

© 2013 Баб'юк Д. П.<sup>1</sup>, Бендерська О. М.<sup>1</sup>, Баб'юк О. Я.<sup>2</sup>, Тураш М. М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

<sup>2</sup>Інститут екологієні і токсикології ім. Л. І. Медведя

## НІТРАТНЕ ЗАБРУДНЕННЯ КОЛОДЯЗНОЇ ВОДИ В СОКИРЯНСЬКОМУ РАЙОНІ

*Досліджено вміст нітратів у питній колодязній воді Сокирянського району. Кількість відібраних проб у кожному населеному пункті визначалася за допомогою попередньо розробленої районованої вибірки, в якій весь район умовно поділений на три регіони. Моніторинг проводився в осінній і весняний періоди. Вміст нітратів у відібраних пробах визначався фотоколориметричним методом. Встановлено, що в середньому вміст нітратів перевищує ГДК у 1,6 та 1,7 разів для осіннього та весняного періодів відповідно.*

**Ключові слова:** нітрати, нітратне забруднення води, Сокирянський район, районована вибірка, фотоколориметричний метод.

Перевищення граничнодопустимої концентрації нітратів у питній воді становить велику небезпеку для здоров'я людини. Потенційна токсичність нітратів зумовлена тим, що під дією ферментів в організмі людини вони перетворюються в нітрити, які окиснюють двовалентний Ферум ( $Fe^{2+}$ ) гемоглобіну крові у тривалентний ( $Fe^{3+}$ ). Гемоглобін при цьому перетворюється в метгемоглобін, який не спроможний переносити кисень, спричинюючи захворювання на гемічну гіпоксію [1]. Особливо небезпечні нітрати для грудних дітей, оскільки їх ферментна система недостатньо розвинена, щоб належно підтримувати зворотний процес відновлення метгемоглобіну в гемоглобін [2]. Нітрати у високих концентраціях діють також на засвоєння вітаміну А, порушують діяльність щитовидної залози, серця, центральної нервової системи [3]. Останнім часом доведено канцерогенну дію нітратів унаслідок утворення з них в організмі людини нітрозозамінів. Ці сполуки здатні викликати формування злоякісних пухлин на всіх органах травлення [4].

Основна причина інтенсивного забруднення нітратами колодязної води полягає у неконтрольованому використанні нітратних добрив на сільськогосподарських угіддях. Застосування зростаючої кількості мінеральних нітратних добрив призводить до нагромадження надлишкового азоту, доля якого надалі складається по-різному. Певна його частка разом із ґрунтовими водами мігрує в межах профілю ґрунту. Але азот у формі нітратів вимивається до верхніх водоносних горизонтів і може нагромаджуватися у підземних водах. З цієї причини значний рівень нітратів у ряді місць інтенсивного землеробства вже виявляється на глибині 10 м і більше.

### Постановка задачі

Сокирянський район розташований на сході Чернівецької області в лісостеповій зоні, займає південно-східну частину Прут-Дністровського міжріччя. Поверхня району підвищена полого – хвиляста лісова рівнина. Площа 668 кв. км, що становить 7,3% від загальної території області [5]. Протяжність із заходу району на схід становить 38 км, а із півночі на південь – 30 км. На півдні проходить державний кордон України з Республікою Молдова, на півночі обмежений руслом ріки Дністер. У Сокирянському районі Чернівецької області є значна площа сільськогосподарських угідь, що використовується для вирощення городини, врожайність якої істотно підвищується при використанні нітратних добрив. Надлишковий вміст останніх у ґрунті призводить до забруднення питної води. Це і зумовило мету даної роботи, що полягає у дослідженні питної води Сокирянського району на нітратне забруднення. У ході роботи проводиться експериментальне визначення вмісту нітратів у колодязній воді та аналіз стану забруднення району.

### Експериментальна частина

Для адекватної репрезентативності території району було сформовано районовану вибірку, що включає 73 пункти відбору колодязної води (рис. 1). Аналізуючи карту району, його можна умовно поділити на три регіони: «Регіон-1» – північна частина району, що межує з рікою Дністер; «Регіон-2» – центральна частина району, що тягнеться вздовж автомагістралі Чернівці–Сокиряни; «Регіон-3» – південна частина району, що межує з кордоном із Молдовою. На рис. 1 показано такий поділ на регіони.

