

**TEMPO ROZWOJU CYST, STADIÓW LARWALNYCH I DOROSŁYCH  
PRZEKOPNICY WŁAŚCIWEJ [*TRIOPS CANCRIFORMIS* (BOSC, 1801)]  
W WARUNKACH HODOWLI LABORATORYJNEJ**

**THE PACE OF CYST, LARVAL STAGES AND ADULT TADPOLE  
SHRIMP DEVELOPMENT [*TRIOPS CANCRIFORMIS* (BOSC, 1801)]  
IN LABORATORY BREEDING CONDITIONS**

**Grzegorz Bujak**

**ABSTRACT**

The tadpole shrimp [*Triops cancriformis* (Bosc, 1801)] is a shellfish and part of the *Branchiopoda* class, order: *Notostraca*, Family: *Triopsidae*, Genus: *Lepidurus*. It is widely spread in fresh waters. It is found in lakes, ponds, and also swamps. The lifetime of a single organism is relatively short. It lives up to 100 days increasing its body size and shedding multiple times. The larval stages reach sexual maturity after 2 weeks since hatching. Multiple (up to 40) sheds cause the tadpole shrimp to require very good habitat conditions to reach the optimal size of the species. The aim of the conducted observations was to study the full development cycle of the tadpole shrimp. It is a species evolutionarily old, unchanged in shape and habitat expectations since the Triassic (220 mln years). It is considered a "living fossil". As the result of conducted breeding, 14 specimens were obtained from drought resistant cysts in coarse-grained sand. They appeared in stages in following days of breeding and their lifetime as well as size were varied. The shortest-living specimens achieved 20 days and grew up to 13 mm of length. The longest-living ones achieved 68 days of lifetime and a length of 25 mm. Careful study of the development cycle of the tadpole shrimp might result in understanding the slow pace of evolution of said class. The conducted observations demonstrated the rhythmicity of shedding which depend on food availability, achieving optimal bodysize of the specimens and the sexual maturity of the following generation.

**Słowa kluczowe:** larwa, skorupiak, żywa skamieniałość, kolejne pokolenie

**Key words:** larval, shellfish, living fossil, following generation

Grzegorz Bujak, I Ogólnokształcące Liceum Akademickie im Janiny Kossakowskiej-Dębickiej w Kielcach, e-mail: grzegorz.bujak@hotmail.com

**Wprowadzenie**

Przekopnica właściwa [*Triops cancriformis* (Bosc, 1801)] jest skorupakiem należącym do gromady skrzelonogów, rzędu *Notostraca*, rodziny *Triopsidae*, rodzaju *Lepidurus*. (Engelhardt i in. 1998, Baldinger 2004). Jest to gatunek bardzo stary ewolucyjnie, niezmienny w budowie i oczekiwaniach siedliskowych od triasu (220 mln lat), nazywany w ewolucji „żywą skamieniałością”. Jest szeroko rozpowszechniona w wodach

słodkich. Występuje w jeziorach, kałużach, a także w bagnach. Czas życia pojedynczego organizmu jest stosunkowo krótki. Żyje do 100 dni, wielokrotnie w tym czasie liniejąc i zwiększając rozmiary ciała. Stadia larwalne osiągają dojrzałość płciową po upływie 2 tygodni od momentu wyklucia z jaja. Wielokrotne wylinki (do 40 razy) powodują, że osiągnięcie optymalnych dla gatunku rozmiarów ciała wymaga zapewnienia bardzo dobrych warunków siedliskowych. Badania prowadzone przez Józwiak, Sadko (2013) wykazały wpływ wa-

