

УДК 57.042(572.023+504.058)

ШЛЯХИ МІНІМІЗАЦІЇ РАДІОЕКОЛОГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА НАСЕЛЕННЯ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

В. П. Фещенко

Житомирський національний агроєкологічний університет
Бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна. E-mail: ekostart@yandex.ua

Проведені комплексні дослідження на території Житомирської області, які включають вивчення радіаційного та нітратного забруднення продуктів харчування, дозволяють зробити висновок про екологічний і гігієнічний стан агроєкосистем та їх вплив на здоров'я населення. Дія нітратів на організм людини у сполученні з дозами радіоактивного опромінення проявляється через синергетичний ефект. Описано фактори, які визначають рухомість радіонуклідів. Розроблені рекомендації щодо зменшення забруднення ^{137}Cs продуктів харчування. Визначено пасовища та сіножаті, які були вилучені із сільськогосподарського використання зоною підвищеної небезпеки. Використання інтродуцентів як кормів дозволить знизити питому активність ^{137}Cs у 2,2–4,5 рази.

Ключові слова: радіоактивне забруднення, ксенобіотики, агроєкосистеми, інтродуценти.

ПУТИ МИНИМИЗАЦИИ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА НАСЕЛЕНИЕ ЖИТОМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

В. П. Фещенко

Житомирский национальный агроэкологический университет
Бульвар Старий, 7, г. Житомир, 10008, Украина. E-mail: : ekostart@yandex.ua

Проведены комплексные исследования на территории Житомирской области, которые включают изучение радиационного и нитратного загрязнения продуктов питания и питьевой воды, позволяют сделать вывод об экологическом и гигиеническом состоянии агроэкосистем и их влияние на здоровье населения. Действие нитратов на организм человека в комплексе с дозами радиационного облучения проявляется синергетическим эффектом. Описаны факторы, которые определяют подвижность радионуклидов. Разработаны рекомендации по уменьшению загрязнения ^{137}Cs продуктов питания. Определены пастбища и сенокосы, изъятые из сельскохозяйственного использования зоной повышенного риска. Использование интродуцентов в качестве кормов позволит снизить удельную активность ^{137}Cs в 2,2–4,5 раза.

Ключевые слова: радиоактивное загрязнение, ксенобиотики, агроэкосистемы, интродуценты.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. В результаті аварії на ЧАЕС радіоактивного забруднення на Україні і подальшого розповсюдження радіонуклідів зазнала територія площею 9 млн. га, (з них торфвоболотних 2 млн. га), що призвело до обмеження можливостей агропромислового виробництва і лісогосподарського користування на площі 256 тис. га [1].

У зв'язку з цим виникла важлива, державного значення, проблема забезпечення радіоекологічної безпеки населення, яке проживає на забруднених територіях, та розробки заходів зі зниження накопичення їх у продукції рослинництва.

В умовах техногенного забруднення агроєкосистем одним з актуальних напрямків екології та токсикології залишається вивчення адитивної дії ксенобіотиків і радіонуклідів на здоров'я населення.

Житомирщина – одна з областей України, які найбільш постраждали від наслідків Чорнобильської катастрофи. Можливо тому стан здоров'я населення пов'язують, в основному, з радіаційним фактором, в той час, як інші несприятливі чинники на теренах цієї області практично не вивчалися.

Захист населення, яке постраждало внаслідок Чорнобильської катастрофи, регламентується вимогами Закону України «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи», а відповідно до нього голо-

вною метою і основним завданням є оцінка і мінімізація медичних наслідків аварії на ЧАЕС.

Не дивлячись на значний обсяг досліджень в області радіоекології, радіаційної гігієни, виконаних до і після Чорнобильської аварії, проблема оцінки основних факторів, які визначають опромінення населення, на регіональному рівні не вирішена в повній мірі [2].

