

УДК 556.114.6:502.51(282.03)(477.85)

УМІСТ ФОСФАТІВ У ПИТНІЙ ВОДІ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ (НА ПРИКЛАДІ ПІВНІЧНОЇ БУКОВИНИ)

О. М. ЛАКУСТА, С. С. КОСТИШИН

Кафедра екології та біомоніторингу
 Інститут біології, хімії та біоресурсів
 Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці
 e-mail: oksana-lakusta@rambler.ru; s.kostysyn@chnu.edu.ua

Здійснено порівняльний аналіз умісту фосфатів у питній воді децентралізованого водопостачання у розрізі різних водозбірних басейнів головних річок Північної Буковини за період 2013-2014 рр. Дослідження проводили в літній період. Забір проб води проводили згідно ГОСТ Р 51593-2000 в день проведення визначення або її консервували. Вміст фосфатів визначали за загальноприйнятою методикою, принцип якої базується на реакції Фосфору з амонієм молібденовоокислим у присутності хлористого олова з утворенням забарвленої у синій колір сполуки. Інтенсивність її забарвлення визначали фотоколориметрично за допомогою ФЕК КФК-3. В результаті досліджень виявлено, що рівень PO_4^{3-} у колодязній воді Чернівецької області не є стабільним, і в порівнянні з 2013 р. відмічено певні зміни в сторону до зменшення в 2014 р. Так, за показниками 2013 р. рівень PO_4^{3-} коливався у межах 2,17-5,11 мг/дм³, тоді як у 2014 р. значення варіювали в діапазоні 0,42-0,80 мг/дм³. На основі порівняльного аналізу усередненого умісту PO_4^{3-} у криничній воді різних водозбірних басейнів головних річок Чернівецької області побудовано наступні ранжувальні ряди у порядку спадання: для 2013 р. – Прут > Дністер > Сірет; для 2014 р. – Дністер > Прут > Сірет. Відповідно, найнижчий рівень фосфатів зафіксовано у питній воді колодязів, розташованих на території водозбірного басейну р. Сірет. За допомогою U-критерію Манна-Уїтні у 2014 р. показано достовірні відмінності між умістом фосфатів у криницях, що знаходяться на території водозбірного басейну р. Дністер, в порівнянні з аналогічними показниками водозбірного басейну р. Сірет. При цьому, у першому випадку рівень PO_4^{3-} виявився вищим на 33 %. Також встановлено, що як у 2013 р., так і в 2014 р. рівень PO_4^{3-} утворює спільну асоціацію з такими показниками як: уміст Фосфору в ґрунті, індекси агрохімічного та агроекологічного бонітетів, а також з площею земель с/г призначення під посіви культур. При цьому, з першими трьома параметрами виявлена більш сильна взаємодія, ніж з останнім. Отримані результати свідчать про синергізм їх дисперсії. Крім того, у 2014 р. показник умісту фосфатів практично співпав з індексом агроекологічного бонітету.

Ключові слова: фосфати, питна вода, децентралізоване водопостачання, агроекологічні показники, агрохімічні показники, агроавантаження, Північна Буковина, Дністер, Прут, Сірет

Вступ. В Україні основним джерелом питного водопостачання сільської місцевості є ґрунтові води, водовідбір яких здійснюється за допомогою неглибоких колодязів та свердловин (Гарасимчук та ін., 2013). В криничних водах в різних концентраціях містяться 65-70 хімічних елементів, в тому числі і сполуки Фосфору (здебільшого фосфати і поліфосфати) (Пономаренко, Коршун, 2014). Останні, потрапляючи з питною водою в організм людини, мають властивість накопичуватися і відповідним чином впливати на стан здоров'я організму (Полищук и др., 2012).

Фосфор і його сполуки відіграють найважливішу роль для живих організмів. Зокрема, в організмі людини Фосфор: активно бере участь в обміні білків, жирів і вуглеводів, в деяких біохімічних процесах; активує деякі БАР,

нутрієнти, в тому числі, вітаміни групи В; входить до складу ряду ферментів; необхідний для нормального протікання процесу передачі спадкової інформації (входить до складу нуклеотидів, що утворюють ДНК і РНК); разом з Сульфуром бере участь в енергозабезпеченні всіх обмінних процесів (входить до складу АТФ, АДФ, креатинфосфату, гуанінфосфату й ін.); необхідний для регуляції рН внутрішніх рідких середовищ (входить до складу буферних систем); необхідний для росту і підтримки цілісності кісткової тканини і зубів; позитивно впливає на лібідо і т.д. (Полищук и др., 2012).

