

legally protected cenoses, animals' migration routes, territories being intact (in the natural state) or anthropologically transformed.

The suggested model employs the following spatial data concerning dominant types of natural forests and water territories, the system of legally protected territories and their connections to adjacent territories and objects.

We consider the segments of preserved natural biotopes and reserve objects to be the key natural territories within the discussed model. Eco-corridors (transition territories were chosen primarily on the basis of rivers' valleys and their respective components).

The model of Chernihiv regional ecological network encompasses the following basic elements: 19 key territories (6 of which are of national significance, 10 – of regional significance, 3- of local significance) and 29 eco-corridors (transition zones) (3 – of national significance, 19- of regional significance, 7 - of local significance).

*Key words: biological and landscape diversity, natural reserve territories, regional ecological network, key territory, ecological corridors, protection of regional biological diversity*

Рекомендує до друку

Надійшла 24.01.2017

В. В. Грубінко

УДК 504.45:612.118:597.55

М. О. КЛИМЕНКО, О. О. БЄДУНКОВА, В. С. ТРОЦЮК

Національний університет водного господарства та природокористування  
вул. Соборна, 11, Рівне, 33028

## **ВПЛИВ КОМБІНОВАНОГО ЗАБРУДНЕННЯ РІЧКИ ІКВА НА СТАБІЛЬНІСТЬ РОЗВИТКУ ПРЕДСТАВНИКІВ ІХТІОФАУНИ**

Вперше отримано дані про вплив гідрохімічних чинників на формування рівнів флуктуючої асиметрії риб на ділянках річки Іква в межах Рівненської області, що зазнають антропогенного впливу різної інтенсивності. Екологічна оцінка якості поверхневих вод річки, здійснена за 16 гідрохімічними показниками, свідчить про те, що впродовж 2011-2015 рр. сольовий склад коливався в межах I-II класів якості; трофо-сапробіологічні показники – в межах III-IV класів; специфічні показники токсичної дії – в межах II-III класів якості. Оцінені рівні флуктуючої асиметрії представників іхтіофауни річки показали, що найгіршу стабільність розвитку в межах репрезентативних створів мали особини верховодки, плітки та краснопірки (IV-V балив); дещо кращою виявилась стабільність розвитку особин окуня та ляща (II-III бали); стабільність розвитку карася виявилась найкращою (I-II бали). За результатами багатофакторного регресійного аналізу з'ясовано, що для різних екологічних груп риб діє індивідуальний складний і багатофакторний процес формування стабільності розвитку. При цьому, помічена загальна тенденція впливу спільної дії нітрогенвмісних речовин та іонів феруму і купруму на фоні погіршення кисневого режиму.

*Ключові слова: іхтіофауна, стабільність розвитку, якість води*

Стабільність розвитку риб є однією із найбільш загальних характеристик їх організмів, що підтримується за рахунок генетичної коадаптації при оптимальних умовах розвитку [11]: "... стабільність розвитку – це здатність організму до формування фенотипу без онтогенетичних порушень та помилок". Найбільш простим і доступним для широкого використання способом оцінки стабільності розвитку є визначення величини флуктуючої асиметрії (ФА) білатеральних морфологічних ознак, що є відхиленням від суворої білатеральної симетрії унаслідок недосконалості онтогенетичних процесів і проявляється в незначних неспрямованих відмінностях між сторонами(в межах норми реакції організму) [8, 11]. Підвищення ФА на

груповому рівні свідчить про дестабілізацію процесу розвитку в популяції, від стану якої у кінцевому випадку, залежить як збереження окремих видів, так і нормальне функціонування екосистеми в цілому [7, 10].

Дестабілізація розвитку зазвичай спостерігається на відносно низькому рівні порушень середовища, незалежних від незворотних змін у популяціях [8]. Це дозволяє використовувати ФА як неспецифічний індикатор навіть незначних відхилень параметрів середовища від фонового стану, які ще не призводять до суттєвого зниження життєздатності в популяції [1, 11].

Численні дослідження доводять, що рівень ФА представників іхтіофауни мінімальний у нормальних умовах природних водойм, але при появі будь-якого стресового фактору відчутно зростає [1, 2, 3, 7, 8, 10, 11]. Так, при оцінці впливу антропогенного навантаження на іхтіофауну р. Ішим проводився аналіз рівня ФА у вибірках плітки, ляща та окуня за п'ятьма меристичними ознаками [5]. Отримані результати засвідчили, що у особин, виловлених зі створів з мінімальним антропогенним навантаженням, стабільність розвитку особин була достовірно вищою, ніж у особин в межах уроекосистем. Найбільш помітно збільшувалась частка асиметричних особин у плітки, сягаючи різниці 68,8% між окремими створами, причому видовий склад та структура рибних угруповань не мали суттєвих відмінностей [5].

