

ISSN 1561-8323 (Print)
ISSN 2524-2431 (Online)

УДК 574.5
<https://doi.org/10.29235/1561-8323-2022-66-2-195-198>

Поступило в редакцию 25.03.2022
Received 25.03.2022

Член-корреспондент В. П. Семенченко

Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам,
Минск, Республика Беларусь

СКОРОСТЬ ВОСПРОИЗВОДСТВА *CLADOCERA* И ЕЕ СВЯЗЬ С РАЗМЕРНОЙ СТРУКТУРОЙ ФИТОПЛАНКТОНА

Аннотация. Установлено, что наиболее важным источником пищи, который определяет динамику рождаемости и, соответственно, популяционных показателей у *Daphnia cucullata* и *Bosmina logirostris* является размерная фракция фитопланктона, находящаяся в пределах от 5 до 20 мкм. Оценка трофических условий по общей биомассе фитопланктона или сестона не отражает пищевую обеспеченность кладоцерного зоопланктона и их воздействие на динамику численности популяций.

Ключевые слова: рождаемость, *Cladocera*, фитопланктон

Для цитирования. Семенченко, В. П. Скорость воспроизводства *Cladocera* и ее связь с размерной структурой фитопланктона / В. П. Семенченко // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2022. – Т. 66, № 2. – С. 195–198. <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2022-66-2-195-198>

Corresponding Member Vitaly P. Semenchenko

Scientific and Practical Centre for Bioresources of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

BIRTHRATE OF *CLADOCERA* AND ITS RELATIONSHIP WITH THE SIZE STRUCTURE OF PHYTOPLANKTON

Abstract. The relationship between the birthrate and biomass of different-group phytoplankton was analyzed during the summer for *Daphnia cucullata* and *Bosmina logirostris* in the mesotrophic Drysviaty Lake. The high cross-correlation coefficients were obtained for the birthrate and phytoplankton with a size from 5 to 20 μm . There is no correlation between the birthrate and seston with a size of $\leq 50 \mu\text{m}$. Our results suggest that the total biomass of phytoplankton and seston do not reflect the food availability of cladocerans.

Keywords: birthrate, Cladocera, phytoplankton

For citation. Semenchenko V. P. Birthrate of *Cladocera* and its relationship with the size structure of phytoplankton. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2022, vol. 66, no. 2, pp. 195–198 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2022-66-2-195-198>

Введение. Вопрос об удельном влиянии различных источников пищи в водоеме на динамику численности зоопланктона достаточно давно дискутируется в литературе. Ряд авторов указывают, что нехватка фитопланктона, как основного вида корма, может быть покрыта за счет других видов пищи – бактерий и детрита [1; 2]. В частности, по мнению D. W. Schindler [1], в период летнего минимума развития фитопланктона, детрит может выступать как главный источник корма для кладоцер.

Высокие биомассы фитопланктона еще не говорят об избытке корма, который может быть представлен или слишком крупными видами водорослей, или мелкими, но малопригодными для питания видами. Это замечание справедливо и для частиц детрита [3].

По мнению ряда авторов, качество водорослевого корма и сестона может в сильной степени определять скорость роста и размножения кладоцер в естественных условиях [4; 5].

Таким образом, при обсуждении этого вопроса чрезвычайно важное значение приобретают сведения о размерном составе и качестве источников пищи.

Материалы и методы исследования. Исследования были проведены на мезотрофном озере Дрисвяты (Республика Беларусь) в июне–августе на станции с глубиной 6 м. Пробы фитопланктона отбирали с периодичностью 4–5 дней на различных горизонтах с шагом 2,0 м с помощью

батометра Рутнера, которые затем объединяли в интегральную пробу. Пробы зоопланктона – с помощью сети Джеди (диаметр ячеек 100 мкм), протягивая ее от дна до поверхности.

Величины прозрачности воды за исследуемый период изменялись в пределах от 3,5 до 5,7 м, температура воды – от 14,5 до 24,2 °С.

