



Andrzej Kapusta, Elżbieta Bogacka-Kapusta, Jacek Morzuch

Zakład Ichtiologii, Instytut Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie

Dobowa zmienność składu gatunkowego i zagęszczenia ryb w litoralu. Przyczyny i konsekwencje

Wstęp

Organizmy wodne należące do bardzo wielu gatunków cyklicznie przemieszczają się w różnych ekosystemach wodnych. Wędrówki odbywające się w cyklu 24-godzinnym nazywane są dobowymi migracjami. Pionowe wędrówki dobowe zostały opisane w XIX w. i doczekały się bardzo wielu opracowań (m. in. Gliwicz i Jachner 1992, Burks i in. 2002). Dawidowicz (1999) dokonując przeglądu wędrówek zooplanktonu, stwierdził, że odbywa on dobowe migracje, ponieważ rozpoznaje sygnały środowiskowe wywołujące migracje oraz identyfikuje powody, ze względu na które migruje. Każde zwierzę zamieszkujące ekosystemy wodne ma podobne reakcje, dlatego powyższe stwierdzenie obrazuje również bardzo dobrze przyczyny migracji ryb w jeziorach.

Badania wzorców migracji ryb i czynników je warunkujących były prowadzone z wielką szczegółowością w stosunku do wielu gatunków i różnych ekosystemów wodnych (Čech i in. 2005, Reid i Mandrak 2009). Dobowe wędrówki ryb były opisywane jako strategie optymalnego żerowania, rozumiane jako kompromis pomiędzy wykorzystaniem zasobów pokarmowych a unikaniem drapieżników (Gliwicz i Jachner 1992, Gauthier i Boisclair 1997). W głębokich, czystych jeziorach gatunki pelagiczne (siewlawa, *Coregonus albula* (L.), sieja, *Coregonus lavaretus* (L.), stynka, *Osmerus eperlanus* (L.)) odbywają wędrówki pionowe, dzień spędzając w bezpiecznym, ale chłodnym i często ubogim w tlen hypolimnionie, a nocą przemieszczają się do epilimnionu zasobnego w odpowiedni pokarm (Mehner i in. 2007). Podobnie młodociane osobniki gatunków litoralowych (płoc, *Rutilus rutilus* (L.), wzdreğa, *Scardinus erythrophthalmus* (L.), ukleja, *Alburnus alburnus* (L.), okoń, *Perca fluviatilis* L., leszcz, *Abramis brama* (L.)) odbywają wędrówki horyzontalne. W dzień szukają schronienia wśród roślinności wodnej w ciepłym i zasobnym w tlen litoralu, a wraz z zapadaniem ciemności przemieszczają się do obfitującej w pokarm strefy otwartej wody (Bohl 1980,

Okun i Mehner 2005). W płytkich jeziorach, gdzie strefa litoralu może obejmować większą część misy jeziora, dobowe migracje obserwowane są rzadziej (Romare i in. 2003). Inaczej zachowują się ryby w jeziorach o mętnej wodzie, w których prawdopodobieństwo spotkania z rybożernym drapieżcą jest mniejsze. Ryby odżywiające się zooplanktonem mogą przebywać w strefie otwartej wody przez całą dobę.

Reprezentatywne połowy ryb niewielkich rozmiarów (ryby 0+ oraz gatunki nieprzekraczające 10 cm Lt) w litoralu jezior są bardzo trudne. Narzędzia użyte do połowu ryb mogą mieć decydujący wpływ na uzyskane rezultaty. W prezentowanych wynikach badań starano się określić przydatność prób zebranych różnymi sposobami do wykrycia spójnych wzorców zachowań ryb.

Celem pracy było określenie wzorców dobowej zmienności występowania ryb w litoralu w dwóch płytkich jeziorach różniących się temperaturą oraz przezroczystością wody. Założono, że w jeziorze o czystej wodzie w litoralu obserwowana będzie zmienność składu i zagęszczenia zespołu ryb związana z dobowymi migracjami. Z kolei w jeziorze z mętą wodą ryby nie będą odbywały wędrówek, a ich struktura gatunkowa i zagęszczenie będą podobne przez całą dobę.