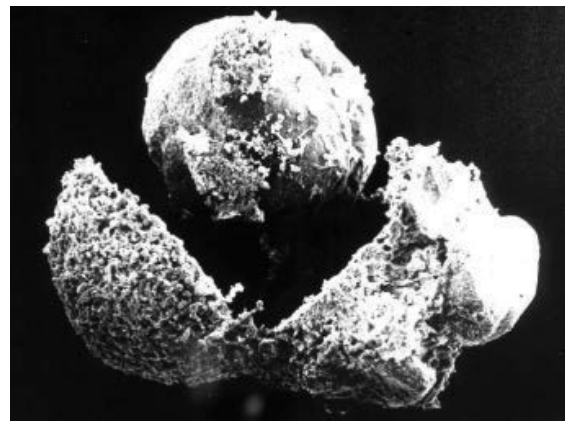
runków biotopowych na przebieg i dynamikę rozrodu tych skorupiaków ściśle zależną od zanieczyszczenia środowiska (Banaszak, Wiśniewski 2004). Stwierdzono, że na ontogenezę tych skorupiaków wpływają takie czynniki, jak pH wody oraz temperatura. Wyniki badań wykazały, że najszybszy rozwój obserwowany jest w wodzie lekko zasadowej ( $\text{pH} > 7$ ), natomiast optymalne warunki termiczne mieściły się w przedziale  $14\text{--}20^\circ\text{C}$  (Jóźwiak, Sadko 2013). Przekopnice nie występują w zbiornikach obszarów miejskich. Wynika to z dużej wrażliwości na zanieczyszczenia. Są odporne na ekstremalne temperatury, duże ciśnienie, a nawet enzymy trawienne przewodu pokarmowego niektórych zwierząt. W warunkach niedoborów tlenowych zwiększają poziom hemoglobiny we krwi, co w szybki sposób przystosowuje je do braków tego pierwiastka w środowisku (Banaszak, Wiśniewski 2004). Wieloletnia zdolność do cystowania jaj (ok. 27 lat) może, mimo zanieczyszczeń środowiskowych, zapewnić im możliwość przetrwania w niezmięnionej postaci. Dokładne poznanie przebiegu cyklu rozwojowego tych skorupiaków w określonych warunkach środowiska może przyczynić się do zrozumienia wolnego tempa ewolucji tej grupy organizmów. Cechą wskazującą na występowanie skutecznych mechanizmów ochronnych jest zdolność do bardzo szybkiego utwardzania pancerzyka po procesie linienia (Wilanowski 2007).

Celem badań była obserwacja etapów ontogenezy przekopnicy właściwej [*Triops cancriformis* (Bosc, 1801)], archaicznego skorupiaką słodkowodnego, w warunkach hodowlanych zachowujących cechy środowiska naturalnego.

### Charakterystyka obiektu badań

Przekopnice są skorupiakami wód słodkich (Lowry 2013). Są to organizmy zimnolubne, spotykane głównie wiosną, gdyż rozmnażają się, gdy temperatura wody jest niska. Spotykane są w zbiornikach wodnych okresowo wysychających (Väinölä i in. 2008). W jednym sezonie wegetacyjnym mogą wydać do 40 pokoleń. Osobnik dorosły żyje do 100 dni, larwa żyje kilkadziesiąt godzin. Kolejne dni życia postaci dorosłej wiążą się z niedojrzałością płciową (Cothran 2008). Postać dorosła osiąga zdolność do rozmnażania w ok. 13.–14. dniu życia (Castiglioni, Bond-Buckup 2007). Stadia larwalne zwane są naupliusami (fot. 1, 2, 3, 4, 5, 6). Postać dorosła ma tułów podzielony na wiele segmentów, z którego wyrastają parami odnóży. Odnóży mają prymitywną budowę podobną do budowy parapodiów pierścienic i przyjmują kształt liściowaty. Są wielofunkcyjne. Pełnią funkcje oddechow, pływne, filtrujące, zdobywania pokarmu (Jura 2004,

2007). Ciało pokryte jednolitym pancerzem, zwanym karapaksem, podzielone jest na trzy odcinki: głowę, tułów i odwłok. Narządami zmysłu są oczy, czułki I i II pary (jedno- lub dwugąłęziste). Na końcu odwłoka występują różnie zbudowane widelki osadzone na telsonie (fot. 4). Sterują ciałem zwierzęcia podczas pływania. Osobniki dorosłe pływają zwrócone brzusznią stroną ku górze, ale również pełzają i zagrzebują się w mule. U przekopnic wyróżnia się trzy rodzaje płci i sześć sposobów rozmnażania: samiec z samicą, samiec z obojnakiem, obojnak z samicą, samica poprzez partenogenezę, obojnak z innym obojnakiem, oraz obojnak z samym sobą (Cothran 2008, Cothran i in. 2010). Taka różnorodność sposobów rozmnażania może gwarantować pojawianie się kolejnych pokoleń bez względu na występujący w zbiorniku typ płciowy. To zjawisko ma duże znaczenie w krótko trwającym cyklu rozwojowym (Wilanowski 2007).



