

УДК [504.45+556.114]1-924.52

І.В. БРИНДЗЯ

Дрогобицький державний педагогічний університет ім. Івана Франка  
вул. В. Івасюка, 11, Дрогобич 82100, Львівська обл., Україна

## **ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ПРИКАРПАТТЯ ЗА ЇЇ ФІЗИКО-ХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ**

У статті наведені дані щодо динаміки хімічних показників (водневий показник, хлориди, сульфати, твердість, нітрати, нітрити, азот амонійний) води річок Прикарпатського регіону протягом 2005–2009 рр. Встановлено погіршення якості води у досліджених річках Прикарпаття навесні та восени. Улітку та взимку ситуація покращується. Згідно ГДК якість води в річках відповідає нормі, однак флюктуаційні відхилення проаналізованих показників свідчать про зниження буферної ємкості та порушення регуляторних механізмів підтримання хімічного балансу в річках.

*Ключові слова:* вода, водневий показник (рН), хлориди, сульфати, твердість води, нітрати, нітрити, амоній, Прикарпатський регіон

Проблема питної води в Україні є надзвичайно актуальною. Питна вода за органолептичними властивостями, хімічним і мікробіологічним складом та радіологічними показниками повинна задовольняти вимоги державних стандартів та санітарного законодавства [3]. Однак, у більшості випадків донині джерелами водопостачання є водогони, свердловини і колодязі, в яких якість води контролюється несистематично. Зокрема, у сільських населених пунктах Прикарпатського регіону діє нецентралізоване питне водопостачання – забезпечення споживачів питною водою з криниць [4]. Погіршення якості питної води у громадських криницях та факти отруєння населення водою з них спонукає до вивчення проблем нецентралізованого водопостачання досліджуваної території. Одним з найпоширеніших видів забруднень такої води є забруднення сполуками азоту, насамперед, нітратами і нітритами, значна концентрація яких у воді може бути небезпечною для людини [6, 8, 10]. Тому вміст сполук азоту є одним з нормативних показників якості води. Крім того, Нітроген належить до числа найважливіших біогенних елементів, концентрація сполук його значною мірою визначає біологічну продуктивність водних екосистем. Динаміка складу, співвідношення концентрацій його мінеральних і органічних форм визначає спрямування і інтенсивність самоочищення водойм, яке має виняткове значення для природного процесу забезпечення якості водного середовища.

Метою цієї роботи є аналіз фізико-хімічного складу води та вмісту в ній нітратів, нітритів і амонію річок Прикарпатського регіону.

### **Матеріал і методи досліджень**

З метою вивчення фізико-хімічних параметрів поверхневих вод, використано результати аналізів фізико-хімічного складу води, виконаних санітарно-епідеміологічними станціями регіону на річках Стрий, Бистриця та Тисмениця. Зокрема проаналізовано проби води, відібрані за сезонами (весна, літо, осінь, зима) впродовж 2005–2009 рр. Проаналізовано такі показники: рН, вміст хлоридів, сульфатів, нітратів, нітритів, азоту амонійного та загальну твердість води. Зразки води відбирали сезонно ( зима, весна, літо, осінь) у різних точках регіону дослідження [1].

Вміст *хлоридів* визначали титриметричним методом, який базується на осадженні хлорид-іонів розчином нітрату аргентуму  $\text{AgNO}_3$  за присутності дихромату калію  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  як індикатора [2]. Під час титрування  $\text{AgNO}_3$  спочатку утворюється осад  $\text{AgCl}$  білого кольору. Коли всі хлорид-іони осаджені, при подальшому додаванні утворюється цегляно-червоний осад

хромату аргентуму  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ . Якщо вміст хромат іонів не перевищує  $100 \text{ мг/дм}^3$ , для титрування використовували розчин нітрату аргентуму з концентрацією  $0,01 \text{ моль/дм}^3$

Визначення *загальної твердості* води проводилося на основі титрування  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{Mg}^{2+}$  розчином ЕДТА. Для фіксування точки еквівалентності використовували барвник еріохром чорний Т. При  $\text{pH}=7-11$  органічний барвник, що відноситься до класу металохромних індикаторів, утворював з катіонами забарвлені комплексні сполуки [2].

