

УДК 574(470.4-751.1)(082)

РОЛЬ ТЕМПЕРАТУРИ ВОДИ У ФОРМУВАННІ ФЕНОЛОГІЇ НЕРЕСТУ КАРАСЯ СРІБНОГО *CARASSIUS GIBELIO* (BLOCH, 1782) У ВОДОЙМАХ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКУ «ДНІПРОВСЬКО-ОРІЛЬСЬКИЙ»

М. П. ФЕДЮШКО, кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0002-2028-5459>

E-mail: marinafedushko@gmail.com

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького

Д. Л. БОНДАРЕВ, аспірант*

<https://orcid.org/0000-0002-8515-7896>

E-mail: ihtio72log@ukr.net

Природний заповідник «Дніпровсько-Орільський»

<https://10.31548/bio2019.03.011>

У роботі встановлені закономірності фенології нересту срібного карася *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) від температури води в умовах природного заповідника «Дніпровсько-Орільський». Матеріали, що склали основу роботи, були зібрані на акваторії заповідника в 1997 – 2018 рр. Відомості про нерест риб зібрано у чотирьох локаціях: водойми системи Миколаївського уступу, водойми системи р. Проточ та Обухівська заплава, річищна частина Дніпра, водойми системи Таромського уступу. Вимірювання температури води проводили у момент фіксації початку нересту відповідного виду риб у водоймі. Вимірювання температури води проводили о 12–13 годині дня. Дані вимірювання температури води зіставили з відомостями про середньодобову температуру повітря за даними метеостанції (м. Дніпро). Між температурою повітря і температурою води існують залежності, які мають свої особливості у залежності від типу водойми. Ці залежності описані логістичним рівнянням. Нерест *Carassius gibelio* в 95 % випадків відбувається на 113–139 добу кожного року (в середньому це відбувається на 125 добу). Нерест *Carassius gibelio* в 95% випадків починається при температурі 11,5–15,5 °C. Цей показник схильний до нелінійного тренду в часі з локальним мінімумом в період у 2008 – 2010 рр. Нелінійний характер змін у часі протягом періоду досліджень як температури початку нересту так і кумулятивної температури протягом нересту вказує на те, що ймовірний вплив глобального потепління клімату не є найголовнішим фактором динаміки фенології нересту карася срібного. У якості перспектив досліджень слід розглядати необхідність з'ясувати вплив на події нересту динаміки температур та опадів за більш широкий діапазон часу – у межах від часу попереднього нересту до кінця нересту в поточному році.

Ключові слова: нерест, карась срібний, температура, фенологія, глобальне потепління

* Науковий керівник – доктор біол. наук, проф. Кунах О. М.

Актуальність. У сезонному світі організми адаптовані до погоджених періодичних змін, які викликані геофізичними циклами (Bradshaw and Holzapfel, 2007; Bradshaw et al., 2010; Forrest and Miller-Rushing, 2010). Велике значення має розуміння динаміки фенологічних процесів та сезонної синхронізації у контексті глобальних змін клімату (Forrest and Miller-Rushing, 2010; Visser et al., 2010). Змінні параметри середовища, які у процесі еволюції створювали селективний тиск, що обмежував час певної активності визначеним періодом року, відносять до категорії суттєвих факторів (*ultimate causes*) (Baker, 1938; Thompson, 1950). Ці фактори можуть бути суттєво відмінними у залежності від виду організмів та сезонної активності. Навіть один тип сезонної активності може контролюватися декількома суттєвими факторами (Gwinner, 1981). Організми мають різні механізми, які знаходяться в основі річних циклів, але загалом поєднують внутрішній годинник з інформацією від зовнішніх сигналів для підготовки до прогнозованих річних змін у їх навколишньому середовищі (Helm et al., 2013).