При аналізі вибірок бичказ р. Габес (Туніс), який зазнає на окремих ділянках хімічного забруднення різної інтенсивності, було з'ясовано, що найбільш показовою ознакою впливу негативного фактору є саме асиметрія меристичних ознак, при тому, що морфометричні ознаки не мали такої чутливості, що підтверджено статистичним аналізом щодо контролю [9].

Метою цієї роботи був аналіз рівнів ФА представників іхтіофауни на ділянках річки Іква в межах Рівненської області, що зазнають антропогенного впливу різної інтенсивності та з'ясування впливу гідрохімічних параметрів на формування стабільності розвитку риб.

### Матеріал і методи досліджень

Річка Іква належить до басейну р. Стир і є її правою притокою першого порядку. Загальна довжина водотоку 148,8 км. По території Рівненщини протікає 93 км (59,6% від загальної довжини водотоку). Заплава меліорована, лісистість 22%, заболоченість 1,7%. Характерна весняна повінь та низька літньо-осіння та зимова межень. Річка використовується для технічного та сільськогосподарського водопостачання.

Для досягнення поставленої мети, дослідження проводили в репрезентативних створах (табл. 1).

Таблиця 1

Розташування репрезентативних створів спостережень

№ створу	Адміністративне місцезнаходження пункту	Відстань від гирла, км	Обґрунтування необхідності досліджень
1	р. Іква, с. Сопанівчик, в межах села, на межі з Тернопільською обл.	80,5	Контрольний пункт на вході річки в Рівненську область
2	р. Іква, в межах села Іванне Дубенського р-ну, 3,2 км нижче скиду о/с КВП ВКГ «Дубновоканал»	39,6	Вплив стічних вод промислово-комунальних підприємств
3	р. Іква, в межах с. Торговиця Млинівського району, 1,5 км вище гирла	1,5	Контрольний пункт поблизу місця впадіння річки в р. Стир

### Результати досліджень та їх обговорення

Екологічну оцінку якості поверхневих вод річки проводили згідно методики [4], яка дозволяє на основі єдиних критеріїв порівнювати гідрохімічні параметри на різних ділянках водних об'єктів і полягає в обчисленні інтегрального індексу якості води ( $I_e$ ) як середньоарифметичного трьох блокових індексів:  $I_1$  – блок показників сольового складу: хлориди ( $Cl^-$ ), сульфати ( $SO_4^{2-}$ );  $I_2$  – блок трофо-сапробіологічних показників: азот амонійний ( $NH_4^+$ ), азот нітратний ( $NO_3^-$ ), азот нітритний ( $NO_2^-$ ), рН, фосфор фосфатів ( $PO_4$ ), завислі речовини ( $ЗР$ ), показник хімічного споживання кисню ( $ХСК$ ), показник біологічного споживання кисню ( $БСК_5$ );  $I_3$  – блок специфічних показників токсичної дії: залізо ( $Fe^{2+}$ ), мідь

( $Cu^{2+}$ ), марганець ( $Mn^{2+}$ ), цинк ( $Zn^{2+}$ ), фториди ( $F_2^-$ ). Розрахунок проводили згідно даних відділу аналітичного контролю Державного управління охорони навколишнього природного середовища в Рівненській області за 2011-2015 рр.

У відповідних репрезентативних створах проводились контрольні облови іхтіофауни р. Іква. Аналізували найбільш масові види різних екологічних груп: верховодка (*Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758)) – фітофіл, еврифаг; краснопірка (*Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758)) – лімнофітофіл, еврифаг; плітка (*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)) – лімно-фітофіл, еврифаг; карась сріблястий (*Carassius auratus gibelio* (Linnaeus, 1758)) – лімно-фітофіл, фітобентофаг; лящ (*Abramis brama* (Linnaeus, 1758)) – лімно-фітофіл, бентофаг; окунь річковий (*Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758)) – лімнофітофіл, іхтіобентофаг. Чисельність вибірок різних видів риб налічувала від 17 до 31 екземплярів.

