1 to 3) showed a relationship with depth and habitat type: 2 and 3 species were observed in the deepest phytocoenoses growing at the depth > 1 m, minor bottom slope and low content of organic matter. Among all the submersed species *Chara delicatula* (= *Chara virgata*) revealed the highest frequency. The species occurred in more than 20% of the phytosociological records and reached the highest coverage rates at the shallow sites of mineral and mineral-organic substrate. Further two most frequent charophytes, *Chara fragilis* (= *Chara globularis*) and *Nitellopsis obtusa*, occurred at sites deeper than 1 m. The community studied prefers mineral, predominantly meso-eutrophic and moderately eutrophic habitats, which may promote the occurrence of submerged plants, including charophytes.

Key words: *Typha angustifolia*, rush community, charophytes (*Characeae*), *Chara delicatula*, bioindicator, lake

Wstęp

Szuwar tworzą rośliny rosnące na pograniczu wody i łądu. Można je spotkać na brzegu różnorodnych zbiorników wodnych, zazwyczaj cechujących się niewielkim nachyleniem dna. Szuwar charakteryzuje się, zatem, udziałem gatunków typowo wodnych, jak i wodno-błotnych. W strefie przejściowej, którą zajmują, czyli w strefie ekotonu, panują zmienne warunki, np. wahania poziomu wody i temperatury oraz dostępnego światła, które kształtują skład i strukturę zbiorowiska. Stanowi ona tzw. strefę buforową, która filtruje wody pochodzące ze spływu grawitacyjnego, zmniejsza erozję zlewni, dokonuje redukcji stężenia, czy wręcz biodegradacji pestycydów oraz rozkłada w czasie zasilanie zbiornika w materię organiczną. Zbiorowiska ją tworzące dostarczają dodatkowo informacji o zróżnicowaniu siedliskowym tej strefy i warunkach w niej panujących (np. Kłosowski 1992; Szmeja 2006). Zbiorowiska szuwarowe należą do szeroko rozpowszechnionych na obszarze całego kraju (Tomaszewicz 1979; Podbielkowski, Tomaszewicz 1996). Do najpospolitszych, a równocześnie odgrywających znaczącą rolę jako strefa buforowa, należy zbiorowisko pałki wąskolistnej *Typhetum angustifoliae*. Fitocenozy tego zespołu cechuje ubogość florystyczna, bowiem w składzie taksonomicznym dominuje *Typha angustifolia*. Inne gatunki makrofitów rosną pojedynczo, a rośliny całkowicie zanurzone często nie występują (Tomaszewicz 1979). Większą stałością cechują się tylko *Phragmites australis*, *Schoenoplectus lacustris* i *Rumex hydrodaphnum*. Z taksonów towarzyszących najczęściej spotyka się *Nuphar lutea*, *Lemna minor*, *Lemna trisulca*, *Hydrocharis morsus-ranae* i *Potamogeton natans* (Tomaszewicz 1979). *Typha angustifolia* jest gatunkiem tolerancyjnym, dlatego dzięki dobrze rozwiniętym kłaczom potrafi zajmować siedliska na podłożu twardym oraz zamulonym o głębokości od kilku centymetrów do ponad 1,5 m (Matuszkiewicz 2001).

Badania prowadzone w jeziorach Ziemi Lubuskiej, pozwoliły udokumentować bardzo dobry stan zachowania roślinności jeziornej, zarówno pod względem powierzchni zbiorowisk, jak i ich bogactwa gatunkowego (Pełechaty i in. 2007; Kraska 2009). Dotyczy to również zbiorowiska pałki wąskolistnej. W fitocenozach *Typhetum angustifoliae* obserwowano zarówno obecność elodeidów, jak i ramienic (*Characeae*). Ramienice, makroglony z gromady zielenic (*Chlorophyta*), uważane są za czułe bioindykatory trofii jezior, gdyż preferują wody od oligo- do słabo eutroficznych (Dąmbska 1964; Krause 1981, 1997; Pełechaty 2006 i cyt. tam piśmiennictwo).

Rozwój roślin w pasie litoralu zależy m.in. od kąta nachylenia stoku, rodzaju osadów i wystawienia na falowanie, zawartości substancji biogennej, a w przypadku roślin całkowicie zanurzonych - przede wszystkim od dostępności światła (Spence 1982; Duarte, Kalff 1986; Szmeja 2006; Pełechaty i in. 2007 i cyt. tam piśmiennictwo). Fito-

cenozy *Typhetum angustifoliae* cechują się znacznym zwarciem, dlatego ograniczona dostępność światła sprawia, iż rzadko stwierdza się w nich obecność gatunków zanurzonych, a zwłaszcza ramienic. Określenie uwarunkowań ekologicznych występowania makrofitów zanurzonych, szczególnie ramienic, w fitocenozach *Typhetum angustifoliae* stanowi cel niniejszej pracy, opartej na badaniach przeprowadzonych w jeziorach Ziemi Lubuskiej.

Teren badań

Fitocenozy *Typhetum angustifoliae* badano w 26 jeziorach Pojezierza Lubuskiego (Kondracki 2002), zróżnicowanych pod względem powierzchni i głębokości (tab. 1). Pomimo, iż wśród badanych jezior uwzględniono najgłębsze jeziora w regionie i jedno z najgłębszych jezior w Polsce (Jezioro Trześniowskie), to przeciętna głębokość maksymalna nie przekracza 11 m. Stąd też jeziora, choć w wielu przypadkach o charakterze rynnowym, nie charakteryzują się znacznym nachyleniem stoków misy jeziornej. Tworzą zatem dogodne warunki do rozwoju roślinności szuwarowej.