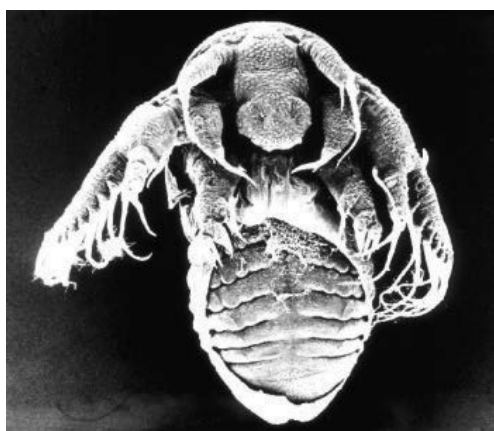
Fot. 1. Wykluwająca się z cysty larwa  
Źródło: Geochange.er; <https://www.google.pl/search?q=larwy+przekopnic>.



Fot. 2. Larwa po godzinie od wyklucia  
Źródło: Geochange.er; <https://www.google.pl/search?q=larwy+przekopnic>.



Fot. 3. Larwa po siedmiu godzinach od wyklucia  
Źródło: Geochange.er; <https://www.google.pl/search?q=larwy+przekopnic>.



Fot. 4. Larwa po dziesięciu godzinach od wyklucia  
Źródło: Geochange.er; <https://www.google.pl/search?q=larwy+przekopnic>.



Fot. 5. Larwa po piętnastu godzinach od wyklucia  
Źródło: Geochange.er; <https://www.google.pl/search?q=larwy+przekopnic>.



Fot. 6. Larwa po trzydziestu sześciu godzinach od wyklucia  
Źródło: Geochange.er; <https://www.google.pl/search?q=larwy+przekopnic>.



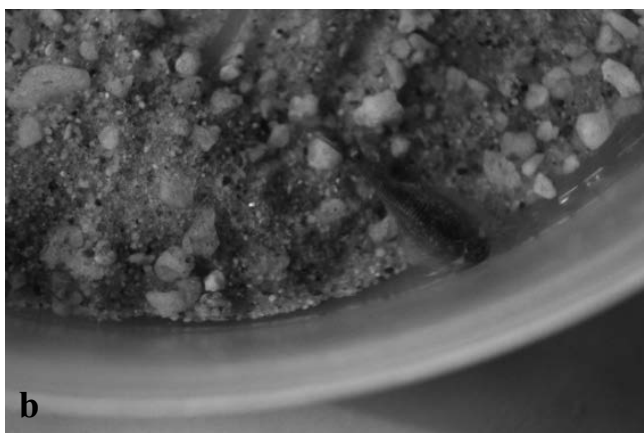
Fot. 7. Przekopnica (*Lepidurus apus*) z widocznymi widelkami na telsesmie (fot. M.A. Józwiak)

## Metodyka

Hodowlę założono 6 września 2015 roku. Cystujące jaja przemieszane z gruboziarnistym piaskiem umieszczono na 12 godzin w 0,5 l wody destylowanej celem ich spęcznienia. Po 12 godzinach przeniesiono je do 10-litrowego akwarium. Dno akwarium wyłożono drobnymi kamieniami i piaskiem w celu zabezpieczenia warunków do składania jaj następczej generacji przekopnic. Rozwijające się larwy, a następnie postacie dorosłe, karmiono, zadając zakraplaczem zawiesinę pobraną z dna domowego akwarium, zawierającą bakterie, pierwotniaki i jednokomórkowe glony będące podstawą żywienia młodych przekopnic. W piątym dniu hodowli dietę uzupełniono o gotową karmę proponowaną przez hodowców. Stanowiły ją ochetki,

dafnie oraz gotowa karma dla ryb akwariowych, oparta na pokarmie mięsny. Do zbiornika wrzucano również liście roślin rosnących w domowym akwarium. Karmienie odbywało się dwa razy dziennie niewielką ilością pokarmu, aby nie dopuścić do zanieczyszczenia wody. W zbiorniku utrzymywano stałą temperaturę wody na poziomie 19–21°C. Hodowlę prowadzono przez 3 miesiące.

Pomiaru długości przekopnic dokonywano, dodając do długości karapaksu długość widełek (fot. 8a i b).



