

РОЗДІЛ II

Зоологія

УДК 597.55:591.111.1

Ярослав Омельковець

Порівняльно-морфологічне дослідження еритроцитів форелі струмкової, лина та сома звичайного

Досліджено еритроцити лина (*Tinca tinca* L.), сома звичайного (*Silurus glanis* L.) та форелі струмкової (*Salmo trutta* L.). Наведено відмінності щодо розмірів червонокривців, їх щільності, ядерно-цитоплазматичного співвідношення й умісту гемоглобіну в крові вищеназваних видів.

Ключові слова: риби, кров, еритроцити, гемоглобін.

Постановка наукової проблеми та її значення. Ступінь організації хребетних значною мірою визначається складністю будови та ефективністю функціонування їхньої кровоносної системи. Найважливіший складник останньої – кров – тканина з вираженими трофічними та захисними функціями, вивчення якої має важливе теоретичне й практичне значення.

Згідно з теорією паралелізму тканинних структур А. А. Заварзіна [3], тканини розвиваються не дивергентно, а в одному напрямі, відповідно до загального для кожного типу тканин функціонального завдання. Це стосується й крові. Тому вивчення ідіоадаптацій на рівні крові як тканини, які уможливають мешкання у воді з різним умістом кисню представників *Pisces*, є актуальним у загальнобіологічному, еколого-морфологічному, еволюційно-морфологічному та медико-ветеринарному аспектах.

Аналіз дослідження цієї проблеми. Більшість наукових праць із дослідження крові риб розкриває особливості їхньої лейкоцитарної формули, що, безперечно, є актуальним у плані діагностики захворювань цих тварин і має важливе практичне значення. Серед них потрібно насамперед назвати «Атлас клеток крови рыб» Н. Т. Іванової [3], у якому подано детальний опис лейкоцитів низки прісноводних видів.

У значній кількості праць досліджено імунітет риб, серед них потрібно назвати монографії В. І. Лук'яненка [5; 6]. Активність В- та Т-лімфоцитів у крові імунізованих коропів вивчав Е. В. Компанець [4]. Дані про сезонну фагоцитарну активність еритроцитів і лейкоцитів сазана наведено в статті С. Д. Чернявського, М. З. Федорова, Є. В. Масленнікова [10]. Морфологічні особливості лейкоцитів та тромбоцитів коропа, білого амура, товстолобика й щуки відображено в публікації Я. А. Омельковця, К. А. Сологор і В.-В. В. Ціхоцької [7].

Водночас відмінності в будові еритроцитів риб, що належать до різних екологічних груп, залишаються малодослідженими, а наявні дані стосуються лише окремих представників іхтіофауни [8].

Мета й завдання статті. Мета роботи – проведення порівняльного дослідження еритроцитів лімнофільних (лин, сом звичайний) та реофільних (форель струмкова) видів риб, які відрізняються за потребою в кисні й руховою активністю. Відповідно до мети поставлено такі **завдання:** визначити розміри еритроцитів і їхніх ядер та встановити ядерно-цитоплазматичне співвідношення в червонокривцях форелі струмкової, лина, сома звичайного; обчислити щільність еритроцитів і вміст гемоглобіну в крові вищеназваних видів; визначити лейкоцитарну формулу об'єктів дослідження; зробити спробу трактування виявлених відмінностей в еколого-морфологічному аспекті.

Матеріали та методи. Досліджували кров форелі струмкової (*Salmo trutta* L.) – сім екземплярів, лина (*Tinca tinca* L.) – дев'ять екземплярів, сома звичайного (*Silurus glanis* L.) – сім екземплярів. **Матеріалом** для дослідження слугували мазки крові риб вищеназваних видів (по п'ять мазків із

крові кожної досліджуваної особини). Виготовлення мазків проводили згідно із загальноприйнятими методиками [9]. Фарбування мазків здійснювали за Д. Л. Романовським сумішшю основних (азур II) і кислих (водорозчинний жовтий еозин) барвників [9].

Для визначення вмісту гемоглобіну й щільності еритроцитів кров брали за допомогою шприца зі шлуночка серця. Уміст гемоглобіну встановлювали за допомогою фотоелектрокалориметра (КФК-3). Щільність еритроцитів визначали за допомогою мікроскопа «БЮЛАМ – Р-15» та камери Горяєва.