Z uwagi na znaczną lesistość regionu dominującym typem zlewni jest zlewnia leśna. Dlatego większość jezior to zbiorniki niezbyt zasobne w biogeny (tab. 2), cechujące się mezotroficznym lub słabo eutroficznym charakterem wód (Pełechaty i in. 2007). Można wskazać jednak i zbiorniki silnie eutroficzne, wśród których najżyźniejszym jest jezioro Busko. W badanym okresie 16 jezior charakteryzowało się widzialnością krążka Secchiego przekraczającą 2,5 m (granica głębokościowego zasięgu roślinności zanurzonej w jeziorach eutroficznych), a w 6 jeziorach widzialność przekraczała 4 m (tab. 2). W związku z tym jeziora cechowały się dobrze wykształconą i różnorodną roślinnością. Oprócz zbiorowisk szuwaru i nimfeidów, w wielu jeziorach wykształciły się zbiorowiska makrofitów zanurzonych, w tym ramienic, czemu sprzyjała zasobność w wapń i zasadowy charakter wód w okresie prowadzenia badań (w latach 2001-2005).

Metody badań

Skład gatunkowy i strukturę badanych fitocenozy zespołu pałki wąskolistnej (*Typhetum angustifoliae*) scharakteryzowano za pomocą zdjęć fitosocjologicznych wykonanych brodząc (od strony brzegu) i z pontonu (od strony lustra wody). Zdjęcia fitosocjologiczne w liczbie 87 i o powierzchni 16 m² każde wykonano w sezonach letnich (od czerwca do sierpnia) lat 2001-2005. W każdym z badanych jezior wybierano reprezentatywne fitocenozy *Typhetum angustifoliae*. Ich liczba wahała się od 1 do 10 w danym jeziorze, w zależności od sposobu wykształcenia roślinności i badanego zbiorowiska oraz morfologii badanego jeziora. W każdym zdjęciu fitosocjologicznym określano skład

Tab. 1. Dane morfometryczne i położenie geograficzne wybranych jezior Ziemi Lubuskiej, w których badano fitocenozy *Typhetum angustifoliae*, za Jańczakiem (1996) i Kondrackim (2002). W przypadku braku danych we wskazanych źródłach koordynaty odczytano korzystając z serwisu Geoportal (www.geoportal.gov.pl)

Tab. 1. Morphometric data and location of chosen lakes, in which phytocoenoses of *Typhetum angustifoliae* were studied, based on Jańczak (1996) and Kondracki (2002). In case of a lack of data in the chosen sources, geographical coordinates were taken from Geoportal webpage (www.geoportal.gov.pl)

Jeziro - Lake	Szerokość i długość geograficzna - Latitude and longitude	Powierzchnia zwierciadła wody – surface area [ha]	Wysokość – altitude [m n.p.m.]	Głębokość średnia – mean depth [m]	Głębokość maksymalna – maximum depth [m]
Bez Nazwy	52°25,5'; 14°51,3'	2,7	-	-	1,6
Błędno	52°20,4'; 14°38,4'	4,2	-	-	2,8
Busko	52°23'0"; 14°51,1'	46,7	52,2	1,1	2,1
Czyste Małe	52°26,2'; 14°51,1'	9	52,6	2,6	5,5
Czyste Wielkie	52°25,7'; 14°51,8'	26,4	52,8	8,5	20,8
Długie	52°20,9'; 14°51,4'	6	55,8	-	3,2
Garbicz	52°18,0'; 15°00,0'	35,1	88,5	8,5	20,7
Głębiniec	52°19,4'; 14°45,5'	10,4	47,4	3,0	6,5
Głębokie	52°14,5'; 14°47,3'	6,5	35,5	-	4,6
Grzybno	52°26,9'; 14°50,0'	42,7	52,0	5,2	13,9
Jasne	53°02,5'; 14°53,9'	15,1	66,5	4,3	9,5
Kręcko	52°19,1'; 14°59,4'	46,5	83,0	5,6	12,9
Linie (Wyspa)	52°19,1'; 14°47,1'	19,3	46,6	3,1	6,6
Lubiąż	52°31,0'; 15°13,6'	130	48,0	4,6	12,8
Łagowskie	52°19,5'; 15°17,3'	82,4	106,5	5,2	12,5
Moczydło	52°05,5'; 15°02,1'	12	47,0	3,5	4,3
Mościenko	52°27,3'; 14°48,4'	4,1	-	3,1	2,1
Oczko	52°19,2'; 14°45,4'	2	40,5	-	1,8
Pierwsze	52°23,1'; 15°09,2'	19,3	100,7	4,7	10,7
Reczynek	52°27,9'; 14°52,2'	28,2	43,5	6,3	14,8
Rzepinka	52°19,3'; 14°56,9'	13,6	74,4	1,6	3,1
Rzepsko	52°19,3'; 14°53,4'	11,2	64,0	3,6	7,8
Trześniowskie	52°14,9'; 15°18,1'	185,7	106,0	19,9	58,8
Wilkowskie	52°14,9'; 15°28,1'	130,5	78,7	9,0	20,7
Złoty Potok	52°30,0'; 15°22,5'	32,8	78,8	5,9	13,7
Żabiniec	52°30,3'; 14°43,6'	36	36,3	2,0	4,0

- brak danych, no data

gatunkowy badanej fitocenozy oraz procentowe pokrycie powierzchni zdjęcia przez poszczególne gatunki. Ponadto mierzono głębokość minimalną i maksymalną wody w badanym płacie oraz odległość pomiędzy najpłytszym i najgłębszym miejscem w płacie, co było podstawą obliczenia nachylenia dna na badanym stanowisku. Oszacowano także ocienienie fitocenz roślinnością brzegową (część fitocenz rosła bowiem pod okapem drzew i krzewów) oraz udział materii organicznej w osadzie, wyróżniając cztery typy siedliska: mineralne, mineralno-organiczne, organiczno-mineralne i organiczne.

W każdym jeziorze, w centralnej części zbiornika, pobierano próby wody do analiz fizyczno-chemicznych. Na miejscu dokonano pomiarów pH, przewodności, temperatury, widzialności i stężenia tlenu. Pobrane próby wody zostały utrwalone chloroformem i poddane analizie chemicznej w laboratorium Zakładu Analizy Wody i Gruntów Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Określono zasadowość i twardość wody oraz stężenie wapnia, magnezu, fosforu ogólnego i azotu ogólnego, stosując zgodne ze Standard Methods procedury analityczne (Pełechaty i in. 2007).