Расчет величин рождаемости проводили по формуле Палохеймо:

$$b = 1 / De(1 + E_0 / N_0), \quad (1)$$

где b – рождаемость, сут⁻¹; De – длительность эмбрионального развития, сутки; E_0 – общее число яиц в популяции; N_0 – общее число особей в популяции.

Учитывая, что реакция рождаемости на изменение трофических условий происходит с запаздыванием, был применен метод кросс-корреляционного анализа. Поскольку временные ряды были нестационарными, их преобразовывали в величины, которые представляют собой разность между значением показателя в момент времени $\log(t + 1)$ и его значением в момент времени $\log t$. Время запаздывания реакции рождаемости на изменение биомассы фитопланктона с учетом температурного фактора было принято равным 9–10 суток [6].

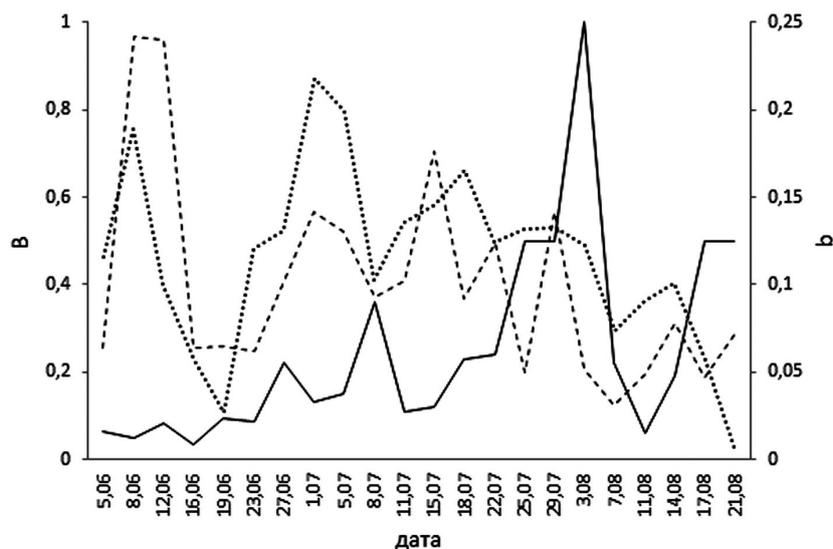
Результаты и их обсуждение. На рисунке представлены данные по динамике общей биомассы фитопланктона и величинам рождаемости у *Daphnia cucullata* и *Bosmina longirostris*.

Изменение величин рождаемости происходило фактически в противофазе по отношению к биомассе фитопланктона, т. е. с запаздыванием. При этом в августе, после массового развития сине-зеленых водорослей (*Microcystis aeruginosa*), наблюдалось значительное уменьшение величин рождаемости, что может свидетельствовать об ухудшении трофических условий.

На протяжении большей части периода исследований во фракции фитопланктона от 5 до 20 мкм доминировали *Rhodomonas pusilla* (в среднем 20 %) и *Cryptomonas* sp. (в отдельные периоды до 50–60 %). Крупноклеточные формы фитопланктона размером более 40 мкм были представлены *Anabaena flos aquae* и *Microcystis aeruginosa*.

Используя данные по биомассе размерных фракций фитопланктона, содержанию общего sestона с размером частиц менее 50 мкм, мы проанализировали корреляционную связь между различными источниками пищи и рождаемостью двух видов кладоцер – *Daphnia cucullata* и *Bosmina longirostris*.

В таблице приведены величины коэффициентов корреляции между рождаемостью и различными источниками пищи для дафнии и босмины.