Стабільність розвитку риб оцінювали за ФА білатеральних меристичних ознак: кількість променів у грудних (P) і черевних плавцях (V); кількість зябрових тичинок на першій зябровій дузі (*sp.br.*); кількість пелюсток у зябровій перетинці (*f.br.*); кількість лусок у бічній лінії (*jj.*); кількість лусок із сенсорними каналцями (*jj.sk.*); кількість рядів лусок над (*sq.u.1*) і під бічною лінією (*sq.u.2*); кількість лусок збоку хвостового плавця (*sq.u.pl*) [6]. Як показник асиметрії використовували середню частоту асиметричного прояву (ЧАП) на ознаку, яку розраховували як відношення числа ознак, що виявляють асиметрію, до загального числа врахованих ознак [3]. Оцінку відхилення стабільності розвитку від умовно нормального стану проводили згідно з шкалою Захарова-Чубінішвілі [3] (табл. 2).

Таблиця 2

Шкала для оцінки відхилень стану риб від умов норми [6]

Значення показника стабільності розвитку ЧАП	Бал	Якість середовища
< 0,30	I	- умовно нормальне
0,3 – 0,34	II	- початкові (незначні) відхилення від норми
0,35 – 0,39	III	- середній рівень відхилень від норми
0,40 – 0,44	IV	- суттєві (значні) відхилення від норми
0,45 та >	V	- критичний стан

Інтегральний екологічний індекс поверхневих вод р. Іква в межах с. Сопанівчик, що на межі з Тернопільською областю (створ №1), свідчить про II клас їх якості – стан «добрий», ступінь чистоти – «чиста». При цьому, з трьох блокових індексів найвищі значення категорій мав блок трофо-сапробіологічних показників, що згідно з даними 2015 р. сягав майже шостої категорії IV класу – стан «поганий», ступінь чистоти – «брудна». Блок специфічних речовин токсичної дії виявився незмінним в межах III класу. Блок показників сольового складу коливався в межах 1-2 категорій, що характеризує стан поверхневих вод як перехідний від I до II класу якості.

Нижче скиду з очисних споруд «Дубноводоканал» (створ № 2) інтегральний екологічний індекс якості поверхневих вод р. Іква відповідав впродовж 2011-2015 рр. II класу – стан «добрий», ступінь чистоти – «чиста». При цьому, блок трофо-сапробіологічних показників погіршився, змінивши 3,3 категорію II класу в 2011 р. на 4,4 категорію III класу у 2015 р. Аналогічно змінювалась якість поверхневих вод і за блоком специфічних показників токсичної дії. Сольовий блок змінився з 1 категорії I класу до 2 категорії II класу.

Поблизу гирла р. Іква (створ № 3) інтегральний екологічний індекс якості поверхневих вод також визначав II клас якості – стан «добрий», ступінь чистоти – «чиста». Блок трофо-сапробіологічних показників впродовж років спостережень характеризувався перехідним станом від II до III класу. Згідно наявних даних, блок специфічних речовин токсичної дії розцінювався в межах 4 категорії III класу у 2011 р., а у 2015 р. покращився до 3 категорії II класу. Блок показників сольового складу змінив 2 категорію II класу на 1 категорію I класу.

Оцінка стабільності розвитку представників іхтіофауни р. Іква показала, що для більшості проаналізованих видів риб найвищі рівні ФА були характерні для таких ознак як кількість зябрових пелюсток у першій зябровій дузі (*sp.br.*), кількість променів у грудних

плавцях ( $P$ ), кількості лусок із сенсорними каналцями ( $jj$ ) та кількості пелюсток у зябровій перетинці ( $f.br$ ) (рис. 1).

Ряд спадання ЧАП для представників іхтіофауни р. Іква був таким:

створ №1:  $sp.br > V = P > f.br > jj = jj_{sk} > Squ_1 = Squ_2 > Squ_{pl}$ ;

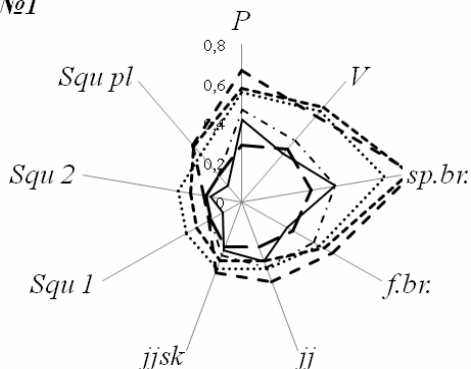
створ №2:  $sp.br > P = V > jj = jj_{sk} > f.br = Squ_1 = Squ_2 > Squ_{pl}$ ;

створ №3:  $sp.br = P > V > f.br > jj = jj_{sk} = Squ_1 = Squ_2 > Squ_{pl}$ .