Tab. 2. Właściwości fizyczno-chemiczne wody badanych jezior

Tab. 2. Physical-chemical water properties of the studied lakes

Jezioro – Lake	Widzialność – visibility [m]	pH	Przewodnictwo – conductivity [$\mu\text{S cm}^{-1}$]	Temperatura - temperature [$^{\circ}\text{C}$]	Tlen – oxygen [mg dm^{-3}]	Zasadowość - alkalinity [mval dm^{-3}]	Twardość – hardness [$^{\circ}\text{N}$]	Ca [mg dm^{-3}]	Mg [mg dm^{-3}]	Fosfor całkowity - TP [mg dm^{-3}]	Azot całkowity - TN [mg dm^{-3}]
Bez Nazwy	1	8	318	24,1	3,1	1,9	11,2	45,7	20,8	0,12	1,3
Błędno	1,05	7,4	435	24,3	6,25	2,9	9,8	51,4	11,3	0,26	1,04
Busko	0,25	8,5	259	24	11,8	1,9	12,1	55,7	18,7	2,97	3,6
Czyste Małe	3	7,4	241	22,1	7,3	1,7	6,2	17,1	16,5	0,03	1,8
Czyste Wielkie	4,5	8,3	303	24,6	9,1	2	7,4	44,3	5,2	0,05	0,46
Długie	2	8	401	25,9	4,7	1,7	10,8	62,8	8,68	0,09	0,91
Garbicz	3,1	7,86	268	22,1	7,9	1,8	7	27,1	13,9	0,03	1,47
Głębiniec	3,5	6,5	285	25	8,4	1,5	7	39,9	6,1	0,06	1,08
Głębokie	3,8	7,5	175	23,8	8,1	0,6	3	17,1	2,6	0,08	0,63
Grzybno	3,6	7,9	365	22,2	9,4	2	9	52,1	7,4	0,04	1,54
Jasne	5,5	7,75	245	22,2	7,1	1,3	6	8,43	20,8	0,04	1,4
Kręcko	2,8	7,8	341	21,9	7,9	2	8,9	21,4	25,6	0,05	1,4
Linie (Wyspa)	2,7	7,8	318	22,4	7,1	2	7,4	18,6	20,4	0,05	1,61
Lubiąż	2,9	8,13	304	22,5	9,8	2,5	7,8	42,5	7,8	0,07	1,47
Łagowskie	5,2	7,75	366	22,2	8,3	2	8,6	20,7	24,7	0,03	1,89
Moczydło	0,9	8,3	169	22,8	6,4	1,1	4,4	28,6	1,74	0,07	2,7
Mościenko	2,1	7,5	186	23,6	5,5	1,6	3	17,1	2,6	0,06	0,63
Oczko	0,7	6,5	330	24,8	4,9	1,7	8,8	47,1	9,6	0,42	1,28
Pierwsze	7	9	186	23,3	9,6	1,3	4	22,1	3,5	0,06	0,49
Reczynek	3,5	8,5	437	25,7	6,9	1,3	4,5	23,6	5,21	0,1	0,77
Rzepinka	1,2	8,1	459	20	8,6	2,9	10,6	70	3,5	0,1	2,38
Rzepsko	2	8	445	24	3,6	1,8	9,8	58,5	6,9	0,1	1,01
Trześniowskie	4,5	8,5	388	24	9,56	2,4	9,8	57,1	7,8	0,08	0,63
Wilkowskie	4,4	8,5	303	26	10,4	2	6	28,6	8,7	0,06	0,56
Złoty Potok	3,5	7,78	317	22	7,8	2	7,4	10,7	25,6	0,04	1,19
Żabiniec	0,5	8,5	504	26,4	2,93	1,7	11,8	48,6	21,7	0,17	1,85

Nazwy gatunkowe roślin podano w oparciu o klucze Rutkowskiego (1998), w przypadku roślin naczyniowych, i Dąbbskiej (1964), w przypadku ramienic. Zdjęcia fitosocjologiczne zestawiono w tabelę rzeczywistą, co pozwoliło scharakteryzować zróżnicowanie florystyczne zbadanych fitocenoz *Typhetum angustifoliae*. Z uwagi na wielkość tabeli, nie zamieszczono jej w pracy, stanowiła jednak materiał wyjściowy do omówionych poniżej analiz statystycznych.

W celu określenia czynników warunkujących występowanie gatunków, szczególnie ramienic oraz elodeidów

w badanych fitocenozach *Typhetum angustifoliae* wykonano wielowymiarową kanoniczną analizę korespondencji (CCA), do czego upoważniała długość gradientu (>3) obliczona we wstępnie wykonanej analizie DCA. W analizie CCA za warunki środowiskowe dla badanego składu gatunkowego fitocenoz przyjęto ocienienie fitocenoz roślinnością brzegową (w %), nachylenie dna (w $^{\circ}$), głębokość średnią fitocenoz (w m), typ siedliska (przyjmując wartości odpowiednio: mineralne – 1, mineralno-organiczne – 2, organiczno-mineralne – 3 i organiczne – 4) oraz pokrycie *Ty-*