Вміст *сульфат-іонів* визначали фотометричним методом з використанням розчину хлориду барію в суміші гліколю і етилового спирту. До 5 мл досліджуваної води додавали 1-2 краплі хлоридної кислоти (1:1), 5 мл стандартного розчину і ретельно змішували. Через 30 хв вимірювали оптичну густину при довжині хвилі 300 нм в кюветі 2 см. Вміст сульфат-іонів визначають за градувальним графіком [2].

Вміст *нітратів* визначали колориметрично з фенолдисульфо кислотою за утворенням нітровмісного фенолу жовтого кольору [1, 2].

Визначення *нітритів* засноване на здатності нітритів діазотувати сульфатну кислоту (реактив Грісса) з утворенням діазосполуки з 1-нафтиламином червоно-фіолетового кольору [1, 2].

Вміст *амонію* визначали фотометричним методом за якісною реакцією з реактивом Несслера [1, 2].

$\text{pH}$  води визначали за допомогою іономіра.

Одержані дані піддавали статистичній обробці [7].

### Результати досліджень та їх обговорення

У результаті виконаних досліджень виявлено сезонну зміну водневого показника ( $\text{pH}$ ). Загалом він коливається в межах нейтральних значень 6,9–7,7 (табл.), проте в динаміці  $\text{pH}$  є така закономірність: навесні 2005–2006 рр. його значення були в межах 7,5–7,7; восени – 7,2–7,3.  $\text{pH}$  нижче 7,0 зафіксовано у водах р. Тисмениця у літньо-осінній період. У зимово-весняний період 2007 р. значення водневого показника у рр. Стрий та Бистриця знаходилися в межах 7,4–7,7, у р. Тисмениця – 7,2. У літньо-осінній період у рр. Стрий та Бистриця значення водневого показника коливалися в межах 7,4–7,6, у водах р. Тисмениця – 6,9–7,0. У зимово-весняний період 2008–2009 рр. значення  $\text{pH}$  води у рр. Стрий та Бистриця дещо зменшилося — до 7,2–7,3, а в р. Тисмениця збільшилося до 7,0–7,2. У літньо-осінній період значення цього показника зменшується, зокрема у рр. Стрий та Бистриця – до 7,0–7,2, у р. Тисмениця – до 6,9–7,0. Зростання значень показника  $\text{pH}$  вище 7,0 є небезпечним, оскільки при цьому рівновага в реакції іон амонію ↔ аміак зміщується в бік останнього, а токсичність аміаку для тварин і людини у декілька сот разів більша, ніж іона амонію [6]. Разом з тим, це сприятливо для рослин, які є амонійфіксуючими, проте в реакцію амінування кето- і амінокислот вступає саме аміак.

У досліджуваній воді Прикарпатського регіону виявлена тенденція до зменшення вмісту хлоридів від  $45 \text{ мг/дм}^3$  до  $4,0 \text{ мг/дм}^3$  (табл.). Зокрема, цей показник у р. Стрий був найвищим у літньо-осінній період 2005 р. і становив  $39 \text{ мг/дм}^3$  та найменшим у весняно-літній період 2008 р. –  $4,0 \text{ мг/дм}^3$ . Починаючи з 2009 р., спостерігається тенденція до незначного збільшення цього показника. У воді р. Тисмениця вміст хлоридів протягом досліджуваного періоду коливався в межах  $30-39 \text{ мг/дм}^3$ . У воді р. Бистриця найвищим показник хлоридів був у осінньо-зимовий період 2005 р. ( $40,0 \text{ мг/дм}^3$ ), до 2008 р. спостерігається зниження значень цього показника до  $20,5 \text{ мг/дм}^3$ , але у зимово-весняний період 2008 р. він значно збільшується до  $45,5 \text{ мг/дм}^3$ . Однак до кінця 2009 р. вміст хлоридів різко зменшився до  $10 \text{ мг/дм}^3$ . Таку динаміку змін та високі показники вмісту хлоридів у рр. Бистриця та Тисмениця можна пояснити тим, що головними джерелами надходження хлоридів у води є стічні води [5]. Однак, незважаючи на високі показники вмісту хлоридів, вони все ж не перевищували граничнодопустимої концентрації, хоча можуть змінювати іонний баланс та, частково, буферну ємність водойм.

