

BADANIA NAD PARAZYTOFAUNĄ SŁONECZNICY *LEUCASPIUS  
DELINEATUS* (HECKEL, 1843) W WYBRANYCH  
ANTROPOGENICZNYCH ZBIORNIKACH WODNYCH  
GÓRNOŚLĄSKIEGO OKRĘGU PRZEMYSŁOWEGO

SŁAWOMIR KWIATKOWSKI, ZBIGNIEW POKORA

Śląska Akademia Medyczna, Katedra i Zakład Biologii Ogólnej, Molekularnej i Genetyki, ul. Medyków, 40-752 Katowice

Keywords: anthropogenically changed water environment, *Leucaspius delineatus*, parasite fauna.

STUDIES ON PARASITE FAUNA OF THE SUNBLEAK, *LEUCASPIUS  
DELINEATUS* (HECKEL, 1843) FROM SELECTED ANTHROPOGENIC WATER  
RESERVOIRS IN THE UPPER-SILESIA INDUSTRIAL REGION

In selected mining sinkhole ponds and sand-pits in the Upper-Silesian Industrial Region there were collected 346 sunbleak, in the age classes 1–5, with mean length and body weight 4.5 cm and 1.34 g, respectively. In the infected fish there were found: adult cestodes *Caryophyllaeides fennica*, plerocercoids of *Ligula intestinalis* and *Schistocephalus solidus*, metacercariae of the trematode *Posthodiplostomum cuticola*, as well as two crustaceans *Lerne cyprinacea* and *Argulus foliaceus*. In the case of the infection with plerocercoids of both cestodes distinctly greater prevalence of the infection was observed in sand-pits, whereas maximal prevalence of the infection with the crustacean *Argulus foliaceus* – in examined sinkhole ponds. Authors discuss this phenomenon in the context of differences in temperature and oxygen conditions in both types of analyzed reservoirs.

Streszczenie

W wybranych zapadliskach górniczych i wyrobiskach popiaskowych, sytuowanych w mezoregionie Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego, odłowiono 346 słonecznic, w klasach wiekowych 1–5, o przeciętnej długości i masie ciała odpowiednio 4,5 cm oraz 1,34 g. U badanych ryb stwierdzono występowanie: dojrziałych tasiemców *Caryophyllaeides fennica*, plerocerkoidów *Ligula intestinalis* oraz *Schistocephalus solidus*, metacerkii przywry *Posthodiplostomum cuticola* oraz dwóch skorupiaków *Lerne cyprinacea* i *Argulus foliaceus*. W przypadku zarażenia plerocerkoidami obu tasiemców, wyraźnie wyższą ekstensywność inwazji obserwowano w wyrobiskach popiaskowych, natomiast najwyższą ekstensywność zarażenia skorupakiem *Argulus foliaceus* – w badanych zapadliskach. Zjawisko to autorzy dyskutują w kontekście różnic w zakresie temperatury wody oraz warunków tlenowych w obu typach analizowanych zbiorników.

WSTĘP

Najliczniejszymi zbiornikami wodnymi w mezoregionie Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego są zapadliska górnicze, powstałe w efekcie osiadania gruntu nad wy-

eksploatowanymi pokładami węgla. Zbiorniki te, zazwyczaj bezodpływowe, mają łagodnie opadające brzegi, regularny kształt dna i gromadzą wodę opadową, podskórną oraz spływającą rowami melioracyjnymi z okolicznych terenów. Do zbiorników zapadliskowych wraz z wodą spływającą z pól uprawnych dostaje się pewna ilość substancji mineralnych. Ponadto, w powierzchniowych warstwach gleby, stanowiących aktualnie dno tych zbiorników, w wyniku gospodarki rolniczej, nagromadziła się duża ilość materii organicznej. Powoduje to, że intensywnie rozwijają się tu organizmy fito- i zooplanktonu, szybko pojawiają się makrofity i przedstawiciele fauny wodnej. W zbiornikach pozbawionych odpływu, a tym samym możliwości odprowadzenia nagromadzonych substancji biogenych, powstają ubytki tlenowe w wyniku zużycia tlenu w procesach mineralizacji szczątków roślinnych i zwierzęcych. Sprzyja to odkładaniu się osadów dennych, a tym samym wypłycaaniu zapadlisk.

Zbiorniki powyrobiskowe powstały w wyniku zalania wodą niektórych wyeksploatowanych kopalń piasku podsadzkowego, rudy żelaza, czy żwiru. Mają one zwykle strome, wysokie i łatwo osuwające się brzegi oraz nierówne dno. Ze względu na jałowość gruntu oraz osuwanie się podmytych brzegów zbiorników powyrobiskowych, roślinność wodna napotyka trudności w zakorzenianiu się. Stwarza to niekorzystne warunki bytowania dla organizmów stanowiących bazę pokarmową wyższych grup systematycznych zwierząt. Zbiorniki te są w większości przepływowe, co, wraz z czynnikami opisanymi wyżej, powoduje, że proces użyźniania i biologicznego starzenia się powyrobisk będzie przebiegał znacznie wolniej niż w zbiornikach zapadliskowych [13]. Z drugiej strony, jezioro Paprocany, będące starym wyrobiskiem porudnym, zaliczane jest do typowych zbiorników eutroficznych [24].

