

STRESZCZENIE

Obszar Polski Środkowej, w szczególności w okolicach Łodzi, charakteryzuje się zwiększoną liczbą skoncentrowanych wypływów wód podziemnych. Wynika to ze specyficznej budowy geologicznej tego terenu i przebiegu strefy krawędziowej Wzniesień Łódzkich.

Źródła uważane są często, za „naturalne laboratoria” o niezmiennych parametrach fizyczno-chemicznych, które zapewniają stabilne miejsce do życia określonej grupy organizmów. Gatunki zwierząt bezkręgowych zamieszkujące źródła i wypływające z nich strumienie posiadają dostosowane do tych warunków cykle życiowe. Dotyczy to w szczególności aspektów związanych z odżywianiem i reprodukcją. Dlatego zbadanie szczególnych powiązań ekologicznych istniejących pomiędzy fauną bezkręgową i środowiskiem może sprzyjać lepszemu poznaniu funkcjonowania tych ekosystemów, określeniu aktualnego ich stanu, a także rozpoznaniu zagrożeń oraz planowaniu działań ochronnych podejmowanych w stosunku do obszarów źródłiskowych. Celem pracy była charakterystyka źródeł położonych w Polsce Środkowej i procesów je kształtujących oraz rola zespołów chruścików w funkcjonowaniu tych specyficznych ekosystemów.

Badania prowadzono w ośmiu źródłiskach położonych w okolicach Łodzi. Prace rozpoczęto jesienią 2011 roku i kontynuowano przez kolejne 4 lata z różnym natężeniem w zależności od rodzaju prowadzonych badań.

W pierwszej kolejności dokonano inwentaryzacji wytypowanych źródeł pod względem elementów biologicznych, takich jak chruściki i okrzemki oraz abiotycznych, obejmujących rodzaj podłoża, a także podstawowe parametry fizyczno-chemiczne. Na tej podstawie przeprowadzono analizę, pozwalającą wyróżnić niektóre z badanych źródeł pod względem zarówno zamieszkujących je organizmów, jak i czynników środowiska. Na podstawie wyników pomiarów szerokości puszek głowowych larw chruścików, gatunków dominujących w źródłiskach, określono przebieg cykli życiowych tych gatunków, a także preferencji przez poszczególne stadia larwalne różnych substratów.

Prawidłowe funkcjonowanie źródeł i początkowych odcinków strumieni wiąże się z przetwarzaniem materii allochtonicznej. W tym celu, w latach 2013 i 2014, przeprowadzono eksperymenty terenowe, w których zatopiono maty z liśćmi: *A. glutinosa*, *A. pseudoplatanus*, *Q. robur* oraz *Q. rubra*, w źródłisku Wolbórka oraz w strumieniu odpływowym, 150 metrów poniżej niszy źródła.

Bardziej szczegółowo zbadano preferencje pokarmowe dwóch dominujących gatunków detrytusożernych: *P. nigricornis* oraz *C. villosa*. Larwom dawano do wyboru kwadraty wycięte z liści *A. glutinosa*, *A. pseudoplatanus*, *Q. robur* oraz *Q. rubra*. Obserwacji poddano 55 larw *P. nigricornis* i 55 larw *C. villosa*.

W oddzielnych, długotrwałych eksperymentach laboratoryjnych, oceniono aktywność pokarmową larw V stadium *C. villosa*. Doświadczenia te pozwoliły uzyskać informacje odnośnie synchronizacji cyklu życiowego, zróżnicowania czasu potrzebnego do zakończenia cyklu larwalnego oraz określenia masy i płci dorosłych *C. villosa*, w odniesieniu do czasu żerowania larw i rodzaju spożywanego pokarmu.

W ocenie obserwowanych u *C. villosa* odchyleń od proporcji płci 1:1, wzięto pod uwagę znaczne różnice wielkości larw, które po przeobrażeniu staną się samcami (małe) i samicami (duże). W trakcie prowadzonych eksperymentów i obserwacji terenowych stwierdzono, że larwy te, przynajmniej częściowo zajmują inne obszary w źródłisku.