Materiały i metody

Teren badań

Jezioro Licheńskie (powierzchnia 147,6 ha, głębokość maksymalna 12,6 m, głębokość średnia 4,5 m) jest eutroficznym zbiornikiem naturalnym położonym w centralnej Polsce. Od 1958 roku jezioro jest odbiornikiem wód pochłodniczych z Elektrowni Konin. Wśród pięciu jezior włączonych w obieg chłodzenia charakteryzuje się największym stopniem podgrzania, latem w strefie przybrzeżnej temperatura wody osiąga 32°C. Litoral jeziora zdominowany jest przez egzotyczny dla wód polskich gatunek makrofitu *Vallisneria spiralis* L., który występuje tutaj od

początku lat 90. Średnia widzialność krążka Secchiego w pelagialu w latach 2001-2003 wynosiła 1,9 m (K. Stawecki dane niepublikowane). W jeziorze stwierdzono występowanie 28 gatunków ryb. W odłowach wędkarskich i rybackich dominują trzy gatunki rodzimej ichtiofauny: płoć, leszcz i krąp, *Abramis bjoerkna* (L.) oraz azjatyckie gatunki ryb karpiowatych: amur biały, *Ctenopharyngodon idylla* (Val.), tołpyga biała, *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.) i tołpyga pstra, *Aristichthys nobilis* (Richardson).

Jezioro Dołgie Wielkie jest eutroficznym zbiornikiem położonym na terenie Słowińskiego Parku Narodowego (północna Polska). Powierzchnia jeziora wynosi 156 ha, głębokość maksymalna 2,9 m, a średnia 1,6 m. Widzialność krążka Secchiego w latach 2001-2002 wynosiła średnio 0,4 m. Jezioro położone jest w odległości ok. 1 km od Morza Bałtyckiego, jednakże nie posiada z nim połączenia. Zbiornik zasilany jest wodami opadowymi oraz okresowymi dopływami uchodzącymi do jego wschodniej części. Występują w nim rośliny charakterystyczne dla jezior lobeliovych (*Littorella uniflora* (L.) Asch., *Myriophyllum alterniflorum* DC). W latach 2001-2002 w jeziorze Dołgie Wielkie stwierdzono występowanie 9 gatunków ryb. Dominującymi były słonecznica, *Leucaspius delineatus* (L.) i płoć. Jezioro nie jest udostępnione do wędkarskich połowów ryb, a odłowów gospodarczych nie prowadzi się od wielu lat.

Połowy ryb

W obu jeziorach poławiano ryby o niewielkich rozmiarach (< 10 cm), przeważnie osobniki juwenalne bądź należące do gatunków osiągających niewielkie rozmiary. Odłow ryb w Jeziorze Licheńskim przeprowadzono w zwartym zbiorowisku *V. spiralis* (tab. 1), zestawem dwuskrzydłowych żaków eksperymentalnych ze ścianką kierującą (wielkość oczka 1 mm), w cyklu 24-godzinnym w czerwcu i lipcu w latach 2001-2003. W odstępach trzygodzinnych ryby były wyjmowane z klatki łownej. Uzyskane wyniki przedstawiono jako wydajność połowu, tj. g lub osobn. CPUE⁻¹ (catch per unit effort) dla każdego z trzygodzinnych okresów.

TABELA 1

Charakterystyka badanych siedlisk. Temperatura wody, zawartość tlenu oraz widzialność krążka Secchiego przedstawiono jako wartość średnią ± odchylenie standardowe

	Jezioro Licheńskie	Jezioro Dołgie Wielkie
Minimalna odległość od brzegu (m)	5	5
Głębokość średnia (m)	0,5	0,6
Temperatura wody (°C)	27,9±2,1	23,6±2,1
Zawartość tlenu (mg O ₂ dm ⁻³)	11,9±5,0	10,5±3,1
Widzialność krążka Secchiego (m)	1,9±0,77	0,4±0,25
Substrat denny	piasek, detrytus	piasek
Roślinność zanurzona	<i>Vallisneria spiralis</i>	<i>Myriophyllum alterniflorum</i> , <i>Scirpus lacustris</i> , <i>Nuphar lutea</i> , <i>Eleocharis acicularis</i> , <i>Ranunculus aquatilis</i>