Słonecznica, *Leucaspis delineatus* jest, podobnie jak karaś (*Carassius carassius*) gatunkiem pospolicie występującym w zbiornikach wodnych powstałych w związku z aktywnością przemysłu wydobywczego w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym. Ryba ta preferuje zbiorniki zeutrofizowane, a jej niewielkie wymagania tlenowe ułatwiają jej bytowanie w antropogenicznie zmienionym środowisku wodnym [2]. Odżywia się głównie skorupiakami planktonowymi [1], przy masowych pojawach prowadząc do znacznego ilościowego zubożenia zooplanktonu w zasiedlanym zbiorniku [25]. Słonecznica, ze względu na wolne tempo wzrostu i niewielkie wymiary, nie ma znaczenia gospodarczego, jednak będąc ważnym składnikiem łańcucha troficznego oraz pośrednim i ostatecznym żywicielem wielu pasożytów stanowi ona źródło i rezerwuuar chorób inwazyjnych [2, 6].

## MATERIAŁ I METODY

Obiektem badań były populacje słonecznicy zamieszkujące wybrane zbiorniki zapadliskowe i powyrobiskowe mezoregionu Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Opis terenu badań przedstawiono w tabeli 1. Fizyko-chemiczne właściwości prób wody, pobieranych w miejscach odłowu materiału, określano metodami wskazanymi przez Hermanowicza i wsp. [7] (Rys. 1). Ryby odławiano za pomocą sieci ręcznych o powierzchni oczek 0,5 cm<sup>2</sup> w sezonie marzec-listopad 1999 roku. Ogółem w badanych zbiornikach odłowiono 346 słonecznic w wieku 1–5 lat. Wiek ryb określano na podstawie rocznych przyrostów łuski.

W celu określenia zależności między masą i długością ciała badanych ryb wykorzystano wzór Laglera:  $w = aL^b$ , gdzie: W: masa ciała [g], L: długość ciała (*longitudo*

Tabela 1. Opis terenu badań  
Description of the investigated area

Zbiornik Reservoir	Typ zbiornika Type of reservoir	Powierzchnia [ha] Area [ha]	Maksymalna głębokość [m] Maximal depth [m]	Lokalizacja Localization
Bytków	zapadlisko sinkhole	1,10	2,5	Siemianowice Śl.
Kolejarz	zapadlisko sinkhole	2,45	1,5	Chorzów/Bytom
Łąka	zapadlisko sinkhole	6,0	2,0	Chorzów/Bytom
Stawiki	zapadlisko sinkhole	7,75	2,5	Sosnowiec
Dzierżno Małe	wyrobisko popiaskowe sand-pit	50,0	6,0	Gliwice
Hubertus	wyrobisko popiaskowe sand-pit	7,10	4,0	Katowice/Mysłowice
Morawa	wyrobisko popiaskowe sand-pit	35,5	4,0	Katowice (Szopienice)
Paprocany	wyrobisko porudne iron-ore-pit	130,0	7,0	Tychy

*corporis*) [cm]. Kondycję ryb określano na podstawie współczynnika Fultona ( $K = 100 * W * L^{-3}$ ). Dla lepszego zilustrowania stopnia zarażenia ryb przez plerocerkoidy tasiemców stosowano współczynnik względnej intensywności inwazji, wyrażający procentowy stosunek masy ciała pasożyta do masy żywiciela [4]. Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej. Istotność różnic między średnimi określano za pomocą testu t Studenta, obierając jego statystykę w zależności od istotności różnic pomiędzy wariancjami prób, analizowanych za pomocą testu F Fishera-Snedecora. Normalność rozkładu zmiennych weryfikowano testem chi-kwadrat [18].