Розмноження є важливим екологічним процесом, який забезпечує підтримання чисельності популяції та збереження виду. Пристосованість риб до умов розмноження та розвитку показує не тільки основні екологічні умови водойм, але й вагомі риси інших стадій життєвого циклу виду (Kryzhanovskiy, 1949). Фенологічні показники відтворення риб характеризують біологічний стан популяції, а також можуть свідчити про наявність мікроеволюційних процесів і повною мірою відбивають процеси популяційного гомеостазу, їх характер і спрямованість. Відповідно до загальної моделі репродуктивний цикл лососевих риб переважно регулюється тривалістю фотоперіоду, а коропових риб – температурою (Billard et al., 1978). Температура водного середовища є одним з найважливіших факторів, який впливає на

розвиток риб (Brett, 1979; Herzig, Winkler, 1986; Jobling 2003). Температура також впливає на характеристики, які пов'язані з репродукцією риб, а саме визначення статі, динаміка гаметогенезису, якість гамет, родючість, вікову та статеву зрілість, а також на тривалість репродуктивного сезону (Alavi, Cosson, 2005; Billard et al., 1978; Breton et al., 1980; Domagała et al., 2013; Jafri, 1989; Lahnsteiner, Mansour, 2012; Sandström et al., 1995). Зміни термінів нересту риб можуть бути індикаторами кліматичних змін (Schneider et al., 2010). Підвищення температури внаслідок глобальних змін клімату стимулює більш рані терміни нересту ляща, але нерест плотви відбувається у такі ж терміни, як і в період до змін клімату (Noges, Jarvet, 2005). У весняний період, який характеризується найсуттєвішими змінами на фоні глобального потепління клімату, відбувається нерест переважної більшості видів риб (Noges, Jarvet, 2005). Зміни фенології нересту можуть призвести до розсинхронізації з розвитком планктону та до каскадного ефекту по трофічних ланцюгах, який може мати наслідки для всієї екосистеми (Blenckner, 2001; Edwards, Richardson, 2004). Дефіцит надійних довготривалих відомостей про нерест риб є причиною значно меншої кількості публікацій з фенології риб у порівнянні з фенологією птахів, метеликів та наземних рослин (McCarty, 2001).

Фенологічні зміни у житті живих організмів є результатом взаємодії послідовних процесів біотичної та абіотичної природи (Bondarev, Zhukov, 2017). Як правило, у дослідження фенології порівнюють явища середовища у даний момент часу з відповідними подіями в динаміці біологічних систем. Синхронність процесів як відповідність ритмічних та квазірегулярних змін середовища та біологічних процесів, яка існує тривалий час, залишається поза межами уваги дослідників (Bondarev, Zhukov, 2018). Хоча слід звернути увагу на те, що антропогенні зміни

навколишнього середовища призводять не тільки до спрямованих змін загальних характеристик середовища (підвищення середньої температури, збільшення, або зменшення опадів), а й до трансформації патернів сезонної ритмічності ходу температур та опадів. Гідрокліматичні зміни, такі як динаміка опадів та сезонний хід температур представляють особливості клімату в межах басейну річки (Mbungu et al., 2012; Ouarda et al., 2014). Саме дослідження реакції фенології риб, а саме нересту, на цілісні патерни кліматичних умов, представляють особливий інтерес.

Мега дослідження – встановити закономірності залежності подій нересту срібного карася *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) від температури води в умовах природного заповідника «Дніпровсько-Орільський».

Матеріали та методи досліджень. Матеріали, що склали основу роботи, були зібрані на акваторії заповідника в 1997–2018 рр. з урахуванням типології водойм. Відбір проб проводився стан-

дартним набором знарядь лову (ставні сітки з вічком від 30 до 90 мм) на різних ділянках водойм заповідника. Усі роботи, пов'язані з виловленням риб із природних водойм заповідника, проводились згідно з чинними нормативами та інструкціями за стандартними іхтіологічними методами. Під час проведення досліджень проводився повний або неповний біологічний аналіз риб. Визначалися вид, розмір, вага, стать, стадія зрілості статевих продуктів, відбиралися проби на визначення віку та плодючості. Визначення стадії зрілості статевих продуктів фактично давали змогу відстежувати фенологічних дат початку нересту риб окремих видів. Всі дані заносилися в спеціальний журнал. Додатково відстежувалися погодні явища, коливання рівня води та визначалася температура води. Крім того, для отримання даних щодо характеристики нересту та його інтенсивності у риб проводяться візуальні спостереження та планові об'їзди нерестових угідь і через кожних 20, 50,