W jeziorze Dołgie Wielkie ryby łowiono w litoralu (tab. 1) za pomocą włoczka narybkowego (długość 5 m, bok oczka 1 mm) w czerwcu i lipcu 2003 roku. W cyklu 24-godzinnym w odstępach trzygodzinnych każdorazowo dokonywano 2 zaciągów, w sumie obejmujących obszar około 120 m². W obu jeziorach wraz z połowem ryb przeprowadzono pomiary temperatury wody (± 0,1°C) i zawartości tlenu (± 0,1 mg O₂ dm⁻³) w strefie powierzchniowej.

Analiza statystyczna

Wpływ pory dnia, temperatury wody oraz zawartości tlenu na bogactwo gatunkowe, liczebność oraz biomasę ryb określono za pomocą analizy wariancji z modułu GLM oraz korelacji rang Spearmana. Godziny, w których dokonano odłowów ryb transformowano do wartości liczbowych (3:00 = 0,125, 6:00 = 0,250 itd.). Dobowe rozkłady parametrów określających zespoły ryb w obu jeziorach (bogactwo gatunkowe, liczebność, biomasę) poddano standaryzacji, a następnie porównano za pomocą testu Chi². Klasyfikacji obiektów, którymi były próby dobowe charakteryzujące bogactwo gatunkowe, liczebność i biomasę zespołów ryb (wartości średnie, minimalne i maksymalne) w badanych jeziorach dokonano za pomocą analizy skupień. Aglomerację danych przeprowadzono metodą Warda, używając odległości euklidesowej jako miary podobieństwa. Ostatnim etapem analizy statystycznej było porównanie parametrów wykorzystanych do utworzenia drzewa klasyfikacyjnego pomiędzy wydzielonymi grupami obiektów (test U Manna-Whitneya). Obliczenia statystyczne wykonano za pomocą programu Statistica.

Wyniki

Warunki fizyczno-chemiczne

Średnia temperatura wody w Jeziorze Licheńskim w trakcie badań wynosiła 27,9°C, a w jeziorze Dołgie Wielkie 23,6°C (tab. 1). Temperatura wody w drugim z tych jezior była istotnie statystycznie niższa niż w Jeziorze Licheńskim (P < 0,05). Porównując zawartość tlenu w obu jeziorach nie stwierdzono takich różnic (P > 0,05). Również dobowy rozkład temperatury wody i zawartości tlenu w badanych jeziorach był jednakowy (rys. 1; P > 0,05). Porównywane jeziora różniły się istotnie statystycznie przezroczystością wody w pelagialu (P < 0,05).

Jezioro Licheńskie

W Jeziorze Licheńskim złowiono 515 ryb należących do 8 gatunków (tab. 2). W litoralu jeziora odnotowano dwie wyraźne pory aktywności ryb, które objawiły się zwiększeniem ilości i biomasy łowionych osobników (rys. 2). Pierwszy szczyt miał miejsce w godzinach porannych (6:00). W ciągu dnia następował spadek liczebności łowionych ryb. Ponowny wzrost ilości łowionych ryb odnotowano