Об'єм еритроцитів і їхніх ядер обраховували за формулою об'єму еліпсоїда обертання:

$$V = \frac{\pi}{6} a v^2,$$

де a – поздовжній діаметр клітини чи її ядра, v – поперечний діаметр клітини чи ядра [1]. Ядерно-цитоплазматичне співвідношення еритроцитів визначали за формулою:

$$\text{ЯЦО} = \frac{V_{\text{я}}}{V_{\text{ц}}},$$

де $V_{\text{я}}$ – об'єм ядра, $V_{\text{ц}}$ – об'єм цитоплазми, обчислений за формулою:

$$V_{\text{ц}} = V_{\text{е}} - V_{\text{я}}.$$

Вимірювання лінійних розмірів формених елементів крові здійснювали за допомогою гвинтового окулярного мікрометра МОВ-1-16. Ціну поділки шкали барабана окулярного гвинтового мікрометра визначали за допомогою об'єкт-мікрометра.

Математичну обробку даних виконували, застосовуючи програму «Excel-2007», на ПК «Acer aspire 5542g».

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Еритроцити форелі струмкової та сома звичайного мають форму витягнутого сфероїда (рис. 1; 3).

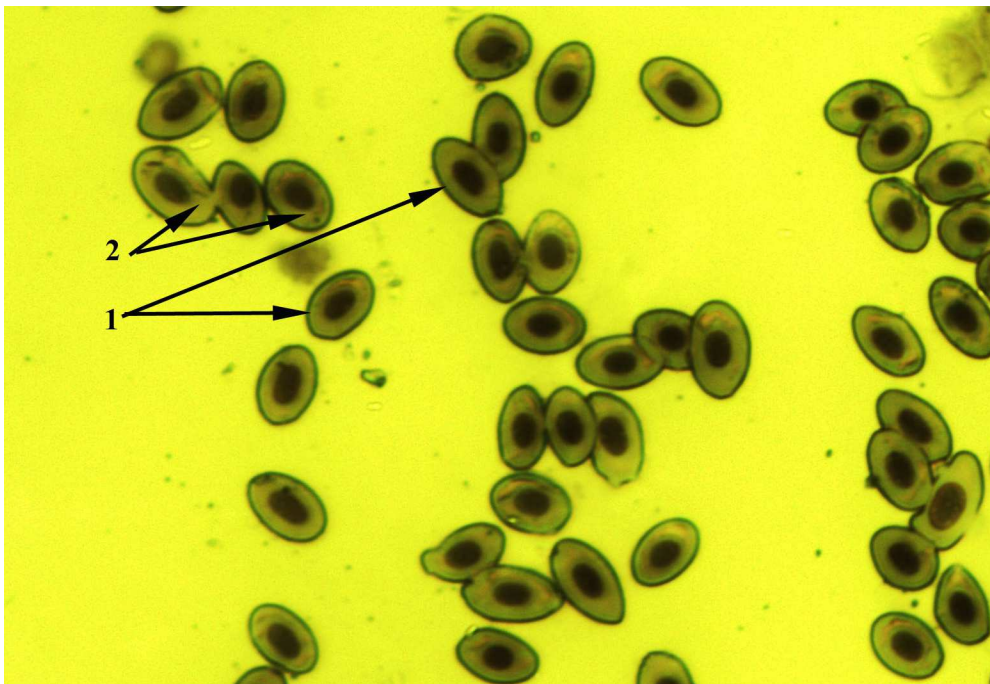


Рис. 1. Еритроцити форелі струмкової: 1 – еритроцити; 2 – «монетні стовпчики» ($\times 1000$)

Форма окремих еритроцитів відрізняється від овальної, що вказує на їхню здатність змінювати форму, а також на наявність у кров'яному руслі молодих еритроцитів [16; 31]. Більшість еритроцитів лина при візуальній оцінці видаються кулястими (рис. 2), хоча, як засвідчують дані морфометричних досліджень (табл. 1), це все ж таки витягнутий сфероїд. Ядра червонокрівців досліджуваних тварин також мають вигляд витягнутого сфероїда, вони розміщуються вздовж поздовжньої осі клітини (рис. 1–3).

У свіжих мазках крові трапляються групи еритроцитів, які з'єдналися боковими поверхнями – «монетні стовпчики» (рис. 1). Вони нараховують, зазвичай, 3–5 клітин.

