

УДК 593.16
<https://doi.org/10.33989/2414-9810.2019.5.2.194454>

С.Ю. Шевчук¹, А.М. Гарлінська², О.М. Алпатова³

Житомирський державний університет імені Івана Франка,
 вул. В. Бердичівська 40, Житомир, 10008, Україна

¹dzhgutyk@ukr.net

²allagarlinska@gmail.com

³alpatova-o@ukr.net

¹ORCID 0000-0002-7537-8513

²ORCID 0000-0001-7859-8637

³ORCID 0000-0003-0803-9850

ГЕТЕРОТРОФНІ ДЖГУТИКОВІ РІЧКИ УЖ, ЇХ СЕЗОННА ДИНАМІКА, ТАКСОНОМІЧНА ТА ТРОФІЧНА СТРУКТУРИ

У статті наведено результати вивчення таксономічної та трофічної структури, а також особливостей сезонної динаміки гетеротрофних джгутикових річки Уж (м. Коростень).

В досліджаній водоймі ідентифіковано 21 вид гетеротрофних флагеллят, серед яких 7 видів відноситься до супергрупи Excavata, 9 – до SAR (систематична група, що включає Stramenopiles, Alveolata та Rhizaria) та 5 видів невизначеного систематичного положення. Встановлено, що згідно стратегії живлення серед знайдених видів 76% здійснюють активний пошук їжі та 24% відловлюють чи перехоплюють харчову часточку за допомогою джгутика, поглинаючи її безпосередньо на поверхні клітини. Основною трофічною групою є бактеріодетритофаги-збирачі (62%), по 14% – бактеріодетритофаги-фільтраторів і еврифагів та 10% – хижаки (2 види: *Allantion tachyploon* і *Phyllomitus apiculatus*).

Піки розвитку гетеротрофних флагеллят зареєстровано у червні (9 видів) та жовтні (7 видів), при найвищих значеннях чисельності у червні – 5410 екз./мл та у квітні – 5062 екз./мл. Найменше видове багатство спостерігалось у січні (2 види), при найменших показниках чисельності у січні (116 екз./мл) та у грудні (174 екз./мл). Встановлено, що види-евдомінанти були відсутні у червні та серпні через панування інших флагеллят. Найчастіше, а саме в січні, лютому, травні, липні та грудні, таким видом виступав *Vodo designis*. Трохи поступаються йому *Goniomonas truncata* та *Sprimella vivipara*. *B. saltans*, *Rhynchomonas nasuta* та *Paraphysomonas vestita* були евдомінантами лише в один з місяців. Майже така ж тенденція зберігається і серед видів-домінантів, якими найчастіше були *B. designis* і *G. truncate*. Субдомінантами, що переважали, були *S. major*, *Heteromita minima* та *Protaspis geminifera*, причому *S. major*, *P. geminifera*, *P. apiculatus*, *A. tachyploon*, *Anthrophysa vegetans* та *P. simplex* зустрічаються тільки в цій групі флагеллят.

Ключові слова: гетеротрофні джгутикові, таксономічна структура, трофічна структура, сезонна динаміка.

Вступ. Гетеротрофні джгутикові – це поліфілетична група одноклітинних рідше колоніальних еукаріот, що мають один або декілька джгутиків (Patterson, Larsen, 1991). Ці протисти поширені в різних типах прісних та морських водойм та відіграють важливу роль у функціонуванні мікробної сітки живлення, тому що є об'єктами живлення для Metazoa та інфузорій і самі живляться бактеріями та дрібними протистами. Деякі флагеляти здатні засвоювати органічні речовини у розчиненому стані та конкурують за це джерело карбону і енергії з бактеріями (Arndt et al., 2000; Pomeroy, 1974; Sherr et al., 1982).

На даний час біорізноманіття гетеротрофних джгутикових піддається інтенсивному вивченню, однак залишаються нерозкритими питання структури угруповань флагеллят та закономірностей їх розподілу (Шевчук, 2018; Шевчук, 2019).