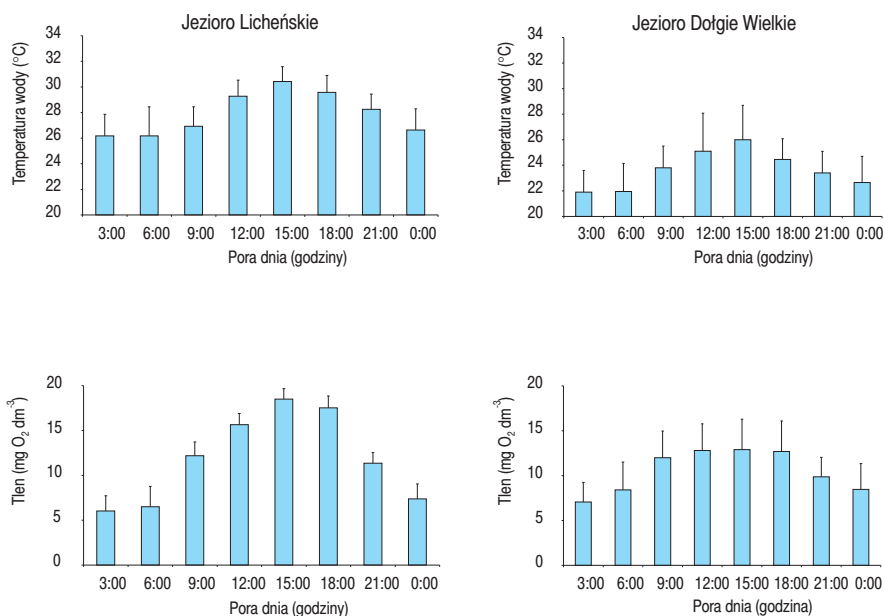
o zmierzchu (21:00). Zmiany biomasy nie były tak jednoznaczne. Największą biomasa odłowionych ryb odnotowano o północy. Nie stwierdzono istotnych statystycznie korelacji pomiędzy porą dnia a parametrami charakteryzującymi zespół ryb (tab. 3).

Jeziro Dołgie Wielkie

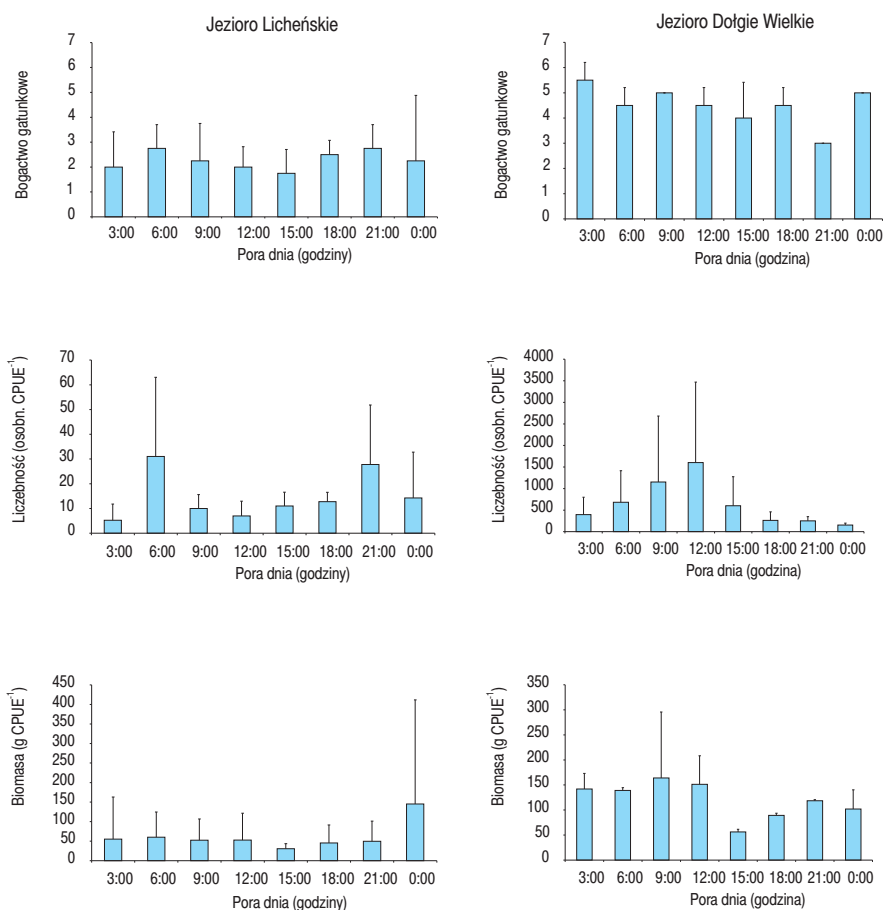
W jeziorze Dołgie Wielkie złowiono 10210 ryb należących do 7 gatunków (tab. 2). Największą liczebność ryb stwierdzono w godz. 6:00-15:00, a najniższą nocą. Liczebność ryb była skorelowana z temperaturą wody (tab. 4). Z kolei bogactwo gatunkowe zespołu ryb w litoralu jeziora charakteryzowało się wysoką ujemną korelacją z porą dnia ($r = -0,644$). Największe bogactwo gatunkowe odnotowano nocą (0:00-3:00) i rano (9:00). Biomasa złowionych ryb była prawie przez całą dobę podobna, wyraźnie mniejsza jedynie w godzinach popołudniowych (rys. 1). Rozkłady biomasy i liczebności zespołów ryb w obu jeziorach były odmienne ($P < 0,05$).