Вміст сульфатів у воді досліджуваного регіону знаходився в межах  $13,7-33,4 \text{ мг/дм}^3$ . У 2008 р. у воді рр. Стрий та Бистриця виявлено коливання значень показника в межах  $15,4-17,7 \text{ мг/дм}^3$ . Найвищі значення зареєстровані у осінньо-зимовий період. У воді р. Тисмениця

спостерігається різке збільшення вмісту сульфатів з 15 мг/дм<sup>3</sup> до 33,4 мг/дм<sup>3</sup>, а в осінньо-зимовий період цей показник знаходиться в межах 14,1 мг/дм<sup>3</sup>. У 2009 р. навесні у р. Стрий вміст сульфатів коливався в межах 13,7 мг/дм<sup>3</sup>, а у літній період зростав до 16,4 мг/дм<sup>3</sup>. У воді р. Бистриця цей показник був дещо меншим і коливався в межах 11,7 мг/дм<sup>3</sup> у літньо-осінній період та 12,1 мг/дм<sup>3</sup> у зимово-весняний час. У водах р. Тисмениця спостерігалася тенденція до незначного збільшення цього показника від 12,6 мг/дм<sup>3</sup> у зимово-весняний період до 14,6 мг/дм<sup>3</sup> у осінньо-зимовий час.

Показник загальної твердості води у р. Стрий протягом 2008-2009 рр. коливався в межах 2,9–3,5 мг/дм<sup>3</sup>, а у р. Тисмениця – 2,6–2,8 мг/дм<sup>3</sup>. У р. Бистриця простежувалася тенденція до незначного зростання твердості води з 2,2 мг/дм<sup>3</sup> навесні до 2,8 мг/дм<sup>3</sup> влітку.

У воді досліджуваного регіону концентрації нітритів та нітратів не перевищували показників ГДК, натомість вміст NH<sub>4</sub><sup>+</sup> в окремих місцях знаходиться поза їх межами (табл.). Вміст іонів NH<sub>4</sub><sup>+</sup> у воді річок Стрий та Бистриця протягом 2005–2007 рр. становив 0,05 мг/дм<sup>3</sup>, натомість у воді р. Тисмениця цей показник був найбільшим у зимово-весняний період і становив 1,2 мг/дм<sup>3</sup>, найменшим – 0,45 мг/дм<sup>3</sup> у осінньо-зимовий період. Протягом 2008 р. цей показник різко збільшується (в окремих місцях у декілька десятків разів) у воді р. Стрий – 0,49 мг/дм<sup>3</sup>, у р. Бистриця – 0,35 мг/дм<sup>3</sup>, у р. Тисмениця – 1,4 мг/дм<sup>3</sup>. У зимово-весняний період 2009 р. у рр. Стрий та Бистриця цей показник становив 0,2 мг/дм<sup>3</sup>, а до кінця року зменшився до 0,05 мг/дм<sup>3</sup>. У воді р. Тисмениця у зимово-весняний період вміст NH<sub>4</sub><sup>+</sup> був 2,4 мг/дм<sup>3</sup> та до осені спостерігалася тенденція до зниження значень показника до 1,6 мг/дм<sup>3</sup>. Сезонні коливання вмісту іонів амонію характеризується зазвичай зниженням показника навесні і збільшенням влітку, ймовірно у зв'язку з посиленням процесів розкладання органічних речовин. В осінньо-зимовий період збільшення вмісту іонів амонію пов'язане з продовженням розкладання органічних речовин за незначного фіксування їх фітопланктоном через зниження інтенсивності фотосинтезу [9].

