

NATALIA RYNKOWSKA, KRZYSZTOF SZOSZKIEWICZ

Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

PARAMETRY PŁATEKÓW KORONY GATUNKÓW Z RODZAJU *BATRACHIUM* JAKO POTENCJALNE CECHY IDENTYFIKACYJNE

PARAMETERS OF FLOWER'S PETALS OF SPECIES OF THE GENUS
BATRACHIUM AS POTENTIAL IDENTIFICATION FEATURES

Streszczenie. Przeprowadzone badania miały na celu znalezienie nowych parametrów morfologicznych włosieniczników (*Batrachium*), które mogłyby być wykorzystywane do ich identyfikacji taksonomicznej. Gatunki należące do tego rodzaju są bardzo trudne w identyfikacji, a oznaczanie tych roślin staje się coraz bardziej potrzebne w związku z wdrażaniem prawodawstwa ekologicznego Unii Europejskiej. Włosieniczniki są wykorzystywane w bioindykacji na potrzeby Ramowej Dyrektywy Wodnej oraz jako wskaźniki siedliska chronionego według tzw. Dyrektywy Siedliskowej. Realizacja badań obejmowała prace terenowe i laboratoryjne. Obiektem badawczym były wybrane gatunki z grupy włosieniczników: *Batrachium circinatum*, *Batrachium peltatum*, *Batrachium penicillatum*, *Batrachium trichophyllum*, a także hybryda – *Ranunculus* × *kelchoensis*. Przeprowadzone analizy wykazały, że wszystkie spośród wybranych 20 cech wykazują istotne statystycznie różnice międzygatunkowe. Źródła literaturowe odnoszą się jedynie do długości płatków korony tych roślin wodnych. Przeprowadzone badania potwierdziły przydatność tego parametru w identyfikacji taksonomicznej włosieniczników. Ponadto wykazano, że szereg innych cech morfologicznych może być wykorzystany w identyfikacji poszczególnych przedstawicieli tej grupy hydrofitów.

Słowa kluczowe: włosieniczniki, *Batrachium*, płatki korony, taksonomia

Wstęp

Gatunki z rodzaju włosienicznik – *Batrachium* Gray (*Ranunculus* L.) są bardzo ważną grupą roślin, szeroko wykorzystywaną w realizacji nowych przepisów ekologicznych Unii Europejskiej. Właściwości wskaźnikowe włosieniczników znalazły

zastosowanie w bioindykacji degradacji środowiska wodnego, co jest wykorzystywane w monitoringu realizowanym według wymagań Ramowej Dyrektywy Wodnej. Ponadto ta grupa roślin jest wskaźnikiem siedlisk przyrodniczych chronionych według tzw. Dyrektywy Siedliskowej.

Dokładna identyfikacja hydrofitów z rodzaju *Batrachium* w stanie wegetatywnym jest praktycznie niemożliwa, gdyż gatunki wykazują wzajemne podobieństwo znanych dotychczas cech rozpoznawczych (RICH i JERMY 2006). Rośliny tej grupy identyfikuje się poprzez proces eliminacji (HOLMES 1986), który często jednak nie pozwala na precyzyjne oznaczenie gatunku. Trudności te są efektem dużej plastyczności fenotypowej i morfologicznych redukcji oraz częstej hybrydyzacji zachodzącej w obrębie tego rodzaju (RICH i JERMY 2006). Odzwierciedleniem tych trudności są rozbieżności pomiędzy różnymi kluczami botanicznymi, które poszczególnym gatunkom przypisują w wielu przypadkach odmienne opisy w odniesieniu do: wielkości płatków korony oraz długości międzywęźli, ogonków liściowych, samych liści czy też liczby podziałów blaszki liściowej (BERNATOWICZ i WOLNY 1974, HOLMES 1986, SZAFER i IN. 1986, RICH i JERMY 2006, RUTKOWSKI 2007). Z tego powodu nadal poszukuje się nowych różnic morfologicznych, które stałyby się pomocą w oznaczaniu tej problematycznej grupy roślin.

Wśród elementów, na które należy zwrócić uwagę w trakcie identyfikacji wskazanych hydrofitów, znajdują się płatki korony. Włosieniczniki wytwarzają białe kwiaty o żółtej nasadzie płatków. Mają one matową powierzchnię i nie zawierają skrobi (COOK 1963). Zgodnie ze wzorem kwiatowym (*K5C5A∞G∞), płatków korony jest zazwyczaj pięć (SZWEYKOWSKA i SZWEYKOWSKI 1992), przy czym niektóre gatunki mogą ich wytwarzać znacznie więcej. Są to: *Ranunculus peltatus*, *Ranunculus penicillatus* i *Ranunculus fluitans* (HOLMES 1986). Najprawdopodobniej tworzą się one kosztem pręcików (COOK 1963).