Porównanie między jeziorami

Analiza skupień przeprowadzona na podstawie bogactwa gatunkowego, liczebności i biomasy pozwoliła na organizację uzyskanych wyników w drzewo klasyfikacyjne, wydzielające dwie sensowne struktury danych (rys. 3). Dendrogram z analizy skupień pokazuje bardzo duże podobieństwo pomiędzy bogactwem gatunkowym, zagęszczeniem ryb w Jeziorze Licheńskim przez całą dobę oraz parametrami zespołu ryb z jeziora Dołgie Wielkie zarejestrowanymi pomiędzy godz. 18:00 a 3:00. Drugi fragment drzewa klasyfikacyjnego utworzyły próby z jeziora Dołgie Wielkie (DW 6:00-DW 15:00), w przypadku których najważniejszym czynnikiem wpływającym na wzajemne powiązanie była liczebność ryb ($P < 0,05$).



Rys. 1. Dobowe zmiany temperatury wody ($^{\circ}\text{C}$) i zawartości tlenu ($\text{mg O}_2 \text{ dm}^{-3}$) w litoralu jezior Licheńskiego i Dołgie Wielkie. Dane przedstawiają wartości średnie i odchylenie standardowe.



Rys. 2. Dobowe zmiany bogactwa gatunkowego, liczebności (osobn. CPUE^{-1}) i biomasy ryb (g CPUE^{-1}) łowionych w litoralu jezior Licheńskiego i Dołgie Wielkie. Dane przedstawiają wartości średnie i odchylenie standardowe.

TABELA 2

Skład gatunkowy i udział procentowy w odłowach całkowitych ryb w jeziorach Dołgie Wielkie i Licheńskie

Gatunek	Jezioro Dołgie Wielkie	Jezioro Licheńskie
Płoć	68,8	12,6
Stonecznica	25,3	-
Kiełb	1,2	-
Wzdreğa	0,3	70,5
Leszcz	0,2	-
Okoń	4,0	0,2
Jazgarz	0,2	-
Lin	-	8,0
Krap	-	5,2
Ukleja	-	1,9
Różanka	-	1,2
Koza	-	0,4

TABELA 3

Wyniki analizy korelacji pomiędzy porą dnia, bogactwem gatunkowym, liczebnością, biomasą, temperaturą wody oraz zawartością tlenu w litoralu Jeziora Licheńskiego. Wartości istotne statystycznie ($P < 0,05$) zaznaczono gwiazdką, $n = 32$

	Pora dnia	Bogactwo gatunkowe	Liczebność	Biomasa	Temperatura	Tlen
Pora dnia	1,000	0,088	0,202	0,120	0,557*	0,689*
Bogactwo gatunkowe		1,000	0,404*	0,629*	0,095	-0,049
Liczebność			1,000	0,366*	0,001	0,009
Biomasa				1,000	0,434*	0,111
Temperatura					1,000	0,665*
Tlen						1,000