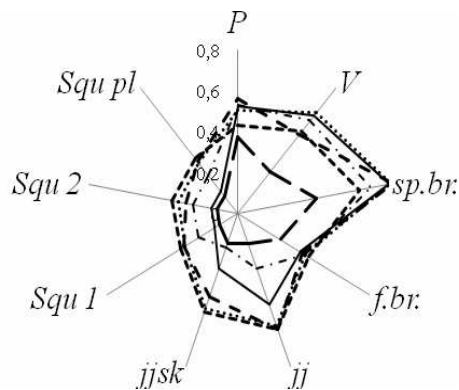
Так, у створі № 1 найвищі середні величини ЧАП були характерні для краснопірки ( $0,47 \pm 0,08$ ) та плітки ( $0,45 \pm 0,07$ ), що оцінювалось V балом стабільності розвитку організмів та характеризувало якість водного середовища як «критичний стан». Стабільність розвитку на рівні IV балу була встановлена за частотою асиметричного прояву верховодки ( $0,44 \pm 0,05$ ), що характеризувало якість водного середовища як «суттєві (значні) відхилення від норми».

ЧАП окуня ( $0,33 \pm 0,04$ ) оцінювалось II балом стабільності розвитку організмів, що характеризувало якість водного середовища як «початкові (незначні) відхилення від норми». Найнижчою виявилась ЧАП ляща ( $0,27 \pm 0,05$ ) та карася ( $0,26 \pm 0,02$ ) – I бал, що характеризувало стан водного середовища як «умовно нормальне».

створ №1



створ №2



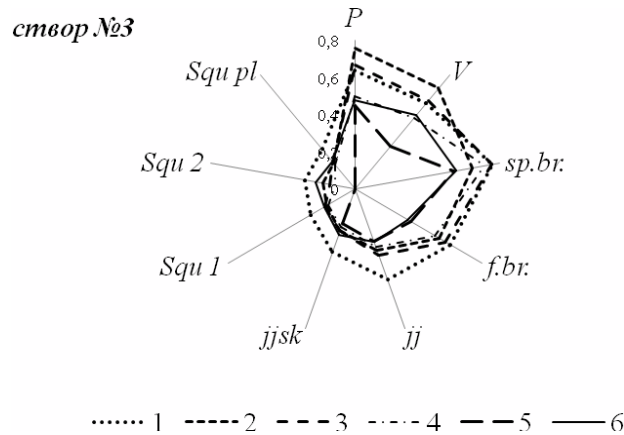


Рис. 1. Частота асиметричного прояву парних меристичних ознак представників іхтіофауни р. Іква: 1 – верховодка; 2 – плітка; 3 – краснопірка; 4 – окунь звичайний; 5 – карась сріблястий; 6 – лящ.

Середні величини ЧАП представників іхтіофауни р. Іква у репрезентативному створі № 1 відповідали III балам, що оцінювало якість водного середовища як «середні відхилення від норми».

У створі №2 частота асиметричного прояву меристичних ознак, що відносила якість водного середовища до V класу, була виявлена відразу в трьох видів риби. Зокрема, для верховодки її величина становила  $0,49 \pm 0,06$ ; для плітки  $0,47 \pm 0,04$ ; для краснопірки  $0,47 \pm 0,06$ . ЧАП окуня ( $0,38 \pm 0,07$ ) та ляща ( $0,39 \pm 0,08$ ) відповідала III балам; карася ( $0,22 \pm 0,04$ ) I балу, що оцінювало якість водного середовища відповідно як «середній рівень відхилень від норми» та «умовно нормальне». Середні величини ЧАП представників іхтіофауни відповідали IV балам та свідчили про «суттєві (значні) відхилення від норми» якості водного середовища р. Іква у репрезентативному створі №2.