Вплив ксенобіотиків і радіонуклідів на організм людини проявляється у формуванні різних відхилень у стані здоров'я. Пріоритетним в оцінці впливу хімічних елементів на організм людини є їх надходження до організму з їжею та водою. У сучасних умовах аліментарний шлях надходження є основним механізмом, який визначає рівень надходження ксенобіотиків до організму людини [3]. Небезпека ксенобіотиків для організму виявляється не лише в наявності останніх в об'єктах навколишнього середовища, а й їхньою здатністю акумулюватися в окремих ланцюгах екосистеми.

При радіоактивному забрудненні сільськогосподарських угідь на перше місце виходить проблема прогнозу та мінімізації питомої активності радіонуклідів у тваринницькій продукції, в першу чергу в молоці та м'ясі. З цими продуктами харчування в організм людини надходить 70–90 % радіонуклідів йоду, цезію та стронцію, які викликають внутрішнє опромінення населення та його критичної групи – дітей [4].

На теперішній час основним завданням щодо зменшення дозового навантаження на організм людини є отримання на забруднених радіонуклідами територіях продукції тваринництва, яка відповідає вимогам радіаційної безпеки – допустимим рівням вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у харчових продуктах (ДР–2006) і подальше зниження питомої активності радіонуклідів до значень контрольних рівнів.

Найбільш радіоактивно забрудненими агроєкосистемами є лучні біоценози, що обумовлюється специфікою міграції радіонуклідів на луках, оскільки лучна дернина здатна довше утримувати ^{137}Cs в доступних для засвоєння травами формах.

Екологічний стан природних і сіяних кормових угідь у зоні радіоактивного забруднення слід поліпшувати шляхом створення високопродуктивних сіяних сіножатей та пасовищ. Досить важливим при цьому є підбір сортів трав та інтродукція резистентних до радіоактивного накопичення рослин [5].

Максимально допустимі рівні щільності забруднення територій, на яких можна одержати м'ясо-молочні продукти, що відповідають вимогам ДР–2006, досить низькі. Для виробництва молока корів з використанням кормів природних угідь допустима щільність забруднення ^{137}Cs торфво-болотних ґрунтів 3,7 кБк/м²; торфових – 40,7; дерново-підзолистих супіщаних – 74; сірих лісових – 277 кБк/м². Для виробництва м'яса допустима щільність забруднення названих вище ґрунтів у 2 рази вища [4].

Незважаючи на значний обсяг досліджень, виконаних до і після Чорнобильської аварії в галузі радіобіологічної та радіаційної гігієни, проблема внутрішнього опромінення населення не вирішена і набуває особливої актуальності на радіоактивно забруднених територіях. Тому сучасні умови вимагають інтеграцію різногалузевих наукових досліджень у вирішенні сформованої екологічної ситуації.

Мета роботи – дослідження радіоактивного і нітратного забруднення продуктів харчування на території Житомирської області, визначення екологічного і гігієнічного стану агроєкосистем та їх впливу на здоров'я населення.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Метою досліджень була оцінка та аналіз радіоактивного забруднення харчових продуктів а також оцінка використання інтродукованих рослин для зменшення надходження радіонуклідів в організм людини з м'ясо-молочними продуктами харчування.

Для досягнення поставленої мети нами визначено ряд завдань, результатами яких передбачається всебічне обґрунтування пріоритетності комплексних досліджень нітратного та радіоактивного забруднення об'єктів довкілля.

Відбір проб ґрунту здійснювали згідно ГОСТ 17.4.3.01-83. Визначення азоту нітратів у ґрунтовій витяжці здійснювали фотоколориметричним методом на КФК-2МП. Питому активність у досліджуваних пробах визначали у відповідності із загальноприйнятими методичними рекомендаціями на гама-спектрометрі SPEKTRUM MASTER Model 919.

Відбір, зберігання, транспортування проб води, а також органолептичні, санітарно-хімічні показники якості визначали згідно затверджених методик, визначених у збірнику стандартів «Вода питъевая. Методы анализа» [6]. Показники якості води оцінювали у відповідності з ГОСТ 2874–82.