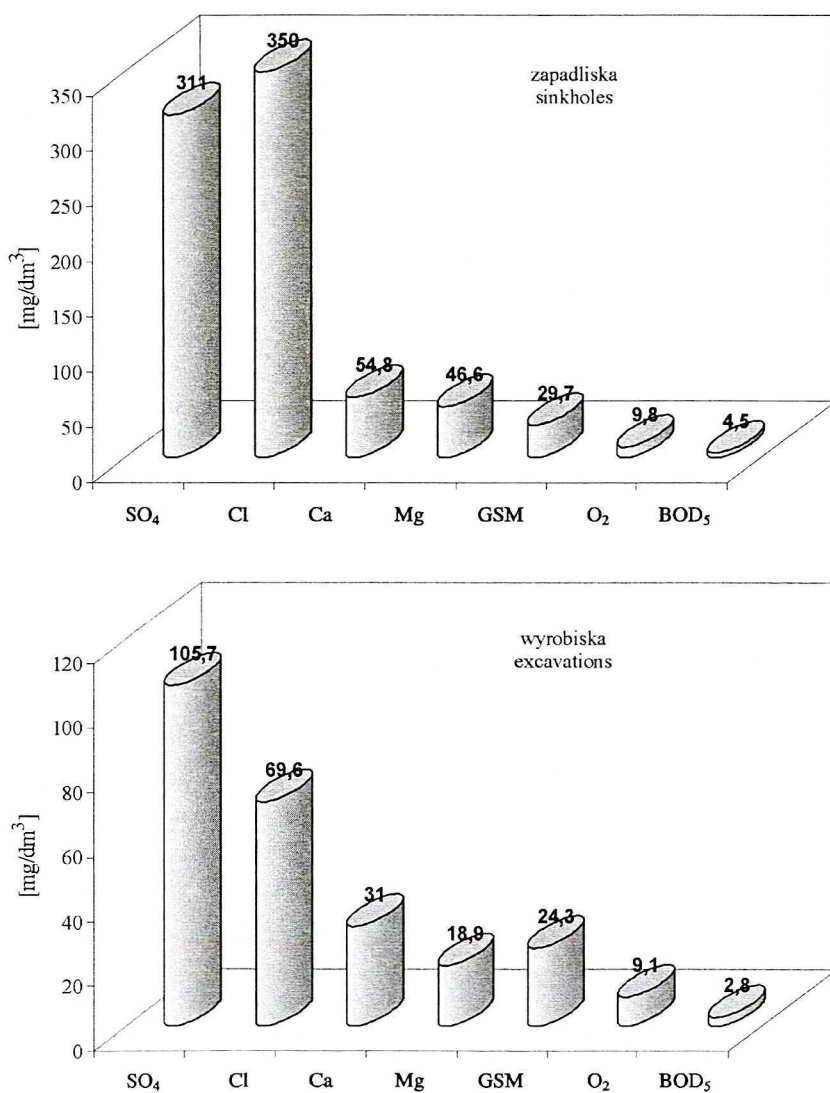
## WYNIKI

Podstawowe parametry biometryczne ryb wolnych od zarażenia przedstawiono w tabeli 2. W badanych populacjach słonecznicy stwierdzono występowanie plerocerkoidów tasiemców *Ligula intestinalis* (L.) oraz *Schistocephalus solidus* (Müller, 1776), dojrzałych tasiemców *Caryophyllaeides fennica* (Schneider, 1902), metacerkarii przywry *Posthodiplostomum cuticola* (Nordmann, 1832) Dubois, 1936 oraz skorupiaków *Argulus foliaceus* (L.) i *Lerneae cyprinacea* L.

Ekstensywność zarażenia słonecznicy była zróżnicowana w obu typach badanych zbiorników. W przypadku ryb zarażonych plerocerkoidami tasiemców *L. intestinalis* i *S. solidus* była ona zdecydowanie wyższa w zbiornikach powyrobiskowych (36,2% i 12,4% wobec 26,2% i 8,9% w zapadliskach) (Rys. 2). Ryby zarażone plerocerkoidami tasiemców w obu typach zbiorników różniły się istotnie ( $p < 0,05$ ) w zakresie masy ciała oraz współczynnika kondycji w stosunku do osobników zdrowych (Tab. 3). W zbiornikach zapadliskowych najwięcej ryb było zarażonych przez *Argulus foliaceus* (56% wobec 34% w powyrobiskach). Skorupiak ten był zdecydowanym dominantem wśród pasożytów słonecznicy w zapadliskach (59,7% ogółu pasożytów), w zbiornikach powyrobiskowych najczęstszym pasożytem był *Ligula intestinalis* (Rys. 3).

W najbardziej zanieczyszczonym zbiorniku zapadliskowym stwierdzono występowanie, oprócz *A. foliaceus* i plerocerkoidów *L. intestinalis*, nielicznych skorupiaków





Rys. 1. Przeciętne fizyko-chemiczne właściwości prób wody badanych zbiorników (GSM – zawiesina ogólna, BOD<sub>5</sub> – biochemiczne zapotrzebowanie tlenu po 5 dniach)

Average physico-chemical properties of water from analysed reservoirs (GSM – general suspended matter, BOD<sub>5</sub> – biochemical demand for oxygen after 5 days)

*Lernea cyprinacea*. W stosunkowo najslabiej zanieczyszczonym zbiorniku powyrobi-skowym spektrum gatunkowe parazytofauny słonecznicy było najszersze i obejmowało wszystkie stwierdzone pasożyty (Rys. 4).

W czasie badań w obu typach zbiorników obserwowano wyrównaną, nie podlegającą sezonowym fluktuacjom ekstensywność zarażenia słonecznicy przez plerocerkidy *S. solidus*. W badanych zbiornikach maksymalną częstość zarażenia ryb przez plerocerkidy *L. intestinalis* obserwowano w okresach wiosennym i jesiennym, podczas gdy *A. foliaceus* najczęściej zarażał ryby w sezonie letnim (Rys. 5).