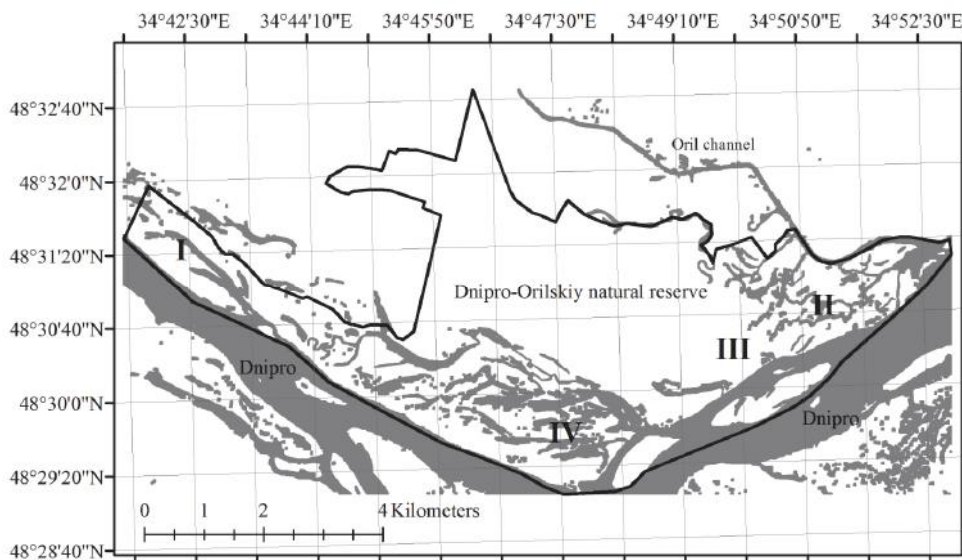


Рис. 1. Карта природного заповіднику «Дніпровсько-Орільський» та локації нересту: – Миколаївського уступ; II – Обухівська заплава, гирло р. Оріль; III – русло р. Дніпро; IV – Таромський уступ

100 м розглядається рослинність і відшукується ікра риб. Якщо ікра знайдена, місце її знаходження детально описується. Вказується назва водоймища, глибина, температура води, час дня, яка рослинність і чи багато ікри. Відомості про нерест риб зібрано у наступних локаціях: водойми системи Миколаївського уступу, водойми системи р. Проточ та Обухівська заплава, річишна частина Дніпра, водойми системи Таромського уступу (рис. 1).

Вимірювання температури води проводили у момент фіксації початку нересту відповідного виду риб у водоймі. Вимірювання температури води проводили в 12–13 годин дня. Дані вимірювання температури води зіставили з відомостями про середньодобову температуру повітря за даними метеостанції (м. Дніпро). Між температурою повітря і температурою води існують залежності, які мають свої особливості у залежності від типу водойми. Ці залежності описані логістичним рівнянням вигляду:

$$Y = \frac{A}{1 + \exp(b \cdot (x - C))},$$

де Y – температура води, x – температура повітря, A , b , C – коефіцієнти регресії. На підставі отриманих регресій екстрапольований хід температур водойм за перше півріччя кожного року досліджень.

Результати дослідження та їх обговорення. Між температурою повітря і температурою води існують залежності, які мають свої особливості в залежності від типу водойми (рис. 2). Патерн ходу температур в водоймах у першому півріччі має характерний вигляд. Специфіка кожної водойми оцінена як залишки регресійної моделі з трендом мінливості температури протягом першого півріччя як предиктор.

Для водойм в області Миколаївського уступу характерною особливістю є різке зростання температур в період з другої половини березня до другої половини квітня (рис. 2, А). Для водойм в Обухівських

плавнях характерно уповільнене збільшення температури в порівнянні із загальним трендом у весняний період (рис. 2, В). Також слід зазначити вкрай варіабельний характер температурного режиму, що робить складним виділення стійких патернів. Очевидно, що природна варіабельність гідрологічного режиму цієї ділянки ускладнюється Орільським каналом, який має антропогенне походження. У річищі Дніпра відзначається уповільнене потепління води на початку весни, що відбивається як значне негативне відхилення від загального тренду (рис. 2, С). Починаючи з другої половини квітня відбувається інтенсивне прогрівання води в р. Дніпро та в літній період вода в річці виявляється теплішою, ніж в озерах. Більш прохолодна вода в озерній системі ймовірно обумовлена підживленням її більш холодними ґрунтовими водами та більшою поверхнею, яка вкрита рослинним покривом. Рослини створюють велику поверхню, через яку відбувається випаровування води і тепловіддача.