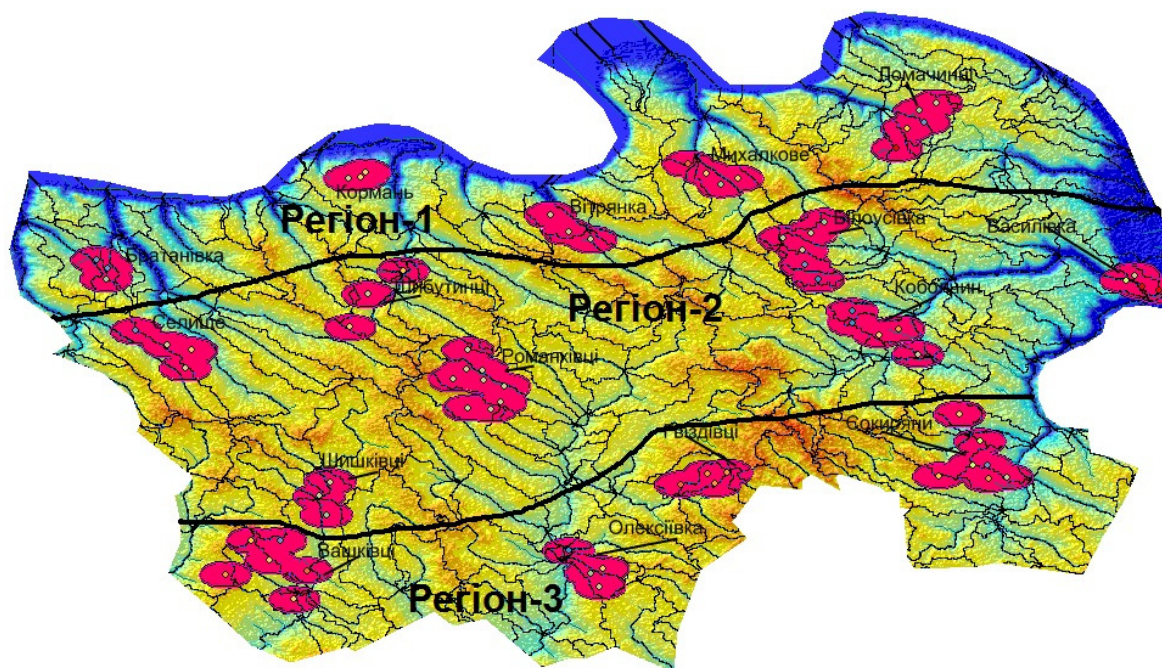


Рис. 1. Вибірка території Сокирянського району, що умовно поділений на три регіони (овали позначають області навколо місць відбору проб)

У «Регіоні-1» із розгляду було вилучено населені пункти Ожеве, Кулішівка і Лопатів. При цьому керувалися такими міркуваннями. Кулішівка знаходиться приблизно в центрі трикутника Кормань–Шебутинці–Вітрянка; Лопатів дуже малий населений пункт; Ожеве знаходиться внизу по течії біля м. Новодністровськ, який є окремою адміністративною одиницею у Чернівецькій області й адміністративно не входить до Сокирянського району. У «Регіоні-2» вилучено населені пункти Сербичани та Грубна. Це пояснюється тим, що Сербичани є центром трикутника найбільших населених пунктів цього регіону Романківці–Білоусівка–Коболчин, а Грубна містить невелику кількість жителів. У «Регіоні-3» відкинута лише один населений пункт, Волошкове, найменший серед всіх інших. Таким чином, вибіркою охоплено 18 із 22 населених пунктів, у які включені 14589 із 17112 приватних господарств усього району (табл. 1). Відношення кількості відібраних проб води до кількості господарств регіону складало приблизно 1:200. Цього цілком достатньо, щоб забезпечити повноту вибірки. До того ж, приблизно один колодязь припадає в середньому на 1,5–2 господарства.