Tabela 2. Przeciętne parametry biometryczne niezarażonych osobników *Leucaspium delineatus*  
 Mean biometric parameters of non-infected individuals of *Leucaspium delineatus*

Typ zbiornika Type of reservoir	n	W	L	r	W=aL <sup>b</sup>	K
zapadliska sinkholes	58	1,34±0,87	4,51±1,63	0,9932	W=0,0640*L <sup>2,035</sup>	1,45±0,26
wyrobiska excavations	47	1,32±0,82	4,53±1,91	0,9862	W=0,0619*L <sup>2,048</sup>	1,44±0,39

Objaśnienia: n – liczba badanych ryb, W – masa ciała [g], L – długość ciała (*longitudo corporis*) [cm],  
 r – współczynnik korelacji między masą i długością ciała, K – współczynnik kondycji Fultona  
 Explanations: n – number of examined fish, W – body weight [g], L – body length (*longitudo corporis*)  
 [cm], r – coefficient of correlation between body weight and length, K – Fulton's condition factor

Tabela 3. Obraz inwazji badanych populacji *Leucaspium delineatus* przez plerocerkoidy tasiemców  
 Picture of the infection of examined populations of *Leucaspium delineatus* by plerocercoids of tapeworms

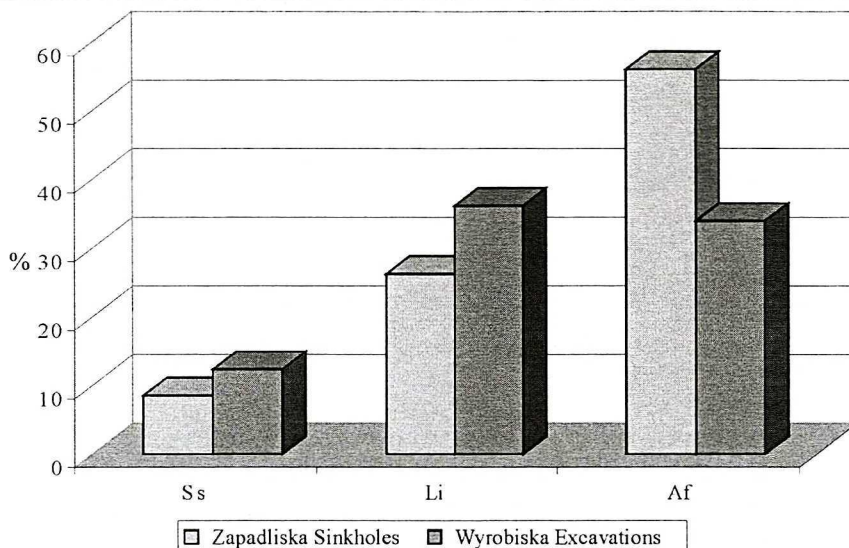
Typ zbiornika Type of reservoir	Plerocerkoidy Plerocercoids	n	W	L	r	K	Int [%]
zapadliska sinkholes	<i>L. intestinalis</i>	41	1,02±0,32*	4,52±1,74	0,9639	1,20±0,34*	15,94±5,33
	<i>S. solidus</i>	14	1,10±0,22*	4,51±1,21	0,9921	1,27±0,23*	11,59±4,02
wyrobiska excavations	<i>L. intestinalis</i>	69	0,98±0,14*	4,51±1,85	0,9732	1,09±0,22*	23,05±8,48
	<i>S. solidus</i>	23	1,06±0,11*	4,50±1,54	0,9861	1,16±0,19*	12,42±3,70

Objaśnienia: n – liczba ryb zarażonych, \* – istotna różnica w stosunku do osobników niezarażonych (p < 0,05),  
 Int – względna intensywność zarażenia [%], inne oznaczenia jak w tabeli 2.  
 Explanations: n – number of infected fish, \* – significant difference in relation to non-infected individuals (p < 0.05), Int –  
 relative intensity of the infection [%], other designations as in Table 2

## DYSKUSJA

Zróznicowaną ekstensywność zarażenia słonecznicy w obu typach badanych zbiorników można tłumaczyć ich odmiennymi warunkami środowiskowymi. Spowodowane obecnością plerocerkoidów tasiemców *Ligula intestinalis* i *Schistocephalus solidus* zwiększenie objętości jamy brzusznej powoduje zmianę linii opływowej zarażonych ryb i prowadzi do ograniczenia ich sprawności ruchowej [16]. Skutkiem tego ryby te, zwłaszcza w płytkich zapadliskach, są częściej wychwytywane przez ptaki, które jako żywicieli ostateczni uczestniczą w transmisji tych pasożytów [10, 11]. Dodatkowym efektem działania plerocerkoidów obu tasiemców jest zwiększenie śmiertelności zarażonych ryb, spowodowane perforacją powłok ciała oraz zmniejszoną tolerancją w stosunku do fizyko-chemicznych zmian środowiska wodnego [8]. O wysokiej śmiertelności wśród ryb zarażonych plerocerkoidami tasiemców może świadczyć obserwowana w obu typach zbiorników stosunkowo niska względna intensywność inwazji [12]. Słonecznice o względnej intensywności zarażenia przekraczającej 20% znajdowane były sporadycznie, wyłącznie w zbiornikach powyrobiskowych.