Dostępna literatura (w tym BERNATOWICZ i WOLNY 1974, HOLMES 1986, SZAFER i IN. 1986, PIĘKOŚ-MIRKOWA i MIREK 2006, RICH i JERMY 2006, KŁOSOWSKI i KŁOSOWSKI 2007, RUTKOWSKI 2007), przy identyfikacji taksonomicznej włosieniczników na podstawie płatków korony, odnosi się głównie do różnic w ich długości. Cecha ta różnicuje bardzo zbliżone pod względem fenotypowym włosieniczniki: *Batrachium aquatile* i *Batrachium peltatum*. Długość płatków może jednak ulegać modyfikacjom pod wpływem zmiennych warunków środowiska. Bardziej stałą cechą jest stosunek długości płatków do długości działek kielicha, czy też kształt płatków. Zwraca się również uwagę na ich wzajemne przyleganie w trakcie kwitnienia (RICH i JERMY 2006).

Przeprowadzone badania miały na celu znalezienie nowych parametrów morfologicznych włosieniczników, które mogłyby być wykorzystywane do ich identyfikacji taksonomicznej. Badania obejmowały analizę mierzalnych parametrów płatków korony. Nowe cechy identyfikacyjne mają ułatwić wykorzystanie gatunków rodzaju *Batrachium* w bioindykacji na potrzeby Ramowej Dyrektywy Wodnej oraz w identyfikacji siedlisk chronionych w ramach Dyrektywy Siedliskowej.

Material i metody

Realizacja badań obejmowała prace terenowe i laboratoryjne. Obiektem badawczym były wybrane gatunki z grupy włosieniczników: *Batrachium circinatum* (Sibth.) Fr., *Batrachium peltatum* Schrank, *Batrachium penicillatum* Dumort., *Batrachium trichophyllum* (Chaix) Bosch, a także hybryda – *Ranunculus* × *kelchoensis* S.D. Webster. Prace terenowe prowadzono w latach 2009-2010. Kwitnące okazy zaobserwowano w ośmiu ciekach (łącznie 10 stanowisk) (tab. 1).

Tabela 1. Zestawienie badanych cieków, w których zaobserwowano kwitnące gatunki z rodzaju *Batrachium*

Table 1. List of surveyed sites, where flowering species of the genus *Batrachium* were observed

Lp. No.	Ciek Watercourse	Województwo Province	Stanowisko Site	Liczba stanowisk Number of sites	Liczba płatków korony wykorzystanych do analiz Number of petals utilised in analyses	Gatunek, skrót Species, acronym
1.	Wel	Warmińsko-mazurskie Warmia-Masuria	Fiugajki, powyżej Lidzbarka Fiugajki, upstream Lidzbark	2	60	<i>Batrachium trichophyllum</i> , Btrichop
2.	Dopływ Welu z Jeziora Kiełpińskiego Wel tributary from Kiełpińskie Lake	Warmińsko-mazurskie Warmia-Masuria	Florki	1	60	<i>Batrachium circinatum</i> , Bcirc
3.	Kulawa	Pomorskie Pomerania	Laska	1	60	<i>Batrachium circinatum</i> , Bcirc
4.	Płytnica	Wielkopolskie Wielkopolska	Płytnica	1	55	<i>Batrachium peltatum</i> , Bpelt
5.	Czarna	Wielkopolskie Wielkopolska	Okonek	1	65	<i>Batrachium peltatum</i> , Bpelt
6.	Biała Łądecka	Dolnośląskie Lower Silesia	Oldrzychowice, Radochów	2	85	<i>Batrachium penicillatum</i> , Bpen
7.	Raczyna	Opolskie Opole	Otmuchów	1	248	<i>Ranunculus</i> × <i>kelchoensis</i> (hybryda – hybrid), Bhybr
8.	Rów w Jedlicach Ditch in Jedlice	Opolskie Opole	Jedlice	1	60	<i>Batrachium peltatum</i> , Bpelt

W trakcie prac terenowych pobrano materiał roślinny i dokonano pomiarów oraz obserwacji wybranych morfologicznych elementów wegetatywnych i generatywnych, w tym również płatków korony. Na zbiór uzyskano pozwolenia z regionalnych dyrekcji ochrony środowiska. Kwiaty z kwitnących okazów zbierano losowo do szczelnie zamkniętych pojemników. Podczas długiego transportu przechowywano je w lodówce.

W laboratorium, po wstępnym zwilżeniu wodą, przenoszono płatki na folię i w takiej formie skanowano. Ich parametry mierzono za pomocą programu digiShape. Spośród 68 opcjonalnych cech obliczanych przez program wybrano 20 parametrów, których wykorzystanie uznano za najbardziej obiecujące w kwestii wykazania różnic międzygatunkowych (tab. 2).