У створі №3 найвищим V балам характеризувалась частота асиметричного прояву верховодки ( $0,48 \pm 0,06$ ). Стабільність розвитку плітки ( $0,42 \pm 0,09$ ) та краснопірки ( $0,42 \pm 0,08$ ) була на рівні IV балів; окуня ( $0,36 \pm 0,07$ ) III балів; ляща ( $0,34 \pm 0,05$ ) та карася ( $0,24 \pm 0,07$ ) II балів. Середні величини ЧАП представників іхтіофауни р. Іква у репрезентативному створі №3 відповідали III балам та свідчили про «середній рівень відхилень від норми» якості водного середовища.

Отже, частота асиметричного прояву меристичних ознак риби на дослідних ділянках р. Іква відображає зміну екологічного статусу річки в межах створу № 2, що зазнає впливу стічних вод. Одночасно, у створі № 1, репрезентативність якого полягає в характеристиках водного середовища на вході річки в Рівненську область з Тернопільської, відмічається незадовільна екологічна ситуація. Аналогічною є ситуація і поблизу гирла річки (створ № 3), де встановлено «середні відхилення від норми» водного середовища. Зазначене можна оцінити як реакцію представників іхтіофауни на дію антропогенних чинників середовища існування, яка проявляється внаслідок послаблення компенсаторних механізмів їх організмів.

Результати багатофакторного регресійного аналізу взаємозв'язку між якісними параметрами поверхневих вод р. Іква (за 16 гідрохімічними показниками) та рівнями ФА меристичних ознак дали змогу отримати уявлення про вплив комбінованих ефектів забруднення на формування стабільності розвитку риби різних екологічних груп (табл. 3).

Отримані залежності доводять, що для різних екологічних груп риби діє індивідуальний складний і багатофакторний процес формування стабільності розвитку.

Залежність рівнів флуктуючої асиметрії представників іхтіофауни р. Іква від якісних параметрів поверхневих вод

Вид риби	Регресійні рівняння	Коефіцієнти*		
		r	F	p
верховодка	$FA = -0,089 + 1,49(PO_4^-) - 0,72(Cu^{2+}) - 0,84(Cl) + 1,49(NO_2^-) - 2,2(NH_4^+) + 0,59(O_2) - 0,77(F_2^-) + 1,09(pH) + 0,89(Fe^{2+})$	0,99	1366	0,02
плітка	$FA = -0,48 + 1,9(Fe^{2+}) + 0,79(SO_4^{2-}) + 0,35(Cu^{2+}) + 1,18(Zn^{2+}) - 0,62(O_2)$	0,91	4,2	0,01
краснопірка	$FA = 0,38 - 1,4(БСК_5) + 1,46(ХСК) - 0,69(O_2)$	0,95	7,2	0,04
окунь	$FA = 0,36 + 0,59(PO_4^-) - 1,2(Cu^{2+}) + 0,59(Fe^{2+}) - 0,36(O_2)$	0,89	5,9	0,02
карась	$FA = 0,42 - 1,1(pH) + 2,09(NH_4^+) + 1,56(ХСК) - 3,0(NO_2^-)$	0,90	7,2	0,01
лящ	$FA = 0,42 - 0,63(O_2) - 0,86(Cu^{2+}) + 0,69(Fe^{2+})$	0,72	2,97	0,01

\*Примітка: r – коефіцієнт кореляції; F – критерій Фішера; p – рівень статистичної значущості.

Так, рівні флуктуючої асиметрії верховодки залежали від вмісту у воді речовин, які представляють всі три блоки якісних параметрів: фосфатів, нітрогенвмісних речовин, хлоридів та фторидів, феруму, купруму та активна реакція середовища. Стабільність розвитку плітки зумовлювала сумісна дія сульфатів, речовин блоку специфічних речовин токсичної дії та концентрації розчиненого у воді кисню. Краснопірка та карась в процесі розвитку виявились найбільш чутливими до блоку трофо-сапробіологічних показників. Формування рівнів FA окуня, зумовлювали фосфати, іони купруму та феруму, а також вміст розчиненого у воді кисню. Порушення стабільності розвитку ляща виявилось наслідком поєднаної дії феруму, купруму та кисневого режиму поверхневих вод річки.

Звертає увагу наявність, у всіх без виключення регресійних рівняннях, фактору кисневого режиму водного середовища. Очевидно, що кисень відіграє важливе значення у забезпеченні стабільності розвитку представників іхтіофауни різних екологічних груп. Крім того, отримані регресійні рівняння дозволяють передбачити, що за сучасного екологічного стану поверхневих вод р. Іква, на стабільність розвитку риби впливає також спільна дія нітрогенвмісних речовин та іонів феруму і купруму.

