



Andrzej Kapusta, Maja Prusińska, Tomasz K. Czarkowski

Instytut Rybactwa Śródlądowego im. Stanisława Sakowicza w Olsztynie

## Znaczenie ikry w diecie ryb występujących na tarliskach sielawy w Jeziorze Wulpińskim

### Wstęp

Naturalna rekrutacja ryb ma nieproporcjonalnie duży wpływ na produkcję rybacką. Zasilanie populacji ryb przez kolejne pokolenia jest warunkowane zarówno przez czynniki fizyczne, tj. temperaturę czy cyrkulację wody oraz mechanizmy biologiczne, jak głodowanie czy drapieżnictwo. Zrozumienie mechanizmów regulujących rekrutację jest priorytetem dla prowadzących gospodarkę rybacką, jak i jednym z ważniejszych tematów stanowiących przedmiot zainteresowania środowisk naukowych (Houde 1987, Miller i in. 1988, Wanke i in. 2017). Drapieżnictwo jest coraz częściej postrzegane jako ważny proces ekologiczny, regulujący przeżywalność ikry i larw ryb, które mogą mieć duże znaczenie w dynamice populacji ryb w ekosystemach wodnych. Szczególnie w przypadku gatunków odbywających tarło masowo, drapieżnictwo może w znacznym stopniu wpływać na efektywność rekrutacji (Bunnell i in. 2014).

Sielawa *Coregonus albula* (L.) w basenie Morza Bałtyckiego zwykle odbywa tarło w okresie od połowy października do połowy grudnia. Tarliska położone są w strefie litoralnej lub sublitoralnej. Kleista i drobna (średnica 1,5-1,8 mm) ikra składana jest na roślinności wodnej lub piaszczystym dnie. Płodność absolutna sielawy zależy od wieku i warunków środowiskowych (Wilkońska 1992), zwykle mieści się w zakresie od kilku do kilkunastu tysięcy (Bernatowicz i in. 1975, Czerniejewski i in. 2003). Rozwój embrionalny sielawy trwa w naturze stosunkowo długo, bo około czterech-pięciu miesięcy. W tym okresie złożona ikra narażona jest na oddziaływanie szeregu niekorzystnych czynników ograniczających jej przeżywalność. Żerowanie ryb na ikrze sielawy wymieniane jest jako jeden z czynników redukujących jej przeżywalność (Bernatowicz i in. 1975, Szczerbowski 2000). Celem pracy było określenie poziomu drapieżnictwa oraz znaczenia ikry w diecie ryb złowionych na tarliskach sielawy w Jeziorze Wulpińskim.