Tabela 2. Badane parametry płatków korony gatunków z rodzaju *Batrachium*Table 2. Investigated parameters of crown petals of species of the genus *Batrachium*

Lp. No.	Parametr Parameter	Objaśnienie Explanation
1	2	3
1.	LengthMER	Długość obiektu obliczona według tzw. najmniejszego prostokąta zamykającego Length of the object calculated according to the so-called smallest closing rectangle
2.	WidthMER	Szerokość obiektu obliczona według tzw. najmniejszego prostokąta zamykającego Width of the object calculated according to the so-called smallest closing rectangle
3.	ElongationMER	Stosunek długości do szerokości obliczony według tzw. najmniejszego prostokąta zamykającego Length to width ratio calculated according to the so-called smallest closing rectangle
4.	Perimeter	Obwód obiektu obliczony według jego rzeczywistej wartości lub po wygładzeniu wielomianami trzeciego stopnia Circumference of the object calculated according to its actual value or after smoothing by the polynomials of third degree
5.	Area	Pole powierzchni obiektu Object surface area
6.	WidthWiderEndDiam	Szerokość obiektu w $1/4$ od jednego lub drugiego końca jego długiej osi, w zależności od tego, który z pomiarów jest większy Object width at $1/4$ from one or the other end of its long axis, depending on which measurement is higher
7.	WidthNarEndDiam	Szerokość obiektu w $1/4$ od jednego lub drugiego końca jego długiej osi, w zależności od tego, który z pomiarów jest mniejszy Object width at $1/4$ from one or the other end of its long axis, depending on which measurement is lower
8.	ElongationDiam	Stopień wydłużenia (elongacji) obiektu obliczony według średnicy (długość średnicy/szerokość konturu wyznaczona przez średnicę i zmierzona w jej środku) Object elongation degree calculated according to the diameter (diameter length/contour width determined by the diameter and measured at its center)

Tabela 2 – cd. / Table 2 – cont.

1	2	3
9.	NarrowerAngleDiam_N	Mniejszy z dwóch kątów nasadowych, których wierzchołki są wyznaczone przez końce średnicy Smaller of the two apex angles whose vertices are determined by the diameter ends
10.	WiderAngleDiam_N	Większy z dwóch kątów nasadowych, których wierzchołki są wyznaczone przez końce średnicy Larger of the two apex angles whose vertices are determined by the diameter ends
11.	LengthDiam	Długość średnicy Diameter length
12.	LengthCentr	Długość najdłuższej cięciwy przechodzącej przez centroid Length of the longest chord passing through the centroid
13.	WidthBasis	Odległość pomiędzy punktami przecięcia konturu przez prostą prostopadłą do osi i przechodzącą przez jej środek Distance between the points of intersection of the contour by straight line perpendicular to the axis and passing through its center
14.	Width1_4Basis	Odległość pomiędzy punktami przecięcia konturu przez prostą prostopadłą do osi i przechodzącą przez punkt w $\frac{1}{4}$ jej długości, licząc od jej wskazanego początku Distance between the points on contour intersection by straight line perpendicular to the axis and passing through the quarter of its length starting from the specified start
15.	Width3_4Basis	Odległość pomiędzy punktami przecięcia konturu przez prostą prostopadłą do osi i przechodzącą przez punkt w $\frac{3}{4}$ jej długości, licząc od jej wskazanego początku Distance between the points on contour intersection by straight line perpendicular to the axis and passing through the point at $\frac{3}{4}$ of its length starting from the specified start
16.	LengthBrokenDiam	Długość łamanej – łamana wykorzystywana w tym pomiarze składa się z pięciu odcinków. Łączy oba skrajne punkty średnicy. Trzy środkowe punkty załamania są wyznaczone przez środki odcinków prostopadłych do średnicy i przechodzących przez punkty w $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ i $\frac{3}{4}$ jej długości Length of the broken – broken used in this measurement consists of five sections. Connects the two extreme points of the diameter. Three middle breaking points are determined by means of sections perpendicular to the diameter and passing through the points at $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ and $\frac{3}{4}$ of its length
17.	AngleOneBasis_N	Wielkość kąta nasadowego o wierzchołku w punkcie wskazanym przez użytkownika Size of the apex angle with socket at the point specified by the user
18.	AngleTwoBasis_N	Wielkość kąta nasadowego o wierzchołku w punkcie konturu najbardziej odległym od wskazanego przez użytkownika Size of the apex angle with socket at the point of the contour the farthest from the one specified by the user
19.	SkeletonLength_N	Całkowita długość szkieletu Total length of skeleton
20.	SkeletonNodeNumber_N	Liczba wszystkich węzłów szkieletu Total number of skeleton nodes

Analizy statystyczne uzyskanych wyników wykonano z użyciem zintegrowanego pakietu oprogramowania statystycznego i analitycznego Statistica. W celu zbadania istotności statystycznej zróżnicowania analizowanych parametrów płatków korony między gatunkami przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji. Następnie wykonano analizę czynnikową parametrów (PCA) płatków kwiatów. Dla cech płatków reprezentujących główne kierunki zmienności wykonano również test Tukeya.