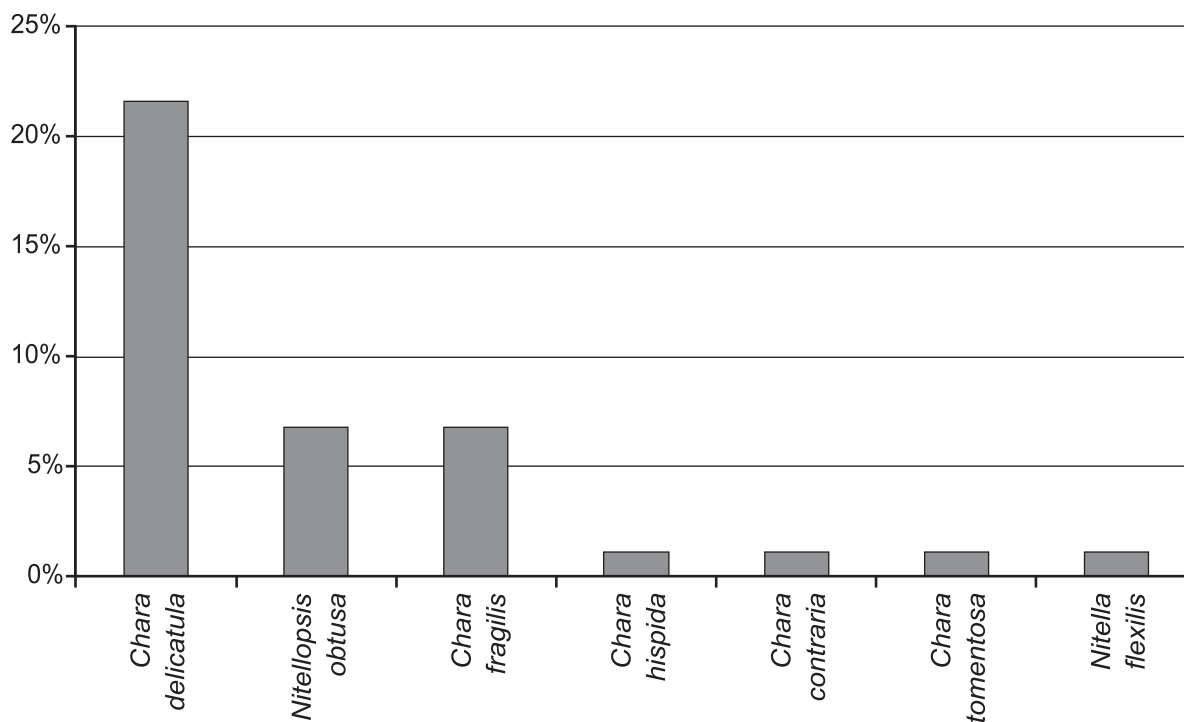
pha angustifolia, ponieważ to głównie pałka, będąc gatunkiem dominującym w badanych fitocenozach, kształtowała warunki świetlne dla roślin rozwijających się pod jej okapem. Wyniki analizy wielowymiarowej uzupełniono analizą wykonaną w oparciu o tabele wielodzielcze. W analizie CCA pominięto gatunki sporadyczne, które wystąpiły tylko raz w badanych fitocenozach. W analizie z użyciem tabeli wielodzielczych, bazującej na całkowitej liczbie gatunków ramienic, brano pod uwagę wszystkie ramienice stwierdzone w tych badaniach.

Zróźnicowanie fizyczno-chemiczne pomiędzy jeziorami Ziemi Lubuskiej, w których badano fitocenozy szuwaru wąskopałkowego, zilustrowano za pomocą wielowymiarowej analizy składowych głównych (PCA). Wymienione analizy statystyczne wykonano z użyciem pakietów Canoco 4.1 i Statistica 9.1.

Wyniki i dyskusja

W 87 fitocenozach zespołu pałki wąskolistnej (*Typhetum angustifoliae*), zbadanych w 26 jeziorach Ziemi Lubuskiej, stwierdzono występowanie 58 gatunków roślin naczyniowych i makroglonów. We wszystkich fitocenozach gatunkiem dominującym pod względem procentowego pokrycia powierzchni badanych płatów była pałka wąskolistna (*Typha angustifolia*). Pomimo dominacji ilościowej pałki i wynikającego stąd zacielenia dna wśród gatunków współwystępujących w zbadanych fitocenozach stwier-

dzono obecność aż siedmiu gatunków z rodziny *Characeae* (ryc. 1). Te zanurzone makroglony uznawane są za wskaźniki wysokiej jakości wody i dobrego stanu ekologicznego ekosystemów jeziornych (np. Dąbska 1964; Krause 1981; Apolinarska i in. 2011 i cyt. tam piśmiennictwo). Są one szczególnie wrażliwe na warunki świetlne (Pełechaty 2006 i cyt. tam piśmiennictwo), na które jednak mogą znacząco wpływać (np. Apolinarska i in. 2011 i cyt. tam piśmiennictwo). Ramienice należą do makrofitów wodnych zasiedlających najgłębsze stanowiska w litoralu jezior (Dąbska 1964; Krause 1997; Pełechaty, Pukacz 2008). Znane są jednak przypadki, gdy w wyniku pogarszającej się przezroczystości wody, będącej skutkiem eutrofizacji, dotychczas rosnące głęboko ramienice zajmują stanowiska na obszarze płytkiego fitolitoralu, gdzie światło nie jest już czynnikiem limitującym rozwój (Blindow 1992; Gąbka 2009). Presja ryb roślinożernych, np. amura białego, również może przyczynić się do „ucieczki” ramienic z miejsc żerowania ryb na stanowiska wśród roślinności szuwarowej, gdzie dostęp ryb jest ograniczony (Krupska i in. 2012). Dla gatunków o większych plechach stanowiska płytkie są trudno dostępne, ale nie bez znaczenia może być fakt, iż w strefie szuwaru bardzo mocno ograniczone jest falowanie – czynnik działający destrukcyjnie na kruche plechy ramienic, szczególnie dużych gatunków (van den Berg 1999). Generalnie, jednak najczęściej na takich stanowiskach obserwuje się ramienice drobne, np. *Chara delicatula* – gatunek obserwowany licznie w szuwarze, w tym w szuwarze wąskopałkowym w twardo-



Ryc. 1. Frekwencja gatunków ramienic w fitocenozach *Typhetum angustifoliae*.

Fig. 1. Frequency of charophytes in the studied phytocenoses of *Typhetum angustifoliae*

wodnym Jeziorze Czystym Wielkim, w którym ramienica ta przyczyniała się do odkładania znacznych ilości węgla wapnia w siedlisku roślinności szuwarowej (Pełechaty i in. 2005). W jeziorach Ziemi Lubuskiej była ona także notowana w szuwarze trzcinowym (Pełechaty i in. 2010).