На нашу думку, доволі прості математичні моделі, в основу яких покладено комплексне співставлення параметрів якості поверхневих вод та рівнів FA риби, можуть бути корисними для моніторингу стану річок, зокрема для прогнозування екологічної ситуації та контролю за станом біотичної складової гідроекосистеми.

### Висновки

За результатами екологічної оцінки якості поверхневих вод р. Іква за гідрохімічними показниками характеризується незмінно «добрим» станом впродовж 2011-2015 рр. при помітному вкладі в формування класу якості трофо-сапробіологічного та блоку специфічних речовин токсичної дії.

Стабільність розвитку представників іхтіофауни річки в межах репрезентативних створів, оцінена за рівнями флуктуючої асиметрії меристичних ознак, знаходиться в межах IV-V балів для вибірок верховодки, плітки та краснопірки; в межах II-III балів для вибірок окуня та ляща; в межах I-II балів для вибірок карася.

У більшості проаналізованих видів риби найвищі рівні FA характерні для таких ознак як кількість зябрових пелюсток у першій зябровій дузі, кількість променів у грудних плавцях, кількість лусок із сенсорними каналцями та кількість пелюсток у зябровій перетинці.

За результатами багатofакторного регресійного аналізу відмічена загальна тенденція впливуна стабільність розвитку представників іхтіофауни спільної дії нітрогенвмісних речовин та іонів феруму і купруму на фоні погіршення кисневого режиму.

1. *Виноградов К. П.* Вивчення флуктуючої асиметрії річкового окуня (*Perca fluviatilis* L., 1758) / [К.П. Виноградов, Ю.В. Сакун, К.М. Белоусова та ін.] // Збірник наукових праць Харківського

- національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди. Біологія та валеологія. 2012. — Вип. 14, — С. 9—17.
2. *Zakharov V. M.* Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход). — М.: Наука, 1987. — 216 с.
  3. *Zakharov V. M.* Здоровье среды: концепция. — М.: Центр экологической политики России. 2000. — 30 с.
  4. *Романенко В. Д.* Методика экологической оценки качества поверхностных вод по соответствующим категориям / [В. Д. Романенко, В. М. Жукинский, О. П. Окснюк и др.]. — К.: СИМВОЛ. — Т, 1998. — 28 с.
  5. *Федоров Е. Ф.* Экологическая оценка антропогенного влияния на ихтиофауну реки Ишим юга Тюменской области Автореф. дисс. на соиск. ученой степени канд. биол. наук. 03.02.08 — экология. Омск, 2011. — 24 с.
  6. *Шевченко П. Г.* Спеціальна іхтіологія (в 2-х томах): Підручник. / П.Г. Шевченко, Ю.В. Пилипенко. — Херсон: Олді-плюс, 2016. — Т. 1 — 268 с., — Т. 2 — 500 с.
  7. *Kozlov V.* Confirmation bias in studies of fluctuating asymmetry/ V. Kozlov, E. Zvereva // *Ecological Indicators*. Volume 57, 2015. — P. 293—297.
  8. *Лайус Д. Л.* Флуктуирующая асимметрия и случайная фенотипическая изменчивость в популяционных исследованиях: история, достижения, проблемы, перспективы/ Д. Л. Лайус, Д.Х. Грэм, М.В. Католикова, А. О. Юрцева // *Вестник Санкт-Петербургского университета*. Сер. 3. Вып. 3., 2009. — С. 98—110.
  9. *Mabrouk L.* Fluctuating asymmetry in grass goby (*Zosterisessorocephalus Pallas, 1811*) inhabiting polluted and unpolluted area in Tunisia / L. Mabrouk, T. Guarred, A. Hamza, I. Messaoudi, A. Nouredine // *Marine Pollution Bulletin*, 2014. Vol. 85, — P. 248—251.
  10. *Parsons P. A.* Fluctuating asymmetry: an epigenetic measure of stress / P. A. Parsons // *Biol.Rev.* V. 65, 1990. — P. 131—145.
  11. *Zakharov V. M.* Appearance, fixation and stabilization of environmentally induced phenotypic changes as a microevolutionary event / V. M. Zakharov // *Genetica*. 1993. — V. 89. — P. 227—234.