Wyniki

Wyniki analizy wariancji w odniesieniu do 20 parametrów płatków korony przedstawiono w tabeli 3. Wszystkie analizowane parametry wykazały istotne statystycznie różnice międzygatunkowe ($p < 0,01$).

Przeprowadzona analiza czynnikowa badanych parametrów (PCA) płatków korony wykazała dwa główne kierunki zmienności (tab. 3). Pierwszy wyjaśnia 73% zmienności i jest związany z 18 parametrami. Są to głównie parametry dotyczące wielkości. Drugi kierunek zmienności wyjaśnia 22% zmienności i dotyczy dwóch parametrów wynikających ze stosunku długości do szerokości.

Tabela 3. Analiza wariancji badanych parametrów płatków korony gatunków z rodzaju *Batrachium* (liczba stopni swobody (df): dla efektu – 4, dla błędu – 688)

Table 3. Analysis of variance of investigated parameters of crown petals of species of the genus *Batrachium* (number of degrees of freedom (df): for effect – 4, for error – 688)

Parametr* Parameter*	Wartość testu F (Fishera i Snedecora) Value of F test (Fisher and Snedecor)	Poziom istotności p Significance level p
1	2	3
LengthMER	282,62	< 0,01
WidthMER	330,78	< 0,01
ElongationMER	18,71	< 0,01
Perimeter	333,28	< 0,01
Area	291,81	< 0,01
WidthWiderEndDiam	346,47	< 0,01
WidthNarEndDiam	173,36	< 0,01
ElongationDiam	21,27	< 0,01
NarrowerAngleDiam_N	8,19	< 0,01
WiderAngleDiam_N	17,41	< 0,01
LengthDiam	278,82	< 0,01
LengthCentr	277,47	< 0,01
WidthBasis	287,06	< 0,01

Tabela 3 – cd. / Table 3 – cont.

1	2	3
Width1_4Basis	171,99	< 0,01
Width3_4Basis	352,86	< 0,01
LengthBrokenDiam	278,99	< 0,01
AngleOneBasis_N	23,94	< 0,01
AngleTwoBasis_N	19,15	< 0,01
SkeletonLength_N	118,03	< 0,01
SkeletonNodeNumber_N	19,47	< 0,01

*Objaśnienia skrótów – w tabeli 2.

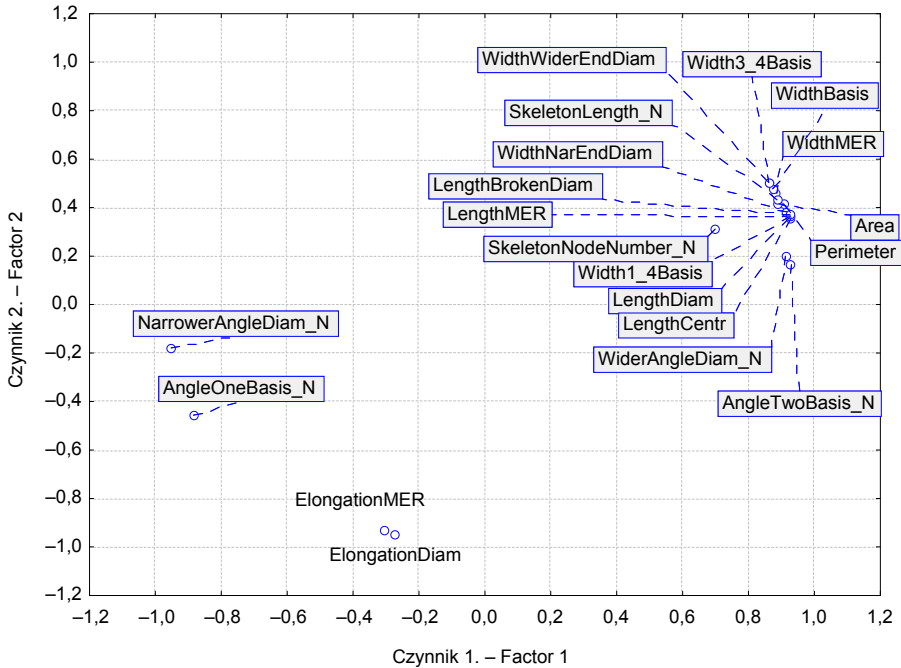
*Explanations of abbreviations – in Table 2.