Liczebność pasożytów heteroksenicznych, do których należą opisane w pracy robaki płaskie, w dużej mierze warunkowana jest liczebnością w środowisku ogółu gatunków żywicielskich, niezbędnych tym pasożytom do zamknięcia cyklu rozwojowego. Trudno jednak głównie na tej podstawie tłumaczyć różnice w zarażeniu populacji słonecznicy w analizowanych zbiornikach.

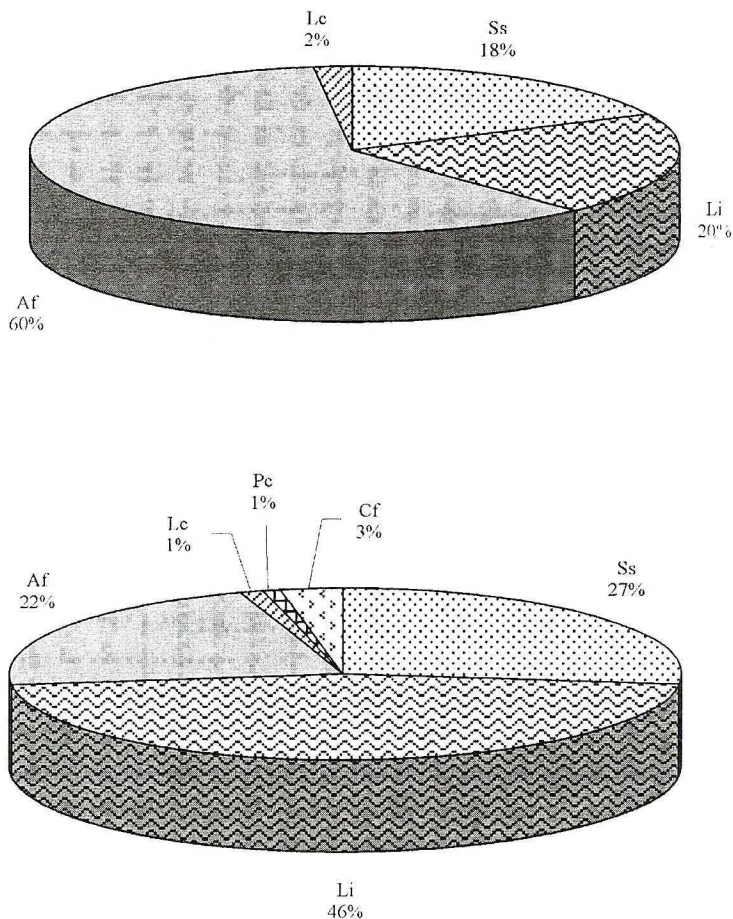


Rys. 2. Ekstensywność zarażenia *Leucaspium delineatus* pospolitymi pasożytami zewnętrznymi i wewnętrznymi w badanych zbiornikach: Ss – *Schistocephalus solidus*, Li – *Ligula intestinalis*, Af – *Argulus foliaceus*  
Prevalence of the infection of *Leucaspium delineatus* with common external and internal parasites in examined reservoirs: Ss – *Schistocephalus solidus*, Li – *Ligula intestinalis*, Af – *Argulus foliaceus*

Pospolite skorupiaki widłonogie, uczestniczące w charakterze pierwszych żywicieli pośrednich w transmisji tasiemców *Ligula intestinalis* oraz *Schistocephalus solidus* dobrze tolerują zanieczyszczenie wody, co umożliwi im względnie liczne występowanie zarówno w eutroficznym zbiorniku powyrobiskowym [19, 24], jak i w zapadliskach [5]. Rozwój skorupiaków planktonowych w stawach wiąże się z żywnością wody i temperaturą. Szczególnie obfity plankton skorupiakowy (z dominacją wioślarek) charakteryzuje płytkie, urodzajne i dobrze natlenione zbiorniki wodne [22]. Z drugiej strony, w zbiornikach jeziornych nie stwierdzono zależności między trofią a biomasa *Crustacea* [9]. Ponadto w obrębie planktonu skorupiakowego można wyróżnić kilka grup ekologicznych różniących się typem reakcji na zmiany trofii zamieszkiwanego zbiornika, przy czym widłonóg *Eudiaptomus gracilis*, będący jednym z ważniejszych żywicieli pośrednich *Ligula intestinalis* [3], należy do gatunków eurytopowych [9]. Ostatecznymi żywicielami obu tasiemców są ptaki rybożerne, wśród nich perkozy i mewy [3], obserwowane na większości analizowanych zbiorników. Ptaki te zwykle częściej są zarażane przez *Ligula intestinalis* niż *Schistocephalus solidus* [3]. Obserwowane sezonowe wahania ekstensywności zarażenia badanych ryb plerocerkidami pierwszego z tych tasiemców można tłumaczyć okresowością przelotów ptaków rybożernych [10, 15]. Brak podobnej fluktuacji w częstości zarażenia plerocerkidami drugiego gatunku można zatem wyjaśnić mniejszą ekstensywnością inwazji żywicieli ostatecznych.