Спочатку було розраховано середні значення вмісту нітратів для кожного регіону  $S_i$ , а потім – середні значення  $S_{сер}$  для району в цілому. При цьому враховано статистичні ваги регіонів  $\omega_i$ , які наведено в табл. 1.

$$S_{сер} = \sum_{i=1}^3 \omega_i S_i \quad (1)$$

Відбір проб води проводився двічі: восени 2011-го та навесні 2012-го років, що дає змогу порівняти зміну вмісту нітратів після зимового періоду. Перший відбір проб води збігся з аномально посушливим періодом для цієї пори року. Крім того, він відповідає закінченню у регіоні сільськогосподарських робіт. Другий відбір проб співпав із сезонним випаданням дощів на досліджуваній території, пониженням температури та підвищенням вологості у районі.

Детальний опис процесу відбору проб, що використовувався в цьому дослідженні, подано в [6]. Визначення нітратів проводилося колориметричним методом із натрій саліцилатом згідно зі стандартною методикою ГОСТ 18826-73 [7]. Нижня межа визначення нітратного азоту становить 0,1 мг/дм<sup>3</sup>.

### Аналіз результатів

Для початку зупинимось на розгляді стану забруднення колодязної води в осінній період. Згідно з [8], ГДК нітратів у питній воді складає 50 мг/л. Якщо порівнювати середній вміст забруднення по регіонах, то з табл. 2 видно, що в «Регіонах 1» і «2» вміст нітратів приблизно в 1,5 разу перевищує ГДК, а в «Регіоні 3» – у 2 рази.

Таблиця 1

Розподіл господарств та кількості проб по населених пунктах

Регіон	Статистична вага регіону $\omega_i$	Населений пункт	Кількість господарств	Кількість проб
1	0,215	Ломачинці	1144	5
		Михалкове	949	4
		Ожеве	574	0
		Кулішівка	461	0
		Вітрянка	451	3
		Кормань	302	3
		Братанівка	291	3
2	0,477	Лопатів	220	0
		Романківці	1943	9
		Білоусівка	1282	6
		Коболчин	1100	5
		Селище	775	4
		Василівка	725	4
		Шебутинці	611	3
		Сербичани	600	0
		Шишківці	529	3
3	0,308	Грубна	321	0
		Сокиряни	1462	7
		Вашківці	1392	6
		Гвіздівці	822	4
		Олексіївка	811	4
<b>Загальна кількість</b>		<b>17112</b>	<b>73</b>	

На рис. 2 на фоні рельєфу показано ступінь забруднення питної води нітратами у точках, де проводився відбір проб. Інтенсивність забарвлення точок пропорційна вмісту нітратів. Аналіз отриманих даних свідчить про те, що кореляція результатів із рельєфом відсутня, а отже, забруднення нітратами носить локальний характер.

Таблиця 2

Основні параметри досліджуваних регіонів

Назва регіону	Кількість господарств досліджувано-го регіону	Статистична вага регіону	Кількість проб, відібраних у регіоні	Середня к-сть нітратів у регіоні, мг/л	
				осінь	весна
Регіон 1	3137	0,215	18	74,96	68,66
Регіон 2	6965	0,477	34	71,21	75,12
Регіон 3	4487	0,308	21	98,50	110,78
Весь район	14589	1,000	73	80,41	84,71

У «Регіоні 1» з п'яти населених пунктів лише в одному (Братанівка) вміст нітратів у колодязях не перевищує ГДК. Найбільш забруднена нітратами вода у селах Михалкове та Кормань.