Fot. 8a i b. Przekopnica (*Lepidurus apus*) w hodowli (fot. G. Bujak)

## Wyniki

Pierwsze larwy opuściły osłony jajowe po dwóch dobach. Największa stwierdzona ilość przekopnic pojawiła się w piątym dniu prowadzenia hodowli. Największy średni przyrost wielkości stwierdzono między szóstym i siódmym dniem (4 mm w ciągu doby), następny między trzynastym i czternastym dniem i wyniósł 2,5 mm. We wrześniu odnotowano spadek liczebności zwierząt w hodowli z 14 do 9 osobników. Po upływie 22 dni przekopnice osiągnęły wielkość 20 mm (tab. 1).

Przez dwadzieścia pięć dni października liczebność populacji utrzymywała się na stałym poziomie (9 osobników). Największy przyrost długości ciała nastąpił między 4 a 14 października, czyli w 26. dniu hodowli. W dniach 22, 24 i 27 października nastąpiło pierwsze zaobserwowane składanie jaj. (tab. 2).

W listopadzie nie odnotowano wzrostu rozmiarów skorupiaków. Osiągnęły maksymalną wielkość 20 października i utrzymały ją do zakończenia hodowli (śmierci ostatniego osobnika) 16 listopada. Trzy największe, pozostające przy życiu osobniki złożyły jaja 7 listopada 2015 roku, tj. w 61. dniu hodowli (tab. 3).

Tabela 1. Liczba i wielkość przekopnic w kolejnych dniach hodowli we wrześniu 2015 roku

Data obserwacji	Liczba osobników	Średnia wielkość w mm wszystkich zmierzonych osobników
6.09.2015 r.	0 (rozpoczęcie obserwacji)	–
7.09.2015 r.		–
8.09.2015 r.	2	1 mm
9.09.2015 r.	2	3 mm
10.09.2015 r.	7	6 mm
11.09.2015 r.	9	6 mm
12.09.2015 r.	14	9 mm
13.09.2015 r.	14	9 mm
14.09.2015 r.	14	13 mm
15.09.2015 r.	14	13 mm
16.09.2015 r.	13	13,5 mm
17.09.2015 r.	13	14,5 mm
18.09.2015 r.	13	14,5 mm
19.09.2015 r.	13	15 mm
20.09.2015 r.	13	17 mm
21.09.2015 r.	11	17,5 mm
22.09.2015 r.	11	17,5 mm
23.09.2015 r.	11	19 mm
24.09.2015 r.	11	19,5 mm
25.09.2015 r.	11	19,5 mm
26.09.2015 r.	11	19,5 mm wylinka
27.09.2015 r.	11	20 mm
28.09.2015 r.	11	20 mm wylinka
29.09.2015 r.	10	20 mm
30.09.2015 r.	9	20 mm

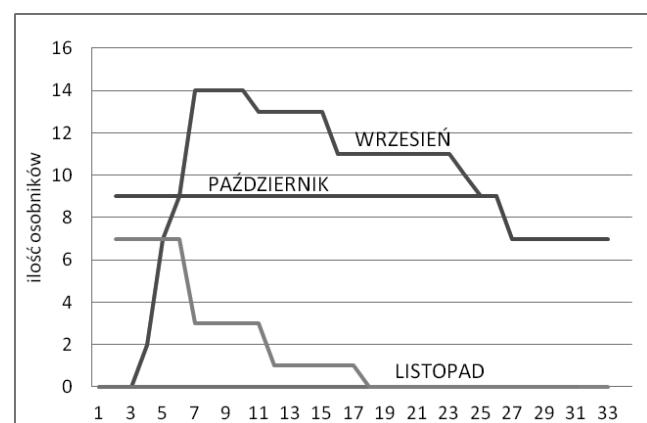
Tabela 2. Liczba i wielkość przekopnic w kolejnych dniach hodowli w październiku