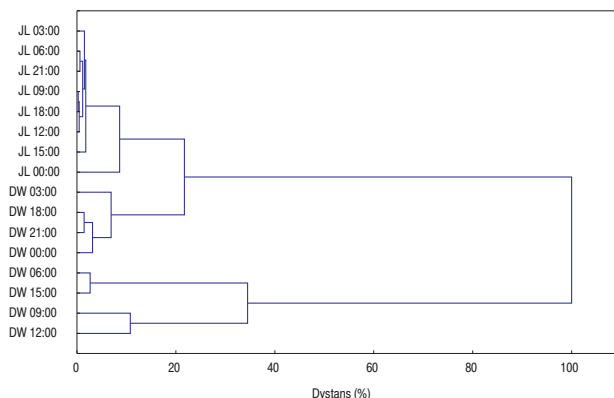
TABELA 4

Wyniki analizy korelacji pomiędzy porą dnia, bogactwem gatunkowym, liczebnością, biomasą, temperaturą wody oraz zawartością tlenu w litoralu jeziora Dołgie Wielkie. Wartości istotne statystycznie ($P < 0,05$) zaznaczono gwiazdką, $n = 16$

	Pora dnia	Bogactwo gatunkowe	Liczebność	Biomasa	Temperatura	Tlen
Pora dnia	1,000	-0,644*	0,151	-0,320	0,399	0,459
Bogactwo gatunkowe		1,000	-0,420	0,149	-0,024	0,021
Liczebność			1,000	0,154	-0,555*	-0,410
Biomasa				1,000	-0,300	-0,305
Temperatura					1,000	0,935*
Tlen						1,000

Dyskusja

Dobowe wędrówki były przedmiotem wielu badań ze względu na istotną rolę, jaką odgrywają w wyjaśnieniu czasowej i przestrzennej zmienności rozmieszczenia i zagęszczenia organizmów wodnych. Przemieszczanie się ryb w dużych i głębokich jeziorach było częściej tematem badań naukowców (np. Mehner i in. 2007, Lorke i in. 2008), natomiast publikacji dotyczących małych i płytkich jezior jest niewiele (Lewin i in. 2004). Prezentowane wyniki badań wykazały dobową zmienność składu gatunkowego



Rys. 3. Dendrogram podobieństwa prób (bogactwo gatunkowe, liczebność, biomasa; wartości średnie, minimalne i maksymalne) pobranych w ciągu doby (0:00-21:00) w litoralu Jeziora Licheńskiego (JL) oraz jeziora Dołgie Wielkie (DW).

i liczebności ryb w litoralu obu jezior. Pomimo zastosowania odmiennych narzędzi do połowów ryb możliwe było uzyskanie spójnego układu dobowej zmienności zespołów ryb. Odmiennie wzorce liczebności ryb w litoralu w ciągu doby mogły wynikać z narzędzi użytych do połowu. W jeziorze Dołgie Wielkie ryby odławiano siecią ciągnioną, natomiast w Jeziorze Licheńskim w sieci stawne. W tym drugim przypadku wzrost ilości łowionych ryb raczej odpowiadał wzrostowi aktywności, a nie wzrostowi ich zagęszczenia. Efektywność połowów ryb w sieci ciągnione była przedmiotem wielu szczegółowych badań, które wykazały, że uzyskane wyniki zależą od gatunku, zróżnicowania litoralu (m.in. pokrycia makrofitami, struktury dna) oraz pory dnia i roku (Říha i in. 2008).