Динамика изменения биомассы фитопланктона (B , мг · л⁻¹) и величин рождаемости (b , сут⁻¹) у *D. cucullata* и *B. longirostris* (— — фитопланктон, - - - - *D. cucullata*, •••• - *B. longirostris*) в озере Дрисвяты

Dynamic of phytoplankton biomass (mg · l⁻¹) and birthrate (day⁻¹) in *D. cucullata* and *B. longirostris* (— — phytoplankton, - - - - *D. cucullata*, •••• - *B. longirostris*) in Drysviaty Lake

**Корреляционная связь рождаемости *D. cucullata* и *B. longirostris*
с различными источниками пищи в оз. Дрисвяты**

**Coefficient correlation between birthrate *D. cucullata*, *B. longirostris*
and different type of food in Drysviaty Lake**

Источник пищи Food source	<i>D. cucullata</i>	<i>B. longirostris</i>
Сестон, <50 мкм	–0,121	–0,159
Общий фитопланктон	0,038	0,219
<i>Фракции фитопланктона</i>		
5–10 мкм	0,078	0,345*
10–20 мкм	0,487**	0,252
20–40 мкм	0,043	– 0,05
(5–10) + (10–20) мкм	0,352*	0,509**
(10–20) + (20–40) мкм	0,461**	0,368*
<40 мкм	0,382*	0,534**
>40 мкм	–0,097	–0,025

Примечание: * – коэффициенты корреляции достоверны при $p = 0,05$, ** – при $p = 0,01$.

Note: * – coefficient correlation is certainty under $p = 0.05$, ** – $p = 0.01$.

Корреляционная связь с величинами рождаемости для биомассы сестона и общей биомассы фитопланктона, а также фракции 20–40 мкм оказалась наиболее низкой и статистически недостоверной.

Иная картина отмечается для размерных фракций фитопланктона с размером менее 40 мкм. У дафнии достоверные коэффициенты корреляции получены для размерного класса 10–20 мкм, сумм отдельных фракций и общей биомассы водорослей с размером клеток менее 40 мкм. По данным Л. М. Сущени [7], максимальный размер потребляемого фитопланктона для *D. cucullata* составляет 30–40 мкм.

Для босмины статистически достоверная зависимость между рождаемостью и размерными фракциями фитопланктона отмечена для 5–10 мкм, сумм отдельных фракций и биомассы водорослей менее 40 мкм. Согласно данным W. R. DeMott [8], босмина более эффективно фильтрует как крупные, так и мелкие частицы по сравнению с дафнией.

Корреляционная связь величин рождаемости и размерной фракции фитопланктона более 40 мкм как для дафнии, так и босмины оказалась статистически недостоверной.

Доминирующие виды фитопланктона в оз. Дрисвяты с размером клеток до 30 мкм, в частности *Cryptomonas*, являются хорошим источником пищи для кладоцер [9].

Заключение. Полученные данные позволяют предполагать, что наиболее важным источником пищи, который и определяет динамику рождаемости и, соответственно, популяционных показателей изученных видов кладоцер, является размерная фракция фитопланктона, находящаяся в пределах от 5 до 20 мкм. Оценка трофических условий по общей биомассе фитопланктона или сестона не отражает пищевую обеспеченность кладоцерного зоопланктона и их воздействие на динамику численности популяций.

Список использованных источников

1. Schindler, D. W. Feeding, assimilation and respiration rate of *Daphnia magna* under various environmental conditions and their relation to production estimates / D. W. Schindler // J. Anim. Ecol. – 1968. – Vol. 37, N 2. – P. 369–385. <https://doi.org/10.2307/2954>
2. Павлютин, А. П. Рацион и усвояемость пищи *Daphnia magna* при питании детритом / А. П. Павлютин, А. П. Остапеня // Инф. бюлл. ИБВВ АН СССР. – 1976. – № 29. – С. 41–44.
3. Gulati, R. D. Zooplankton structure and grazing activities in relation to food quality and concentration in Dutch lakes / R. D. Gulati, K. Siewertsen, G. Postema // Archiv für Hydrobiologie Beihefte. – 1985. – Vol. 21. – P. 91–102.
4. Effects of climate variability on cladoceran zooplankton and cyanobacteria in a shallow subtropical lake / K. E. Havens [et al.] // Plankton Res. – 2016. – Vol. 38, N 3. – P. 418–430. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbw009>
5. Дифференцированное влияние качества сестона (содержания С, N, P и полиненасыщенных жирных кислот) на скорость соматического и генеративного роста *Daphnia* / А. П. Толмеев [и др.] // Сиб. эколог. журн. – 2012. – Т. 19, № 4. – С. 607–618.