Максимальний поздовжній діаметр еритроцита, зафіксований нами у форелі струмкової, становить 16,6 мкм, а мінімальний – 10,8 мкм, поперечний – відповідно, 11,2 і 9,4 мкм. Об'єм червоних клітин крові коливається в межах від 526,6 мкм³ до 932,0 мкм³ (табл. 1).

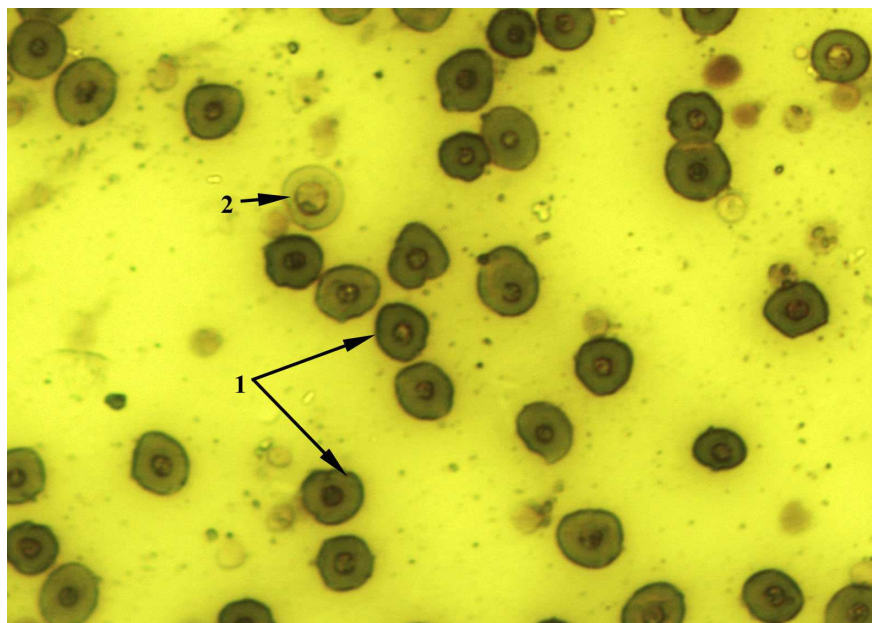


Рис. 2. Формені елементи крові лина: 1 – еритроцити; 2 – лейкоцит ($\times 1000$)

Поздовжній діаметр найбільших еритроцитів лина сягає 14,9 мкм³, а найменших – 9,6 мкм³. Поперечний діаметр цих клітин варіює в межах 9,2–11,2 мкм. Значні варіації простежено також в об'ємі червоних кров'яних тілець (442,6–914,6 мкм³).

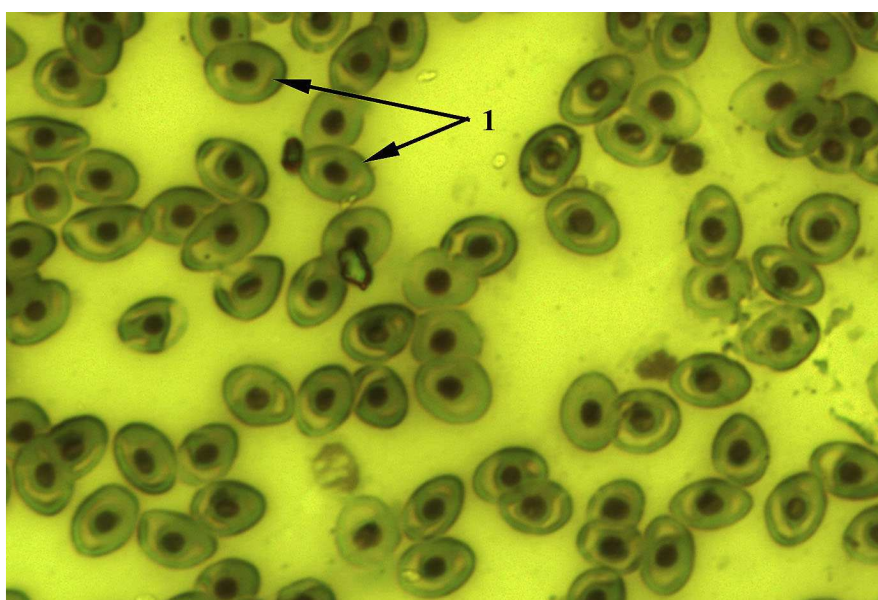


Рис. 3. Еритроцити сома звичайного ($\times 1000$)