Тому метою нашої роботи було з'ясувати видове багатство гетеротрофних джгутикових річки Уж, встановити їх таксономічну та трофічну структури і особливості сезонної динаміки.

Матеріали та методи. Для вивчення видового багатства та опису сезонної динаміки планктонних гетеротрофних джгутикових проби відбирали зачерпуванням води скляними або поліетиленовими ємностями один раз в місяць протягом року в трьох різних точках річки Уж (права притока Прип'яті) (м. Коростень) з травня 2017 року по квітень 2018 року. Після транспортування проводили ідентифікацію та підрахунок чисельності гетеротрофних джгутикових. Неконцентровані проби розливали в чашки Петрі, вивчаючи під світловим мікроскопом частіше з об'єктивом водної імерсії (15×40). В кожній чашці розглядали 15 полів зору. Розрахунок чисельності джгутикових в 1 мл визначали за формулою:

$$N = n \times S / V \times s,$$

де, N – чисельність джгутикових в 1 мл; n – кількість організмів в просторових полях зору; S – площа чашки Петрі; s – площа просторових полів зору; V – використаний об'єм проби (Жуков, 1976).

Вивчення структури домінування видів проводили за Етлем (Ettl, 2000). При цьому вид вважали евдомінантом, якщо його чисельність становила 32–100% від загальної, домінантом – 10–31,9%, субдомінантом – 3,2–9,9%, резидентом – 1–3,1%, субрезидентом – 0,32–0,99%, спорадичним видом – менше за 0,32%. «Головними видами» біоценозу є евдомінанти, домінанти та субдомінанти. «Випадковими» є види, процентний вміст яких менше, ніж 3,2%. До них відносяться реседенти, субреседенти та спорадичні види. Ідентифікацію видів проводили з допомогою робіт Б.Ф. Жукова (1993), А.П. Мильникова з співавторами (2002) та Н. Ворса (1992). У статті використана система еукаріот С.М. Адла з співавторами (2012).

Результати та їх обговорення. Нами ідентифіковано в річці Уж (м. Коростень) 21 вид гетеротрофних джгутикових, серед них 7 видів відносяться до супергрупи **Excavata**, 9 – до **SAR** (систематична група, що включає **Stramenopiles**, **Alveolata** та **Rhizaria**) та 5 видів невизначеного систематичного положення.

Excavata Cavalier-Smith, 2002, emend. Simpson, 2003

Kinetoplastea Honigberg, 1963

Eubodonida Vickerman in Moreira, Lopez-Garcia, and Vickerman, 2004

Bodo curvifilus Griessmann, 1914,

Bodo designis Skuja, 1948,

Bodo saltans Ehrenberg, 1838,

Bodo repens Klebs, 1893,

Neobodonida Vickerman in Moreira, Lopez-Garcia, and Vickerman, 2004

Rhynchomonas nasuta (Stokes) Klebs, 1893,

Parabodonida Vickerman in Moreira, Lopez-Garcia, and Vickerman, 2004

Parabodo nitrophilus Skuja, 1948,

Euglenida Вьтсчлі, 1884, emend. Simpson, 1987

Entosiphon sulcatum (Dujardin, 1841), Stein, 1878,

SAR

Cercozoa Cavalier-Smith, 1998, emend. Adl et al., 2005

Cercomonadida (Poche, 1913), emend. Vickerman, 1983, emend. Mylnikov, 1986

Cercomonadidae Kent, 1880, emend. Mylnikov and Karpov, 2004

Cercomonas crassicauda (Alex.) Lemm., 1914,

Heteromitidae Kent, 1880, emend. Mylnikov, 1990, emend. Mylnikov and Karpov, 2004