Juwalne osobniki niektórych gatunków ryb odbywają cykliczne wędrówki w jeziorach w celu zminimalizowania kanibalizmu i optymalizacji strategii odżywiania. Wędrówki takie mogą mieć charakter dobowy (Čech i in. 2005), jak też sezonowy (Romare i in. 2003). Juwalne osobniki gatunków litoralowych w dzień kryją się w płytkich, ubogich w pokarm wodach przybrzeżnych (Słoń 1999). Wieczorem, kiedy zmrok uczyni je niedostrzegalnymi dla drapieżników, podążają w kierunku otwartej wody w poszukiwaniu pokarmu. W Jeziorze Licheńskim odnotowano wzrost aktywności ryb, określony jako ilość ryb odłowionych w trzygodzinnych odstępach w sieci stawne, o zmierzchu i świcie. Natomiast nocą odławiano więcej ryb o relatywnie dużych rozmiarach ciała, które wpłynęły na poziom biomasy. Porośnięty makrofitami litoral obfitujący w faunę makrobezkręgową (Ciemiński i Zdanowski 2009) jest doskonałym miejscem do żerowania dla starszych i większych ryb. Jednakże w ciągu dnia penetrowany jest przez ryby drapieżne i ptaki rybożerne i dopiero nocą duże ryby mogą bezpiecznie przemieszczać się na obszary płytkiego litoralu.

Unikanie niekorzystnych warunków chemicznych, fizycznych i biologicznych oraz optymalizacja żerowania

są głównymi czynnikami odpowiedzialnymi za migrację ryb w jeziorach (Gauthier i Boisclair 1997, Lewin i in. 2004). Odbywanie przez ryby wieczornych wypraw do pelagialu jeziora i powrót do litoralu nad ranem było opisywane przez różnych autorów. Również badania odżywiania w ciągu doby pozwoliły na zaobserwowanie zmian wypełnienia przewodów pokarmowych ryb w cyklu dobowym (Vašek i Kubečka 2004). W przypadku juwenalnych ryb obserwowano wędrówki dobowe i sezonowe. Podgrzewanie wody przez elektrownię w Jeziorze Licheńskim zaburza jego naturalny układ termiczny, a w płytkim litoralu w ciągu dnia w konsekwencji dodatkowego ogrzania wody przez promienie słoneczne prowadzi do wzrostu jej temperatury do wartości nienotowanych w jeziorach o naturalnej termice. W połączeniu ze znacznym nasyceniem wody tlenem w partiach obficie porośniętych makrofitami powstają niekorzystne warunki dla ryb. Konsekwencją tego jest unikanie przez niektóre gatunki jednorodnych fragmentów fitolitoralu, a przez większość przemieszczanie się w ciągu dnia w strefy o mniejszym zwarcu makrofitów (Kapusta i Bogacka 2006). Z kolei w jeziorze Dołgie Wielkie zakładano, że ze względu na niewielką przezroczystość wody ryby niewielkich rozmiarów będą przebywały przez całą dobę w tych samych siedliskach. Wyniki powyższych badań wskazują, że w przypadku jeziora Dołgie Wielkie, które charakteryzuje się znaczną mętnością (widzialność krążka Secchiego w czerwcu i lipcu wahała się od 0,1 do 0,6 m) ryby odbywają dobowe wędrówki horyzontalne, a w litoralu odnotowano dobowe zmiany zagęszczenia charakterystyczne dla płytkich jezior.

Wyniki prezentowanych badań mogą być pomocne przy projektowaniu prac związanych z monitoringiem ichtiofauny w litoralu jezior. Gatunki litoralne niebędące obiektem działań gospodarczych (tj. odłowy czy zarybienia) oraz stadia juwenalne gatunków eksploatowanych gospodarczo mogą być cennym wskaźnikiem wykorzystywanym do stworzenia systemu oceny stanu ekologicznego jezior. Ze

względu na występowanie dobowej zmienności składu gatunkowego i relacji ilościowych przed przystąpieniem do takich prac potrzebne jest poznanie wzorców zmian struktury jakościowej i ilościowej zespołu ryb litoralowych.