У «Регіоні 2» немає жодного населеного пункту, де середній вміст нітратів не перевищував би ГДК. Однак тут середнє значення вмісту нітратів дещо менше за забруднення «Регіону 1». Причина, на наш погляд, зумовлена значною часткою помірно забруднених територій населених пунктів, в яких забруднення неістотно перевищує ГДК (Шишківці, Білоусівка, Романківці, Селище, Коболчин). Сильно забрудненим у цьому регіоні є лише Василівка, причому у двох із чотирьох пунктів відбору проб вміст нітратів перевищує 200 мг/л, що в 4,5–5 разів вище за ГДК. Причиною такого надмірного перевищення допустимих норм може бути наближеність села до р. Дністер, причому саме село розташоване на схилі. Більшість проб відбиралися саме у низинній частині села. Відповідно до цього, високий вміст нітратів можна пояснити тим, що рух підземних вод на цій території спрямований саме до річки. Оскільки це похила місцевість, то всі наявні у ґрунтах і поверхневих водах забруднювачі акумулюються тут і у великих кількостях.

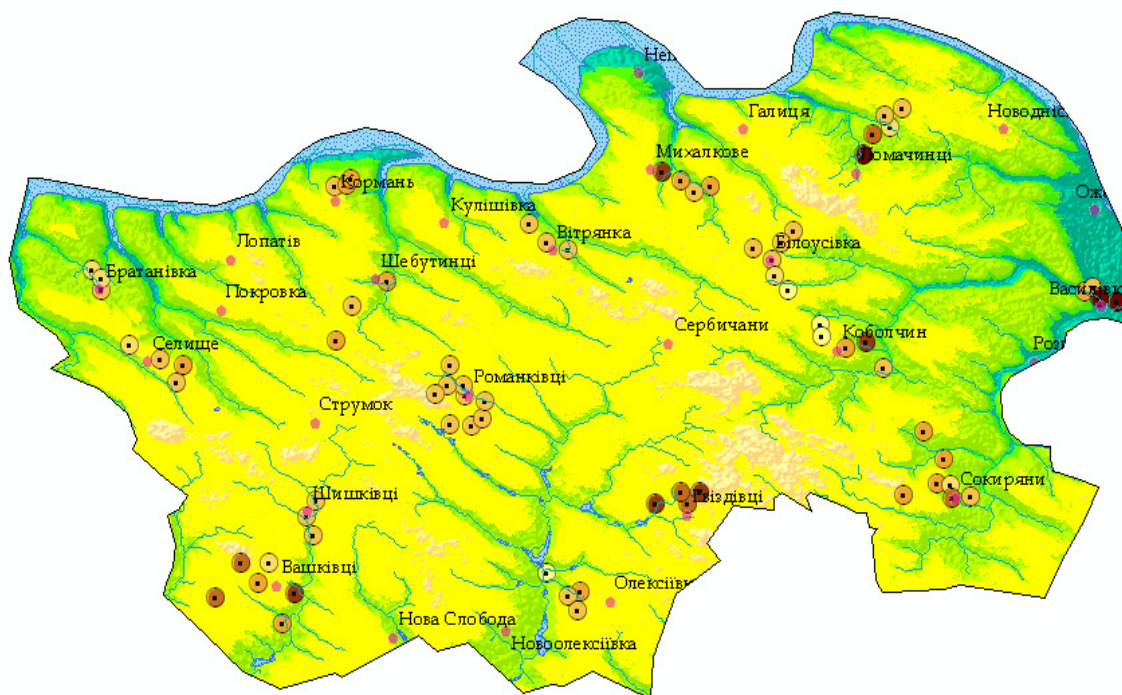


Рис. 2. Забруднення нітратами води у криницях на фоні рельєфу досліджуваного району в осінній період. Кільцями на карті (інтенсивність їх забарвлення пропорційна концентрації нітратів) показано точки відбору проб води

Проведені дослідження показали, що найбільш забруднений «Регіон 3». Тут практично немає жодного населеного пункту, де вміст нітратів не перевищував ГДК. З чотирьох населених пунктів лише Олександрівка помірно забруднена. У Гвіздівцях середній вміст перевищував ГДК у 3 рази, у Вашківцях – в 2,2 разу. Що стосується районного центру, то тут середній ГДК перевищений в 1,7 разу, а із семи відібраних проб, лише в одній виявлено вміст нітратів, що нижче за ГДК. У двох пробах вміст нітратів перевищує 100 мг/л.