Niezwykle interesujące okazały się zachowania kopulacyjne jak również strategia składania jaj przez samice *C. villosa*. W pracy analizowane są kompromisy ewolucyjne związane z późnym wylotem, długotrwałą kopulacją i przedłużonym okresem składania jaj obejmującym miesiące późno-jesienne, a nawet na zimowe.

W wyniku przeprowadzonych badań uzyskane wyniki, pozwoliły na stwierdzenie, że:

- trzy źródłiska: Podwierzchowiec, Wardzyń i Mineralne mogą być traktowane jako odmienne pod względem stwierdzonej w nich fauny chrzączków i mikroflory okrzemek,
- dominujące w badanych źródłiskach gatunki Trichoptera, *P. nigricornis*, *C. villosa* i *S. personatum*, mają zróżnicowane stadia rozwojowe, zależnie od źródła, w którym je łowiono,
- poszukiwanie pożywienia lub też/i poszukiwanie odpowiednich materiałów do budowy domku, który często zbudowany jest z przewagą materii mineralnej lub organicznej, w zależności od stadium, w którym obecnie znajduje się larwa, prowadzi do wybiórczości mikrosiedliskowej określonych stadiów larwalnych,
- dekompozycja liści *A. glutinosa* jest najszybsza w porównaniu z ubytkiem powierzchni liści *A. pseudoplatanus*, *Q. robur* i *Q. rubra* oraz, że ubytek powierzchni liści obcego gatunku *Q. rubra* zachodzi w podobnym lub nieco wolniejszym czasie, co liści rodzimego *Q. robur*,
- liście *Q. robur* są pokarmem jedzonym przez larwy, nie tylko najmniej chętnie, ale także wpływającym na wydłużenie cyklu larwalnego oraz zmniejszenie masy imagines,
- dysproporcje w ilości pobieranego przez Larwy *C. villosa* pokarmu oraz różnice w wielkości larw wpływają na zachowanie larw. Może to doprowadzać do „ucieczki” mniejszych larw, przyszłych samców, w dół źródłiska,
- różnice w masie dorosłych *C. villosa*, wynikają m.in. z różnych warunków termicznych i pokarmowych, w strumieniu odpływowym i w źródłisku. Wpływają one również na tempo metabolizmu larw, co w rezultacie przekłada się na masę imagines,

- przynajmniej część larw i/lub poczwerek *C. villosa* przechodzi przez stan diapauzy. Zróznicowanie czasu braku aktywności pokarmowej potwierdziło się, szczególnie wyraźnie, u larw przyszłych samic, które są zdolne „poczekać” do momentu, aż inne larwy uzupełnią zasoby energetyczne i „będą gotowe” do wylotu, aby przekształcenie w formę imaginalną odbyło się w podobnym czasie,
- zwiększenie sukcesu reprodukcyjnego samic *C. villosa* może zależeć od liczby złożonych w różnym okresie złożeń jajowych. Ostatnie złożone może zostać zdeponowane w połowie stycznia,
- osobniki gatunków źródłiskowych, podlegają kompromisy związane z optymalnym czasem wylotu i składaniem jaj. Co istotne, każda zmiana środowiska wywołana, czy to czynnikami naturalnymi, czy działalnością człowieka, niesie ze sobą ryzyko zaburzenia cyklu rozwojowego chruścików, co w konsekwencji może prowadzić do zaburzenia delikatnej równowagi ekosystemów źródłiskowych.

SUMMARY

The Central Poland, especially Łódź region is characterised by numerous ambient springs. This is the result of geological structure of Łódź Hills escarpment zone.