Data obserwacji	Liczba osobników	Średnia wielkość w mm wszystkich zmierzonych osobników
1.10.2015 r.	9	20 mm
2.10.2015 r.	9	20 mm
3.10.2015 r.	9	20 mm
4.10.2015 r.	9	22 mm
5.10.2015 r.	9	22 mm
6.10.2015 r.	9	24 mm
7.10.2015 r.	9	24 mm
8.10.2015 r.	9	24 mm
9.10.2015 r.	9	24 mm
10.10.2015 r.	9	24 mm
11.10.2015 r.	9	24,5 mm
12.10.2015 r.	9	24,5 mm
13.10.2015 r.	9	24,5 mm
14.10.2015 r.	9	25 mm
15.10.2015 r.	9	25 mm
16.10.2015 r.	9	25 mm
17.10.2015 r.	9	25 mm
18.10.2015 r.	9	25 mm
19.10.2015 r.	9	25 mm
20.10.2015 r.	9	25,5 mm
21.10.2015 r.	9	25,5 mm
21.10.2015 r.	9	25,5 mm
22.10.2015 r.	9	25,5 mm zakopywanie jaj
23.10.2015 r.	9	25,5 mm
24.10.2015 r.	9	25,5 mm zakopywanie jaj
25.10.2015 r.	7	25,5 mm
26.10.2015 r.	7	25,5 mm
27.10.2015 r.	7	25,5 mm zakopywanie jaj
28.10.2015 r.	7	25,5 mm
29.10.2015 r.	7	25,5 mm
30.10.2015 r.	7	25,5 mm
31.10.2015 r.	7	25,5 mm

Tabela 3. Liczba i wielkość przekopnic w kolejnych dniach hodowli w listopadzie 2015 r.

Data obserwacji	Liczba osobników	Średnia wielkość w mm wszystkich zmierzonych osobników
1.11.2015 r.	7	25,5 mm
2.11.2015 r.	7	25,5 mm
3.11.2015 r.	7	25,5 mm
4.11.2015 r.	7	25,5 mm
5.11.2015 r.	7	25,5 mm
6.11.2015 r.	3	25,5 mm
7.11.2015 r.	3	25,5 mm zakopywanie jaj
8.11.2015 r.	3	25,5 mm
9.11.2015 r.	3	25,5 mm
10.11.2015 r.	3	25,5 mm
11.11.2015 r.	1	25,5 mm
12.11.2015 r.	1	25,5 mm
13.11.2015 r.	1	25,5 mm
14.11.2015 r.	1	25,5 mm
15.11.2015 r.	1	25,5 mm
16.11.2015 r.	1	25,5 mm
17.11.2015 r.	0	–

Długo utrzymująca się stała liczebność populacji miała miejsce w październiku. Największy spadek liczebności populacji zaobserwowano w trzecim miesiącu hodowli (listopad) (ryc. 1).



Ryc. 1. Zmiany liczebności w kolejnych dniach hodowli przekopnicy podczas trzech miesięcy obserwacji

## Podsumowanie i wnioski

Przekopnica (*Lepidurus apus*) to skorupiak powszechnie występujący w środowisku słodkowodnym. Hodowla w warunkach laboratoryjnych wymaga dostarczania w dużej ilości składników odżywczych, co gwarantuje osiąganie optymalnych rozmiarów zwierzęcia. W prowadzonej hodowli osobniki osiągały 2,5 cm wraz z widelkami. W warunkach naturalnych długość karapaksu może osiągnąć 3 cm, do 12 cm z widelkami. Czas życia osobników hodowlanych, osiąganie dojrzałości płciowej i zdolności do składania cystujących larw kolejnego pokolenia następowała po upływie półtora miesiąca od wyklucia larw. Najbardziej dynamiczny wzrost rozmiarów nastąpił między 8. a 20. dniem hodowli. Stwierdzono wówczas obecność wylinek na dnie zbiornika. Największą stabilność liczebności populacji odnotowano w drugim miesiącu prowadzonej hodowli (od 30 września do 24 października), wynosiła 9 osobników.

Zdolność przekopnic do wydawania wielu pokoleń potomnych w ciągu jednego sezonu wegetacyjnego oraz duża wrażliwość na zmieniające się warunki środowiska pozwalają na wykorzystanie tego gatunku jako biowskaźnika stanu zanieczyszczenia środowiska.