Доведено, що як нестача, так і надлишок Фосфору в організмі людини здатні викликати небажані наслідки. Так, основними ознаками дефіциту мінералу (гіпофосфатемія) є: зміна кісткової тканини, що призводить до болю в

кістках і переломів; втрата апетиту; схуднення; апатія; занепокоєння; дратівливість; слабкість; тремтіння; неритмічне дихання; оніміння або, навпаки підвищена чутливість шкіри; зниження розумової і фізичної працездатності. Симптоми дефіциту виникають тільки тоді, коли концентрація Фосфору в крові значно знижується (< 1 ммоль/л). Надлишок мінералу (> 1,8 ммоль/л) в організмі (гіперфосфатемія) проявляється наступними симптомами: прогресуюче зменшення щільності кісткової тканини (остеопороз), що призводить до болю і переломів, навіть при незначних травмах; важкий атеросклероз, який сприяє розвитку інсультів, інфарктів і порушенню кровообігу; омертвіння тканин; сильне печіння в долонях; порушується всмоктування кальцію з кишечника, гальмується утворення активної форми вітаміну D, зв'язується частина кальцію в крові, що веде до його виведення з кісток і відкладення солей кальцію в нирках і кровеносних судинах, відповідно Фосфор опосередковано зумовлює розвиток сечокам'яної хвороби, відкладення солей в суглобах, в результаті людина страждає від артритів і поліартритів; може впливати на нервову систему (спочатку спостерігається збуджений стан, а коли відбудуться органічні зміни, можливі паралічі); поліфосфати впливають на осмотичний тиск в клітинах, погіршується пружність і еластичність мембран клітин (Полищук и др., 2012).

Головним джерелом сполук Фосфору у воді є їх надходження з побутовими стічними водами, що містять фосфати як компоненти синтетичних миючих засобів, фотореагентів та пом'якшувачів води (Крижановський та ін., 2011). Так, наявність фосфатів у пральних порошках призводить до значного посилення токсичних властивостей аніонних поверхневоактивних речовин (ПАР) – створюються умови для більш інтенсивного проникнення їх як через пошкоджену, так і неушкоджену шкіру рук і за дії сульфатів, силікатів, ензимів і хлору інтенсивно її обезжирюють. Бар'єрні функції шкірних покривів знижуються, і створюються умови для безперешкодного проникнення в організм будь-яких токсичних сполук – бактеріологічних токсинів, важких металів тощо (Полищук и др., 2012). Накопичуючись в організмі фосфати з часом викликають алергічні реакції і мікрозапалення. Сполуки Фосфору також порушують кислотно-основну рівновагу клітин шкіри, і здатні викликати дерматологічні захворювання. Крім зовнішнього – дерматологічного впливу – при контакті зі

шкірою фосфати можуть проникати безпосередньо в кров, змінювати процентний вміст в ній гемоглобіну, викликають зміну щільності сироватки крові, вміст білка. Спостерігається збій функцій печінки, нирок, що призводить до порушення обмінних процесів і загострення хронічних захворювань. У той же час в автоматичних пральних машинах використовується всього три цикли полоскання, хоча для повного видалення залишків фосфатів їх потрібно не менше десяти (Егоров, 2012).

Також, відмічено, що Фосфор найбільше, порівняно з іншими хімічними елементами, сприяє біоаккумуляції мікроорганізмів. До прикладу, вміст Фосфору у воді менше 0,0001 %, коефіцієнт акумуляції складає 20000, по Нітрогену відповідно 1500 при 0,001 %, Карбону – 2000 при 0,003 %, Феруму – 1500 при 0,0001 %, Сульфур – 1,6 та 0,09 %. Тому один грам триполіфосфату натрію, як складової речовини пральних порошків, стимулює розмноження 5-10 кілограмів отруйних синьо-зелених водоростей: водоймища вмирають, і вода стає непридатною до вживання, небезпечною для здоров'я та життя людини (Крижановський та ін., 2011).

Аналіз останніх досліджень і публікацій з досліджуваної теми засвідчив, що в ряді робіт як вітчизняних, так і зарубіжних науковців відзеркалено дослідження вмісту хімічних елементів у криничній воді, в т.ч. й сполук Фосфору (Гарасимчук та ін., 2013; Шестакова, 2013; Шилькрот, 2015; Mahasim et al., 2005). Натомість на території Північної Буковини дане питання залишається нерозкритим. Адже, на сьогоднішній день є поодинокі праці щодо вивчення підземних вод басейну річки Прут (в межах Чернівецької області) у 2011 р. (Ємчук, 2011) та ряд робіт по якості питної води децентралізованого постачання лише в м. Чернівці (Николаєв, 2014; Шевчук, 2010; Шевчук, 2014).

Мета дослідження – здійснити порівняльний аналіз вмісту фосфатів в колодязній воді різних водозбірних басейнів головних річок Чернівецької області за період 2013-2014 рр.

Матеріали та методи досліджень.