Heteromita minima Hollande, 1942,

Incertae sedis Heteromitidae

Allantion tachyploon Sandon, 1924,

Protaspis gemmifera Larsen and Patterson, 1990,

Protaspis simplex Larsen and Patterson, 1990,

Chrysophyceae Pasher, 1914

Paraphysomonas vestita (Stokes) De Saedeller, 1929,

Spumella major (Skuja, 1956) Zhukov, 1993,

Spumella vivipara Pascher, 1912,

Chromulinales Pascher, 1910

Anthophysa vegetans (O.F.M.), Stein, 1878,

Incertae sedis EUKARYOTA

Phyllomitus apiculatus Skuja, 1848,

Ancyromonas Kent, 1880

Ancyromonas contorta (Klebs) Lemmermann, 1910

Ancyromonas sigmoides Kent, 1880,

Cryptophyceae Pascher 1913, emend. Schoenichen, 1925

Cryptomonadales Pascher, 1913

Chilomonas paramaecium Ehrenberg, 1831,

Goniomonadales Novarino and Lucas, 1993

Goniomonas truncata Stein, 1878

Гетеротрофні джгутикові мають різні стратегії живлення. Наприклад, рухомі форми, що мають цитофаринкс або псевдоподії для захоплення та поглинання їжі, здійснюють активний пошук їжі (А). Прикріплені форми, які за допомогою джгутиків створюють тік рідини та харчових частинок, що поглинаються безпосередньо на поверхні клітини, здійснюють перехоплення їжі (П). Ще одна стратегія властива також прикріпленим формам, які схожі на «перехоплювачів», але на відміну від них мають спеціальні фільтруючі структури для просіювання середовища і пошуку харчових частинок (Ф). Дифузний тип живлення характерний для малорухомих форм, що не створюють току рідини, а «відловлюють» їжу псевдоподіями, що часто мають екструсоми (Д). Також трофічну структуру даних протист складають бактеріодетритофаги-збирачі, бактеріодетритофаги-фільтратори, еврифаги та хижаки (Тихоненков, 2012; Prokina, 2018). Відповідно до цього серед гетеротрофних джгутикових річки Уж 76% здійснюють активний пошук їжі та 24% відловлюють чи перехоплюють її. Переважна більшість (62%) – це бактеріодетритофаги-збирачі, по 14% становлять бактеріодетритофаги-фільтратори і еврифаги та 10% – хижаки (*A. tachyploon* і *P. apiculatus*).

Також було проведено дослідження сезонної динаміки чисельності та видового багатства гетеротрофних флагеллят р. Уж. Найбільшу кількість видів зареєстровано у червні (9 видів) та жовтні (7 видів), що відповідає літературним даним про два піки розвитку гетеротрофних джгутикових (рис. 1).

Найменше видове багатство спостерігалось у січні – 2 види. Це може бути пов'язано із низькою температурою та недостатньою концентрацією розчиненого кисню у воді досліджуваної водойми.

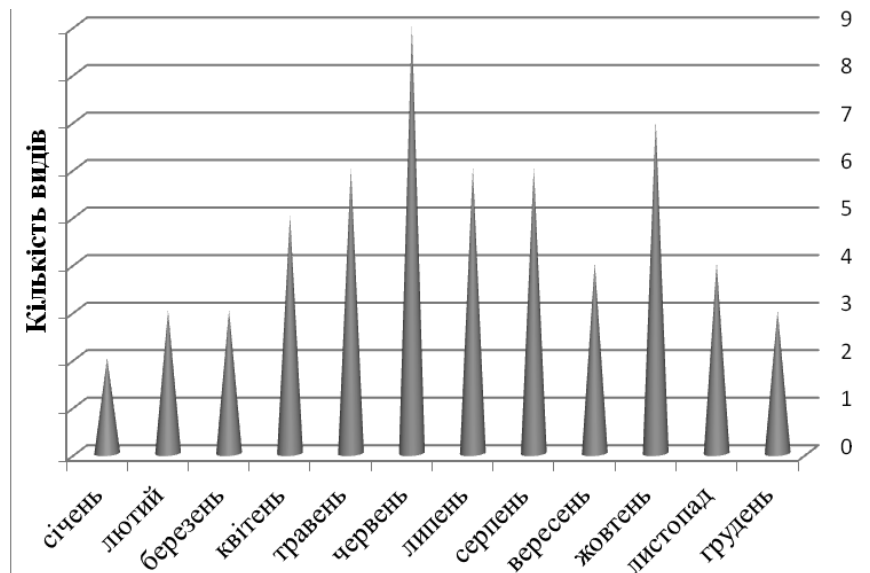


Рис. 1. Видове багатство гетеротрофних джгутикових р. Уж (2017–2018 рр.)