6. Разлуцкий, В. И. Временная задержка в реакции воспроизводства Cladocera на изменение трофических условий / В. И. Разлуцкий // Докл. Акад. наук Беларуси. – 1995. – Т. 39, № 1. – С. 77–80.
7. Сушня, Л. М. Количественные закономерности питания ракообразных / Л. М. Сушня. – Минск, 1975. – 206 с.
8. DeMott, W. R. Feeding selectivities and relative ingestion rates of *Daphnia* and *Bosmina* / W. R. DeMott // *Limnol. Oceanogr.* – 1982. – Vol. 27, N 3. – P. 518–527.
9. Selective grazing on *Cryptomonas* by *Ceriodaphnia quadrangula* fed a natural phytoplankton assemblage / M. I. Gladyshev [et al.] // *Aquatic Ecology.* – 1999. – Vol. 33, N 4. – P. 347–353. <https://doi.org/10.1023/a:1009916209394>

References

1. Schindler D. W. Feeding, assimilation and respiration rate of *Daphnia magna* under various environmental conditions and their relation to production estimates. *Journal of Animal Ecology*, 1968, vol. 37, no. 2, pp. 369–385. <https://doi.org/10.2307/2954>
2. Pavlutin A. P., Ostapenya A. P. Diet and food assimilation in *Daphnia magna* under detrit consumption. *Informatsionnyi byulleten' Instituta biologii vnutrennikh vod AN SSSR* [Newsletter Institute of Biology Inland Water], 1976, vol. 29, pp. 41–44 (in Russian).
3. Gulati R. D., Siewertsen K., Postema G. Zooplankton structure and grazing activities in relation to food quality and concentration in Dutch lakes. *Archiv für Hydrobiologie Beihefte*, 1985, vol. 21, pp. 91–102.
4. Havens K. E., Fulton R. S., Beaver J. R., Samples E. E., Colee J. Effects of climate variability on cladoceran zooplankton and cyanobacteria in a shallow subtropical lake. *Plankton Research*, 2016, vol. 38, no. 3, pp. 418–430. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbw009>
5. Tolomeev A. P., Dubovskaya O. P., Sushchik N. N., Makhutova O. N., Kalacheva G. S. Differentiated influence of quality of seston (content OF C, N, P, and polyunsaturated fatty acids) on rate of somatic and generative growth of *Daphnia*. *Contemporary Problems of Ecology*, 2012, vol. 5, no. 4, pp. 450–458.
6. Razlutski V. I. Time lag in reaction of reproduction Cladocera on changing trophic condition. *Doklady Akademii nauk Belarusi = Doklady of the Academy of Sciences of Belarus*, 1995, vol. 39, no. 1, pp. 77–80 (in Russian).
7. Suschenya L. M. *Quantitative patterns of feeding in crustaceans*. Minsk, 1975. 206 p. (in Russian).
8. DeMott W. R. Feeding selectivities and relative ingestion rates of *Daphnia* and *Bosmina*. *Limnology and Oceanography*, 1982, vol. 27, no. 3, pp. 518–527.
9. Gladyshev M. I., Temerova T. A., Dubovskaya O. P., Kolmakov V. I., Ivanova E. A. Selective grazing on *Cryptomonas* by *Ceriodaphnia quadrangula* fed a natural phytoplankton assemblage. *Aquatic Ecology*, 1999, vol. 33, no. 4, pp. 347–353. <https://doi.org/10.1023/a:1009916209394>

Информация об авторе

Семенченко Виталий Павлович – член-корреспондент, д-р биол. наук, заведующий лабораторией. НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам (ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: semenchenko57@mail.ru.

Information about the author

Semenchenko Vitaliy P. – Corresponding Member, D. Sc. (Biology), Head of the Laboratory. Scientific and Practical Centre for Bioresources of the National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: semenchenko57@mail.ru.