Об'єктом наших досліджень була кринична вода Чернівеччини, територію якої ми умовно розподілили за водозбірними басейнами головних річок області – Дністер, Прут та Сірет (рис. 1). Забір проб проводили в літній період згідно ГОСТ Р 51593-2000 в день проведення визначення або її консервували, додаючи на 1 л досліджуваної води 2-4 мл хлороформу. Вміст фосфатів визначали фотоколометрично за загальноприйнятою методикою.

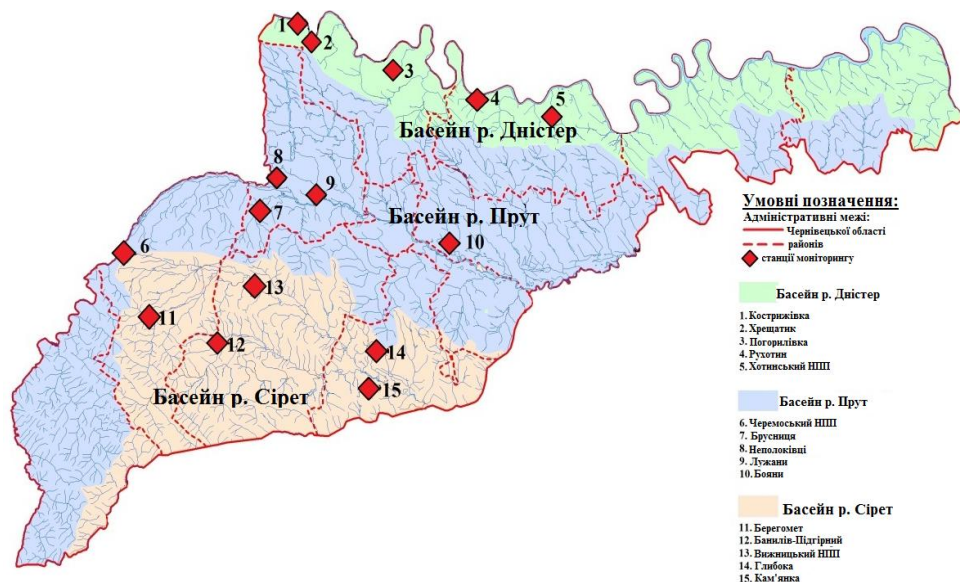


Рис. 1. Станції моніторингу у межах водозбірних басейнів головних річок Чернівецької області – Дністра, Прута та Сірету

Fig. 1. Monitoring stations within the catchment basins of the main rivers of the Chernivtsi Region – Dniester, Prut and Siret

Принцип методу базується на реакції Фосфору з амонієм молібденовокислим $((\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \times 4\text{H}_2\text{O})$ у присутності хлористого олова $(\text{SnCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O})$ з утворенням забарвленої у синій колір сполуки. Інтенсивність її забарвлення визначали за допомогою ФЕК КФК-3 (СНР-моніторинг..., 2015).

Встановлено, що уміст фосфатів у колодязній воді різних водозбірних басейнів головних річок Чернівецької області не є стабільним. Так, за період 2013 р. рівень PO_4^{3-} коливався в межах 2,17-5,11 мг/дм^3 (при цьому середнє значення становило $3,75 \pm 0,21 \text{ мг/дм}^3$). Згідно Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання

людиною»: ДСанПіН 2.2.4-400-10 вміст фосфатів у колодязній воді не регламентується (Уberman, 2012), проте цим же документом встановлено ГДК фосфатів для водопровідної питної води – 3,5 мг/дм^3 . Тому, зважаючи на останній показник, можна сказати, що середній уміст PO_4^{3-} у питній воді колодязів Чернівецької області перевищував норму на 7%.

За період 2014 р. уміст фосфатів в питній воді децентралізованого водопостачання варіював в межах 0,42-0,80 мг/дм^3 ($M \pm m = 0,57 \pm 0,03 \text{ мг/дм}^3$). За допомогою U-критерію Мана-Уїтні встановлено, що, в порівнянні з 2013 р., рівень PO_4^{3-} за 2014 р. знизився у 6,58 рази ($Z=4,67$; $p\text{-level} = 0,00$; $2 * 1\text{ sided} = 0,00$).