### Materiał i metody

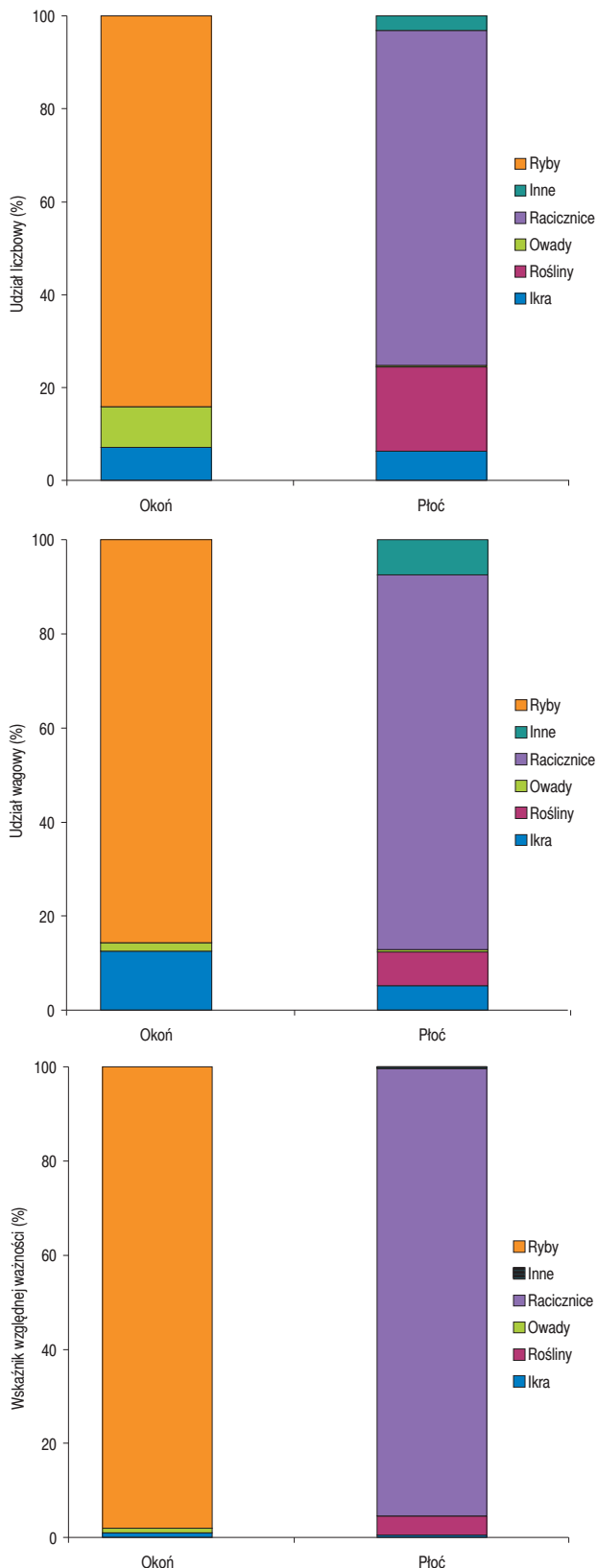
Badania składu pokarmu przeprowadzono u 105 ryb, należących do czterech gatunków (tab. 1), złowionych w trakcie połowów tarlaków sielawy w Jeziorze Wulpińskim (Pojezierze Olsztyńskie). Jest to duże (powierzchnia 706,7

TABELA 1

Charakterystyka ryb złowionych na tarlisku sielawy w Jeziorze Wulpińskim

Gatunek	N	Zakres długości ciała (mm)	Zakres długości całkowitej (mm)	Zakres masy ciała (g)	% pustych przewodów
Krąp	9	105-147	136-198	24,9-64,3	88,9
Leszcz	1	116	152	30,5	100
Płoć	57	113-165	143-202	29,8-89,1	43,9
Okoń	38	125-184	151-216	38,6-116,4	63,2

ha) i głębokie (maksymalna głębokość 54,6 m) jezioro eutroficzne ( $TN = 0,056 \text{ mg P l}^{-1}$ ). Ryby do badań złowiono w wontony sielawowe, w okresie od 27 listopada do 12 grudnia 2017 roku. W laboratorium Zakładu Ichtiologii, Hydrobiologii i Ekologii Wód, Instytutu Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie wszystkie ryby zmierzono ( $\pm 1 \text{ mm}$ ), zważono ( $\pm 0,1 \text{ g}$ ) oraz poddano standardowym analizom składu pokarmu (Hyslop 1980). U okonia *Perca fluviatilis* L. analizowano zawartość żołądka, a u ryb karpio-watych przewodu pokarmowego od przełyku do środkowej części jelita. Treść pokarmową wypłukaną z żołądka lub przewodu pokarmowego umieszczano na szalce Petriego i oznaczono za pomocą mikroskopu stereoskopowego (Nikon SMZ-2T). Biomasa poszczególnych składników pokarmu określono bezpośrednio poprzez ważenie ( $\pm 0,0001 \text{ g}$ ) lub rekonstruowano na podstawie mas standardowych (Prejs i Colomine 1981). Osobniki o pustych żołądkach/przewodach pokarmowych wykluczono z dalszych analiz.



Rys. 1. Charakterystyka składu pokarmu okonia (N=14) i płoci (N=32) złowionych na tarlisku sielawy w Jeziorze Wulpińskim.

Analiza materiału polegała na zakwalifikowaniu zidentyfikowanych ofiar do następujących grup: ikra sielawy, racicznica zmienna, owady, rośliny, ryby i inne. Następnie określono udział liczbowy (UL), udział wagowy (UW) oraz

częstość występowania (F) wyróżnionych składników pokarmu (Hyslop 1980). Wskaźnik względnej ważności zastosowano do określenia znaczenia wyróżnionych grup pokarmu w diecie analizowanych gatunków (Hansson 1998). Ocena strategii odżywiania się płoci i okonia złowionych na tarlisku sielawy została przedstawiona metodą zaproponowaną przez Amundsen i in. (1996). Metoda ta polega na graficznym przedstawieniu udziału liczbowego i częstości występowania wyróżnionych składników diety. Położenie wyróżnionych grup ofiar określa ich znaczenie w diecie analizowanych gatunków ryb. Największe znaczenie w tym przypadku mają składniki diety plasujące się w prawym górnym rogu wykresu, a najmniejsze położone w lewym dolnym rogu (Amundsen i in. 1996).