Bentosowe skąposzczety (głównie *Tubifex tubifex*), będące żywicielami pośrednimi monozoicznego tasiemca *Caryophyllaeides fennica*, należą do gatunków ubikwistycznych. Ich liczebność, określana jakością osadu dennego, zależna jest wprost proporcjonalnie od wielkości zamieszkiwanego zbiornika. Ryby odżywiają się nimi głównie na mniejszych głębokościach i w warunkach dobrego natlenienia wody [17]. Wa-



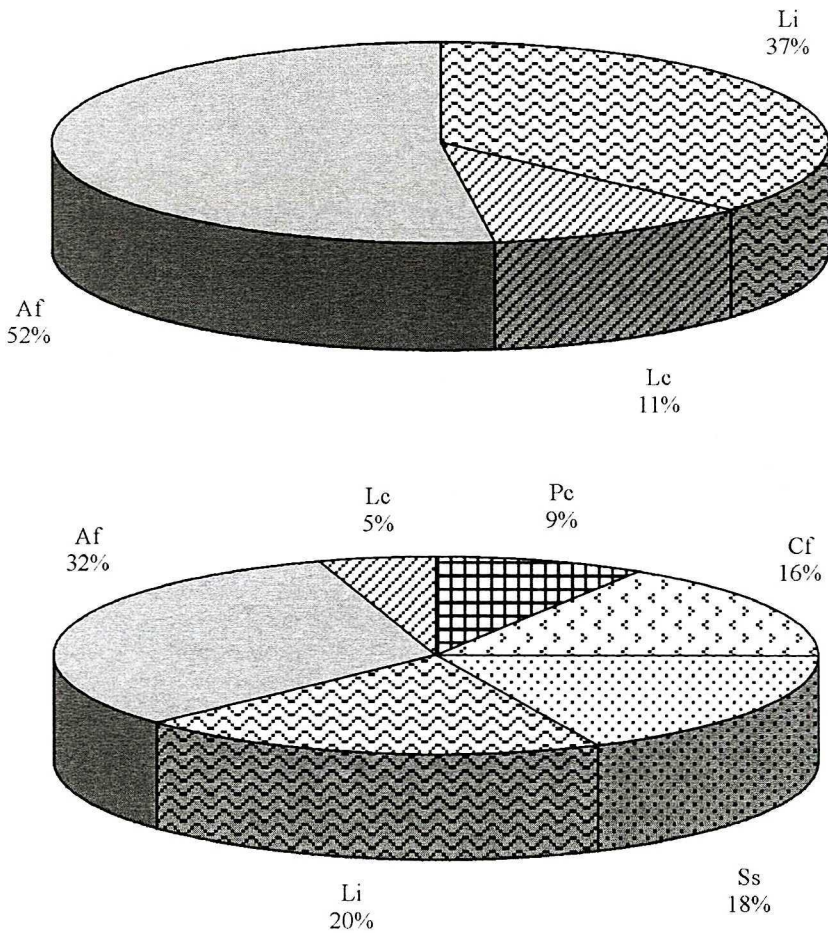


Rys. 3. Procentowy udział poszczególnych pasożytów w subpopulacjach zarażonych osobników *L. delineatus* w badanych zapadliskach (powyżej) i zbiornikach powyrobiskowych (poniżej): Af – *Argulus foliaceus*, Cf – *Caryophyllaeides fennica*, Lc – *Lernea cyprinacea*, Li – *Ligula intestinalis*, Pc – *Posthodiplostomum cuticola*

Percentage participation of particular parasites in subpopulations of infected individuals of *L. delineatus* in examined sinkholes (above) and excavation reservoirs (below): Af – *Argulus foliaceus*, Cf – *Caryophyllaeides fennica*, Lc – *Lernea cyprinacea*, Li – *Ligula intestinalis*, Pc – *Posthodiplostomum cuticola*

runki takie były spełnione w płytkich zatoczkach Jeziora Paprocańskiego, gdzie stwierdzono zarażenie ryb przez *Caryophyllaeides fennica*.

Nieliczne metacerkarie przywry *Posthodiplostomum cuticola* obserwowano w skórze ryb odławianych w Jeziorze Paprocańskim. Prawdopodobnie pasożyt ten został wprowadzony do zbiornika przez przelotne czaple, które są właściwymi żywicielami jego pokolenia hermafrodytycznego [3]. Żywicielami pokoleń partenogenetycznych tej przywry są płucodyszne ślimaki *Planorbis planorbis*. Ślimak ten w środowiskach wodnych Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego występuje licznie, ale rzadko, preferując starorzeczka, zbiorniki zaporowe, wyrobiska popiaskowe i rowy melioracyjne [23].