*Н. А. Клименко, О. А. Бедункова, В. С. Троцюк*

Национальный университет водного хозяйства и природопользования

#### ВЛИЯНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕКИ ИКВА НА СТАБИЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ИХТИОФАУНЫ

Впервые получены данные о влиянии гидрохимических параметров на формирование уровней флуктуирующей асимметрии рыб на участках реки Иква в пределах Ровенской области, испытывающих антропогенного воздействия различной интенсивности. Проведена экологическая оценка качества поверхностных вод реки по 16 гидрохимическим показателям свидетельствует о том, что в течение 2011-2015 гг. блок показателей солевого состава колебался в пределах I-II классов качества; блок трофо-сапробиологических показателей в пределах III-IV классов; блок специфических показателей токсического действия в пределах II-III классов качества. Оценка уровней флуктуирующей асимметрии представителей ихтиофауны реки свидетельствует о том, что худшую стабильность развития в пределах репрезентативных участков имели особи верховодки, плотвы и красноперки (IV-V баллов); несколько лучше оказалась стабильность развития особей окуня и леща (II-III балла); стабильность развития карася оказалась лучшей среди остальных видов рыб (I-II балла). На основании многофакторного регрессионного анализа показано, что для различных экологических групп рыб действует индивидуальный сложный и многофакторный процесс формирования стабильности развития. При этом, отмечена общая тенденция влияния совместного действия азотсодержащих веществ, а также ионов железа и меди на фоне ухудшения кислородного режима реки.

*Ключевые слова: ихтиофауна, стабильность развития, качество воды*

*M. O. Klymenko, O. O. Biedunkova, V. S. Trotsiuk*

National University of Water Management and Nature Resources Use, Ukraine

#### IMPACT OF COMBINED EFFECTS OF IKVA RIVER POLLUTION ON DEVELOPMENT STABILITY OF FISH FAUNA REPRESENTATIVES

The literature review confirms that the evaluation of fluctuating asymmetry (FA) of bilateral morphological traits is the easiest way and moreover the most affordable one for widespread use to

assess developmental stability of organisms. The FA level in fish fauna representatives is minimal under normal conditions of natural water bodies, however in case of any stress factors it significantly increases.

The objective of this study was to analyse the levels of FA in fish fauna representatives in the Ikva River within the territory of Rivne Oblast, particularly in the sites experiencing human impact of varying intensity, as well as to determine the impact of hydro-chemical parameters on the formation of fish development stability.

The first stage of research included an environmental assessment of the Ikva River surface water quality according to 16 hydro-chemical parameters. The noted assessment revealed that between 2011 and 2015 the indicators of salt composition block varied between status class I and class II; the trophy-saprobic block varied between class III and class IV; the specific toxic substances block ranged between class II and class III. Therefore, the integrated environmental index of surface water quality has consistently indicated "good" condition (class II) of the ecological status of the river.

The evaluation of fluctuating asymmetry with regard to fish fauna representatives of the river has been conducted in the most popular fish species belonging to different ecological groups, particularly: common bleak (phytophilic, euryphagous species); common rudd (limnophytophilic, euryphagous species); roach (limnophytophilic, euryphagous species); silver Prussian carp or Gibel carp (limnophytophilic, phytobenthophagous species); common bream (limnophytophilic, benthophagous species); European perch (limnophytophilic, ichthyobenthophagous species). The results reflected that bleak, roach and rudd demonstrated the worst developmental stability along the control sites (IV-V points); the developmental stability of perch and bream appeared to be slightly better (II-III points); and the developmental stability of carp showed the best indicators (I-II points).

The average relative frequencies of asymmetries of meristic symptoms in fish fauna representatives of Ikva River in the control site #1 (Sopanivchyk village, within the boundaries of the village, on the border with Ternopil Oblast, 80.5 km from the mouth) corresponded to III points. Hence, the evaluation evidenced the quality of the water body as an "average deviation from the norm".

The average relative frequencies of asymmetries in fish in the control site #2 (Ivannie village, 3.2 km below the KVP VKH "Dubnovodokanal" domestic and industrial wastewater discharge, 39.6 km from the mouth) corresponded to IV points. Hence, the evaluation evidenced the quality of the water body as an "average deviation from the norm". This indicated "substantial (significant) deviations from the norm" in the quality of water environment.

The average relative frequencies of asymmetries in fish fauna representatives in the control site #3 (within the boundaries of the Torhovytsia village, Mlyniv Raion (district), 1.5 km above the mouth) corresponded to III points. Accordingly, the evaluation evidenced an "average deviation from the norm" in the quality of Ikva River water environment.