Коефіцієнт накопичення (КН) радіонукліду у зелену масу рослин розраховували як відношення питомої активності ^{137}Cs у сухій речовині рослини до питомої активності ^{137}Cs у ґрунті: $\text{КН} = (\text{Бк/кг повітряно-сухої маси трави}) / (\text{Бк/кг повітряно-сухого ґрунту})$, а коефіцієнт переходу (КП) - відношенням питомої активності ^{137}Cs у сухій речовині рослини до щільності забруднення ^{137}Cs ґрунту: $\text{КП} = (\text{Бк/кг повітряно-сухої маси трави}) / (\text{кБк/м}^2 \text{ ґрунту})$.

Найбільшого забруднення зазнала територія північних районів Житомирської області яка відноситься до зони Полісся де в ґрунтовому покриві переважають дерново-підзолисті супіщані ґрунти з низьким вмістом гумусу й елементів мінерального живлення, підвищеною кислотністю.

Екологічна ситуація, що склалася на радіоактивно забрудненій території Полісся України, вимагає необхідність застосування заходів, спрямованих на зменшення інтенсивності потоку радіонуклідів у трофічному ланцюгу людини.

Коростенський район Житомирської області було визнано одним з найбільш постраждалих від аварії на ЧАЕС, однак він був віднесений до III зони радіаційного забруднення лише в 1989 році. Більше трьох років після аварійного періоду практично ніяких обмежень і санітарно-гігієнічних заходів не проводилось. Це не могло не відобразитись на здоров'ї населення. Останніми роками спостерігається зростання числа захворювань серцево-судинної системи, шлунково-кишкового тракту, органів дихання, ендокринних захворювань, злоякісних новоутворень, захворювань опорно-рухового апарату та ін. Однак, стверджувати, що в погіршенні здоров'я населення винна тільки Чорнобильська аварія буде неправильно. Негативно впливають не тільки екологічні, але й соціально-економічні фактори. Але, проводячи аналіз захворюваності і смертності, можна з впевненістю стверджувати, що вплив радіації на організм людини очевидний і значний. Свідченням тому є висока захворюваність серед дітей, різке збільшення кількості диспансерних хворих в порівнянні з доаварійним періодом. Так, якщо в 1985 році цей показник складав 264,0 на 1000 дитячого населення, то в 2005 році – 527,9, а в 2009 – 728,1, тобто відмічається ріст майже в 3 рази. В даний час близько 75 % дітей являються хворими, а близько 40% дітей мають по 2 і більше захворювань водночас.

Разом з тим, медики стверджують на підставі профілактичних оглядів осіб, які мають статус потерпілих від наслідків Чорнобильської катастрофи, що серед дорослих і підлітків 84,3 %, а серед дітей 72,3 % хворих. Захворюваність дітей до 14 років, які потерпіли внаслідок Чорнобильської катастрофи перевищує захворюваність дітей, які не потерпіли від аварії на 19,8 %. Як видно, є підстави вважати, що і на сьогодні Чорнобильська проблема потребує

більш ґрунтового вивчення щодо її впливу на медико-демографічні показники стану населення України, особливо в плані збереження та відновлення здоров'я потерпілих.

Важливою обставиною є те, що в силу соціально-побутових обставин населення досліджуваного регіону тісно взаємодіє не тільки із агроєкосистемою, а й з напівприродними та природними. Так, населення на території Українського Полісся використовує лісову продукцію (гриби, ягоди), а також сіно із урочищ, самі урочища як пасовища для домашньої худоби, а також дрова як паливо. Оскільки ступінь використання та місце походження цієї продукції різне у кожному приватному господарстві, то і ступінь забрудненості продукції в них буде різним. Все це призводить до значної строкатості у значеннях питомої активності радіонуклідів і в організмі окремих людей. Також було відмічено про нерівномірний частотний діапазон питомої активності ¹³⁷Cs, який відрізняв групи населення за віком і статтю (рис. 1).