Нерест *Carassius gibelio* в 95 % випадків відбувається на 113–139 добу кожного року (в середньому це відбувається на 125 добу) (табл. 1).

За період досліджень терміни нересту стали раніше, про що свідчить статистично вірогідний негативний коефіцієнт кореляції між часом початку нересту і порядковим номером року нересту ($r = -0.24$, $p = 0.03$). Розподіл часу початку нересту асиметричне зі зсувом розподілу вліво. Для розподілу характерний статистично вірогідний негативний ексцес, що також свідчить про пріоритет нересту в більш ранні терміни. Нерест в 95 % випадків закінчується на 134–160 добу від початку року. Закінчення нересту також має тенденцію до зсуву на більш ранній період протягом періоду досліджень ($r = -0.25$, $p = 0.02$). Розподіл симетричний і без значущого ексцесу. Нерест у 95 % випадків триває 9–33 діб. Тривалість нересту нелінійно

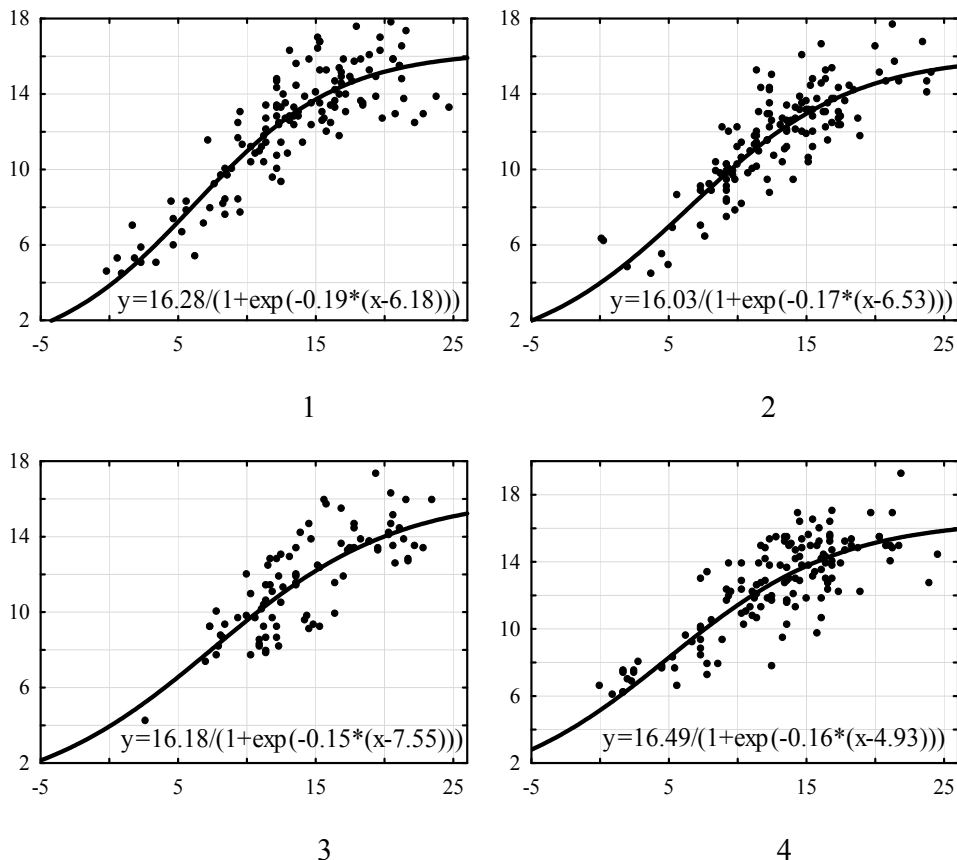


Рис. 2. Залежність температури води в водоймах (вісь ординат, °C) від середньодобової температури повітря за даними метеостанції (вісь абсцис, °C): 1 – Миколаївський уступ; 2 – Обухівські плавні, гирло р. Оріль; 3 – русло р. Дніпро; 4 – Таромський уступ