Найвищі значення чисельності гетеротрофних джгутикових зафіксовано у червні (5410 екз./мл) та у квітні (5062 екз./мл), найменші у січні (116 екз./мл) та у грудні (174 екз./мл) (рис. 2).

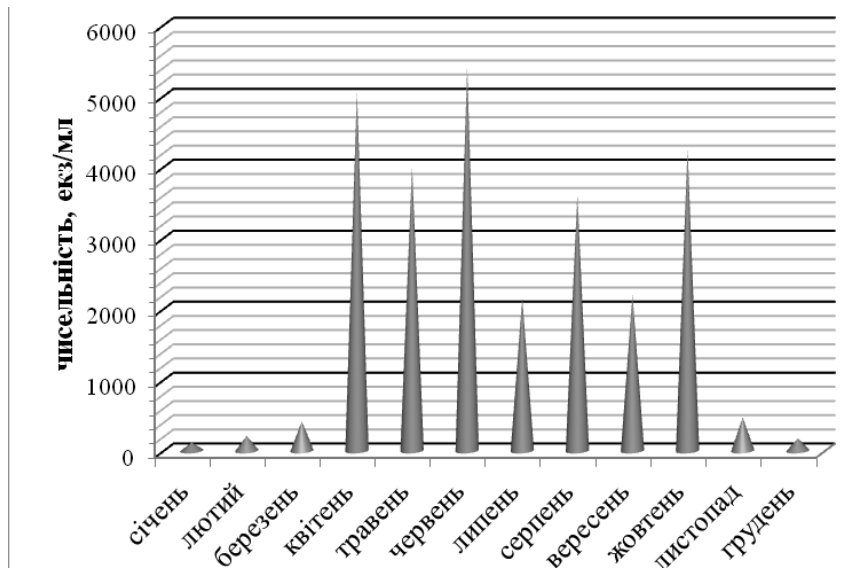


Рис. 2. Чисельність гетеротрофних джгутикових р. Уж (2017–2018 рр.)

При дослідженні було визначено домінантну структуру угруповань гетеротрофних джгутикових (табл. 1).

Таблиця 1
Сезонна зміна структури домінування угруповань гетеротрофних джгутикових

Місяць року	Евдомінанти (32–100%)	Домінанти (10–32%)	Субдомінанти (3–10%)
січень	<i>S.vivipara</i> <i>B.designis</i>		
лютий	<i>B.designis</i>	<i>S.vivipara</i> <i>P.vestita</i>	
березень	<i>G.truncata</i>	<i>B.designis</i> <i>P.vestita</i>	
квітень	<i>G.truncata</i>	<i>B.designis</i> <i>B.saltans</i> <i>R.nasuta</i> <i>B.curvifilus</i>	
травень	<i>G.truncata</i> <i>B.designis</i>		<i>S.major</i> <i>P.nitrophilus</i> <i>H.minima</i> <i>P.gemmifera</i>
червень		<i>B.designis</i> <i>G.truncata</i> <i>A.sigmoides</i>	<i>S.major</i> <i>P.apiculatus</i> <i>A.tachyploon</i> <i>A.vegetans</i> <i>B.curvifilus</i> <i>P.simplex</i>
липень	<i>B.designis</i>	<i>H.minima</i> <i>P.nitrophilus</i>	<i>P.gemmifera</i> <i>S.major</i> <i>P.simplex</i>
серпень		<i>B.designis</i> <i>H.minima</i> <i>G.truncata</i> <i>A.sigmoides</i> <i>B.saltans</i>	<i>P.gemmifera</i>
вересень	<i>B.saltans</i>	<i>B.designis</i> <i>E.sulcatum</i>	<i>C.paramecium</i>
жовтень	<i>R.nasuta</i>	<i>B.designis</i> <i>E.sulcatum</i> <i>G.truncata</i>	<i>A.vegetans</i> <i>B.repens</i> <i>H.minima</i>
листопад	<i>P.vestita</i>	<i>S.vivipara</i> <i>A.contorta</i> <i>C.crassicauda</i>	
грудень	<i>B.designis</i> <i>G.truncata</i> <i>S.vivipara</i>		