Узагальнені результати зображені на рис. 3 у вигляді гістограми розподілу вмісту нітратів в осінній період. Як видно, для цього періоду дані мають сильно нерівномірний розподіл. Вода більшості колодезів району (32 %) містить нітрати в діапазоні 47–59 мг/л, що в межах допустимого і злегка перевищує ГДК. Другою йде частка колодезів (10 %), що містять 83–95 мг/л. Частка колодезів, що потрапляють в інтервали 35–46 мг/л і 95–106 мг/л, складає 5%. Зокрема, 3% колодезів містять 166–202 мг/л, а 2% – 226–250 мг/л.

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що за зимовий період вода в «Регіоні 1» очистилась від нітратів на 8,4%, в «Регіоні 2» рівень нітратів зріс на 5,5 %, а в «Регіоні 3»

– на 12,5 %. Це демонструють дані табл. 2. Середнє значення вмісту нітратів по району в цілому зросло на 4,3 мг/л, що складає 5,3 %. У «Регіоні 1» вода істотно очистилась в селах Кормань і Ломачинці (рис. 4). У Вітрянці та Братанівці майже не змінилась, а от у Михалковому забруднилась.

У «Регіоні 2» спостерігалось суттєве забруднення води нітратами у селі Романківці (майже у 2 рази). Крім того, зауважимо, що в осінній період у цьому селі був дуже рівномірний розподіл забруднень нітратами по колодезях, тоді як весною він істотно нерівномірний. Підвищилась кількості забруднень у Коболчині та Селищі. Натомість у селах Василівка і Шебутинці спостерігається трикратне та двократне падіння вмісту нітратів відповідно.

«Регіон 3» забруднюється порівняно з осіннім періодом за рахунок Олександрівки, де спостерігається трикратний ріст величини забруднень. У Вашківцях і Гвіздівцях зміни незначні, а у Сокирянах відбувається падіння вмісту нітратів.

Гістограма на рис. 5 показує розподіл вмісту нітратів у воді досліджуваних криниць у весняний період. Як видно, розподіл стає більш рівномірним. У діапазоні 11–131 мг/л на кожен інтервал з кроком в 11 мг/л припадає



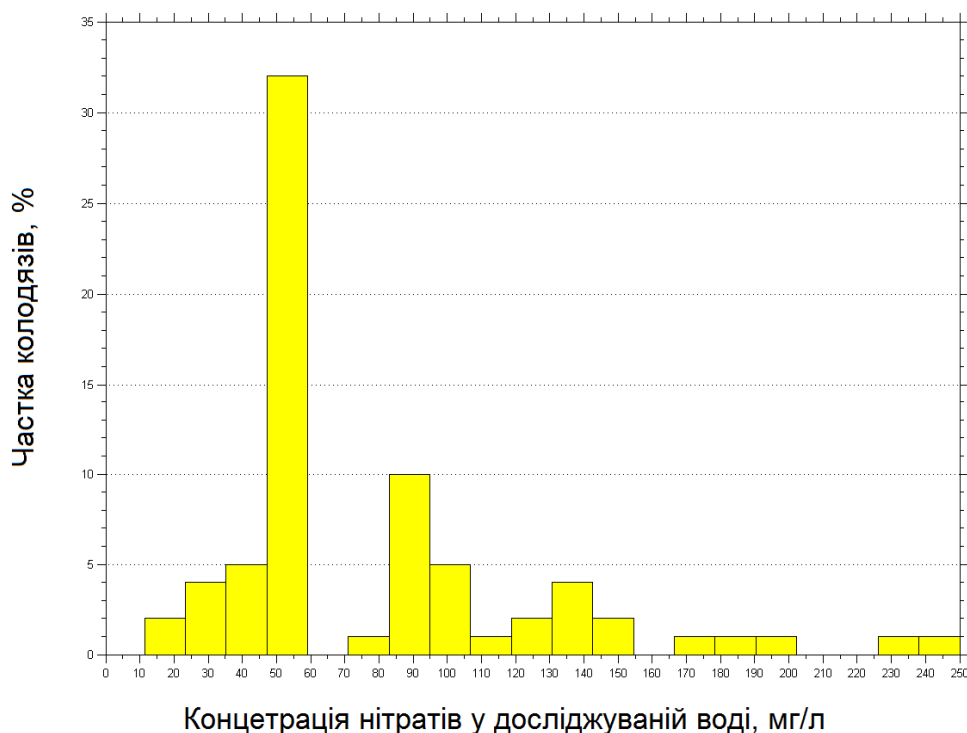


Рис. 3. Гістограма розподілу вмісту нітратів по Сокирянському районі в осінній період