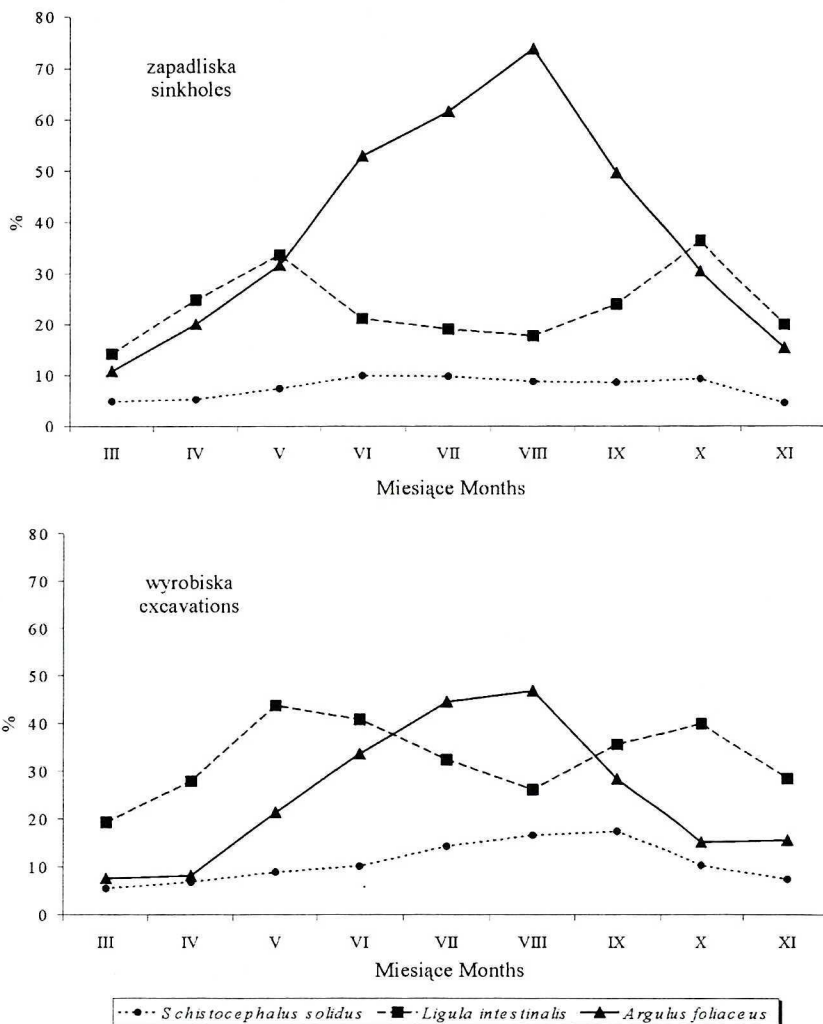


Rys. 4. Procentowy udział poszczególnych pasożytów w subpopulacjach zarazonych osobników *L. delineatus* w najbardziej zanieczyszczonym zapadlisku (zbiornik „Kolejarz” – powyżej) i najslabiej zanieczyszczonym wyrobisku (zbiornik „Paprocany” – poniżej), oznaczenia jak na rys. 3

Percentage participation of particular parasites in subpopulations of infected individuals of *L. delineatus* in the most contaminated sinkhole (reservoir „Kolejarz” – above) and the least contaminated excavation (reservoir „Paprocany” – below), designations as in Fig. 3

Skorupiak *Argulus foliaceus* notowany był znacznie częściej u ryb odławianych w zbiornikach zapadliskowych. Rozwój tego pasożyta w znacznej mierze zależy od temperatury wody. Maksymalną ekstensywność zarażenia przez *A. foliaceus* obserwowano w zapadliskach w miesiącach letnich, gdy temperatura wody wynosiła 25–27°C. Optymalna temperatura rozwoju pasożyta wynosi 25–28°C. Rozwój embrionalny skorupiaka w takich warunkach termicznych trwa 15–18 dni, a rozwój postembrionalny 20 dni [20]. w sprzyjających warunkach termicznych w ciągu jednego sezonu może rozwijać się kilka pokoleń tego pasożyta. Niższa temperatura wody w powyrobiskach, wynikająca z ich znacznej zazwyczaj głębokości, wydaje się być głównym czynnikiem ograniczającym rozwój *A. foliaceus* w tych zbiornikach.





Rys. 5. Sezonowe zmiany ekstensywności zarażenia *L. delineatus* pospolitymi pasożytami w badanych zbiornikach

The seasonal changes in prevalence of the infection of *L. delineatus* with common parasites in examined reservoirs

Parazytofaunę słonecznicy w badanych zbiornikach należy uznać za względnie ubogą [6]. Wśród badanych zbiorników jedynie w wyrobisku rudy żelaza „Paprocany” fauna pasożytów słonecznicy była porównywalna z obserwowaną w zbiornikach naturalnych [14, 21].

## LITERATURA

- [1] Białokoz W., T. Krzywosz, J. Zachwieja: *Tempo wzrostu, skład pokarmu i współczynnik pokarmowy słonecznicy (Leucaspis delineatus Heckel) z jeziora Pieceń*, Roczn. Nauk Roln., **98H**, 9–24 (1978).
- [2] Brylińska M. (red.): *Ryby słodkowodne Polski*, PWN, Warszawa 1991.