Нітрити – проміжні продукти окислення амонійних іонів. Концентрація NO<sub>2</sub><sup>-</sup> у проаналізованих пробах води не перевищувала ГДК і складала соті і десяті частки мг/дм<sup>3</sup> (табл.). Присутність нітритів у природних водах пов'язана, насамперед, з розпаданням органічних речовин і нітрифікацією. Протягом 2005–2007 рр. у рр. Стрий та Бистриця концентрація нітритів знаходилася в межах 0,003 мг/дм<sup>3</sup>. У водах річки Бистриця цей показник був стабільним протягом усього періоду спостереження. У воді р. Тисмениця вміст нітрит-іонів був дещо більшим, але не перевищував ГДК і коливався в межах 0,02–0,03 мг/дм<sup>3</sup>. У 2008 р. у водах р. Стрий цей показник збільшується в десять разів до 0,02 мг/дм<sup>3</sup>, що свідчить про алохтонне забруднення, насамперед зумовлене інтенсивним використанням у цей період мінеральних і органічних добрив [4]. Найбільший вміст NO<sub>2</sub><sup>-</sup> спостерігався у весняний та осінній періоди у воді р. Тисмениця (0,2 мг/дм<sup>3</sup>). Протягом 2009 р. на всій досліджуваній території спостерігалася тенденція до зниження цього показника до 0,003 мг/дм<sup>3</sup>.

Загалом, якість води у досліджених річках погіршується навесні під час танення снігу та збільшення поверхневого стоку. У цей період спостерігається найбільший вміст NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (8,9 мг/дм<sup>3</sup>). Хоча ці показники нижчі від значень ГДК, проте вони вищі порівняно із фоновими значеннями. Протягом 2008 р. концентрація нітратів у воді р. Стрий зростала по сезонах від 3,9 мг/дм<sup>3</sup> у зимово-весняний період до 5,4 мг/дм<sup>3</sup> у осінньо-зимовий час. У водах р. Бистриця вміст NO<sub>3</sub><sup>-</sup> зменшувався від 4,2 мг/дм<sup>3</sup> у весняний період до 3,4 мг/дм<sup>3</sup> влітку, у воді р. Тисмениця виявлено незначне зменшення вмісту нітратів від 7,6 мг/дм<sup>3</sup> навесні до 6,7 мг/дм<sup>3</sup> восени. Вміст нітрат-іонів протягом 2009 р. був стабільним у воді р. Стрий – 7,2 мг/дм<sup>3</sup>, у р. Бистриця – 4,5 мг/дм<sup>3</sup>. Натомість у воді р. Тисмениця спостерігалася тенденція до постійного зменшення цього показника від 8,9 мг/дм<sup>3</sup> у зимово-весняний період до 6,2 мг/дм<sup>3</sup> у літньо-осінній час.

Показники хімічного складу води річок Прикарпаття протягом 2005-2009 рр. (мг/дм<sup>3</sup>)