W badanych fitocenozach *Typhetum angustifoliae* *Chara delicatula* charakteryzowała się największą frekwencją wśród roślin zanurzonych, występując w 19 spośród zbadanych płatów. Rzadziej notowano *Nitellopsis obtusa* oraz *Chara fragilis* (każdy w 6 fitocenozach). Pozostałe ramienice, w tym dwa duże gatunki, *Chara hispida* i *Chara tomentosa* obserwowano w pojedynczych fitocenozach. W cytowanych powyżej badaniach występowania ramienic w szuwarze trzcinowym (Pełechaty i in. 2010) duże gatunki, w tym odnotowana w tej pracy *Chara hispida*, również występowały sporadycznie, co należy wiązać z trudnością rozwoju dużych plech na stanowiskach płytkich i, dodatkowo, cechujących się bardzo dużym zagęszczeniem roślin szuwarowych. Warto zaznaczyć, że na obszarze Ziemi Lubuskiej badania roślinności jezior, w tym ramienic, prowadzone były także na przełomie lat 70. i 80. XX wieku (Kraska 2009), choć w znacznej części w innych jeziorach niż niniejszym prezentowane badania. Cytowane badania również udokumentowały obecność ramienic w fitocenozach zespołu pałki wąskolistnej, jednak były to tylko gatunki *Nitellopsis obtusa* i *Chara tomentosa*, przy czym pierwszy z nich cechował się większą liczbą wystąpień oraz większym udziałem ilościowym niż drugi z wymienionych gatunków. Wartości te były także wyższe w porównaniu z naszymi badaniami.

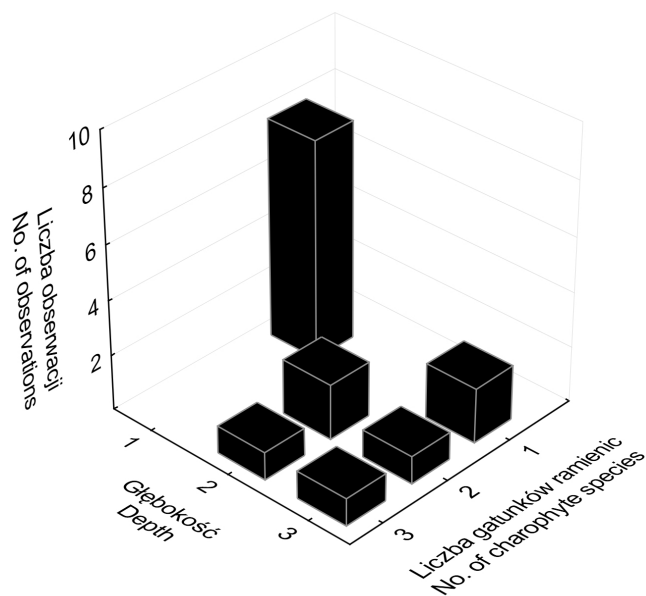
Należy zauważyć, iż obecność ramienic w strefie szuwaru może mieć znaczenie regionalne. W pracy Tomaszewicza (1979) bowiem, nie wymieniono ani jednego gatunku *Characeae* w fitocenozach zespołu pałki wąskolistnej, udokumentowanych aż 539 zdjęciami fitosocjologicznymi z terenu Polski.

Spośród zanurzonych roślin naczyniowych reprezentujących grupę elodeidów, najczęściej notowany w naszych badaniach był *Myriophyllum spicatum* (w 18 fitocenozach). Gatunek ten podawany jest jako towarzyszący w zbiorowisku pałki wąskolistnej także i w innych pracach, np. w cytowanym już opracowaniu Tomaszewicza (1979), czy monografii Kraski (2009). Z piśmiennictwa znane są także pozostałe gatunki elodeidów, rzadziej niż *Myriophyllum spicatum* obserwowane w niniejszych badaniach, tj. *Najas marina* (w prezentowanych badaniach w 12 płatach), *Ceratophyllum demersum* (w 9 płatach) czy *Myriophyllum verticillatum* i *Fontinalis antipyretica* (w 6 płatach każdy).

Zbadane fitocenozy szuwaru wąskopałkowego występowały w zakresie głębokości od 0 do 2,2 m, osiągając średnio głębokość 0,73 m. Nachylenie dna było zróżnicowane od znikomego (< 0,5°) do 35°, przeważnie było jednak niewielkie (średnia 11,6°). Zbadane fitocenozy zajmowały głównie podłoże mineralne i mineralno-organiczne i tworzyły pas szuwaru o szerokości od 1,5 do 25 m, śred-