Серед еритроцитів сома звичайного окремі клітини мають поздовжній діаметр 15,4 мкм і досягають об'єму 758,2 мкм³. Трапляються й значно дрібніші червонокривці, поздовжній діаметр яких – 12,4 мкм, а об'єм – 516,8 мкм³ (табл. 1). Отже, отримані результати засвідчують, що в крові досліджуваних видів риб простежуємо анізоцитоз, тобто наявні еритроцити, що значно відрізняються за

Таблиця 1

Морфометричні показники еритроцитів досліджуваних тварин ($p \leq 0,05$)

| Еритроцити | Форель струмкова n=20 | Лин n=20 | Сом звичайний n=20 |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------|
| a (мкм)* | | | |
| min | 10,8 | 9,6 | 12,4 |
| max | 16,6 | 14,9 | 15,4 |
| M±m | 14,3±0,49 | 11,9±0,49 | 13,2±0,28 |
| b (мкм) | | | |
| min | 9,4 | 9,2 | 8,9 |
| max | 11,2 | 11,2 | 10,5 |
| M±m | 10,1±0,20 | 10,1±0,23 | 9,6±0,17 |
| I (a/b) | 1,41 | 1,19 | 1,37 |
| Вклітини (мкм³) | | | |
| min | 526,6 | 442,6 | 516,8 |
| max | 932,0 | 914,6 | 758,2 |
| M±m | 781,5±3,53 | 643,8±4,04 | 639,8±2,61 |
| a' (мкм) | | | |
| min | 5,76 | 4,2 | 5,6 |
| max | 7,056 | 4,9 | 7,5 |
| M±m | 6,422±0,37 | 4,6±0,07 | 6,4±0,15 |
| b' (мкм) | | | |
| min | 4,1 | 3,5 | 4,7 |
| max | 4,896 | 4,6 | 6,5 |
| M±m | 4,5±0,12 | 4,1±0,11 | 5,4 |
| Вядра (мкм³) | | | |
| min | 9, | 27,9 | 71,5 |
| max | 84,9 | 51,23 | 124,1 |
| M±m | 69,4±2,26 | 40,5±1,17 | 94,8±2,84 |

* a, b – позовжній та поперечний діаметри клітини; I (a/b) – співвідношення позовжнього та поперечного діаметрів еритроцита; зростання цього показника вказує на збільшення відносної площі поверхні; a', b' – позовжній та поперечний діаметр ядра клітини.

розмірами. Найбільшу різницю в розмірах червонокривців зафіксовано в лина. У цього виду максимальний об'єм еритроцитів перевищує мінімальний у 2,1 раза, тоді як у форелі та сома – відповідно, в 1,7 та 1,5 раза.

Середній об'єм еритроцитів зменшується в такому порядку: форель струмкова, лин, сом звичайний (рис. 4; табл. 1).

Відомо, що площа поверхні витягнутого сфероїда перевищує площу кулі такого ж об'єму. Тому чим витягнутішим буде еритроцит, тим більша площа поверхні, яка припадає на одиницю об'єму й через яку дифундує кисень.