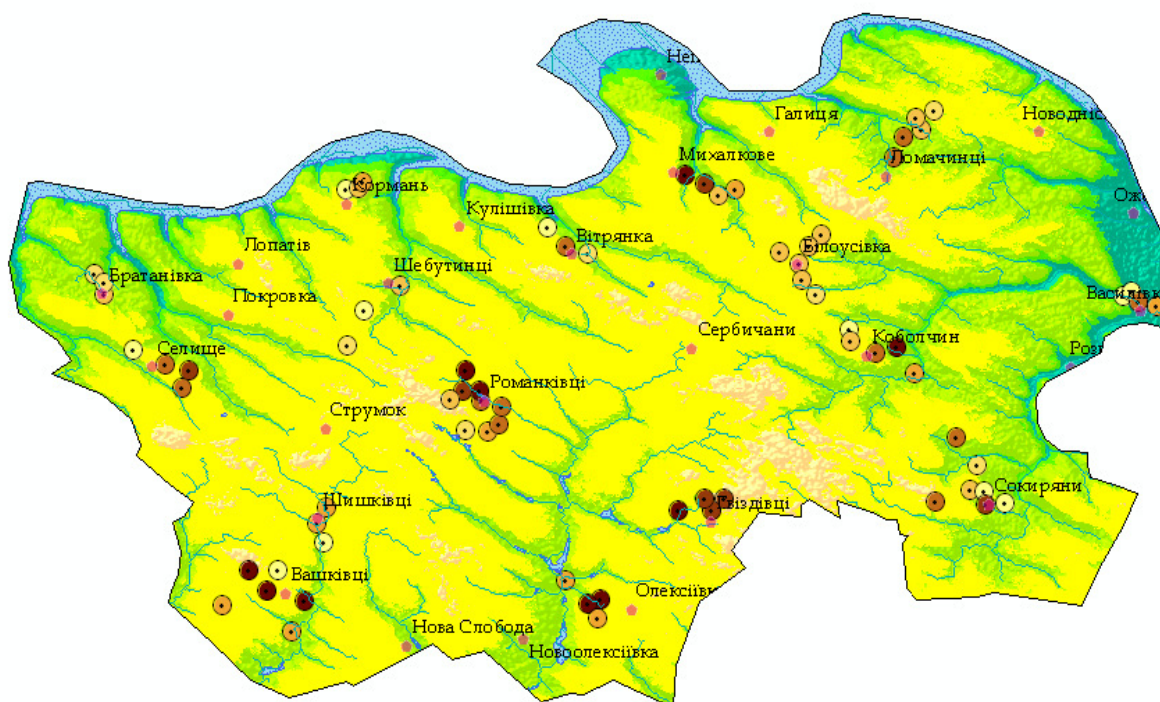


Рис. 4. Профіль забруднення вод нітратами у криницях на фоні рельєфу досліджуваного району у весняний період

приблизно по 5 % колодязів, за винятком інтервалу 44–55 мг/л, в який потрапляє 15 % колодязів. Відсоток колодязів із високим нітратним забрудненням тут менший, ніж в осінній період.

На рис. 6 подані результати, які демонструють інтерпольовану різницю вмісту у воді нітратів у різні періоди.

Як видно, простежується тенденція до зменшення забруднення криничних вод при

наближенні населених пунктів до берегів Дністра. Це пояснюється тим, що підземні води краще вимивають воду колодязів, що

ближче до Дністра в порівнянні з тими, які знаходяться на підвищеній частині району.