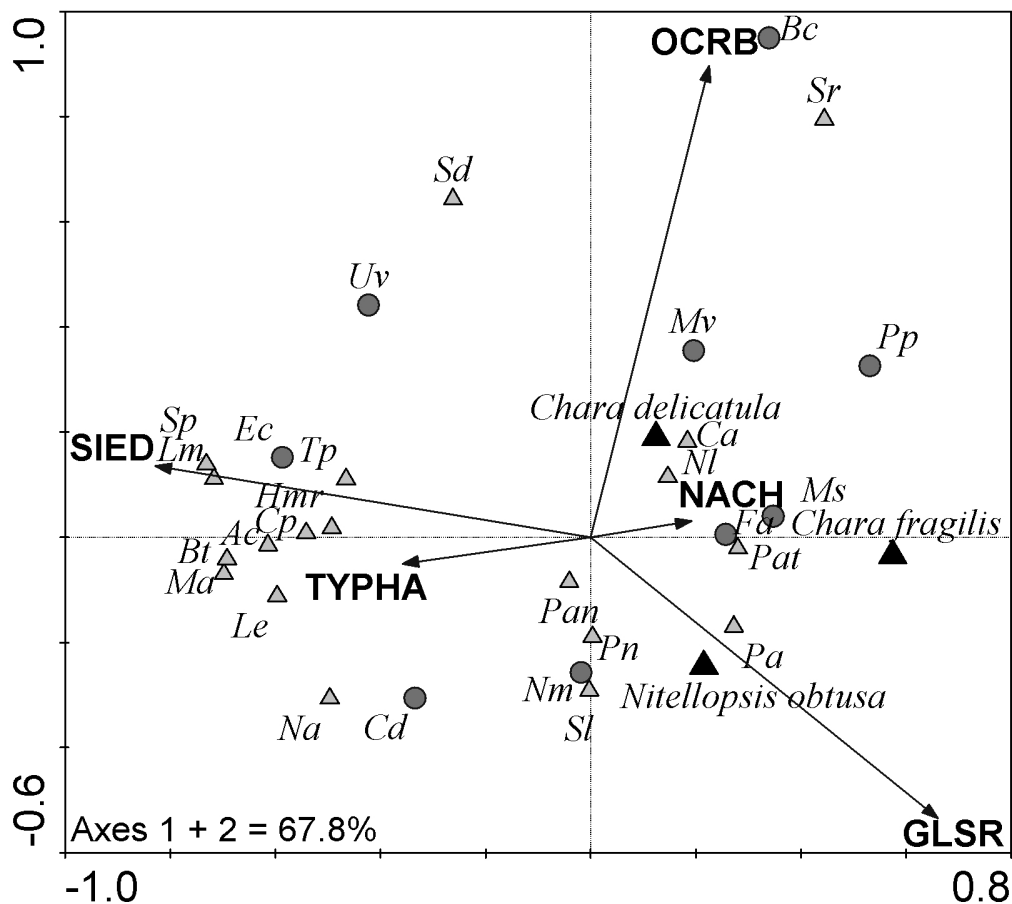
nie 6,5 m. W składzie gatunkowym fitocenoz obserwowano od 1 do 12 gatunków, średnio 4 gatunki. Fitocenozy były zatem niezbyt bogate gatunkowo, co jest związane z dominacją *Typha angustifolia*. Liczba gatunków ramienic w poszczególnych fitocenozach, w których one występowały, wahała się od 1 do 3, przy czym wykazywała pozytywny związek z głębokością (ryc. 2). 2 i 3 gatunki obserwowano w fitocenozach cechujących się głębokością przekraczającą 1 m. Więcej niż jeden gatunek ramienic obserwowano na siedliskach mineralnych i mineralno-organicznych o niewielkim nachyleniu (< 10°). Analiza CCA (ryc. 3) wykazała, że ramienice o większej frekwencji (*Nitellopsis obtusa*, *Chara delicatula* i *Chara fragilis*) preferowały siedliska mało zasobne w materię organiczną a równocześnie o niewielkim zacięciu roślinnością brzegową i pałką wąskolistną. *Chara delicatula*, najczęściej notowany gatunek z grupy ramienic, związana była z miejscami najpłytszymi (ogólnie < 1 m, ale niekiedy na stanowiskach o gł. nawet < 10 cm), podczas gdy *Nitellopsis obtusa* i *Chara fragilis* występowały głębiej (przeważnie na gł. > 1 m). *Chara delicatula* wykazywała najwyższe wartości pokrycia procentowego w szuwarze rozwijającym się na podłożu mineralnym i mineralno-organicznym (ryc. 4).

Jak wynika z ryc. 3, zbliżonymi do *Chara delicatula* i *Chara fragilis* preferencjami siedliskowymi cechował się wywłócznik kłosowy (*Myriophyllum spicatum*), najczęściej notowany gatunek z grupy elodeidów (zajmujący na ryc. 3



Ryc. 2. Liczba gatunków ramienic a średnia głębokość, na której występowały fitocenozy. Kategorie głębokości: 1: do 0,5 m; 2: 0,6 – 1 m; 3: >1m

Fig. 2. Number of charophyte species in the studied phytocenoses against mean depths of their occurrence. Categories: 1: up to 0.5 m deep; 2: 0.6 – 1 m; 3: deeper than 1 m



Ryc. 3. Wyniki analizy CCA prezentujące zależność pomiędzy pokryciem gatunków a cechami siedlisk w badanych fitocenozach *Typhetum angustifoliae*. OCRB – ocienienie roślinnością brzegową, NACH – nachylenie dna, GLSR – głębokość średnia fitocenozy, SIED – typ siedliska (mineralne, mineralno-organiczne, organiczno-mineralne, organiczne), TYPHA – pokrycie *Typha angustifolia* w badanych fitocenozach. Ramienice zaznaczono podając na rycinie pełne nazwy oraz za pomocą dużych, czarnych trójkątów. Elodeidy zaznaczono za pomocą kółek. Pozostałe gatunki oznaczono szarymi trójkątami. Pa - *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steudel, Ca - *Carex acutiformis* Ehrh., Ma - *Mentha aquatica* L., Sl - *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, Cp - *Carex pseudocyperus* L., Le - *Lycopus europaeus* L., Ac - *Acorus calamus* L., Sr - *Sparganium ramosum* Hudson, Ms - *Myriophyllum spicatum* L., Tp - *Thelypteris palustris* Schott, Nm - *Najas marina* L., Ni - *Nuphar lutea* (L.) Sibth. Et Sm., Cd - *Ceratophyllum demersum* L., Fa - *Fontinalis antipyretica* Hedw., Mv - *Myriophyllum verticillatum* L., Hmr - *Hydrocharis morsus-ranae* L., Na - *Nymphaea alba* L., Ec - *Elodea canadensis* Michx (a. Rich.), Pat - *Polygonum amphibium* (f. *terestres*) L., Sd - *Solanum dulcamara* L., Uv - *Utricularia vulgaris* L., Bc - *Batrachium circinatum* Sibth., Lm - *Lemna minor* L., Pn - *Potamogeton natans* L., Pp - *Potamogeton perfoliatus* L., Bt - *Bidens tripartitus* L., Pan - *Polygonum amphibium* (f. *natans*) L., Sp - *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid,

Fig. 3. CCA output presenting relationships between species coverage and environmental variables in the studied phytocoenoses of *Typhetum angustifoliae*, OCRB – shading by shoreline vegetation, NACH – bottom slope, GLSR – mean depth of phytocoenoses, SIED – habitat type (mineral, mineral-organic, organic-mineral, organic), TYPHA – coverage of *Typha angustifolia* in the studied phytocoenoses. Charophytes are marked with full names and big black triangles. Circles indicate elodeids. Other species are marked with gray triangles. Species names as above.

pozycję bliską *Chara fragilis* i *Fontinalis antipyretica*). Jednak w przypadku tego gatunku wartości pokrycia osiągane w badanych fitocenozach były niższe w porównaniu z *Chara delicatula*. Wywłócznik, podobnie do ramienic, preferował siedliska mineralne i mineralno-organiczne. Warto zauważyć, iż z wyjątkiem *Utricularia vulgaris*, *Ceratophyllum demersum*, a zwłaszcza *Elodea canadensis*, wszystkie pozostałe gatunki zanurzone usytuowane są w prawym pane-

lu ryc. 3, co wynika z preferencji względem podłoża mineralnego. Gatunki te wykazują, natomiast, zróżnicowanie względem głębokości i zacielenia.