## Literatura

- Baldinger A., 2004: A new species of *Hyaella* (Crustacea: Amphipoda: Hyaellidae) from Ash Springs, Lincoln County, Nevada, USA, with a key to the species of the genus in North America and the Caribbean region. *Journal of Natural History*, 38(9), 1087–1096.
- Banaszak J., Wiśniewski H., 2004: Podstawy ekologii, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń, ISBN: 83-7322-888-8.
- Castiglioni D. D. S., Bond-Buckup G., 2007: Reproductive strategies of two sympatric species of *Hyaella* Smith, 1874 (Amphipoda, Dogielinotidae) in laboratory conditions. *Journal of Natural History*, 41, 1571–1584.
- Cothran R. D., 2008: Phenotypic manipulation reveals sexual conflict over precopula duration. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 62 1409-1416.
- Cothran R. D., Kuzmic A., Wellborn G. A., and Relyea R. A., 2010: Phenotypic manipulation provides insights into the evolution a sexually selected trait in a crustacean species complex. *Animal Behaviour* 80, 543–549.
- Engelhardt W., Jurging P., Pfadenhauer J., Rehfeld K., 1998: Przewodnik – flora i fauna wód śródlądowych. Fauna Polski – charakterystyka i wykaz gatunków 2008. T. III, Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Multico, Warszawa.
- Jura C., 2004; Bezkręgowce. Podstawy morfologii funkcjonalnej, systematyki i filogenezy. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Jura C., 2007: Bezkręgowce: podstawy morfologii funkcjonalnej, systematyki i filogenezy, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, ISBN 978-83-01-14595-8.
- Jóźwiak M.A., Sadko K., 2013: Assessment of the use of *Triopsis* in the control of atmospheric environment, *Rocznik Świętokrzyski. Ser. B – Nauki Przyr.* 34: 65–75.
- Lowry J., 2013: “*Hyaella* S. I. Smith, 1874”. In: J. Lowry, World Amphipoda database. World Register of Marine Species. Retrieved May 25.
- Väinölä R., Witt J., Grabowski M., Bradbury J., Jazdzewski K. and Sket B., 2008: Amphipoda (Crustacea): An account of diversity in world continental waters. *Hydrobiologia* 595: 241-255.
- Wilanowski T., 2007: Bezpancerzowce i tarczowce w akwarium (przedruk elektroniczny z „Akwarium” 3/88) (pol.). [dostęp 13 listopada 2007].  
<http://magazyn.salamandra.org.pl/m34a09.html>.  
<https://www.google.pl/search?q=larwy+przekopnic>.

## STRESZCZENIE

Przekopnica właściwa [*Triops cancriformis* (Bosc, 1801)] jest skorupiakiem należącym do gromady skrzelonogów, rzędu *Notostraca*, rodziny *Triopsidae*, rodzaju *Lepidurus*. Jest to gatunek bardzo stary ewolucyjnie, niezmieniony w budowie i oczekiwaniach siedliskowych od triasu (220 mln lat), nazywany w ewolucji „żywą skamieniałością”. Jest szeroko rozpowszechniona w wodach słodkich. Występuje w jeziorach, kałużach, a także na bagnach. Czas życia pojedynczego organizmu jest stosunkowo krótki. Żyje do 100 dni, wielokrotnie w tym czasie liniejąc i zwiększając rozmiary ciała. Stadia larwalne osiągają dojrzałość płciową po upływie 2 tygodni od momentu wyklucia z jaja. Wielokrotne (do 40 razy) wylinki powodują, że osiągnięcie optymalnych dla gatunku rozmiarów ciała wymaga zapewnienia bardzo dobrych warunków siedliskowych. Celem prowadzonych obserwacji było poznanie przebiegu pełnego cyklu rozwojowego przekopnicy wiosennej. W wyniku prowadzonej hodowli otrzymano 14 osobników wyhodowanych z cyst przetrwalnikujących w gruboziarnistym piasku. Pojawiały się w etapowo w kolejno notowanych dniach hodowli, a czas życia i osiągnięte rozmiary były zróżnicowane. Najkrócej żyjące osobniki dożywały 20 dni i osiągały 13 mm długości, najdłużej żyjące 68 dni i osiągały 25 mm długości. Dokładne poznanie przebiegu cyklu rozwojowego tych skorupiaków w określonych warunkach środowiska może przyczynić się do zrozumienia wolnego tempa ewolucji tej grupy organizmów. Prowadzone obserwacje wskazały rytmiczność wylinek zależną od dostępności pokarmu, osiągnięcia optymalnych wielkości organizmu i dojrzałości do składania jaj kolejnego pokolenia.