Встановлено, що види-евдомінанти були відсутні у червні та серпні через панування інших флагелат. Найчастіше, а саме в січні, лютому, травні, липні та грудні, таким видом виступав *B. designis*. Трохи поступаються йому *G. truncata* та *S. vivipara*. *B. saltans*, *R. nasuta* та *P. vestita* були евдомінантами лише в один з місяців. Майже така ж тенденція зберігається і серед видів-домінантів, якими найчастіше були *B. designis* і *G. truncate*. Субдомінанти, які переважали, представлені *S. major*, *H. minima* та *P. geminifera*, причому *S. major*, *P. geminifera*, *P. apiculatus*, *A. tachyploon*, *A. vegetans* та *P. simplex* зустрічаються тільки в цій групі флагелат.

Висновок. В результаті досліджень гетеротрофних джугутикових річки Уж (м.Коростень) ідентифіковано 21 вид, серед яких 7 видів відноситься до супергрупи **Excavata**, 9 – до **SAR** (систематична група, що включає **Stramenopiles**, **Alveolata** та **Rhizaria**) та 5 видів невизначеного систематичного положення. Встановлено, що серед знайдених видів 76% здійснюють активний пошук їжі та 24% відловлюють чи перехоплюють її. Переважна більшість (62%) – це бактеріодетритофаги-збирачі, дещо менше бактеріодетритофагів-фільтраторів і еврифагів (по 14%) та зовсім мало (10%) хижаків – *A. tachyploon* і *P. apiculatus*.

Піки розвитку гетеротрофних флагелат зареєстровано у червні (9 видів) та жовтні (7 видів), при найвищих значеннях чисельності у червні (5410 екз./мл) та у квітні (5062 екз./мл). Найменше видове багатство спостерігалось у січні (2 види), при найменших показниках чисельності у січні (116 екз./мл) та у грудні (174 екз./мл). Також встановлено, що найчастіше видами-евдомінантами були *B. designis*, *G. truncata* та *S. vivipara*.

Список використаної літератури:

- Жуков Б. Ф. Атлас пресноводных гетеротрофных жугутиконосцев (биология, экология и систематика). Рыбинск : Ин-т биологии внутр. вод РАН, 1993. 160 с.
- Жуков Б. Ф. К биологии пресноводных зоофлагеллат. *Антропогенные факторы в жизни водоемов* / ред.: Н. В. Буторин, М. М. Камшилов. Ленинград : Наука, 1976. Вып. 30(33). С. 139–148.
- Тихоненков Д. В., Белякова О. И., Мазей Ю. А. Локальные и региональные факторы и пространственное распределение гетеротрофных жугутиконосцев наземных биотопов. *Зоологический журнал*. 2013. Т. 92, № 4. С. 379–388.
- Шевчук С. Ю., Сингаївська Н. В., Гульчевський В. І. Гетеротрофні джугутикові річки Уж. *Біологічні дослідження – 2018* / ред. А. В. Шевчук. Житомир : Рута, 2018. С. 160–162.
- Шевчук С. Ю., Омельчук М. О., Петрук Л. В. Трофічна структура та екологічні групи гетеротрофних джугутикових річки Случ. *Біологічні дослідження – 2019* / ред. А. В. Шевчук. Житомир : Полісся, 2019. С. 382–383.
- Arndt Hartmut, Dietrich Dіsirіє, Cleven Brigitte Auer Ernst-Josef, Tom Gräfenhan, Weitere Markus, Mylnikov A. P. Functional diversity of heterotrophic flagellates in aquatic ecosystems. *The flagellates: Unity, diversity and evolution* / eds.: Barry S. C. Leadbeater, J. C. Green. London ; New York, 2000. P. 240–268.
- Ettl M. The Ciliate Community (Protozoa: Ciliophora) of a Municipal Activated Sludge Plant: Interactions between Species and Nvironmental Factors. *Protozoological Monographs*. 2000. Vol. 1. P. 1–63.
- Larsen J., Patterson D. J. Some flagellates (Protista) from tropical marine sediments. *Journal of Natural History*. 1990. Vol. 24. P. 801–937.
- Mylnikov A. P., Kosolapova N. G., Mylnikov A. A. Planktonic Heterotrophic Flagellates of Small Water Bodies in the Yaroslavl Province. *Entomological Review*. 2002. Vol. 82, no. 1. P. 271–280.
- Pomeroy L. The ocean's food web, a changing paradigm. *BioScience*. 1974. Vol. 24, no. 9. P. 499–504.
- Prokina K. I., Philippov D. A. Heterotrophic flagellates in the primary lakes and hollow-pools of mires in the European North of Russia. *Protistology*. 2018. Vol. 12(2). P. 81–96.
- Sherr B. F., Sherr E. B., Berman T. Decomposition of organic detritus: A selective role for microflagellate protozoa. *Limnology and Oceanography*. 1982. Vol. 27. P. 765–769.
- Vørs N. Heterotrophic amoebae, flagellates and Heliozoa from the Tvarminne Area, Gulf of Finland, in 1988–1990. *Ophelia*. 1992. Vol. 36, no. 1. P. 1–109.

S.Yu. Shevchuk, A.M. Garlinska, O.M. Alpatova

Zhytomyr Ivan Franko State University

HETEROTROPHIC FLAGELLATES OF THE UZH RIVER, THEIR SEASONAL DYNAMICS, TAXONOMIC AND TROPHIC STRUCTURES

The article presents the results of the study of taxonomic and trophic structure, as well as features of seasonal dynamics of heterotrophic flagellates of the Uzh River (Korosten). In the investigated reservoir, 21 species of heterotrophic flagellates were identified, among which 7 species belong to the Excavata supergroup, 9 to the SAR (systematic group including Stramenopiles, Alveolata and Rhizaria) and 5 species of uncertain systematic position.

According to the nutrition strategy, 76% of the species found are actively searching for food and 24% are catching or intercepting a food particle with flagella, absorbing it directly on the cell surface; the main trophic group are bacteriodetritophages-collectors, they amount 62%, at 14% are bacteriodetritophages-filterers and euryphages; and 10% (2 species) are predators – Allantion tachyploon and Phyllomitus apiculatus.

Peaks of heterotrophic flagellates were recorded in June – 9 species and in October – 7 species, at the highest number in June – 5410 copies/ml and in April – 5062 copies/ml. The lowest species wealth was observed in January

– 2 species, at the lowest number in January – 116 copies/ml and in December – 174 copies/ml. It has been established that eudominant species were absent in June and August due to the dominance of other flagellates. Most often, in January, February, May, July and December, this was *Bodo designis*. *Goniomonas truncata* and *Spumella vivipara* are slightly inferior.

B. saltans, *Rhynchomonas nasuta* and *Paraphysomonas vestita* were eudominants in only one month. Almost the same trend persists among dominant species, most often *B. designis* and *G. truncate*. The predominant subdominants are represented by *S. major*, *Heteromita minima* and *Protaspis gemmifera*, moreover *S. major*, *P. geminifera*, *P. apiculatus*, *A. tachyploon*, *Anthophysa vegetans* and *Protaspis simplex* occur only in this flagellate group.