Річка	Стрий							Бистриця							Тисмениця						
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	pH	Хло-риди	Суль-фати	Зага-льна твер-дість	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	pH	Хло-риди	Суль-фати	Зага-льна твер-дість	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	pH	Хло-риди	Суль-фати	Загальна твердість
2005 рік																					
січень-березень	-	-	-	7,6	-	-	-	0,05	0,003	-	7,6	34,0	-	-	0,6	0,03	6,4	7,6	35,8	-	-
квітень-червень	0,05	0,003	-	7,6	34,0	-	-	0,05	0,003	-	7,6	38,0	-	-	0,5	0,02	-	7,5	39,5	-	-
липень-вересень	0,05	0,003	-	7,2	39,0	-	-	0,05	0,003	-	7,4	36,5	-	-	0,32	0,03	-	7,2	33,5	-	-
жовтень-грудень	0,05	0,003	-	7,3	-	-	-	0,05	0,003	-	7,4	40,0	-	-	0,45	0,03	5,9	7,2	-	-	-
2006 рік																					
січень-березень	0,05	-	-	7,7	28,0	-	-	0,05	0,003	-	7,5	33,5	-	-	1,2	0,03	7,8	7,5	38,5	-	-
квітень-червень	0,05	-	-	7,6	27,0	-	-	0,05	-	8,8	7,6	39,0	-	-	0,8	-	8,3	7,6	-	-	-
липень-вересень	0,05	0,003	7,8	7,4	27,0	-	-	0,05	0,003	-	7,3	28,5	-	-	0,8	0,03	-	7,2	-	-	-
жовтень-грудень	0,05	0,003	-	7,4	-	-	-	0,05	0,003	5,2	7,3	-	-	-	0,9	0,02	7,7	7,2	-	-	-
2007 рік																					
січень-березень	-	-	-	7,6	-	-	-	-	-	-	7,6	-	-	-	1,4	0,02	-	7,2	39,0	-	-
квітень-червень	0,05	-	-	7,7	-	-	-	-	-	-	7,6	-	-	-	1,1	0,03	8,4	7,2	36,5	-	-
липень-вересень	0,05	0,003	-	7,5	33,5	-	-	0,26	0,09	-	7,4	20,5	-	-	0,6	0,03	-	6,9	-	-	-
жовтень-грудень	0,05	0,003	-	7,4	-	-	-	-	-	-	7,4	35,5	-	-	0,5	0,03	7,1	7,0	36,0	-	-
2008 рік																					
січень-березень	0,49	0,003	3,9	7,2	5,0	17,6	3,0	0,4	0,005	-	7,2	45,5	-	-	1,6	0,04	7,6	7,2	40,0	18,9	1,8
квітень-червень	0,42	0,003	3,9	7,2	4,0	16,7	2,9	0,32	0,003	4,2	7,2	5,5	-	2,5	1,2	0,2	6,8	7,0	39,0	14,8	2,5
липень-вересень	0,55	0,025	4,6	7,0	6,0	15,6	3,5	0,32	0,003	3,4	7,0	7,5	-	2,1	0,8	0,02	6,8	6,9	-	33,4	2,5
жовтень-грудень	0,53	0,02	5,4	7,0	7,0	17,7	3,4	0,28	0,003	3,7	7,0	10,0	15,4	1,8	1,4	0,03	6,7	6,9	-	14,1	1,7
2009 рік																					
січень-березень	0,22	0,015	4,6	7,3	6,0	13,7	3,3	0,2	0,003	4,5	7,2	17,5	12,1	2,2	2,4	0,06	8,9	7,2	29,5	12,6	2,8
квітень-червень	0,05	0,02	4,1	7,2	10,0	16,4	3,3	0,05	0,003	4,5	7,3	9,5	11,7	2,5	1,8	0,03	6,4	7,2	-	13,2	2,6
липень-вересень	0,05	0,003	4,5	7,2	10,5	15,7	3,1	0,05	0,003	4,0	7,2	10,0	12,1	2,8	1,6	0,02	6,2	7,0	29,0	14,8	2,5
жовтень-грудень	0,05	0,003	3,9	7,2	10,0	15,9	3,4	0,05	0,003	4,5	7,2	-	-	-	1,6	0,2	6,2	7,0	33,5	14,6	2,6

## Висновки

Проведені дослідження свідчать про погіршення якості води у досліджених річках Прикарпаття навесні та восени. Улітку та взимку ситуація покращується. З урахуванням нормативів ГДК можна вважати, що якість води відповідає нормі, хоча флукуаційні відхилення проаналізованих показників свідчать про зниження буферної ємності та порушення регуляторних механізмів підтримання хімічного балансу дослідженої води.