Описові статистики характеристик нересту *Carassius gibelio* у період 1997 – 2018 рр. (N = 84)

Характеристика нересту	Середнє значення (M ± m)	Персентиль		Асиметрія ± m	Експес ± m
		2,5 %	97,5 %		
Початок (дів від початку року)	125,58 ± 1,07	113	139	0,36 ± 0,26	-0,94 ± 0,52
Кінець (дів від початку року)	146,87 ± 0,86	134	160	0,20±0,26	-0,54 ± 0,52
Тривалість (дів)	21,29 ± 0,78	9	33	0,16±0,26	-0,06 ± 0,52
Температура води на початку нересту (°C)	13,51 ± 0,13	11,5	15,5	0,16±0,26	-0,23 ± 0,52
Кумулятивна температура протягом нересту (°C)	252,10 ± 6,45	165,6	361,4	0,09±0,26	-0,96 ± 0,52

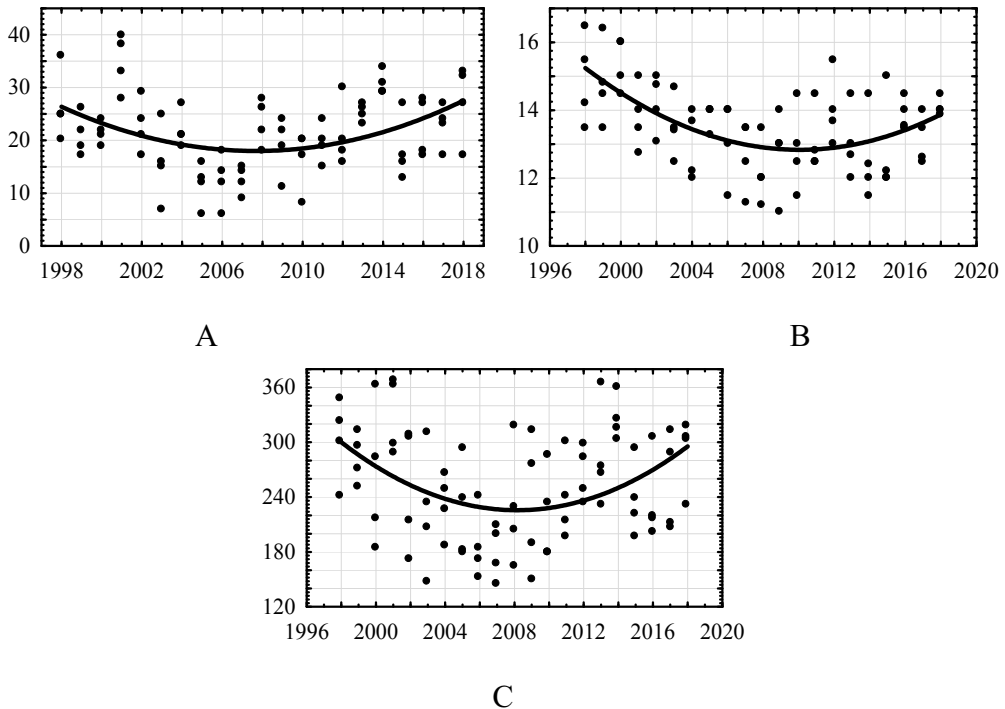


Рис. 3. Тренди мінливості характеристик нересту *Carassius gibelio* у часі: ось абсцис – послідовність років, ось ординат: А – тривалість нересту, доби, В – температура води у момент початку нересту; С – кумулятивна температура протягом періоду нересту

змінювалася протягом періоду досліджень (рис. 3, А). Локальний мінімум тривалості нересту відзначений у 2004 – 2008 рр. Розподіл тривалості нересту симетричний і без ексцесу.

Нерест *Carassius gibelio* в 95 % випадків починається при температурі 11,5–15,5 °С. Цей показник схильний до нелінійного тренду в часі з локальним мінімумом в період у 2008 – 2010 рр. (рис. 3, В). Кумулятивна температура протягом нересту в 95 % випадків знаходиться в діапазоні від 165,6 до 361,4 °С. Цей показник нелінійно змінювався протягом періоду дослідження (рис. 3, С). Його мінімум встановлений у період 2006 – 2009 рр.