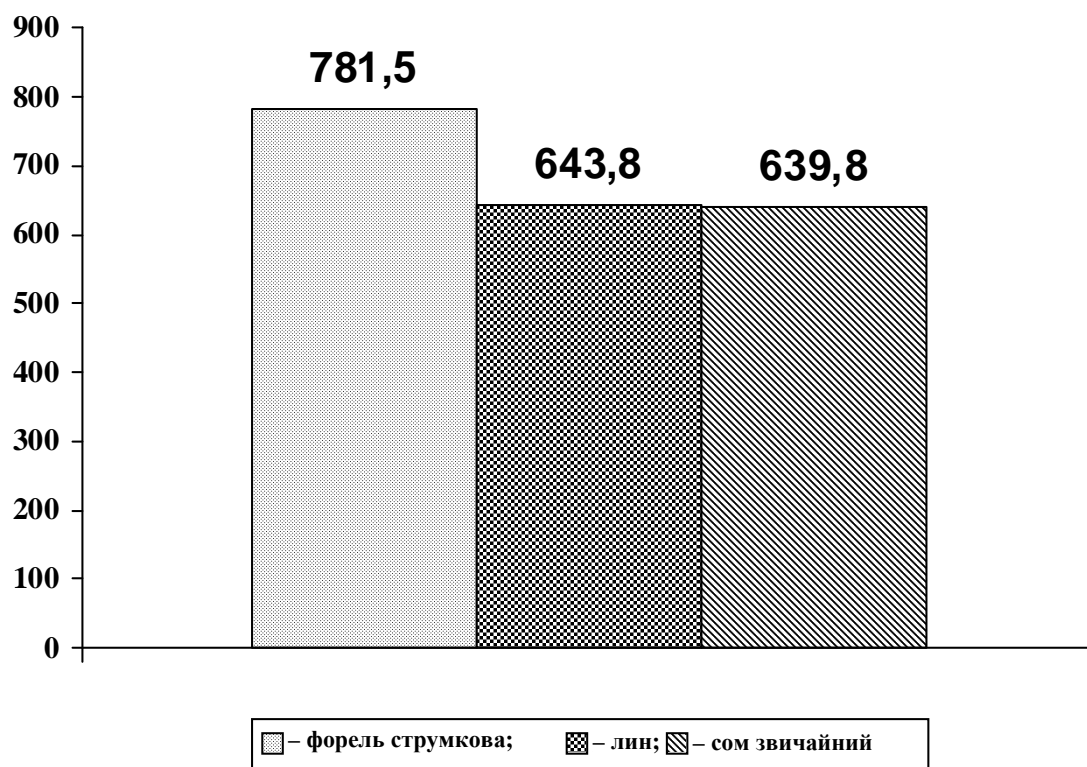


Рис. 4. Об'єм еритроцитів досліджуваних тварин (мкм³)

Отримані результати засвідчують, що відносна площа поверхні еритроцитів досліджуваних тварин зростає в такому порядку: лин, сом звичайний, форель струмкова (табл. 1).

Ядерно-цитоплазматичне співвідношення зменшується в такому ряду тварин: сом звичайний, форель струмкова, лин (рис. 5).

Кількість еритроцитів в 1 мм³ крові в досліджуваних тварин не має істотних відмінностей (рис. 6). Максимальні значення цього показника простежено в лина.

Найбільший уміст гемоглобіну зафіксовано нами в крові форелі, а найменший – у сома звичайного (рис. 7).

Отримані результати дають підставу припустити, що вміст гемоглобіну в крові риб зростає в міру збільшення рухової активності (найменший цей показник у сома, а найбільший – у форелі). Оскільки щільність клітин у досліджуваних видів не має суттєвих відмінностей, то можна припустити, що це досягається збільшенням розмірів еритроцитів з одночасним зменшенням об'єму ядра. Тому в сома, який є найменш рухливим серед досліджуваних видів, – найбільше значення ядерно-цитоплазматичного співвідношення й найменші розміри еритроцитів.

У форелі струмкової еритроцити найбільші серед досліджуваних тварин, що разом із невеликими розмірами ядер забезпечує високий уміст гемоглобіну в крові. Потрібно зазначити, що площа поверхні еритроцитів у цього виду також найбільша. Цьому сприяють як максимальні абсолютні розміри червонокривців, так і те, що вони найбільш витягнуті, порівняно з еритроцитами сома та лина, а отже, мають найбільшу дифузну площу.