Literatura

- Ciemiński J., Zdanowski B. 2009 – Changes in the zoobenthos structure in a system of heated lakes in central Poland – Arch. Pol. Fish. 17: 221-238.
- Čech M., Kratochvíl M., Kubečka J., Draščík V., Matena J. 2005 – Diel vertical migration of bathypelagic perch fry – J. Fish Biol. 66: 685-702.
- Bohl E. 1980 – Diel pattern of pelagic distribution and feeding in planktivorous fish – Oecologia 44: 368-375.
- Burks R.L., Lodge D., Jeppesen E., Lauridsen T.L. 2002 – Diel horizontal migration of zooplankton: costs and benefits of inhabiting the littoral – Freshwat. Biol. 47: 343-365.
- Dawidowicz P. 1999 – Dobowe migracje pionowe zooplanktonu: przyczyny, koszty i konsekwencje – Kosmos 48: 441-450.
- Gliwicz Z.M., Jachner A. 1992 – Diel migrations of juvenile fish: a ghost predation past or present? – Arch. Hydrobiol. 124: 385-410.
- Gauthier S., Boisclair D. 1997 – The energetic implications of the diel onshore-offshore migration by dace (*Phoxinus eos* x *P. neogaeus*) in a small oligotrophic lake – Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 1996-2006.
- Kapusta A., Bogacka E. 2006 – Diel variability in the occurrence of juvenile fish in the shallow littoral zone: do macrophytes impact the structure of fish assemblages? – Arch. Pol. Fish. 14: 301-308.
- Lewin W.-Ch., Okun N., Mehner T. 2004 – Determinants of the distribution of juvenile fish in the littoral area of a shallow lake – Freshwat. Biol. 49: 410-424.
- Lorke A., Weber A., Hofmann H., Peeters F. 2008 – Opposing diel migration of fish and zooplankton in the littoral zone of a large lake – Hydrobiologia 600: 139-146.
- Mehner T., Kasprzak P., Hölker F. 2007 – Exploring ultimate hypotheses to predict diel vertical migrations in coregonid fish – Can. J. Fish. Aquat. Sci. 64: 874-886.
- Okun N., Mehner T., 2005 – Distribution and feeding of juvenile fish on invertebrates in littoral reed (*Phragmites*) stands – Ecol. Freshw. Fish 14: 139-149.
- Reid S.M., Mandrak N.E. 2009 – Lake Erie beaches: diel variation in fish assemblage structure and implications for monitoring – Hydrobiologia 618: 139-148.
- Romare P., Berg S., Lauridsen T., Jeppesen E. 2003 – Spatial and temporal distribution of fish and zooplankton in a shallow lake – Freshw. Biology 48: 1353-1362.
- Říha M., Kubečka J., Mrkvíčka T., Prchalová M., Čech M., Draščík V., Frouzová J., Hladík M., Hohaňová E., Jarolím O., Jůza T., Kratochvíl M., Peterka J., Tušer M., Vašek M. 2008 – Dependence of beach seine net efficiency on net length and diel period – Aquat. Living Resour. 21: 411-418.
- Stoń J. 1999 – Jeść i przeżyć – jak to robią młode ryby? – Kosmos 48: 501-508.
- Vašek M., Kubečka J. 2004 – *In situ* diel patterns of zooplankton consumption by subadult/adult roach *Rutilus rutilus*, bream *Abramis brama*, and bleak *Alburnus alburnus* – Folia Zool. 53: 203-214.

Przyjęto po recenzji 26.01.2010 r.

DAILY CHANGES IN THE SPECIES COMPOSITION AND DENSITY OF FISH IN THE LITTORAL ZONE: CAUSES AND CONSEQUENCES

Andrzej Kapusta, Elżbieta Bogacka-Kapusta, Jacek Morzuch

ABSTRACT. The aim of the studies was to determine the daily changes in the occurrence of fish in the littoral zone in two shallow lakes differing in temperature regime and water transparency. The fish in the littoral zone of Lake Licheński were most active at dawn and dusk, while the highest biomass was noted at midnight. The greatest abundance of fish was noted in Lake Dołgie Wielkie, in which the waters are characterized by substantial turbidity, at 06:00 and 15:00, while the lowest abundance was noted at night. The abundance of fish in Lake Dołgie Wielkie was correlated with water temperature ($r = -0.555$). The species richness of the fish assemblage of the littoral zone in Lake Dołgie Wielkie was negatively correlated with the time of day ($r = -0.644$). The highest species richness was noted at night from 00:00 to 03:00 and in the morning at 09:00.

Keywords: fish, lake, littoral zone, movements