Pomimo wskazanych przypadków występowania ramienic w zbiorowiskach szuwarowych, gdzie wraz ze szczątkami roślin naczyniowych utrwalonych w osadzie mogą one służyć jako biomarkery, sytuacja taka, jak już zaznaczono, nie jest częsta. Oprócz ww. niekorzystnych zja-

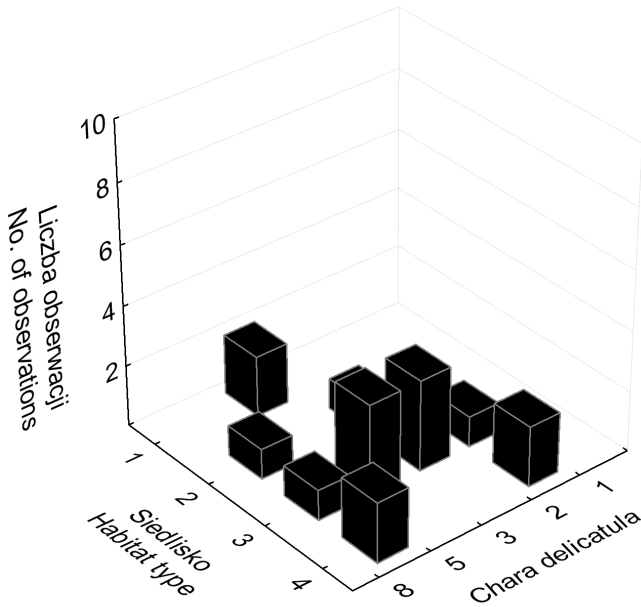
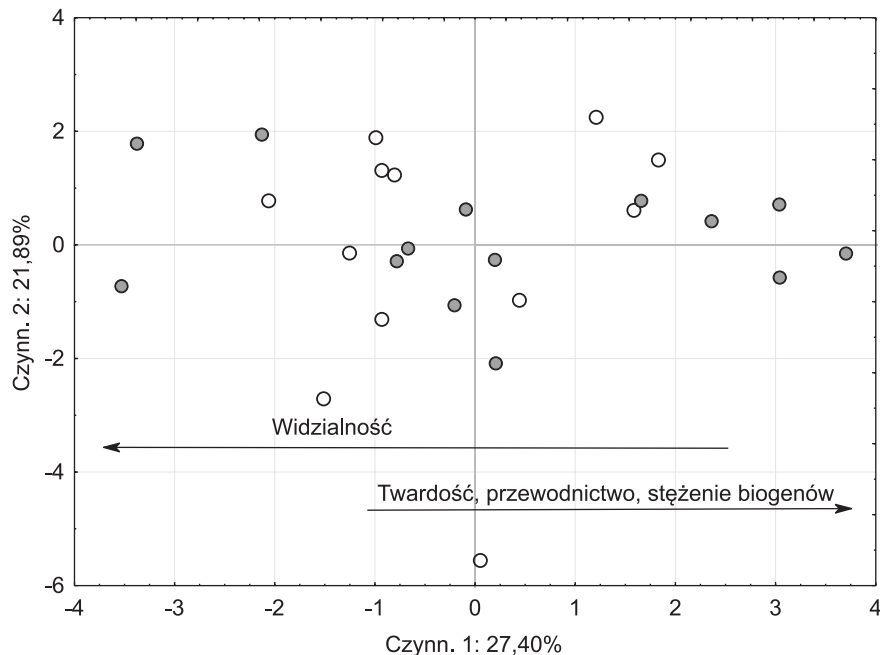


Fig. 4. Pokrycie dna przez *Chara delicatula* w badanych fitocenozach a typ siedliska. Pokrycie wyrażone w skali van der Maarela (1979). Według tej skali wartości procentowego pokrycia dna odpowiadają od 1 dla gatunków reprezentowanych w zdjęciu przez pojedyncze osobniki (r w skali Braun-Blanqueta) do 9 dla gatunków o najwyższym pokryciu procentowym w zdjęciu, 75-100% (5 w skali Braun-Blanqueta). Typy siedliska - kategorie: 1: mineralne; 2: mineralno-organiczne; 3: organiczno-mineralne; 4: organiczne

Fig. 4. Percentage cover of *Chara delicatula* in the studied phytoenoses against the type of substratum. Cover in the van der Maarel's (1979) scale, which extends from 1 for species observed sporadically (r in the Braun-Blanquet's scale) to 9 for dominant species, covering between 75-100% (5 in the Braun-Blanquet's scale). Types of substratum - categories: 1: mineral substratum; 2: mineral-organic; 3: organic-mineral, 4: organic substratum

wisk w jeziorze, występowaniu ramienic w strefie szuwaru mogą sprzyjać dobre warunki ekologiczne w jeziorze, preferujące szerokie rozprzestrzenienie ramienic w zbiorniku i dużą ich różnorodność. W cytowanej wcześniej pracy Pełechatego i in. (2010) ramienice występowały w szuwarze trzcinowym w jeziorach o wyraźnie niższym stężeniu biogenów w wodzie jeziornej i wyższej przezroczystości w po-

równaniu z jeziorami, w których ramienic nie stwierdzono w zbiorowisku trzciny. Podobne wnioski wyprowadzono na podstawie występowania ramienic w zwartych zbiorowiskach żyznolubnego *Ceratophyllum demersum* (Pełechaty et al. 2013). Może to mieć potwierdzenie także w niektórych czystowodnych jeziorach ujętych w niniejszych badaniach. Jednak, jak wynika z analizy składowych głównych (ryc. 5),



Ryc. 5. Zróżnicowanie fizyczno-chemiczne jezior Ziemi Lubuskiej z obecnością ramienic (puste symbole) i bez ramienic (wypełnione symbole) w badanych fitocenozach *Typhetum angustifoliae*

Fig. 5. Physical-chemical variation of lakes studied in Ziemia Lubuska region with charophyte occurrence (empty symbols) and without charophytes (filled symbols) in the phytoenoses of *Typhetum angustifoliae*. Explanations: widzialność krążka Secchiego – Secchi disc visibility; twardość, przewodnictwo, stężenie biogenów – water hardness, electrical conductivity, nutrient concentration

jeziora z obecnością ramienic w fitocenozach *Typhetum angustifoliae* nie różniły się znacząco od jezior, w których ramienic nie obserwowano w szuwarze wąskopalkowym. Może to wynikać z faktu, iż zbiorowisko pałki wąskolistnej, odmiennie np. od zbiorowiska pałki szerokolistnej (*Typhetum latifoliae*), preferuje mniej żyzne jeziora mezotroficzne i eutroficzne (Podbielkowski, Tomaszewicz 1996), gdzie rozwija się głównie na stosunkowo ubogich w biogeny, mineralnych podłożach (Kłosowski 1992).