The vast majority of the assessed fish species evidenced the highest levels of FA for such meristic bilateral symptoms as the number of gill rakers on the first gill arch, the number of bony spines in the pectoral fins, number of scales with sensory tubules, and the number of petals in gill membranes.

Different species have a complex and multifactorial process of developmental stability formation. The multivariate regression analysis of the relationship between hydro-chemical parameters of water quality and FA levels in fish fauna representatives of Ikva River confirmed this fact.

Thus, the level of fluctuating asymmetry in common bleak depended on all three blocks of qualitative parameters of water composition: phosphates, nitrogen compounds, chlorides and fluorides, iron, copper and medium reaction. The development stability of common roach was predetermined by a joint action of sulphates, specific toxic substances and the concentration of dissolved oxygen. Common rudd and carp appeared to be the most sensitive to the trophy-saprobic block indicators in the development process. The formation of FA levels in perch was influenced by phosphates, copper and iron ions, as well as the content of dissolved oxygen. The violations of



developmental stability in bream basically appeared to be the consequence of the joint action of iron, copper and oxygen regime of surface waters of the river.

It was remarkable that the factor of oxygen regime of water environment was present in all regression equations without exception. It is suggested that oxygen as one of the major limiting factors in the water environment is essential to the stability of fish fauna representatives of various ecological groups.

Hence, the author has noticed overall trend that taking into account the current status of the surface waters of the Ikva River, the joint action of nitric compounds, as well as iron and copper ions also affected the development stability of fish.

Therefore, in the course of research for the first time the author received the data on the impact of hydro-chemical parameters on the formation of fluctuating asymmetry levels in fish found in the Ikva River within the territory of Rivne Oblast, particularly in the sites experiencing human impact of varying intensity.

The results of the presented work can be useful in monitoring the river status, in particular in environmental situation forecasting and control over biotic component of hydroecological system.

*Key words: ichthyofauna, stability of development, water quality*

Рекомендує до друку  
В. В. Грубінко

Надійшла 31.01.2017

УДК: 616.995.42-07-08

<sup>1</sup>С. І. КЛИМНЮК, <sup>1</sup>Л. Б. РОМАНЮК, <sup>1</sup>Н. Я. КРАВЕЦЬ, <sup>1</sup>Н. І. ТКАЧУК,  
<sup>2</sup>О. Й ДРОНОВА

<sup>1</sup>ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського» МОЗ України»  
вул.Ю. Словацького, 2, Тернопіль, 46001

<sup>2</sup>Тернопільська міська дитяча комунальна лікарня  
вул.Клінічна,1а, Тернопіль, 46002

## ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЕПІДЕМІОЛОГІЇ ТА ДІАГНОСТИКИ

### ЛАЙМ-БОРЕЛІОЗУ

Лайм-Бореліоз (ЛБ) – мультисимптомне захворювання з ураженням шкіри, суглобів, нервової системи, серця, що нерідко приймає хронічний, рецидивуючий перебіг. Найбільша захворюваність реєструється в Західній Україні.

Епідемічною особливістю ЛБ є урбанізація захворювання та поява нетипових варіантів клінічного перебігу, чому однією з причин ускладнень є відсутність пильної уваги лікарів щодо ЛБ та часті помилкові діагнози. Основними шляхами зараження є трансмісивний, але обговорюється також інфікування через контаміновані продукти тваринного походження. Клінічні симптоми, що з'являються на різних стадіях захворювання, обумовлені сукупністю іммунопатологічних реакцій і присутністю в тканинах збудника та його антигенів. Клінічний діагноз вважається достовірним лише в тих випадках, коли в анамнезі відзначається мігруюча еритема, яка є клінічним маркером захворювання. Для підтвердження діагнозу широко використовують серологічні методи: реакція непрямой імунофлюоресценції, ензим міченими антитілами, а також метод полімеразно-ланцюгової реакції та метод імуноблотингу.

*Ключові слова: лайм бореліоз, борелії, кліщі, іммунопатологічні реакції, мігруюча еритема, клінічні симптоми, діагностика*

Лаймська хвороба належить до «молодих» захворювань – лише близько 25 років вона відома як окрема нозологічна одиниця. Свою назву захворювання отримало від містечка Лайм (штат Коннектикут, США), поблизу якого в 1975 році вперше був зареєстрований спалах артритів у