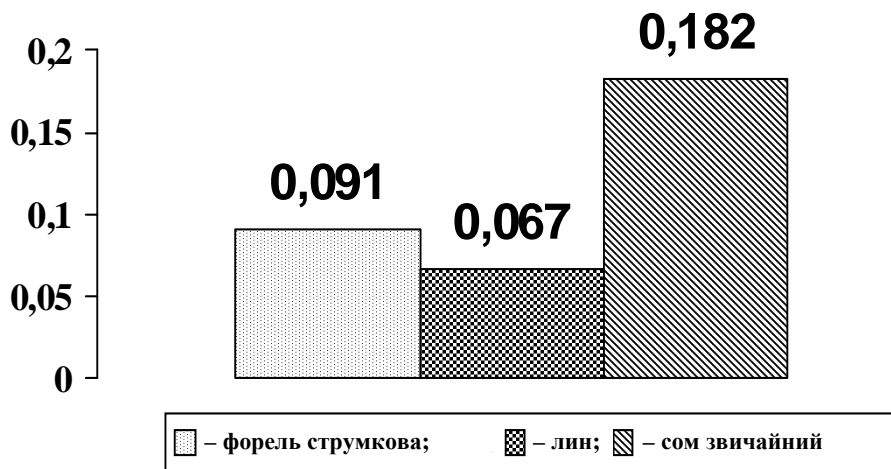


Рис. 5. Ядерно-цитоплазматичне співвідношення в еритроцитах досліджуваних видів

У лина вміст гемоглобіну в крові лише дещо нижчий, ніж у форелі. Це, на нашу думку, забезпечується найменшим серед досліджуваних тварин відносним об'ємом ядер еритроцитів (на що вказує мінімальне серед досліджуваних видів ядерно-цитоплазматичне співвідношення) та максимальною їх щільністю. Водночас дифузна площа поверхні еритроцита в нього незначна, адже червонокривці цього виду майже кулясті.