Bardziej szczegółowe analizy (test Tukeya) przeprowadzono w odniesieniu do czterech parametrów płatków korony. Wśród nich uwzględniono parametry, które reprezentują oba wyróżnione główne kierunki zmienności. Wybierając parametry, starano się uwzględnić ich możliwie duże wzajemne zróżnicowanie. Wśród parametrów związanych z pierwszym kierunkiem zmienności analizowano szczegółowo trzy: długość płatka obliczoną według tzw. najmniejszego prostokąta zamykającego (LengthMER), wielkość mniejszego z dwóch kątów nasadowych płatków, których wierzchołki wyznaczone są przez końce średnicy (NarrowerAngleDiam_N), oraz wielkość kąta nasadowego płatków o wierzchołku w punkcie konturu najbardziej odległym od nasady (AngleTwoBasis_N). Parametr NarrowerAngleDiam_N był wskaźnikiem o największych wartościach własnych w stosunku do pierwszego czynnika zmienności. Dwa kolejne parametry (LengthMER i AngleTwoBasis_N) były silnie związane z pierwszym kierunkiem zmienności, ale charakteryzowały się nieco odmiennymi trendami zmienności niż NarrowerAngleDiam_N (rys. 1). Jeśli chodzi o analizy dotyczące parametrów związanych z drugim kierunkiem zmienności, to uwzględniono stopień wydłużenia (elongacji) płatków, liczony według średnicy (długość średnicy/szerokość konturu wyznaczona przez średnicę i zmierzona w jej środku – ElongationDiam) – parametr ten wykazywał największe wartości ładunków czynnikowych w stosunku do drugiego kierunku zmienności.

Wielkość mniejszego z dwóch kątów nasadowych płatka korony (których wierzchołki wyznaczone są przez końce średnicy) średnio osiągnęła największą wartość u *Batrachium trichophyllum*, a najmniejszą w przypadku *Ranunculus × kelchoensis*. Analiza tego parametru wykazała największą zmienność u *Batrachium peltatum*, a najmniejszą u *Batrachium circinatum* (tab. 4).

Największe średnie długości płatków zaobserwowano u *Ranunculus × kelchoensis*, a najmniejsze u *Batrachium trichophyllum*, przy czym płatki korony hybrydy cechowały się największą zmiennością tego parametru (największe odchylenie standardowe), a płatki włosienicznika skąpopręcikowego – najmniejszą.

Średnia wielkość kąta nasadowego płatków o wierzchołku w punkcie konturu najbardziej odległym od nasady płatka była największa u *Ranunculus × kelchoensis* (najmniejsza zmienność wartości parametru), a najmniejsza u *Batrachium trichophyllum* (największa zmienność wartości parametru).



Rys. 1. Graficzny obraz analizy czynnikowej badanych parametrów płatków korony gatunków z rodzaju *Batrachium* (objaśnienia skrótów – w tabeli 2)

Fig. 1. Graphical presentation of a factor analysis of investigated parameters of crown petals of species of the genus *Batrachium* (explanations of abbreviations – in Table 2)

Średni stopień wydłużenia był identyczny w przypadku: *Batrachium peltatum*, *Batrachium circinatum* i *Batrachium trichophyllum* i wynosił 1,5. Nieco niższy był u *Batrachium penicillatum* i *Ranunculus × kelchoensis* – około 1,4. Analiza tego parametru wykazała największą zmienność u *Batrachium peltatum*, a najmniejszą u *Batrachium penicillatum* i *Batrachium circinatum*.

W celu zbadania, między jakimi gatunkami występują istotne statystycznie różnice, wybrane parametry płatków korony poddano testowi Tukeya. Długość płatków korony, w większości przypadków, była istotnie różna pomiędzy poszczególnymi gatunkami włośniczników. Test post-hoc wykazał, że istotności statystycznej nie ma jedynie między *Batrachium penicillatum* i *Batrachium peltatum* oraz między *Batrachium circinatum* i *Batrachium trichophyllum*.

Zdecydowanie mniej istotnych statystycznie różnic wykazała analiza mniejszego z dwóch kątów nasadowych, których wierzchołki wyznaczone są przez końce średnicy. Test post-hoc pozwolił na bardziej wnikliwą ocenę. Istotność statystyczną różnic rozpatrywanej cechy stwierdzono jedynie pomiędzy *Ranunculus × kelchoensis* (hybrydą) a pozostałymi gatunkami.