Badane zbiorowisko, produkując i deponując znaczne ilości materii organicznej, istotnie uczestniczy w procesach osadotwórczych, a w konsekwencji w wypłycaaniu jezior. Zachowane w powstającym osadzie pozostałości gatunków egzystujących w zbiorowisku, jak naskorupienia węglanowe plech ramienicowych czy skalcyfikowane oospory (gyrogonity), stwarzają możliwość wykorzystania jako wskaźnika warunków środowiskowych, w których zbiorowisko się rozwijało (np. Soulié-Märsche 1991, przegląd literatury podali Apolinarska i in. 2011).

Literatura

- Apolinarska K., Pełechaty M., Pukacz A. 2011. CaCO₃ sedimentation by modern charophytes (*Characeae*): can calcified remains and carbonate δ¹³C and δ¹⁸O record the ecological state of lakes? – a review. *Studia Limnologica et Telmatologica* 5(2): 55-66.
- Blindow I. 1992. Decline of charophytes during eutrophication: a comparison to angiosperms. *Freshwater Biology* 28: 9-14.
- Dąmbska I. 1964. Charophyta – ramienice. Flora słodkowodna Polski, tom 13. PWN, Warszawa.
- Duarte C.M., Kalff J. 1986. Littoral slope as a predictor of the maximum biomass of submerged macrophyte communities. *Limnology and Oceanography* 31: 1072-1080.
- Gąbka M. 2009. Charophytes of the Wielkopolska region (NW Poland): distribution, taxonomy and autecology. **Bogucki Wydawnictwo Naukowe**, Poznań.
- Jańczak J. 1996. Atlas jezior Polski. Tom I. **Bogucki Wydawnictwo Naukowe**. Poznań.
- Kłosowski S. 1992. Ekologia i wartość wskaźnikowa zbiorowisk roślinności szuwarowej naturalnych zbiorników wód stojących. *Fragmenta Floristica et Geobotanica* 37: 563-595.
- Kondracki J. 2002. Geografia Polski: mezoregiony fizyczno-geograficzne. PWN, Warszawa: 124-154.
- Kraska M. 2009. Roślinność wybranych jezior Pojezierza Pojezierza Lubuskiego i Pojezierza Sławskiego. **Wydawnictwo Naukowe UAM**, Seria Biologia nr 78, Poznań: 75-123.
- Krause W. 1981. Characeen als Bioindikatoren für den Gewässerzustand. *Limnologica* 13(2): 399-418.
- Krause W. 1997. *Charales (Charophyceae)*. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 18, Gustav Fischer, Jena.
- Krupska J., Pełechaty M., Pukacz A., Ossowski P. 2012. Effects of grass carp introduction on macrophyte communities in a shallow lake. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 41 (1): 35-40.
- Matuszkiewicz W. 2001. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. *Vademecum geobotanicum*. PWN, Warszawa.
- Pełechaty M. 2006. Wykorzystanie ramienic w fitoindykacji. *Ekologia i Technika* 14 (3): 98-102.
- Pełechaty M., Guździol E., Pukacz A. 2005. Rozmieszczenie ramienic w fitorale Jeziora Czystego Wielkiego. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią*. Seria B, 54: 129-141.
- Pełechaty M., Pełechata A., Pukacz A. 2007. Flora i roślinność ramienicowa na tle stanu trofii jezior Pojezierza Lubuskiego (środkowo-zachodnia Polska). **Bogucki Wydawnictwo Naukowe**, Poznań.
- Pełechaty M., Pronin E., Pukacz A. 2013. Charophyte occurrence in *Ceratophyllum demersum* stands. *Hydrobiologia*, DOI 10.1007/s10750-013-1622-6
- Pełechaty M., Pukacz A. 2008. Klucz do oznaczania gatunków ramienic (*Characeae*) w rzekach i jeziorach. **Biblioteka Monitoringu Środowiska**, Warszawa.
- Pełechaty M., Pukacz A., Pronin E. 2010. Factors governing the charophytes (*Characeae*) occurrence in reed stands (*Phragmites communis*) in chosen Polish lakes. *Hydrobotany 2010, I(VII) International Conference on Aquatic Macrophytes, Borock, October 9-13 2010. Proceedings: 360-362.*
- Podbielkowski Z., Tomaszewicz H. 1996. *Zarys hydrobotaniki*. PWN, Warszawa.
- Rutkowski L. 1998. Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski niżowej. PWN, Warszawa.
- Soulié-Märsche I. 1991. Charophytes as lacustrine biomarkers during the Quaternary in North Africa. *Journal of African Earth Sciences* 12: 341-351.
- Spence D.H.N. 1982. The zonation of plants in freshwater lakes. *Adv. Ecol. Res.*, 12: 37-125.
- Szmeja J. 2006. Przewodnik do badań roślinności wodnej. **Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego**, Gdańsk.
- Tomaszewicz H. 1979. Roślinność wodna i szuwarowa Polski: (klasy *Lemnetea*, *Charetea*, *Potamogetonetea*, *Phragmitetea*) wg stanu zbadania na rok 1975. **Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego**, Warszawa.
- Van den Berg M. 1999. Charophyte colonization in shallow lakes: processes, ecological aspects and implications for lake managements. Thesis Vrije Universiteit Amsterdam. **Drukkerij, Deventer**.
- Van der Maarel E. 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effect on community similarity. *Vegetatio* 39: 97-114.