Висновки та перспективи. Залежність між температурою води та температурою атмосферного повітря може бути описана за допомогою логістичного рівняння. Така

залежність дозволяє встановити особливості температурного режиму конкретного водоймища та робити оцінювання перебігу температурного режиму водоймищ на основі метеоспостережень стаціонарних станцій. Нерест *Carassius gibelio* в 95 % випадків починається при температурі 11,5–15,5 °С. Нелінійний характер змін у часі протягом періоду досліджень як температури початку нересту так і кумулятивної температури протягом нересту вказує на те, що ймовірний вплив глобального потепління клімату не є найголовнішим фактором динаміки фенології нересту карася срібного. У якості перспектив досліджень слід розглядати необхідність з'ясувати вплив на події нересту динаміки температур та опадів за більш широкий діапазон часу – у межах від часу попереднього нересту до кінця нересту в поточному році.

References

1. Alavi, S.M.H., Cosson, J. (2005). Sperm motility in fishes. I. Effects of temperature and pH: A review. *Cell Biology International*, 29 (2), 101–110. doi: 10.1016/j.cellbi.2004.11.021
2. Baker, J.R. (1938). The evolution of breeding seasons. In: de Beer GR, editor. *Evolution: Essays on Aspects of Evolutionary Biology*. Oxford, UK: Clarendon Press. 161–177.
3. Billard, R., Breton, B., Fostier, A., Jalabert, B., Weil, C. (1978). Endocrine control of the teleost reproductive cycle and its relation to external factors: salmonid and cyprinid models. In: P.J. Gaillard, H. H. Boer (eds), *Comparative Endocrinology*. Elsevier/North Holland Biomedical Press, Amsterdam, 37–47.
4. Blenckner, T. (2001). Climate Related Impacts on a Lake. From Physics to Biology. *Acta Universitatis Upsaliensis. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology*, 674, 37.
5. Bondarev, D. L., Zhukov, O. V. (2017). Phenology of the white bream (*Blicca bjoerkna*) spawning in natural reserve "Dnieper-Orylskiy" in dependence from seasonal temperature dynamic. *Biosystems Diversity*, 25(2), 67–73. doi:10.15421/011710
6. Bondarev, D., Kunah, O., Zhukov, O. (2018). Assessment of the impact of seasonal patterns climatic conditions on spawning events of the white bream *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758) in astronomical and biological time. *Acta Biologica Sibirica*, 4 (2), 48–64. <http://dx.doi.org/10.14258/abs.v3i3.2184>
7. Bradshaw, W.E., Holzapfel, C.M. (2007). Evolution of animal photoperiodism. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 38, 1–25. doi:10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110115
8. Bradshaw, W.E., Holzapfel, C.M. (2010). Light, time, and the physiology of biotic response to rapid climate change in animals. *Annu. Rev. Physiol.*, 72, 149–166. (doi:10.1146/annurev-physiol-021909-135837)
9. Breton, B., Horoszewicz, L., Billard, R., Bieniarz, K. (1980). Temperature and reproduction in tench: Effect of a rise in the annual temperature regime on gonadotropin level, gametogenesis and spawning. I. The male. *Reproduction Nutrition Development*, 20 (1A), 105–118. doi: 10.1051/rnd:19800106
10. Brett, J.R. (1979). Environmental factors and growth. Pp. 599–675. In: Hoar W.S., Randall D.J., Brett J.R. (eds.) *Fish physiology*. Vol. 8. Bioenergetics and growth. Academic Press, New York, NY, USA.
11. Domagała J., Kirczuk L., Pilecka-Rapacz M. (2013). Annual development cycle of gonads of Eurasian ruffe (*Gymnocephalus cernuus* L.) females from lower Odra River sections differing in the influence of cooling water. *Journal of Freshwater Ecology*, 28(3): 423–437. doi: 10.1080/02705060.2013.777855
12. Edwards, M., Richardson, A.J. (2004). Impact of climate change on marine pelagic phenology and trophic mismatch. *Nature*, 430, 881–884.
13. Forrest J, Miller-Rushing AJ. (2010). Toward a synthetic understanding of the role of phenology in ecology and evolution. *Phil. Trans. R. Soc.*, B365, 3101–3112. doi:10.1098/rstb.2010.0145
14. Foster, R.G., Kreitzman, L. (2009). *Seasons of life: the biological rhythms that enable living things to thrive and survive*. New Haven, CT: Yale University Press.
15. Gwinner, E. (1981). Annual Rhythms: Perspective. In: Aschoff J. (eds) *Biological Rhythms*. Springer, Boston, MA, 381–389. doi.org/10.1007/978-1-4615-6552-9_20
16. Helm, B., Ben-Shlomo, R., Sheriff, M.J., Hut, R.A., Foster, R., Barnes, B.M., Dominoni, D. (2013). Annual rhythms that underlie phenology: biological time-keeping meets environmental change. *Proc R Soc B*, 280, 20130016. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2013.0016>
17. Herzig, A., Winkler, H. (1986). The influence of temperature on the embryonic development of three cyprinid fishes, *Abramis brama*, *Chalcalburnus chalcoides* mento and *Vimba vimba*. *Journal of Fish Biology*, 28 (2), 171–181.
18. Jafri, S.I.H. (1989). The effects of photoperiod and temperature manipulation on reproduction in the roach *Rutilus rutilus* (L.) (Teleostei). *Pakistan Journal of Zoology*, 21 (4), 289–299.
19. Jobling, M. (2003). The thermal growth coefficient (TGC) model of fish growth: A cautionary note. *Aquaculture Research*, 34(7), 581–584. DOI: 10.1046/j.1365-2109.2003.00859.x
20. Kryzhanovskiy, S. G. (1949). *Ekologo-morfologicheskie zakonomernosti razvitiya karovyih, vyunovyih i somovyih ryib* [Ecological and morphological patterns of development of carps, loaches and catfish]. *Tr.in-ta morfologii zhivotnykh AN SSSR*, 1, 5–332 (in Russian).
21. Lahnsteiner, F., Mansour, N. (2012). The effect of temperature on sperm motility and enzymatic activity in brown trout *Salmo trutta*, burbot *Lota lota* and grayling *Thymallus thymallus*. *Journal of Fish Biology*, 81 (1), 197–209. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2012.03323.x