Key words: heterotrophic flagellates, taxonomic structure, trophic structure, seasonal dynamics.

References

- Arndt, Hartmut, Dietrich, Dysirye, Cleven, Brigitte Auer Ernst-Josef, Tom Gryfenhan, Weitere, Markus, & Mylnikov A. P. (2000). Functional diversity of heterotrophic flagellates in aquatic ecosystems. In Barry S. C. Leadbeater, & J. C. Green (Eds.), *The flagellates: Unity, diversity and evolution* (pp. 240-268). London; New York.
- Ettl, M. (2000). The Ciliate Community (Protozoa: Ciliophora) of a Municipal Activated Sludge Plant: Interactions between Species and Environmental Factors. *Protozoological Monographs*, 1, 1-63.
- Larsen, J., & Patterson, D. J. (1990). Some flagellates (Protista) from tropical marine sediments. *Journal of Natural History*, 24, 801-937.
- Mylnikov, A. P., Kosolapova, N. G., & Mylnikov A. A. (2002). Planktonic Heterotrophic Flagellates of Small Water Bodies in the Yaroslavl Province. *Entomological Review*, 82(1), 271-280.
- Pomeroy, L. (1974). The ocean's food web, a changing paradigm. *BioScience*, 24(9), 499-504.
- Prokina, K. I., & Philippov, D. A. (2018). Heterotrophic flagellates in the primary lakes and hollow-pools of mires in the European North of Russia. *Protistology*, 12(2), 81-96.
- Sherr, B. F., Sherr, E. B., & Berman, T. (1982). Decomposition of organic detritus: A selective role for microflagellate protozoa. *Limnology and Oceanography*, 27, 765-769.
- Shevchuk, S. Yu., Omelchuk, M. O., & Petruk, L. V. (2019). Trofichna struktura ta ekolohichni hrupy heterotrofnykh dzhhutykovykh richky Sluch [Trophic structure and ecological groups of heterotrophic flagellates river Sluch]. In A. V. Shevchuk (Ed.), *Biologichni doslidzhennia-2019 [Biological research – 2019]* (pp. 382-383). Zhytomyr: Polissia [in Ukrainian].
- Shevchuk, S. Yu., Synhaivska, N. V., & Hulchevskyi, V. I. (2018). Heterotrofni dzhhutykovi richky Uzh [Heterotrophic flagellates river Uzh]. In A. V. Shevchuk (Ed.), *Biologichni doslidzhennia-2018 [Biological research – 2018]* (pp. 160-162). Zhytomyr: Ruta [in Ukrainian].
- Tikhonenkov, D. V., Belyakova, O. I., & Mazei, Yu. A. (2013). Lokal'nye i regional'nye faktory i prostanstvennoe raspredelenie geterotrofnykh zhgutikonostsev nazemnykh biotopov [Local and regional factors in spatial distribution of heterotrophic flagellates in terrestrial biotopes]. *Zoologicheskii zhurnal [Zoological Journal]*, 92(4), 379-388 [in Russian]. DOI: 10.7868/S004451341304017X.
- Vørs, N. (1992). Heterotrophic amoebae, flagellates and Heliozoa from the Tvarminne Area, Gulf of Finland, in 1988–1990. *Ophelia*, 36(1), 1-109.
- Zhukov, B. F. (1976). K biologii presnovodnykh zooflagellat [To the biology of freshwater zooflagellate]. In N. V. Butorin, & M. M. Kamshilov (Eds.), *Antropogennye faktory v zhizni vodoemov [Anthropogenic factors in the life of reservoirs]* (Vol. 30(33), pp. 139-148). Leningrad: Nauka [in Russian].
- Zhukov, B. F. (1993). Atlas presnovodnykh geterotrofnykh zhgutikonostsev (biologiya, ekologiya i sistematika) [Atlas of freshwater heterotrophic flagellates (biology, ecology and systematics)]. Rybinsk: In-t biologii vnutr. vod RAN [in Russian].

Отримано 01.10.2019