1. *Бриндзя І. В.* Динаміка вмісту нітратів, нітритів та амонію у питній воді Прикарпатського регіону / І. В. Бриндзя // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер. Біологія. Спец. вип. "Гідрокологія". – 2010. – № 2 (43). – С. 41 – 46.
2. *Вода питьевая.* Методы анализа // Государственные стандарты СССР. – М., 1984. – 324 с.
3. *Закон України* "Про питну воду та питне водопостачання" // Офіційний вісник України. – 2002. – № 6. – С.1.
4. *Екологія Львівщини 2007* : бюлетень. – Львів : Сполом, 2008. – 184 с.
5. *Колесник І. А.* Состояние химического загрязнения рек Украины и его динамика во второй половине XX столетия / И. А. Колесник // Гідрологія, гідрохімія і гідрокологія. – Київ : Ніка-Центр, 2000. – Т. 1. – С. 72 – 77.
6. *Куценко С. А.* Основы токсикологии / С. А. Куценко. – С.-Пб., 2002. – 818 с.
7. *Лакін Г. Ф.* Биометрия / Г. Ф. Лакін. – М. : Высш. школа, 1990. – 352 с.
8. *Охрана окружающей среды* / А. М. Владимиров, Ю. И. Ляхин, Л. Г. Матвеев [и др.]. Ред. А. М. Владимиров. – Л. : Гидрометеиздат, 1991. – 423 с.
9. *Романенко В. Д.* Основы гидрокологии / В. Д. Романенко. – К. : Обереги, 2001. – 728 с.
10. *Тараріко О. Г.* Нітратне забруднення поверхневих вод у агроландшафтах лісостепу України / О. Г. Тараріко, С. С. Коломієць, М.В. Яцик // Донецький вісник Наук. тов-ва ім. Т. Шевченка. – Т. 20: Мат. Всеукр. наук.-практ. конф. "Медико-біологічні студії екосистем", 4-5 січня 2008, Донецьк. – Донецьк, 2008. – С. 48.

*І.В. Бриндзя*

Дрогобычский государственный педагогический университет им. Ивана Франко, Украина

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ПРИКАРПАТЯ ПО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

В статье приведенные данные о динамике химических показателей (водородный показатель, хлориды, сульфаты, жесткость, нитраты, нитриты, азот аммонийный) воды рек Прикарпаття в

течение 2005–2009 гг. Установлено ухудшение качества воды в исследованных реках весной и осенью. Летом и зимой ситуация улучшается. Относительно ПДК качество воды в реках отвечает норме, однако флуктуационные отклонения проанализированных показателей свидетельствуют о снижении буферной емкости и нарушении регуляторных механизмов поддержания химического баланса в реках.

*Ключевые слова:* вода, водородный показатель, хлориды, сульфаты, жесткость воды, нитраты, нитриты, аммоний, Прикарпатье

*I.V. Bryndzua*

Ivan Franco Drogobych State Pedagogical University, Ukraine

### ESTIMATION OF QUALITY OF SURFACE-WATER OF PRIKARPATTYA ON CHEMICAL INDEXES

In the articles the resulted information about the dynamics of chemical indexes (pH, chlorides, sulfates, inflexibility, nitrates, nitrites, ammonium) of water of the rivers of Prikarpattya during 2005–2009 Worsening of quality of water is set in the investigational rivers in spring and autumn. A situation gets better in summer and the winter. In relation to MTC quality of water in the rivers meets a standard, however much the fluctuation rejections of the analysed indexes testify to the decline of buffer capacity and violation of regulator mechanisms of maintenance of chemical balance in the rivers.

*Keywords:* water, pH, chlorides, sulfates, inflexibility of water, nitrates, nitrites, ammonium, Prikarpattya

Рекомендує до друку

В.В. Грубінко

Надійшла 17.02.2011