Analiza kąta nasadowego o wierzchołku w punkcie konturu najbardziej odległym od wskazanego wykazała istotne statystycznie różnice jego wielkości między *Batrachium trichophyllum* a pozostałymi gatunkami (w tym hybrydą), a także pomiędzy *Batrachium*

Rynkowska N., Szoszkiewicz K., 2012. Parametry płatków korony gatunków z rodzaju *Batrachium* jako potencjalne cechy identyfikacyjne. Nauka Przyr. Technol. 6, 4, #66.

Tabela 4. Analiza czynnikowa badanych parametrów płatków korony gatunków z rodzaju *Batrachium* (wyróżniono wartości istotnie większe od 0,7)

Table 4. Factor analysis of investigated parameters of crown petals of species of the genus *Batrachium* (indicated are values significantly bigger than 0.7)

Parametr* Parameter*	Czynnik 1. Factor 1	Czynnik 2. Factor 2
LengthMER	0,93	0,37
WidthMER	0,89	0,46
ElongationMER	-0,31	-0,93
Perimeter	0,91	0,42
Area	0,89	0,42
WidthWiderEndDiam	0,86	0,50
WidthNarEndDiam	0,92	0,38
ElongationDiam	-0,27	-0,95
NarrowerAngleDiam_N	-0,95	-0,18
WiderAngleDiam_N	0,91	0,20
LengthDiam	0,93	0,36
LengthCentr	0,93	0,36
WidthBasis	0,87	0,48
Width1_4Basis	0,92	0,36
Width3_4Basis	0,86	0,50
LengthBrokenDiam	0,93	0,37
AngleOneBasis_N	-0,88	-0,46
AngleTwoBasis_N	0,93	0,16
SkeletonLength_N	0,89	0,43
SkeletonNodeNumber_N	0,70	0,31
Wariancja wyjaśniona Variance explained	14,61	4,47
Udział Share	0,73	0,22

*Objaśnienia skrótów – w tabeli 2.

*Explanations of abbreviations – in Table 2.

circinatum a *Batrachium peltatum* oraz pomiędzy *Batrachium circinatum* a *Ranunculus × kelchoensis*.

W przypadku stopnia elongacji płatków przeprowadzona analiza nie wykazała istotnych statystycznie różnic między następującymi parami włosieniczników: *Ranunculus × kelchoensis* – *Batrachium penicillatum*, *Batrachium circinatum* – *Batrachium pelta-*

tum i *Batrachium circinatum* – *Batrachium trichophyllum*. W przypadku pozostałych kombinacji gatunków różnica wartości rozpatrywanego parametru była istotna statystycznie (tab. 5).

Tabela 5. Przekrój statystyk opisowych wybranych parametrów płatków korony gatunków z rodzaju *Batrachium*

Table 5. Cross-section of descriptive statistics of selected parameters of crown petals of species of the genus *Batrachium*

Zmienna* Variable*	Bpen*	Bpelt*	Btrichop*	Bcirc*	Bhybr*	Ogół Total
Liczba prób Number of samples	85	180	60	120	248	693
Średnia NarrowerAngleDiam_N Mean of NarrowerAngleDiam_N	118,9	116,0	120,3	119,0	110,8	115,4
Odchylenie standardowe NarrowerAngleDiam_N Standard deviation of NarrowerAngleDiam_N	13,7	19,9	14,2	13,0	17,5	17,2
Średnia LengthMER Mean of LengthMER	9,2	9,9	6,6	7,6	13,5	10,4
Odchylenie standardowe LengthMER Standard deviation of LengthMER	1,6	2,0	0,7	1,2	2,5	3,2
Średnia AngleTwoBasis_N Mean of AngleTwoBasis_N	158,7	160,3	153,1	157,1	161,8	159,5
Odchylenie standardowe AngleTwoBasis_N Standard deviation of AngleTwoBasis_N	8,6	7,4	10,7	8,7	6,6	8,6
Średnia ElongationDiam Mean of ElongationDiam	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4
Odchylenie standardowe ElongationDiam Standard deviation of ElongationDiam	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2

*Objaśnienia skrótów – w tabelach 1 i 2.

*Explanations of abbreviations – in Tables 1 and 2.

Dyskusja

Przeprowadzone analizy wykazały duże zróżnicowanie płatków korony pomiędzy gatunkami z rodzaju *Batrachium*. Wszystkie z wybranych 20 parametrów morfologicznych płatków wykazały istotność statystyczną w odniesieniu do różnic międzygatunkowych. Jest to unikalne odkrycie, wskazujące na nowe możliwości identyfikacji gatunków tego rodzaju, gdyż literatura taksonomiczna ogranicza się jedynie do zróżnicowania długości płatków korony (BERNATOWICZ i WOLNY 1974, HOLMES 1986, SZAFER i IN. 1986, PIĘKOŚ-MIRKOWA i MIREK 2006, RICH i JERMY 2006, KŁOSOWSKI i KŁOSOWSKI 2007, RUTKOWSKI 2007).