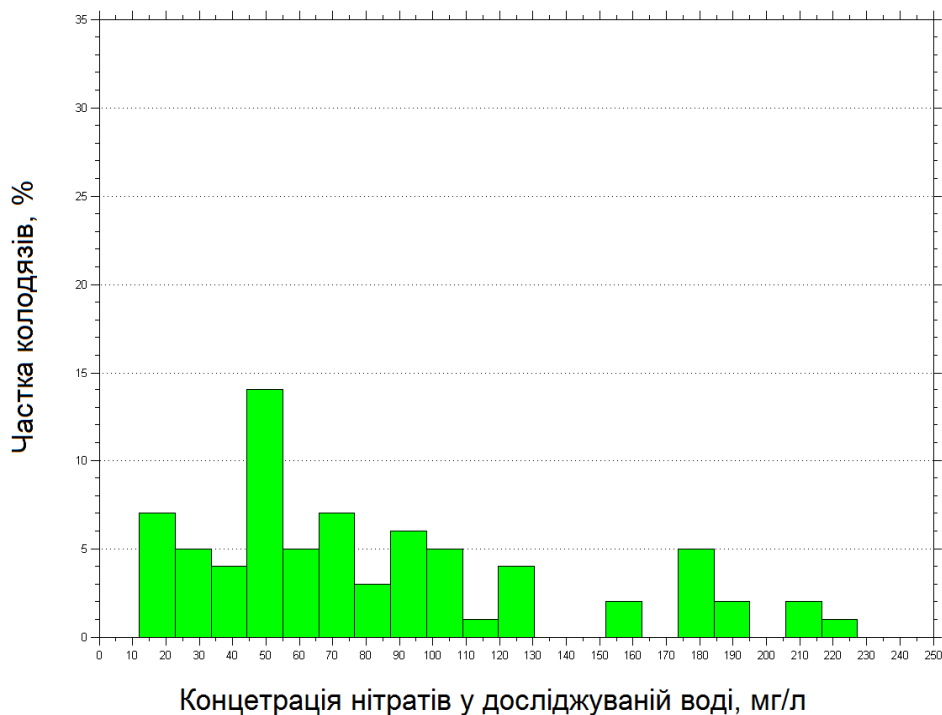


Рис. 5. Гістограма розподілу вмісту нітратів по Сокирянському району у весняний період