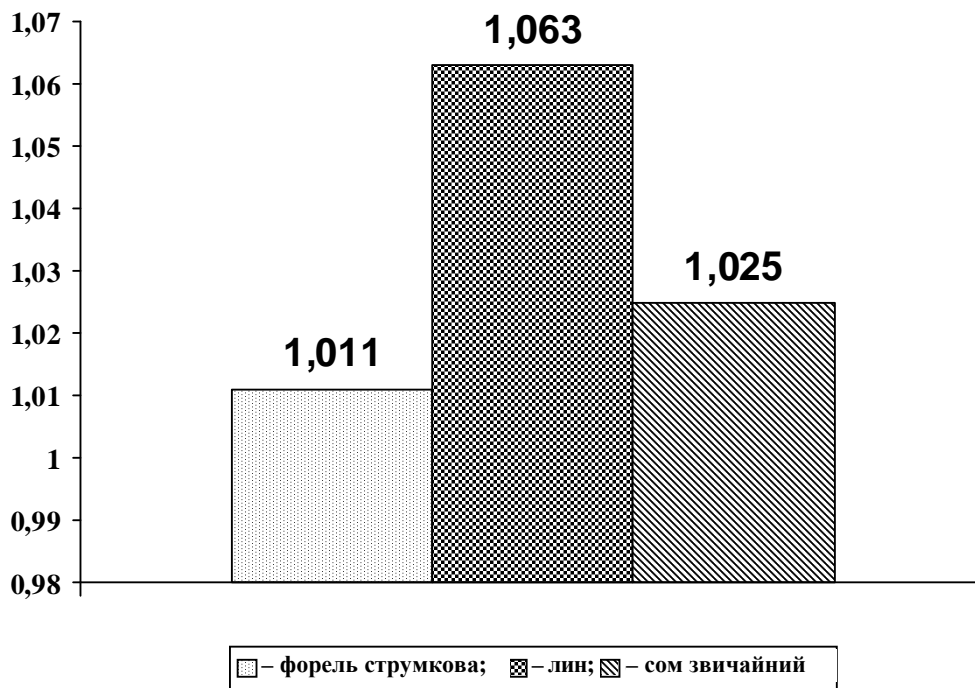


Рис. 6. Кількість еритроцитів (млн/л мм³) у крові досліджуваних тварин

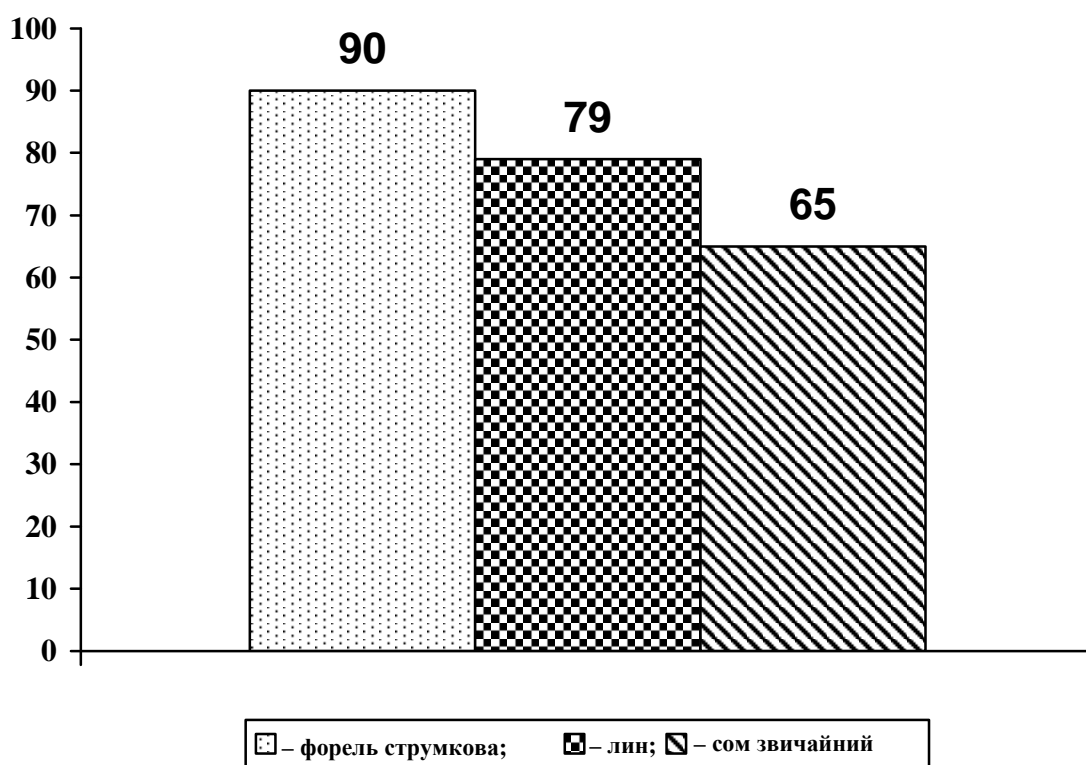


Рис. 7. Уміст гемоглобіну (г/л) в крові досліджуваних тварин

Висновки й перспективи подальшого дослідження. Уміст гемоглобіну в крові досліджуваних видів зростає в такій послідовності: сом звичайний, лин, форель струмкова. Оскільки щільність еритроцитів у крові об'єктів дослідження не має суттєвих відмінностей, то основними механізмами, які забезпечують зростання вмісту гемоглобіну, є зменшення розмірів ядер еритроцитів та збільшення об'єму цитоплазми. Отже, вища киснева ємність крові форелі струмкової (реофільний вид), порівняно з представниками лімнофільних (сом звичайний і лин), забезпечується більшими розмірами еритроцитів при порівняно незначних розмірах ядер цих клітин. Прогресивною ознакою червоних клітин крові форелі звичайної також потрібно вважати їх видовження, що забезпечує більшу дифузну площу. Здатність лина виживати в умовах дефіциту кисню пояснюється малою рухливістю й досить високим умістом гемоглобіну, який забезпечується найменшим серед досліджуваних видів ядерно-цитоплазматичним співвідношенням.

Джерела та література

1. Автандилов Г. Г. Морфометрия в патологии / Г. Г. Автандилов. – М. : Медицина, 1973. – 248 с.
2. Компанець Е. В. Активність лімфоцитів у крові імунізованих в черевну порожнину коропів в системі «паразит-господар» / Е. В. Компанець // Рибогосподарська наука України. – 2013. – № 2. – С. 76–82.
3. Заварзин А. А. Основы сравнительной гистологии / А. А. Заварзин. – Л. : Изд-во Ленинград. ун-та, 1985. – 400 с.
4. Иванова Н. Т. Атлас клеток крови рыб / Н. Т. Иванова. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 184 с.
5. Лукьяненко В. И. Иммунобиология рыб: врожденный иммунитет / В. И. Лукьяненко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1989. – 271 с.
6. Лукьяненко В. И. Иммунология рыб / В. И. Лукьяненко. – М. : Пищевая пром., 1971. – 364 с.
7. Омельковець Я. А. Морфологічне дослідження лейкоцитів та тромбоцитів промислових видів риб Волинської області / Я. А. Омельковець, К. А. Сологор, В.-В. В. Ціхоцька // Наука і освіта 2005 : матеріали VIII міжнар. наук.-практ. конф. – Дніпропетровськ, 2005. – С. 46–47.
8. Омельковець Я. А. Порівняльно-морфологічне дослідження формених елементів крові промислових видів риб Волинської області / Я. А. Омельковець, К. А. Сологор, В.-В. В. Ціхоцька // Природа