22. Mbungu, W., Ntegeka, V., Kahimba, F.C.; Taye, M.; Willems, P. (2012). Temporal and spatial variations in hydro-climatic extremes in the Lake Victoria basin. *Phys. Chem. Earth*, 50–52, 24–33.
23. McCarty, J. (2001). Ecological consequences of recent climate change. *Conserv Biol.*, 15, 320–331.
24. Noges, P., Jarvet, A. (2005). Climate driven changes in the spawning of roach (*Rutilus rutilus* (L.)) and bream (*Abramis brama* (L.)) in the Estonian part of the Narva River basin. *Boreal Environment Research*, 10 (1), 45–55.
25. Ouarda, T.B.M.J., Charron, C., Kumar, K.N., Marpu, P.R., Ghedira, H., Molini, A., Kayal, I. (2014). Evolution of the rainfall regime in the United Arab Emirates. *J. Hydrol.*, 514, 258–270.
26. Sandström, O., Neuman, E., Thoresson, G. (1995). Effect of temperature on life history variables in perch. *Journal of Fish Biology*, 47(4), 652–670. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1995.tb01932.x
27. Schneider, K. N., Newman, R. M., Card, V., Weisberg, S. & Pereira, D. L. (2010). Timing of walleye spawning as an indicator of climate change. *Transactions of the American Fisheries Society*, 139, 1198–1210.
28. Thompson, A. L. (1950). Factors determining the breeding seasons of birds: an introductory review. *Ibis*, 92, 173–184.
29. Visser, M.E., Caro, S.P., van Oers, K., Schaper, S.V., Helm, B. (2010). Phenology, seasonal timing and circannual rhythms: towards a unified framework. *Phil. Trans. R. Soc. B365*, 3113–3127. doi:10.1098/rstb. 2010.0111