Charakterystyka ilości zjedzonego pokarmu polegała także na określeniu wskaźnika napełnienia, który obliczono według poniższego wzoru:

$$I_{SF} = 100 \times M_g \times M_f^{-1}$$

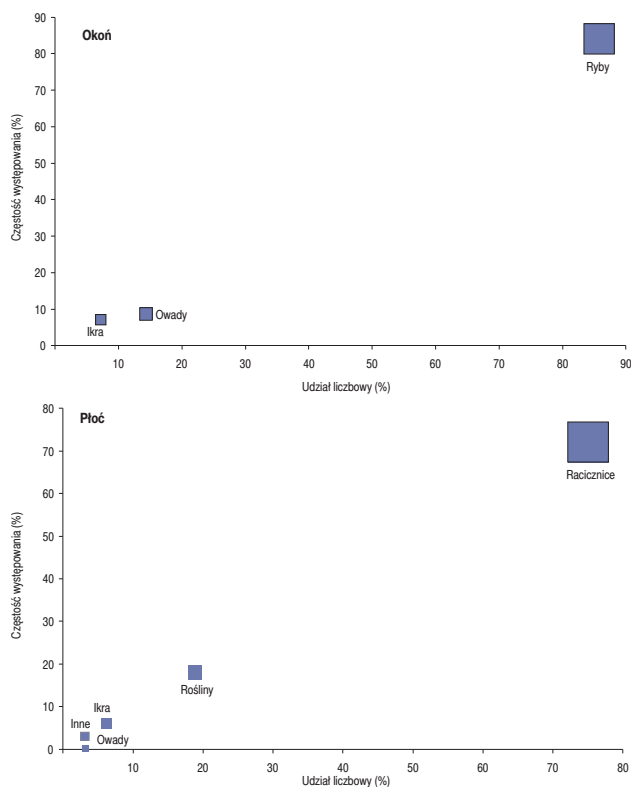
gdzie:  $M_g$  – masa treści pokarmowej, a  $M_f$  – masa ciała ryby. Średnie wartości wskaźnika napełnienia porównano nieparametrycznym testem U Manna-Whitneya. Skład diety scharakteryzowany za pomocą wskaźnika względnej ważności porównano za pomocą testu  $\chi^2$ . Wszystkie analizy statystyczne wykonano w programie Statistica 12 (StatSoft USA).

## Wyniki

Większość złowionych ryb (55%) miała puste przewody pokarmowe, w tym jedyny leszcz *Abramis brama* (L.) i prawie wszystkie karpie *Blicca bjoerkna* (L.) (tab. 1). Skład pokarmu okonia tworzyły ryby, owady oraz ikra sielawy (rys. 1). Ryby były najważniejszym składnikiem diety okonia, stanowiąc 84% UL oraz 86% UW. Ikrę sielawy (151 ziaren) stwierdzono w żołądku tylko jednego okonia. Dietę płoci *Rutilus rutilus* (L.) stanowiły racicznice, makrofity, glony nitkowate, owady, detrytus i ikra. Racicznica była najważniejszym składnikiem diety płoci, stanowiąc odpowiednio 72% UL oraz 80% UW. Ikra sielawy występowała w przewodach pokarmowych dwóch osobników płoci, w ilości 90 i 121 ziaren. Struktura diety obu gatunków porównana na podstawie wskaźnika względnej ważności różniła się istotnie statystycznie ( $P < 0,05$ ). Natomiast średnie wartości wskaźnika napełnienia okonia i płoci nie różniły się istotnie statystycznie ( $P > 0,05$ ). Graficzną interpretację znaczenia poszczególnych składników pokarmu płoci i okonia przedstawia rys. 2. U obu gatunków ikra nie ma istotnego znaczenia w ich diecie.