- західного Полісся та прилеглих територій : зб. наук. пр. – Луцьк : РВВ «Вежа» ВДУ ім. Лесі Українки, 2004. – 163–167.
9. Основы гистологии и гистологической техники / под. ред. В. Г. Елисева. – М. : Медицина, 1967. – 268 с.
10. Чернявских С. Д. Сезонные колебания показателей фагоцитоза эритроцитов и полиморфноядерных лейкоцитов позвоночных животных / С. Д. Чернявских, М. З. Федорова, Е. В. Масленникова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. – Серия «Естественные науки». – 2011. – Вып. 16. – № 15. – С. 68–72.

Омельковец Ярослав. Сравнительно-морфологическое исследование эритроцитов форели ручьевой, линя и сома обыкновенного. Исследованы гематологические показатели линя (*Tinca tinca* L.), сома обыкновенного (*Silurus glanis* L.) и форели ручьевой (*Salmo trutta* L.), которые принадлежат к разным экологическим группам рыб и отличаются локомоторной активностью, рационом и способами добывания пищи. Приведены различия в размерах эритроцитов, их плотности, ядерно-цитоплазматическом соотношении и содержании гемоглобина в крови вышеназванных видов. Установлено, что содержание гемоглобина в крови исследуемых видов увеличивается в такой последовательности: сом обыкновенный, линь, форель ручьевая. Поскольку плотность эритроцитов в крови объектов исследования не имеет существенных отличий, то основными механизмами, которые обеспечивают рост содержания гемоглобина, является уменьшение размеров ядер эритроцитов и увеличение объема их цитоплазмы. Прогрессивным признаком можно считать увеличение относительной площади красных клеток крови за счет их удлинения.

Ключевые слова: рыбы, кровь, эритроциты, гемоглобин.

Omelkovets' Yaroslav. Comparative Morphological Study of Erythrocytes of Brook Trout, Tench And Catfish. Hematology parameters of tench (*Tinca tinca* L.), catfish (*Silurus glanis* L.) and brook trout (*Salmo trutta* L.), which belong to different ecological groups of fish and different locomotor activity, diet and ways of obtaining food were studied. In the article were presents differences in the size of red blood cells, their density, nuclear-cytoplasmic ratio and the content of hemoglobin in the above-mentioned species. It was found that the hemoglobin content in the blood increases in the following sequence: catfish, tench, trout brook. Since the density of red blood cells, research subjects has no significant difference, the basic mechanisms that ensure the growth of hemoglobin, red blood cells reduce the size of the nuclei and an increase in their cytoplasm. Progressive can be considered a sign of an increase in the relative area of red blood cells due to their extension.

Key words: fish, blood, red blood cells, hemoglobin.

Стаття надійшла до редколегії 19.08.2016 р.

УДК 591.11:591.441:636.4

Оксана Дунаєвська

Особенности опорно-скоротливого аппарата селезінки хребетных тварин

На основі гістологічних досліджень встановлено морфометричні особливості опорно-скоротливого апарату селезінки хребетних тварин. З'ясовано, що в риб радіальні трабекули слабо розвинені, у жаби та ящірки вони відсутні. Опорно-скоротливий апарат займає від 3,02 до 13,64 % відносної площі селезінки. Найбільш розвинений він у коней, овець і свиней.

Ключові слова: селезінка, капсула, трабекули, колагенові й еластичні волокна.

Постановка наукової проблеми та її значення. Селезінка – паренхіматозний орган, утворений пульпою й сполучнотканинною стромою або опорно-скоротливим апаратом (ОСА). Паренхіма та строма являють собою єдине ціле. Сполучнотканинна строма надає органу відповідної форми, забезпечує тісний контакт між клітинами пульпи, створює сприятливе біологічне середовище, у якому паренхіматозні клітини здійснюють свої функції. Вона виконує опорну, фіксуючу й амортизуючу функції [1, с. 57; 2; 19, с. 240–241]. У стромі галузяться кровоносні судини, що забезпечує обмін речовин, доставку судинним руслом поживних речовин і транспорт продуктів метаболізму [2; 14]. Проте на сьогодні вивчення ОСА селезінки найчастіше проводять за впливу різноманітних чинників