SUMMARY

M. P. Fedyushko, D. L. Bondarev. *Role of water temperature in formation of the silver carp carassius gibelio (bloch 1782) spawning phenology in the reservoirs of natural preserve "Dnieper-orelsky". Biological Resources and Nature Managment. 2019. 11, №3–4. P.97–105. <https://doi.org/10.31548/bio2019.03.011>*

Abstract. The patterns are established phenology spawning goldfish *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) on the water temperature in a natural reserve "Dneprowsko-Orelsky". Materials, which formed the basis of work, have been collected in the reserve area in 1997-2018. Information on the spawning fish are collected in four locations: ponds system Nicholas ledge river system reservoirs. Inst and Obukhovskaya floodplain of the Dnieper river bed, water system Taroamske ledge. Water temperature The measurement was performed at the time of locking start of spawning appropriate species of fish in the pond. water temperature measurement was conducted in 12-13 hours of the day. These water temperature measurements were compared with the data about the average air temperature according to the weather station (g Dnepr). There are dependencies between the air temperature and water temperature, that have their own characteristics in different types of reservoirs. These relationships are described logistic equation. Spawning of *Carassius gibelio* in 95% of cases occur in the 113-139 hours each year (on average takes 125 day). Spawning *Carassius gibelio* in 95% of cases starts at 11.5-15.5°S. This figure is subject to a non-linear trend in time with a local minimum in the period of 2008-2010. The non-linear nature of time changes during the study period as the temperature of the

onset of spawning and cumulative temperature for spawning indicates that the likely impact of global warming is not a major factor in the dynamics of the silver carp spawning phenology. Spawning of *Carassius gibelio* in 95% of cases occur in the 113-139 hours each year (on average takes 125 day). Spawning *Carassius gibelio* in 95% of cases starts at 11.5-15.5°S. This figure is subject to a non-linear trend in time with a local minimum in the period of 2008-2010. The non-linear nature of time changes during the study period as the temperature of the onset of spawning and cumulative temperature for spawning indicates that the likely impact of global warming is not a major factor in the dynamics of the silver carp spawning phenology.

Keywords: spawning, carp silver, temperature, phenology, global warming

АННОТАЦІЯ

М. П. Федюшко, Д. Л. Бондарев. Роль температуры воды в формировании фенологии нереста карася серебряного *carassius gibelio* (bloch 1782) в водоемах природного заповедника «Днепроовско-орельский». Биоресурсы и природопользование. 2019. **II**, №3–4. Р.97–105. <https://doi.org/10.31548/bio2019.03.011>

Аннотация. В работе установлены закономерности фенологии нереста серебряного карася *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) от температуры воды в условиях природного заповедника «Днепроовско-Орельский». Материалы, которые легли основу работы, были собраны на акватории заповедника в 1997 – 2018 гг. Сведения о нересте рыб собраны в четырех локациях: водоемы системы Николаевского уступа, водоемы системы р. Проточь и Обуховская пойма, русловая часть Днепра, водоемы системы Таромского уступа. Измерение температуры воды проводили в момент фиксации начала нереста соответствующего вида рыб в водоеме. Измерение температуры воды проводили в 12–13 часов дня. Данные измерения температуры воды сопоставили с данными о среднесуточной температуре воздуха по данным метеостанции (г. Днепр). Между температурой воздуха и температурой воды существу-

ют зависимости, которые имеют свои особенности в различных типах водоемов. Эти зависимости описаны логистическим уравнением. Нерест *Carassius gibelio* в 95 % случаев происходит на 113–139 сутки каждый год (в среднем это происходит на 125 день). Нерест *Carassius gibelio* в 95 % случаев начинается при температуре 11,5 – 15,5 °С. Этот показатель подвержен нелинейному тренду во времени с локальным минимумом в период в 2008 – 2010 гг. Нелинейный характер изменений во времени в течение периода исследований как температуры начала нереста, так и кумулятивной температуры в течение нереста указывает на то, что вероятное влияние глобального потепления климата не является главным фактором динамики фенологии нереста карася серебряного.

Ключевые слова: нерест, карась серебряный, температура, фенология, глобальное потепление

Отримано 09.05.2019 р.