## Dyskusja

Zjadanie jaj ryb przez ryby i bezkręgowce wodne jest znaczącym źródłem śmiertelności w cyklu życiowym wielu



Rys. 2. Strategia żerowania przedstawiająca udział liczbowy i częstość występowania wyróżnionych składników diety płoci i okonia złowionych na tarlisku sielawy w Jeziorze Wulpińskim.

gatunków ryb (Bailey i Houde 1989), chociaż najczęściej nie jest wymieniane wśród czynników istotnie wpływających na poziom rekrutacji sielawy (Viljanen 1988). Również kanibalizm dotyczący ikry, stwierdzony dotychczas u kilkudziesięciu gatunków ryb, traktowany jest częściej jako czynnik behawioralny, niż znaczący element determinujący efekty rekrutacji (Manica 2002, Pereira i in. 2017). Ikra w diecie ryb występuje najczęściej okresowo, z niewielkim udziałem w składzie pokarmu. Witkowski (2000) podaje, że jaja ryb w diecie lipienia *Thymallus thymallus* (L.) nie odgrywają większej roli. Również Draganik (1962) prowadząc badania nad odżywianiem się węgorza *Anguilla anguilla* (L.) w jeziorach mazurskich wykazał, że ikra występuje okresowo i nie stanowi istotnego komponentu diety. Z kolei w Zbiorniku Włocławskim około 20% okoni odżywiało się ikrą w trakcie tarła ryb karpowatych, zjadając nawet do 800 rybach jaj (Terlecki 1987).

Sielawa jest gatunkiem ławicowym, odbywającym masowe tarło. Zagęszczenie ikry sielawy na tarliskach początkowo jest bardzo duże (Ciepielewski 1974), jednak pod koniec okresu inkubacji wielokrotnie obniża się, najczęściej nie przekraczając kilku ziaren na 1 m<sup>2</sup> (Viljanen 1988). Śmiertelność ikry sielawy może być bardzo duża, w skrajnych przypadkach sięgająca 100% (Żuromska 1982). Wśród przyczyn obserwowanej śmiertelności wymieniane są warunki środowiskowe, przede wszystkim

związane z niedoborami tlenu, które powstają w efekcie sedymentacji sestonu. Istotnym czynnikiem wpływającym na przeżywalność ikry jest również drapieżnictwo. Karjalainen i in. (2015) stwierdzili odżywianie się raka sygnałowego *Pacifastacus leniusculus* (Dana) znaczną ilością ikry sielawy i siei *Coregonus lavaretus* (L.). Doszli jednak do wniosku, że pomimo drapieżnictwa, rak sygnałowy nie wpływa znacząco na produkcję larw tych gatunków ryb.

Bernatowicz i in. (1975) oraz Szczerbowski (2000) podsumowując wiedzę o sielawie w Polsce wśród czynników ograniczających efekty jej rozrodu przywołują drapieżnictwo. Bernatowicz i in. (1975) duże szkody na tarliskach sielawy przypisują jazgarzowi *Gymnocephalus cernua* (L.) i okoniowi, a mniejsze miętusowi *Lota lota* (L.). Wyniki badań relacji pokarmowych ryb w jeziorze Harsz częściowo potwierdzają powyższe informacje (Pliszka 1953). W jeziorze Harsz okon zjadał do 150 jaj sielawy, a częstość ich występowania w pokarmie okonia zmieniała się wraz w rozmiarami ciała. U okoni o długości całkowitej 6-7 cm jaja sielawy jesienią stanowiły 38% udziału wagowego pokarmu z częstością występowania na poziomie 40%. Większe okonie (10-15 cm) rzadziej zjadały ikrę na tarliskach sielawy (F = 12%, UW = 15%). W tym samym okresie w pokarmie miętusa ikra sielawy stanowiła 5% UW, a częstość występowania wynosiła 40% (Pliszka 1953). Natomiast w Jeziorze Legińskim wśród 117 okoni złowionych w okresie zimowym, tylko jeden miał w przewodzie pokarmowym ikrę sielawy (Bączkowska 1965). Drapieżnictwo jazgarza na ikrze ryb może przybierać większą skalę. Chociaż w tym przypadku dane z naturalnego obszaru występowania wskazują, że znaczenie ikry w diecie jazgarza jest mniejsze (Kováč 1998, Pilinkovskij i in. 2014) niż na obszarach, gdzie został introdukowany (Adams i Tippett 1991, Winfield i in. 1998). W jeziorze Bassenthwaite jazgarz w niektórych latach zjadał znaczną ilość ikry sielawy (Winfield i in. 1998). Chociaż stan populacji sielawy w tym jeziorze kształtowany był przede wszystkim przez proces eutrofizacji wód. W Jeziorze Wulpińskim ikra była generalnie mało znaczącym składnikiem diety płoci i okonia w okresie tarła sielawy. Podobnie jak w przytoczonych badaniach, rzadko występowała w pokarmie ryb, chociaż jak pokazują pojedyncze przypadki czasem pojawia się w dużej ilości.