Przeprowadzone badania wykazały, że długość płatków niektórych gatunków włosieniczników odbiega od wymiarów podawanych w źródłach taksonomicznych. Długość płatków korony u *Batrachium circinatum* wynosiła średnio niecałe 8 mm i jest to wielkość zbieżna z podawaną najczęściej w literaturze wielkością 10 mm jako maksymalną (RICH i JERMY 2006, KŁOSOWSKI i KŁOSOWSKI 2007, RUTKOWSKI 2007). W przypadku *Batrachium trichophyllum* średnia długość płatków wynosiła około 6,6 mm. Jest to wielkość różniąca się od podawanej w literaturze, która określa przedział od 3,5 do 5 mm (PIĘKOŚ-MIRKOWA i MIREK 2006, RICH i JERMY 2006, KŁOSOWSKI i KŁOSOWSKI 2007, RUTKOWSKI 2007). Zebrane płatki *Batrachium peltatum* miały średnio około 10 mm długości, przy czym ich zmienność była stosunkowo duża. Dostępne źródła podają, że średnia długość płatków zazwyczaj przekracza 10 mm i maksymalnie osiąga 20-21 mm (HOLMES 1986, PIĘKOŚ-MIRKOWA i MIREK 2006, RICH i JERMY 2006, RUTKOWSKI 2007). Średnia długość płatków *Batrachium penicillatum* wynosiła ponad 9 mm, co pokrywa się z innymi źródłami podającymi szeroki zakres tego parametru: od 5 mm do nawet 22 mm (PIĘKOŚ-MIRKOWA i MIREK 2006, RICH i JERMY 2006).

Dokonane analizy długości płatków korony włosieniczników potwierdziły, że ten parametr może być pomocny w identyfikacji taksonomicznej. Najdłuższe płatki mają *Batrachium peltatum* i *Batrachium penicillatum*, krótsze *Batrachium circinatum*, a najkrótsze *Batrachium trichophyllum*. W przypadku *Ranunculus × kelchoensis* płatki były szczególnie duże (średnio ok. 13,5 mm), przy czym zmienność tego parametru była bardzo znaczna.

Analizy takich parametrów, jak: NarrowerAngleDiam_N, AngleTwoBasis_N i ElongationDiam, wykazały inne tendencje. Brak informacji literaturowych na ten temat uniemożliwia weryfikację zebranych danych. Stwierdzone różnice mogą być pomocne w identyfikacji włosieniczników. Przykładowo, hybryda gatunków z rodzaju *Batrachium* (*Ranunculus × kelchoensis*) wyróżniała się przede wszystkim wielkością mniejszego z dwóch kątów nasadowych, których wierzchołki wyznaczone są przez końce średnicy, a *Batrachium trichophyllum* – wielkością kąta nasadowego o wierzchołku w punkcie konturu najbardziej odległym od wskazanego. Należy jednak zwrócić uwagę, że w przypadku włosienicznika skąpopręcikowego zmienność wartości tego kąta była największa.

Według niektórych autorów morfologiczna adaptacja gatunków z rodzaju *Batrachium* jest swoistą strategią przetrwania. Ich plastyczność fenotypowa stanowi formę przystosowania do zmieniających się warunków środowiska (GARBEY i IN. 2004). Morfologia roślin jest silnie skorelowana z cechami otoczenia (DANIEL i IN. 2006). Często zmienność jest determinowana poprzez zakłócenia w ekosystemach wodnych. Te modyfikacje fenotypu w stosunku do siedliska pozwalają konkurować w szerokim zakresie środowisk (GARBEY i IN. 2006), w związku z tym oznaczanie włosieniczników nie może opierać się na analizie jednego elementu morfologicznego (np. płatków korony) – wskazana jest identyfikacja poprzez proces eliminacji poszczególnych cech (HOLMES 1986).

Wnioski

W przypadku płatków korony gatunków z rodzaju *Batrachium* źródła literaturowe odnoszą się jedynie do ich długości. Przeprowadzone badania potwierdziły przydatność

tego parametru w identyfikacji taksonomicznej włosieniczników. Ponadto wykazano, że szereg innych cech morfologicznych może być wykorzystany w identyfikacji poszczególnych przedstawicieli tej grupy hydrofitów.

Pod względem długości płatków korony duże podobieństwo wykazano jedynie pomiędzy: *Batrachium penicillatum* a *Batrachium peltatum* oraz *Batrachium circinatum* a *Batrachium trichophyllum*. Oznacza to, że parametr ten w przypadku innych kombinacji par gatunków może stanowić pomoc w ich oznaczaniu.