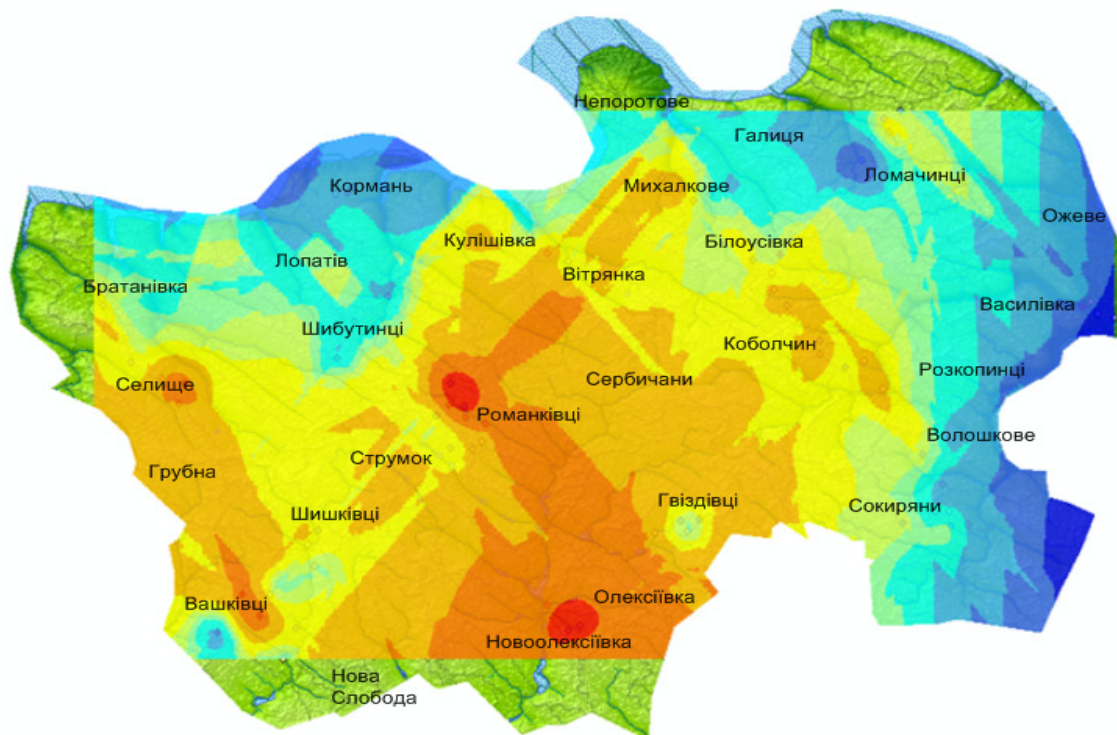


Рис. 6. Різниця між вмістом нітратів у питній воді за перший період відбору проб та другий період (зменшенню нітратів відповідає синій колір, збільшенню - червоний)

### Висновки

У результаті аналізу стану забруднення питної води у колодязях Сокирянського району встановлено, що забруднення води носить локальний характер. Можливими причинами забруднення можуть бути різні чинники. Аналіз отриманих результатів проведених досліджень засвідчив, що колодязна вода забруднена нітратами у всіх трьох регіонах. У деяких селах такі результати викликають серйозне занепокоєння (с. Василівка). Аналіз сезонного забруднення показує, що у весняний період вода дещо очищується у 1-му і 2-му регіонах. Це може бути зумовлено інтенсивним випаданням весняних дощів і вимиванням забруднювачів на цих понижених ділянках території району. Натомість у 3-му регіоні спостерігається значне підвищення концентрації нітратів у колодязній воді у весняний період порівняно з осіннім.

### Список літератури

1. Герман С. В. Метгемоглобинеми: особенности патогенеза и клиники / С. В. Герман // Клиническая медицина. – 1999. – Т. 77, № 4. – С. 9–12.
2. Паничев К. В. Отравление метгемоглобинообразователями у детей / К. В. Паничев, В. Г. Середняк, М. В. Каржан // Анестезиология и реаниматология. – 2000. – № 1. – С. 56–58.
3. Мармузова Л. В. Основы микробиологии, санитарии и гигиены в пищевой промышленности / Л. В. Мармузова. – М.: Академия, 2012. – 160 с.
4. Акоюян Л. Г. Восстановление нитратов в желудочно-кишечном тракте – риск канцерогенного действия / Л. Г. Акоюян, Ю. Т. Алексанян // Медицинская наука Армении НАН РА. – №3. – 2010. – С. 52–58.
5. Сокирянщина у цифрах: статистичний збірник / за редакцією А. В. Ротаря; – Державний комітет статистики в Україні. – Чернівці: Головне управління статистики у Чернівецькій області. – 2010. – 120 с.
6. Новиков Ю. В. Методы исследования качества воды водоемов / Ю. В. Новиков, К. О. Ласточкина, З. Н. Болдина. – М.: Медицина, 1990. – 400 с.
7. Вода питьевая. Методы определения содержания нитратов. ГОСТ 18826-73.
8. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною / ДСанПіН 2.2.4-171-10. Затв. МОЗ України 12.05.2010, № 400.

### Summary

Babyuk D. P., Benderska O. M., Babyuk O. Ya., Turash M. M.

### NITRATE POLLUTION OF DRINKING WATER IN SOKYRYANY DISTRICT

A study of the nitrate level in drinking well water in Sokyryany district has been conducted. The number of samples in each town was determined from a pre-developed stratified sampling in which the entire area was conventionally divided into three regions. Monitoring was done during the autumn and spring seasons. The nitrate level in the selected samples was determined by means of the photocolometric method. It has been found that the average nitrate level exceeds the MPC by 1.6 and 1.7 times for the autumn and spring seasons, respectively.

**Key words:** nitrates, nitrate pollution of water, Sokyryany district, stratified sampling, photocolometric method.