Eutrofizacja jezior często prowadzi do zwiększenia biomasy fauny dennej, w tym również zwierząt odżywiających się ikrą sielawy. Rezultatem tego procesu może być wzrost drapieżnictwa w czasie długiego okresu rozwoju embrionalnego. Wyniki badań przeprowadzonych w Jeziorze Wulpińskim potwierdzają wcześniejsze wnioski wskazujące, że rola ikry sielawy w diecie okonia i płoci jest nieznacząca. Jednocześnie wpływ drapieżnictwa tych gatunków na rekrutację naturalną sielawy w jeziorze jest trudny do oceny. Jezioro zarybiane jest systematycznie sielawą, dlatego do oceny naturalnej produkcji larw i narybku konieczne jest

znakowanie materiału wpuszczanego do jeziora. Biorąc jednak pod uwagę stan troficzny jeziora, można przypuszczać, że warunki rozrodu nie są sprzyjające, a przeżywalność ikry sielawy stosunkowo niska.

## Literatura

- Adams C.E., Tippett R. 1991 – Powan, *Coregonus lavaretus* (L.), ova predation by newly introduced ruffe, *Gymnocephalus cernuus* (L.), in Loch Lomond, Scotland – Aquac. Res. 22: 239-246
- Amundsen P.A., Gabler H.M., Staldivik F.J. 1996 – A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data – modification of the Costello (1990) method – J. Fish Biol. 48: 607-614.
- Bailey K.M., Houde E.D. 1989. Predation on eggs and larvae and the recruitment problem. Adv. Mar. Biol. 25: 1-83.
- Bączkowska M. 1965 – Pokarm i odżywianie się okonia w jeziorach Legińskim i Pasterzewo – Zesz. Nauk. WSR Olsztyn, 20: 233-243.
- Bernatowicz S., Dembiński W., Radziej J. 1975 – Sielawa – PWRiL, Warszawa.
- Bunnell D.B., Mychek-Londer J.G., Madenjian C.P. 2014 – Population-level effects of egg predation on a native planktivore in a large freshwater lake – Ecol. Freshw. Fish 23: 604-614.
- Ciepielewski W. 1974 – Obfitość składanych jaj i ocena przeżywalności narybku sielawy w jeziorze Maróz – Roczn. Nauk Rol. 96-H-2: 23-36.
- Czerniejewski P., Filipiak J., Czerniawski R. 2003 – Płodność absolutna i względna sielawy (*Coregonus albula* L.) z jezior zachodniopomorskich – Komun. Ryb. 4: 15-18.
- Draganik B. 1962. Odżywianie się węgorza w jeziorach mazurskich. Zesz. Nauk. WSR Olsztyn, 13: 141-167.
- Hansson S. 1998 – Methods of studying fish feeding: a comment – Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55: 2706-2707.
- Houde E.D. 1987 – Fish early life dynamics and recruitment variability – Am. Fish. Soc. Symp. 2: 17-29.
- Hyslop E.J. 1980 – Stomach contents analysis: a review of methods and their application – J. Fish Biol. 17: 411-429.
- Karjalainen J., Ruokonen T.J., Marjomäki T.J., Martikainen A., Pursiainen M., Sarvala J., Tarvainen M., Ventelä A. M. 2015 – Predation by signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* on fish eggs and its consequences for coregonid recruitment – J. Fish Biol. 86: 651-667.
- Kováč V. 1998 – Biology of Eurasian ruffe from Slovakia and adjacent central European countries – J. Great Lakes Res. 24: 205-216.
- Manica A. 2002 – Filial cannibalism in teleost fish – Biol. Rev. 77: 261-277.
- Miller T.J., Crowder L.B., Rice J.A., Marschall E.A. 1988 – Larval size and recruitment mechanisms in fishes: toward a conceptual framework – Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 1657-1670.
- Mikkola H., Oksman H., Shemeikka P. 1979 – Experimental study of mortality in vendace and whitefish eggs through predation by bottom fauna and fish – Aqua Fenn. 9: 68-72.