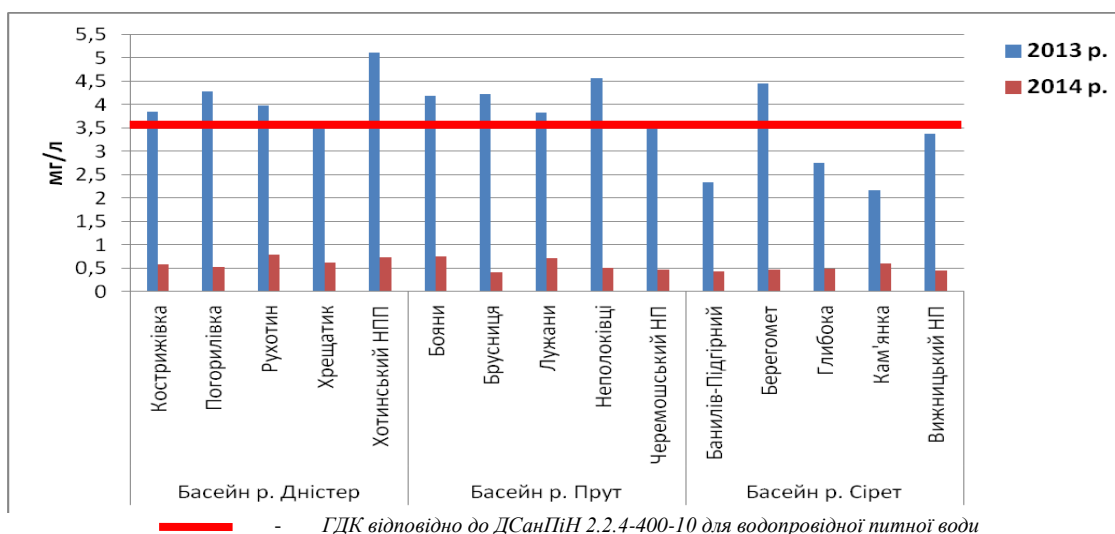


Рис. 2. Уміст фосфатів в колодязній воді різних водозбірних басейнів головних річок Чернівецької області за період 2013-2014 рр., мг/дм³

Fig. 2. The content of phosphates in well water of different catchment basins of the main rivers of Chernivtsi Region for the period 2013-2014, мг/дм^3

Таблиця 1.
Описова статистика умісту фосфатів у колодязній воді різних водозбірних басейнів головних річок Чернівецької області за період 2013-2014 рр., мг/дм³ (N=5)

Table 1.
Descriptive statistics of the content of phosphates in well water of various catchment basins of the main rivers of Chernivtsi region for the period 2013-2014, mg / dm³ (N = 5)

Роки	Басейни річок	Mean	Median	Mode	Min.	Max.	Stand. Er.	Skewness	Kurtosis
2013	Дністер	4,15	3,98	Mult.	3,52	5,11	0,27	1,15	1,57
	Прут	4,07	4,19	Mult.	3,53	4,57	0,18	-0,26	-0,57
	Сірет	3,02	2,76	Mult.	2,17	4,45	0,41	1,06	0,39
2014	Дністер	0,65	0,62	Mult.	0,53	0,80	0,05	0,43	-1,85
	Прут	0,57	0,52	Mult.	0,42	0,75	0,07	0,40	-2,73
	Сірет	0,49	0,47	Mult.	0,43	0,61	0,03	1,67	3,10

Цікавим є той факт, що в криницях, розташованих на територіях водозбірних басейнів р. Дністер та р. Прут за період 2013 р. в усіх досліджуваних точках моніторингу зафіксовано підвищений вміст фосфатів (відповідно до вимог ДСанПіН 2.2.4-400-10 для водопровідної питної води отримані показники перевищують і граничні межі). Проте, статистичних відмінностей між водозбірними басейнами головних річок регіону не встановлено. Натомість, у 2014 р. зафіксовано достовірну різницю між умістом фосфатів у колодязній воді водозбірних басейнів р. Дністер та р. Сірет. При цьому, у першому випадку значення були вищим на 33 % (табл. 3).

Порівняльний аналіз усередненого умісту фосфатів у питній воді децентралізованого водопостачання по водозбірних басейнах головних річок Чернівецької області за період 2013-2014 рр. дозволив нам побудувати наступні ранжувальні ряди у порядку спадання: для 2013 р. – Прут > Дністер > Сірет; для 2014 р. – Дністер > Прут > Сірет. Таким чином, бачимо, що за досліджуваний період найнижчий рівень фосфатів

зафіксовано у питній воді колодязів, розташованих на територіях водозбірних басейнів р. Сірет.

Отримані нами дані узгоджуються з аналогічними дослідженнями вітчизняних та зарубіжних науковців. Так, наприклад, рівень фосфатів у криничній воді Львівської області коливався в межах 0,02-0,43 мг/дм³ (В. Гарасимчук та ін., 2013), у Томській області (Росія) – 0,012-0,38 мг/дм³ (Шестакова, 2013), у Тверській області (Росія) – 0,110-11,2 мг/дм³ (Шилькрот, 2015), у Келантанському районі (Малайзія) – 0,4-2,2 мг/дм³ і т.д. (Mahasim et al., 2005).

Доведено, що важливим чинником на надходження Фосфору у водойми є змив фосфорних добрив та пестицидів із сільськогосподарських угідь, стоки тваринницьких ферм і промислових підприємств (Крижановський, 2011). Тому наступним нашим етапом був аналіз впливу агрохімічних, агроекологічних показників та деяких характеристик агронавантаження окремих територій Чернівецької області (табл. 3).