Springs are usually consider as a “natural laboratories” when the physical and chemical parameters are relatively constant and create stable environment for specific faunal and floral organism structures. Caddisfly species inhabiting these ecosystems have developed numerous adaptations, show in their lifecycles, which increase their ability to survive in source and upstream transition zones. This is especially connected with feeding and reproduction. Therefore, exploring the special ecological links, existing between invertebrate fauna and the environment, may help to better understand the functioning of these ecosystems, determine their current status, as well as to identify threats and to plan conservation measures for the spring areas.

The aim of the study was to characterize the springs located in Central Poland, the processes shaping them, and the role of caddisflies in the functioning of these specific ecosystems.

The study was conducted in eight springs located near Łódź. Works started in autumn 2011 and continued for the next 4 years with varying intensity, depending on the type of conducted research.

In the first, inventory of selected springs was made, in terms of biological elements, such as caddisflies and diatoms, as well as basic physical and chemical parameters. On this basis, an analysis to distinguish some of the springs in terms of both: organisms and environmental factors, was conducted.

Based on the results of the measurement of the width of caddisfly dominant species head capsules, the life cycles of these species, as well as the preferences of the different larval instars of the different substrates were determined.

The functioning of the springs and the upper parts of the streams is related to the processing of allochthonous matter. To describe decomposition rate of *A. glutinosa*, *A. pseudoplatanus*, *Q. robur* and *Q. rubra* leaves in spring conditions, two field experiments were carried out.

In separate laboratory experiments, food activity of the two dominant detritivore species, *P. nigricornis* and *C. villosa* were examined in greater detail. Experiments with *C. villosa* larvae revealed a some new facts of: life cycle synchronization, time variability needed to complete the larval cycle, determination of adults sex ratio and weight of *C. villosa* in relation to feeding time of larvae and food intake.

Studies of *C. villosa* sex variation, showed predominance of females in the population reared from larvae collected in the spring. There were also a difference between male and female weights. During experiments and field observations, it was found that “female” and “male” larvae, occupy other areas in the spring ecosystem.

Interesting was *C. villosa* copulatory behavior, as well as the egg laying strategy. Presented studies consider evolutionary compromises related to late-autumn and early-winter flights, long-term copulation and prolonged egg laying.

As a result of the conducted research, the obtained results allowed to state that:

- three springs: Podwierzchowiec, Wardzyń and Mineralne can be considered as distinct from the other on the basis of fauna of the caddisflies and diatom microflora found therein,
- Trichoptera species, *P. nigricornis*, *C. villosa* and *S. personatum*, dominant in the studied springs, in the same time have different developmental stages, depending on the spring in which they were collected,
- searching for food or searching for suitable materials for the construction of a case, depending on the larvae instar and leads to microhabitat selectivity of certain larval instars,
- decomposition of *A. glutinosa* leaves is fastest, compared to leaf losses of *A. pseudoplatanus*, *Q. robur* and *Q. rubra*. Decomposition of *Q. rubra* leaves occurs to be a similar or somewhat slower than native *Q. robur* leaves,
- *Q. robur* leaves are food eaten by larvae, not only the least willing but also prolonging larval cycle and influencing imagines weight,
- the larval size among the *C. villosa* individuals, collecting from the spring, affect larvae behavior. Different larvae sizes can lead to the "escape" of smaller larvae, future males, down the spring,
- differences in mass of adult *C. villosa*, are the result of various thermal and food conditions, in the drainage stream and in the spring. They also affect the rate of larval metabolism, which translates into mass of adults,
- at least some of the larvae or pupae of *C. villosa* pass through the state of diapause,
- the differentiation of the inactivity time has been particularly confirmed in the larvae of future females, which are capable of "waiting" until other, future male larvae, complete their energy supplies and "are ready" for the transform into imaginary form which occurs at a similar time (males and females),
- increasing the reproductive success of *C. villosa* females may depend on the number of eggs deposited at different time. Last egg masses may be deposited so late as in mid-January,
- spring caddisfly species have to face the compromises with respect to optimal time of flight and egg laying. Importantly, any change in the environment, whether natural or human, has the potential to disturb the life cycle of the caddisflies, which can lead to disturbance of the delicate balance of spring ecosystems.