- Pereira L.S., Agostinho A.A., Winemiller K.O. 2017. Revisiting cannibalism in fishes. Rev. Fish Biol. Fish. 27: 499-513.
- Pliszka F. 1953. Dynamika stosunków pokarmowych ryb z jeziora Harsz. Pol. Arch. Hydrobiol. 1: 271-300.
- Prejs A., Colomine G. 1981 – Metodos para el Estudio de los Alimentos y las Relaciones Trficas de los Peces.
- Pilinkovskij A., Kesminas V., Bukelskis E., Čivas L. 2014 – Ruffe (*Gymnocephalus cernuus* L.) growth and diet in Lake Dusia (southern Lithuania) – Arch. Pol. Fish. 22: 110-119.
- Szczerbowski J.A. 2000 – Sielawa *Coregonus albula* – W: Ryby słodkowodne Polski (Red.) M. Brylińska, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa: 376-380.
- Terlecki J. 1987 – The diet of adult perch, *Perca fluviatilis* L., in the Vistula Dam Reservoir in Włocławek – Acta Ichthyol. Piscat. 27: 43-57.
- Viljanen M. 1988 – Relations between egg and larval abundance, spawning stock and recruitment in vendace (*Coregonus albula* L.) – Finnish Fish. Res. 9: 271-289.
- Wanke T., Brämick U., Mehner T. 2017 – High stock density impairs growth, female condition and fecundity, but not quality of early reproductive stages in vendace (*Coregonus albula*) – Fish. Res. 186: 159-167.
- Wilkońska H. 1992 – The effect of temperature on condition, fecundity, and egg quality of vendace, *Coregonus albula* L. – Arch. Pol. Fish. 1: 17-26.
- Winfield I.J., Rösch R., Appelberg M., Kinnerbäck A., Rask M. 1998 – Recent introductions of the ruffe (*Gymnocephalus cernuus*) to Coregonus and Perca lakes in Europe and an analysis of their natural distributions in Sweden and Finland – J. Great Lakes Res. 24: 235-248.
- Witkowski A. 2000 – Lipień *Thymallus thymallus* – W: Ryby słodkowodne Polski (Red.) M. Brylińska, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa: 392-397.
- Żuromska H. 1982 – Egg mortality and its causes in *Coregonus albula* (L.) and *Coregonus lavaretus* (L.) in two Masurian lakes (Poland) – Pol. Arch. Hydrobiol. 29: 1-28.

Przyjęto po recenzjach 8.02.2019 r.

## THE SIGNIFICANCE OF EGGS IN THE DIETS OF FISH OCCURRING IN VENDACE SPAWNING GROUNDS IN LAKE WULPIŃSKIE

Andrzej Kapusta, Maja Prusińska, Tomasz K. Czarkowski

ABSTRACT. Natural recruitment is one of the factors determining the status and structure of fish resources, and it also has an impact on the execution of fisheries management. Vendace is an important element of fisheries management in Lake Wulpińskie, which is why determining the level of other species foraging on its eggs is very important. To this end, the food composition of fish caught in vendace spawning grounds was examined. Most of the fish caught (55%) had empty digestive tracts, including that of the only common bream and nearly all of the silver bream (88.9%). The main dietary component of perch was fish, while in roach it was zebra mussel. Vendace eggs were an insignificant component of the diets of both perch and roach. Vendace eggs (151 eggs) were only confirmed in the stomach of one perch specimen and in the digestive tracts of two roach specimens in quantities of 90 and 121 eggs. In general, the level of foraging of co-inhabiting fishes on vendace eggs was low. Taking into consideration the trophic status of the lake, one can conclude that physico-chemical factors have a greater impact on the effectiveness of natural vendace spawning than does foraging.

Keywords: *Coregonus albula*, eggs, foraging, *Perca fluviatilis*, *Rutilus rutilus*