Таблиця 2.
Оцінка достовірних відмінностей між умістом фосфатів у питній воді колодязів, розташованих в межах різних водозбірних басейнів головних річок Чернівецької області за період 2013-2014 рр., встановлених за допомогою U-критерію Манна-Уїтні ($p < 0,05$), (N=5)

Table2
Estimation of the significant differences between the content of phosphates in drinking water wells located within the various catchment basins of the main rivers of Chernivtsi Region for the period 2013-2014 established using the Mann-Whitney U- test ($p < 0.05$), (N = 5)

Роки	Басейни річок	Rank Sum	Rank Sum	U	Z	p-level	Z	p-level	2*1sided
2013	Дністер/Прут	28,00	27,00	12,00	0,10	0,92	0,10	0,92	1,00
	Дністер/Сірет	36,00	19,00	4,00	1,78	0,08	1,78	0,08	0,10
	Прут/Сірет	36,00	19,00	4,00	1,78	0,08	1,78	0,08	0,10
2014	Дністер/Прут	33,00	22,00	7,00	1,15	0,25	1,15	0,25	0,31
	Дністер/Сірет	38,00	17,00	2,00	2,19	0,03	2,19	0,03	0,03
	Прут/Сірет	31,00	24,00	9,00	0,73	0,46	0,73	0,46	0,55

Примітка: жирним шрифтом виділені достовірні відмінності між умістом фосфатів у колодязній воді різних водозбірних басейнів головних річок Чернівецької області

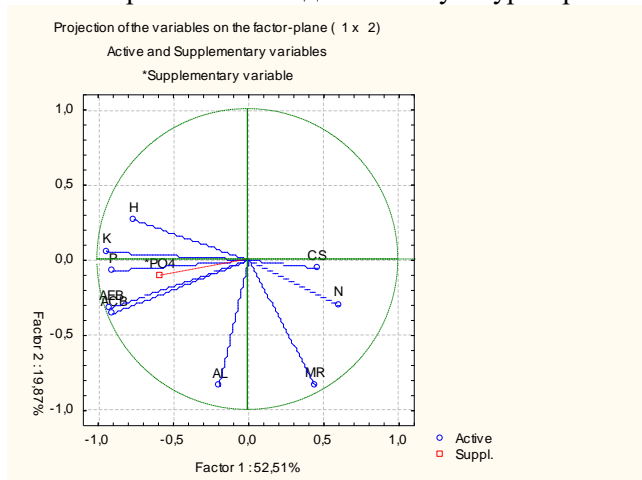
Таблиця 3.
Агрохімічні, агроекологічні показники та деякі характеристики агровантаження окремих територій Чернівецької області

Table 3.
Agrochemical, agroecological parameters and some agro-loading characteristics of separate territories in Chernivtsi Region

Станції моніторингу	Внесення мінеральних добрив на посівній площі населеного пункту, кг	Площа земель с/г призначення під посіви культур, га	Агрохімічний бонітет	Агроекологічний бонітет	Вміст гумусу, %	Вміст N в ґрунтах, мг/кг	Вміст P в ґрунтах, мг/кг	Вміст K в ґрунтах, мг/кг	Поголів'я ВРХ
Кострижівка	1048	80,6	76	68	3,1	96,9	250,1	352,1	63
Погорилівка	729	56,1	49	44	3,2	86,8	111,9	208,6	95
Хотинський НПП	5060	506,0	62	54	2,2	98,5	139,6	270,3	662
Бояни	6464	808,0	62	55	2,5	87,0	162,0	189,0	330
Брусниця	5902	590,2	68	61	2,9	104,4	217,8	251,5	520
Лужани	5038	503,8	64	57	2,8	99,1	147,3	217,1	90
Неполоківці	4673	467,3	66	61	2,5	103,9	291,3	284,6	75
Черемошський НПП	9542	367,0	62	55	2,8	131,0	72,0	124,0	154
Банилів-Підгірний	3590	224,4	38	36	2,1	118,9	31,0	97,0	692
Берегомет	5564	214,0	47	42	2,1	126,0	34,0	74,0	316
Глибока	9165	366,6	48	41	2,1	116,0	44,0	98,0	154
Кам'янка	5945	237,8	49	43	2,0	99,6	102,2	97,8	722
Вижницький НПП	6787	424,2	59	52	2,3	119,0	52,0	183,0	200

Побудувавши діаграми проєкцій змінних на факторну-площину 1-2, встановлено, що як у 2013 р., так і в 2014 р. рівень PO_4^{3-} утворює спільну асоціацію з такими показниками як: уміст Фосфору в ґрунті, індекси агрохімічного та агроекологічного бонітетів, а також з площею земель с/г призначення під посіви культур. При