Również analizowane kąty nasadowe i stopień wydłużenia (elongacji) płatków, liczone według średnicy, mogą być użyteczne w identyfikacji włosieniczników, aczkolwiek w porównaniu z długością płatków parametry te wykazały mniej różnic międzygatunkowych.

Ze względu na ograniczoną liczbę prób i ewentualne błędy pomiarowe potwierdzenie powyższych wniosków wymaga dalszych badań. Duża zmienność fenotypowa włosieniczników wyklucza ograniczenie identyfikacji jedynie do pomiaru parametrów płatków korony. Konieczna jest jednoczesna analiza wielu cech i oznaczanie badanych hydrofitów poprzez proces eliminacji. Pożądana jest również analiza warunków siedliskowych i weryfikacja genetyczna oznaczonych włosieniczników.

Literatura

- BERNATOWICZ S., WOLNY P., 1974. Botanika dla limnologów i rybaków. PWRiL, Warszawa.
- COOK C.D.K., 1963. Studies in *Ranunculus* subgenus *Batrachium* (Dc.) A. Gray. II. General morphological considerations in the taxonomy of the subgenus. Hartley Botanical Laboratories, The University, Liverpool.
- DANIEL H., BERNEZ I., HAURY J., 2006. Relationships between macrophytic vegetation and physical features of river habitats: the need for a morphological approach. *Hydrobiologia* 570: 11-17.
- GARBAY C., THIÉBAUT G., MULLER S., 2004. Morphological plasticity of a spreading aquatic macrophyte, *Ranunculus peltatus*, in response to environmental variables. *Plant Ecol.* 173: 125-137.
- GARBAY C., THIÉBAUT G., MULLER S., 2006. An experimental study of the plastic responses of *Ranunculus peltatus* Schrank to four environmental parameters. *Hydrobiologia* 570: 41-46.
- HOLMES N.T.H., 1986. A guide to identification of *Batrachium* *Ranunculus* species. N.C.C., Godwin House, Huntingdon.
- KŁOSOWSKI S., KŁOSOWSKI G., 2007. Flora Polski. Rośliny wodne i bagienne. Multico, Warszawa.
- PIĘKOŚ-MIRKOWA H., MIREK Z., 2006. Flora Polski. Rośliny chronione. Multico, Warszawa.
- RICH T.C.G., JERMY A.C., 2006. Plant crib. Botanical Society of the British Isles in association with National Museums and Galleries of Wales, London.
- RUTKOWSKI L., 2007. Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski niżowej. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- SZAFER W., KULCZYŃSKI S., PAWŁOWSKI B., 1986. Rośliny polskie. Część I. PWN, Warszawa.
- SZOSZKIEWICZ K., JUSIK SZ., ZGOLA T., 2008. Klucz do oznaczania makrofitów dla potrzeb oceny stanu ekologicznego wód powierzchniowych w Polsce. *Bibl. Monit. Środ. Warsz.*
- SZWEYKOWSKA A., SZWEYKOWSKI J., 1992. Botanika. Morfologia. T. 1. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.

PARAMETERS OF FLOWER'S PETALS OF SPECIES OF THE GENUS *BATRACHIUM* AS POTENTIAL IDENTIFICATION FEATURES

Summary. The study aimed at finding new morphological parameters of *Batrachium* species that could be used for taxonomic identification. Species belonging to this genus are very difficult to identify whether these plants are becoming increasingly important in connection with the implementation of new environmental legislation of the European Union. *Batrachium* species are used in biological monitoring according to the Water Framework Directive, as well as they indicate habitats protected according to the Habitats Directive. The undertaken research included field survey, as well as laboratory work. The study focused on: *Batrachium circinatum* (Sibth.) Fr., *Batrachium peltatum* Schrank, *Batrachium penicillatum* Dumort., *Batrachium trichophyllum* (Chaix) Bosch, and hybrid – *Ranunculus* × *kelchoensis* S.D. Webster. The undertaken studies proved that each of the selected 20 features of *Batrachium* petals indicated differences between species. It was confirmed that the petals length is significantly diversified between species as it was already reported in the literature. Moreover, the analysis of a number of additional parameters showed that also some of them can provide valuable support to identify species of this group of hydrophytes.

Key words: water crowfoot, *Batrachium*, petals, taxonomy

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Natalia Rynkowska, ul. Krotowskiego 11 m. 1, 62-050 Mosina, Poland, e-mail: natalia.rynkowska@gmail.com

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

30.05.2012

Do cytowania – For citation:

Rynkowska N., Szoszkiewicz K., 2012. Parametry płatków korony gatunków z rodzaju *Batrachium* jako potencjalne cechy identyfikacyjne. *Nauka Przyr. Technol.* 6, 4, #66.