- [3] Czaplinski B., T. Sulgostowska, D. Czaplinska: *Katalog fauny pasożyticznej Polski (Catalogus faunae parasiticae Poloniae). Część IV. Pasożyty ptaków (Parasiti avium). Zeszyt 2A. Tasiemce (Cestoda)*, Polskie Towarzystwo Parazytologiczne, Komisja Faunistyczna, Warszawa (1992).
- [4] Dąbrowski K., K. Szpilewski: *Studies on the roach, Rutilus rutilus (L.), infected with Ligula intestinalis (L.) plerocercoids (Cestoda, Pseudophyllidea)*, Acta Parasitol. Polon., **27**, 37–44 (1980).
- [5] Deryło A., M. Kostecki, Z. Pokora, P. Szilman: *Skład gatunkowy i liczebność skorupiaków planktonowych (Cladocera i Copepoda) stwierdzonych w mikrobentosie i toni wodnej zbiorników zapadliskowych na terenie Górnego Śląska*, [in:] Mat. konferencji nt. Kształtowanie środowiska. Uwarunkowania przyrodnicze, techniczne i społeczno-ekonomiczne, Olsztyn 26–28 czerwca 2001, 267.
- [6] Grabda J.: *Katalog fauny pasożyticznej Polski (Catalogus faunae parasiticae Poloniae). Część II. Pasożyty kręgloustych i ryb (Parasiti cyclostomatorum et piscium)*, PWN, Warszawa, Wrocław 1971.
- [7] Hermanowicz W., W. Dożanska, J. Dojlido, B. Koziorowski: *Fizyko-chemiczne badania wody i ścieków*, Arkady, Warszawa 1976.
- [8] Jara Z., A. Chodyniecki: *Ichtiopatologia*, Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Wrocław 1999.
- [9] Karabin A.: *Pelagic plankton (Rotatoria+Crustacea) variation in the process of lake eutrophication. I. Structural and quantitative features*, Ekol. pol., **33**, 567–616 (1985).
- [10] Kennedy C. R.: *Aquatic birds as agents of parasite dispersal: a field test of the effectiveness of helminth colonisation strategies*, Bull. Scand. Soc. Parasitol., **8**, 23–28 (1998).
- [11] Kennedy C. R., R. J. Burrough: *The establishment and subsequent history of a population of Ligula intestinalis in roach Rutilus rutilus (L.)*, J. Fish Biol., **19**, 105–126 (1981).
- [12] Kennedy C. R., P. C. Shears, J. A. Shears: *Long-term dynamics of Ligula intestinalis and roach (Rutilus rutilus L.): a study of three epizootic cycles over thirty-one years*, Parasitology, **123**, 257–269 (2001).
- [13] Kostecki M.: *Jakość wody w niewielkich zbiornikach pochodzenia przemysłowego na terenie GOP*, Gosp. Wodna, **10**, 381–384 (1974).
- [14] Kozicka J.: *Attempt of fishery-parasitologic estimation of the lakes of Węgorzewo*, Acta Parasitol. Polon., **11**, 113–131 (1960).
- [15] Kwiatkowski S., Z. Pokora: *Liguloza u dwuletniej wzdręgi w zbiorniku zaporowym „Przeczycze”*, Med. Wet., **51**, 751–753 (1995).
- [16] Loot G., S. Lek, S. P. Brown, J. F. Guegan: *Phenotypic modification of roach (Rutilus rutilus L.) infected with Ligula intestinalis L. (Cestoda: Pseudophyllidea)*, J. Parasitol., **87**, 1002–1010 (2001).
- [17] Mikulski J. S.: *Biologia wód śródlądowych*, PWN, Warszawa (1974).
- [18] Oktaba W.: *Elementy statystyki matematycznej i metodyka doświadczalnictwa*, PWN, Warszawa 1974.
- [19] Pilarczyk K.: *Plankton skorupiakowy Jeziora Paprocańskiego*, Acta Biologica, **14**, 227–237 (1984).
- [20] Prost M.: *Choroby ryb*, Polskie Towarzystwo Nauk Weterynaryjnych, Lublin 1994.
- [21] Radwan S.: *Helminth parasites of unbred fishes of a pond husbandry*, Acta Parasitol. Polon., **17**, 289–297 (1960).
- [22] Starmach K., Wróbel S., Pasternak K.: *Hydrobiologia. Limnologia*, PWN, Warszawa (1976).
- [23] Strzelec M.: *Ślimaki (Gastropoda) antropogenicznych środowisk wodnych Wyżyny Śląskiej*, Uniwersytet Śląski, Katowice (1993).
- [24] Tabacki A. P.: *Wpływ ścieków przemysłowych na skład gatunkowy widłonogów (Copepoda) rzeki Gostynki*, Acta Biologica, **5**, 40–51 (1978).
- [25] Widuto J.: *Zjawisko zaniku planktonu skorupiakowego w jeziorze i stawach rybnych jako skutek wyzerowania przez nadmiernie zagęszczone, naturalne populacje ryb: słonecznicy (Leucaspius delineatus (Heckel)) i ciernika (Gasterosteus aculeatus L.)*, [in:] Mat. XVI Zjazdu Polskiego Towarzystwa Zoologicznego, Łódź 14–16 IX 1995, 174.