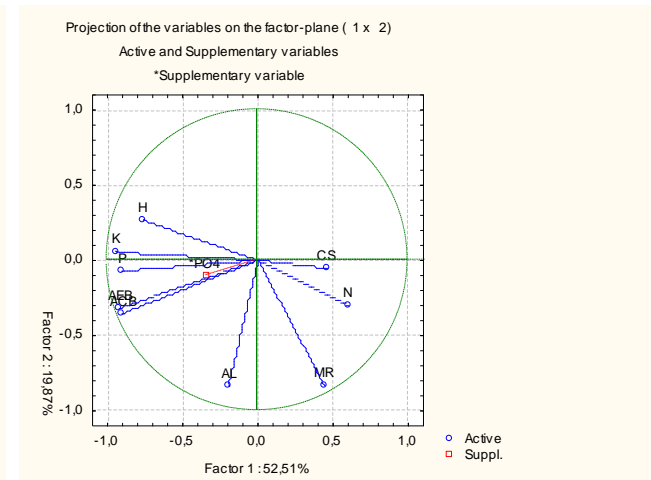
цьому, з першими трьома виявлена більш сильна взаємодія, ніж з останнім. Отримані результати свідчать про синергізм їх дисперсії. Відмітимо, що у 2014 р. показник умісту фосфатів практично співпав з індексом агроекологічного бонітету.



2013

Рис. 3. Діаграми проєкцій змінних показників на факторну-площину 1-2

Примітка: MF – кількість внесення мінеральних добрив на посівній площі населеного пункту, кг; AL – площа земель с/г призначення під посіви культур, га; ACB – агрохімічний бонітет; AEB – агроекологічний бонітет; H – вміст гумусу, %; N – вміст Нітрогену в ґрунті, мг/кг; P – вміст Фосфору в ґрунті, мг/кг; K – вміст Калію в ґрунті, мг/кг; CS – поголів'я ВРХ.



2014

Fig. 3. Diagrams of projections of the variables on the factor-plane (1x2)

Note: MF – quantity of mineral fertilizers (in particular phosphorus fertilizers) on the crop area of the settlement, kg; AL – area of agricultural lands designated for crops, ha; ACB – agrochemical bonite; AEB – agroecological bonite; H – humus content, %; N – Nitrogen content in soil, mg/kg; P – Phosphorus content in soil, mg/kg; K – Potassium content in soil, mg/kg; CS – Cattle Stock

Висновки:

1. Встановлено, що уміст фосфатів у колодязній воді різних водозбірних басейнів головних річок Чернівецької області не є стабільним. Так, за показниками 2013 р. рівень PO_4^{3-} коливався у межах 2,17-5,11 мг/дм³, тоді як у 2014 р. ці значення показали тенденцію до зниження і варіювали в діапазоні 0,42-0,80 мг/дм³.
 2. На основі порівняльного аналізу усередненого умісту PO_4^{3-} у питній воді децентралізованого водопостачання водозбірних басейнів головних річок Чернівецької області за період 2013-2014 рр. побудовано наступні ранжувальні ряди у порядку спадання: для 2013 р. – Прут > Дністер > Сірет; для 2014 р. – Дністер > Прут > Сірет. Таким чином, найнижчий рівень фосфатів зафіксовано у питній воді колодязів, розташованих на території водозбірного басейну р. Сірет.
 3. За допомогою U-критерію Манна-Уїтні показано достовірні відмінності між умістом фосфатів у криницях, розташованих на території водозбірного басейну р. Дністер, в порівнянні з аналогічними показниками водозбірного басейну р. Сірет у 2014 р. При цьому, у першому випадку рівень PO_4^{3-} виявився вищим на 33 %.
 4. Відмічено, що як у 2013 р., так і в 2014 р. рівень PO_4^{3-} утворює спільну асоціацію з такими показниками як: уміст Фосфору в ґрунті, індекси агрохімічного та агроекологічного бонітетів, що свідчать про синергізм їх дисперсії.
- ## Список літератури:
1. Гарасимчук В. Гідродинамічне моделювання та оцінка еколого-геохімічних характеристик ґрунтових вод сільської місцевості (на прикладі с. Новосілка Львівської області) / В. Гарасимчук, Р. Паньків, Б. Камінецька // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2013. – № 1-2. – С. 78-87.
 2. ГОСТ Р 51593-2000 «Вода питна. Відбір проб».
 3. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»: ДСанПіН 2.2.4-400-10 – Затвердж. наказом МОЗ України від 12.05.2010 р. № 400. – 48 с.
 4. Егоров К. Фосфаты в сточных водах. Скрытая угроза – серия первая / К. Егоров // Водопостачання та водовідведення. – 2012. – № 2. – С. 22-28.
 5. Ємчук Т.В. Оцінка природної захищеності підземних вод басейну річки Прут від забруднення (у межах Чернівецької області): автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. геогр. наук 11.00.11 – конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів / Т.В. Ємчук. – Чернівці, 2011. – 23 с.
 6. Крижановський Є.М. Дослідження тенденцій використання фосфатних миючих засобів / Є.М. Крижановський, О.В. Гурко, А.В. Жак // Збірник наукових статей “III-го Всеукраїнського з’їзду екологів з міжнародною участю”. – 2011. – Том. 1. – С. 216-219.
 7. Мاستицкий С.Э. Методическое пособие по использованию программы STATISTICA при обработке данных биологических исследований / С.Э. Мاستицкий. – Мн.: РУП «Институт рыбного хозяйства», 2009. – 76 с.
 8. Николаев А.М. Влияние полигонів твердых бытовых отходов міста Чернівці на підземні і поверхневі води, ґрунти та донні відклади водотоків / А.М. Николаев // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Т. 10. – Вып. 2. – С. 664-667.
 9. Пономаренко Н.П. Оцінка якості господарсько-питного водопостачання районів Чернігівської області / Н.П. Пономаренко, М.М. Коршун // Вісник ВДНЗУ. – 2014. – Т. 14. – Вып. 2(46). – С. 37-43.
 10. Проблема фосфатов и их определения на примере р. Днестр и сточных вод г. Одесса / А.А. Полищук, Т.Н. Мозолевская, В.И. Гольцов, Г.В. Яловский // Водопостачання та водовідведення. – 2012. – № 5. – С. 20-27.
 11. Уберман В. И. Нормирование эмиссии фосфатов с городскими сточными водами / В. И. Уберман // Проблемы охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки. – 2012. – Вып. 34. – С. 93-112.
 12. Шевчук Ю. Ф. Моделювання процесів формування якості питної води в місті Чернівці / Ю. Ф. Шевчук, А.Ю. Шевчук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Вып. 18. – С. 56-61.
 13. Шевчук Ю. Якість питної води нецентралізованого водопостачання в м. Чернівці / Ю. Шевчук, А. Николаев, А. Шевчук // Наукові записки ТНПУ. – 2014. – № 1 (36). – С. 182-187.
 14. Шестакова А.В. Химический состав подземных вод Томского района и перспектива использования для питьевого водоснабжения / А.В. Шестакова // Проблемы геологии и освоения недр. – 2013. – № 302. – С. 596-598.
 15. Шилькрот Г.С. О миграции фосфора и других химических элементов с ґрунтовым стоком в сельских ландшафтах / Г.С. Шилькрот // Водная стратегия РФ 1. – 2015. – Т. 1. – С. 386-394.
 16. CNP-моніторинг річкових екосистем (на прикладі Чернівецької області): навчальний посібник / [С.С. Костишин, Л.Ю. Головченко, О.М. Дзензерська, О.Я. Буждиган]; заг. ред. С.С. Руденко. – Чернівці: «Місто», 2015. – 152 с.
 17. Nitrate and phosphate contents and quality of well water in North-eastern districts of Kelantan / N.W. Mahasim, A. Saat, Z. Hamzah et al. // SKAM18. International Education Centre, University Teknologi (MARA), India. – 2005. – P. 1-8. doi: <https://www.researchgate.net/publication/242202854>

References:

1. CNP-monitoring of river ecosystems (on the example of the Chernivtsi region): a manual book / [S.S. Kostyshyn, L.Yu. Holovchenko, O.M. Dzenzers'ka, O.Ya. Buzhdyhan]; by general edition S.S. Rudenko. – Chernivtsi: «Misto», 2015. – 152 p.
2. Egorov K. Phosphates in wastewater. The hidden threat – the first series / K. Egorov // Water supply and drainage. – 2012. – № 2. – P. 22-28.
3. GOST R 51593-2000 "Drinking Water. Sampling».
4. Harasymchuk V. Hydrodynamic modeling and estimation of ecological and geochemical characteristics of groundwater in rural areas (for example, Novosilk village of Lviv region) / V. Harasymchuk, R. Pan'kiv, B. Kaminets'ka // Geology and geochemistry of combustible fossil fuels. – 2013. – № 1-2. – P. 78-87.
5. Kryzhanovs'kyi Ye.M. Research of using tendencies of phosphate detergents / Ye.M. Kryzhanovs'kyi, O.V. Hurko, A.V. Zhak // Collection of scientific articles of the III All-Ukrainian Congress of Ecologists with International Participation. – 2011. – Vol. 1. – P. 216-219.
6. Mastitskiy S.E. Methodical manual on the use of the STATISTICA program in the processing of biological research data / S.E. Mastitskiy. – Minsk, 2009. – 76 p.
7. Nitrate and phosphate contents and quality of well water in North-eastern districts of Kelantan / N.W. Mahasim, A. Saat, Z. Hamzah et al. // SKAM18. International Education Centre, University Teknologi (MARA), India. – 2005. – P. 1-8. doi: <https://www.researchgate.net/publication/242202854>
8. Nykolayev A.M. Influence of landfills of municipal solid waste in Chernivtsi on underground and surface waters, soils and bottom sediments of watercourses / A.M. Nykolayev // Geopolitics and eco-geodynamics of regions. – 2014. – Vol. 10. – Is. 2. – P. 664-667.
9. Ponomarenko N.P. Quality assessment of the households and drinking water supply of districts of Chernivtsi region / N.P. Ponomar
10. Shestakova A.V. Chemical composition of the underground waters of the Tomsk region and the prospect of use for drinking water supply/ A.V. Shestakova // Problems of geology and development of subsoil. – 2013. – № 302. – P. 596-598.
11. Shevchuk Yu. F. Suchasnyy Modeling processes of forming the quality of drinking water in the Chernivtsi city / Yu. F. Shevchuk, A.Yu. Shevchuk // Hydrology, hydrochemistry and hydroecology. – 2005. – Vol. 9. – P. 217-223.
12. Shevchuk Yu. Quality of drinking water of non-centralized water supply in Chernivtsi city / Yu. Shevchuk, A. Nykolayev, A. Shevchuk // Scientific Papers of TNPU. – 2014. – № 1 (36). – P. 182-187.
13. Shilkrot G.S. About the migration of Phosphorus and other chemical elements with ground runoff in rural landscapes / G.S. Shilkroth // Water Strategy of the Russian Federation. – 2015. – Vol. 1. – P. 386-394.
14. State sanitary norms and rules "Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption": SSanN&R 2.2.4-400-10
15. The problem of phosphates and their determination by the example of p. Dniester and sewage of the city of Odessa / A.A. Polischuk, T.N. Mozolevskaya, V.I. Goltsov, G.V. Yalovskiy // Water supply and drainage. – 2012. – № 5. – P. 20-27.
16. Uberman V. I. Normalization of the emission of phosphates with urban wastewater / V. I. Uberman // Problems of environmental protection and ecological safety. – 2012. – Vol. 34. – P. 93-112.
17. Yemchuk T.V. Estimation of natural protection of underground waters of the river Prut river from pollution (within the boundaries of Chernivtsi region): abstract of dissertation for the degree of candidate of geographical sciences 11.00.11- constructive geography and rational use of natural resources / T.V. Yemchuk. – Chernivtsi, 2011. – 23 p.

CONTENT OF PHOSPHATES IN DRINKING WATER OF DECENTRALIZED WATER SUPPLY (FOR THE EXAMPLE OF NORTH BUKOVYNA)

O. Lakusta, S. Kostyshyn

A comparative analysis of phosphates content in drinking water of decentralized water supply was carried out in the context of various catchment basins of the main rivers of Northern Bukovyna by the period of 2013-2014. The research was conducted in summer. Water sampling was carried out in accordance with GOST R 51593-2000 on the determination day or it was preserved. The content of phosphates was determined according to the generally accepted methodology. The principle of the method is based on the reaction of phosphorus with $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \times 4\text{H}_2\text{O}$ in the presence of $\text{SnCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ with the formation of a compound colored in blue. The intensity of its color was determined using photocolimeter KFK-3. As result of the research, it is found that the level of PO_4^{3-} in the well water of the Chernivtsi Region is not stable, and there were observed some changes towards the decrease in 2014 compared with 2013. Thus, the level of PO_4^{3-} in 2013 was fluctuated within the range of 2.17-5.11 mg/dm³, and the level of PO_4^{3-} in 2014 was fluctuated within the range of 0.42-0.80 mg/dm³. The following rankings were built in descending order on the basis of a comparative analysis of the averaged content of PO_4^{3-} in the well water of the various catchment basins of the main rivers in the Chernivtsi Region: for 2013 – Prut > Dniester > Siret; for 2014 – Dniester > Prut > Siret. Accordingly, the lowest level of phosphates was recorded in drinking water of wells located on the catchment area of the Siret River basin. Significant differences were observed (by using the Mann-Whitney U-test) in 2014 between the

phosphate content in the wells located on the territory of the Dniester River basin, in comparison with the similar indicators of the Siret River basin. At the same time, the level of PO_4^{3-} was higher by 33% in the first case. It was established that the level of PO_4^{3-} forms a joint association with indicators: Phosphorus content in soil, agrochemical and agroecological bonitets indexes, the area of agricultural land designated for crop (both in 2013 and in 2014). At the same time, the first three parameters were revealed a stronger interaction than with the latter indicator. The obtained results testify about the synergism of their dispersion. In addition, in 2014 the index of phosphate content was almost coincided with the agroecological bonitet index.

Keywords: phosphates, drinking water, decentralized water supply, agroecological indicators, agrochemical indicators, agro-loading, Northern Bukovyna, Dniester, Prut, Siret.

Отримано редколегією 18.04.2017