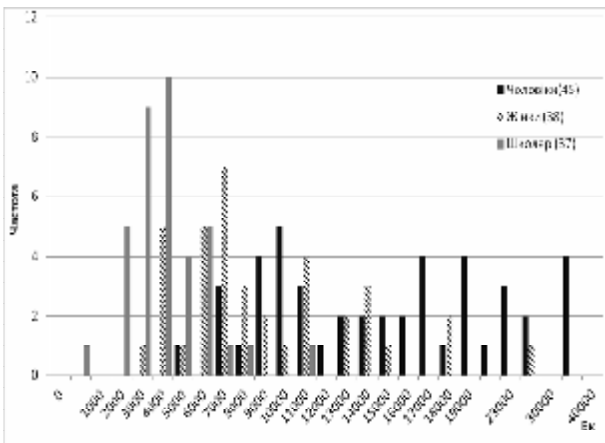


Рисунок 1 – Частотний розподіл активності ¹³⁷Cs до організму чоловіків, жінок і дітей шкільного віку

Як бачимо, з наведених даних найбільша частка населення шкільного віку має активність ¹³⁷Cs від 4 до 5 кБк, серед жінок – 7–8, а у чоловіків – 10–11 кБк. Максимальна активність ¹³⁷Cs у школярів становить до 12 кБк, у жінок – до 30, а у чоловіків до 40 кБк.

Таким чином, середні значення як питомої активності радіонуклідів в організмі людини, так і середні значення річного дозового навантаження не можуть повністю характеризувати радіаційний стан у регіоні.

При аналізі стану здоров'я населення, що постраждало внаслідок аварії на ЧАЕС, досить важливим є багатокритеріальна оцінка основних факторів, які визначають синергетичну дію на здоров'я населення. До них в першу чергу слід віднести якість продуктів харчування та питної води.

Господарсько-питне водозабезпечення області здійснюється за рахунок централізованих та децентралізованих систем водопостачання, які використовують поверхневі або підземні води.

У зв'язку з убиквітарним хімічним та бактеріологічним забрудненням сільських вододжерел особливо стурбованість викликає стан водозабезпечення сільського населення.

Особливо гостро постає проблема нітратного забруднення ґрунтових вод, які без будь-якого очищення споживає сільське населення. Спостерігаються сезонні коливання питомої ваги проб води децентралізованих джерел водопостачання по вмісту нітратів. Максимум відхилень припадає на липень та жовтень місяць, мінімум – на січень та червень. Таку закономірність можна пояснити погоднокліматичними умовами, технологією вирощування сільськогосподарських культур, особливостями періодів вегетації рослин.

Концентрація радіонуклідів ¹³⁷Cs та ⁹⁰Sr у воді господарсько-питного призначення не перевищували ДР-2006, що обумовлено, в першу чергу, незначною радіальною міграційною здатністю радіонуклідів та технологічними умовами водозаборів. Однак, проблемним питанням радіаційного захисту населення області є радіоактивне забруднення продуктів харчування, що вирощується на присадибних ділянках. Особливо гостро ця проблема постає в населених пунктах, розташованих на радіоактивно забруднених територіях, що належать до II та III зон радіаційного забруднення. До них належать населені пункти Народицького, Овруцького, Коростенського, Олевського та Лугинського районів.

Основним показником переходу радіоактивних речовин по трофічному ланцюгу є коефіцієнт накопичення, який розраховують з відношення питомої концентрації радіонукліду в продукції (Бк/кг) до щільності забруднення ґрунту (кБк/км²).

Серед факторів, які визначають рухомість радіонуклідів, основними є метеорологічні умови, властивості речовини, в складі якої радіонукліди поступають в біосферу, фізико-хімічні властивості радіонуклідів, склад, властивості та особливості генезису ґрунтів та біологічні особливості культур (рис. 2).

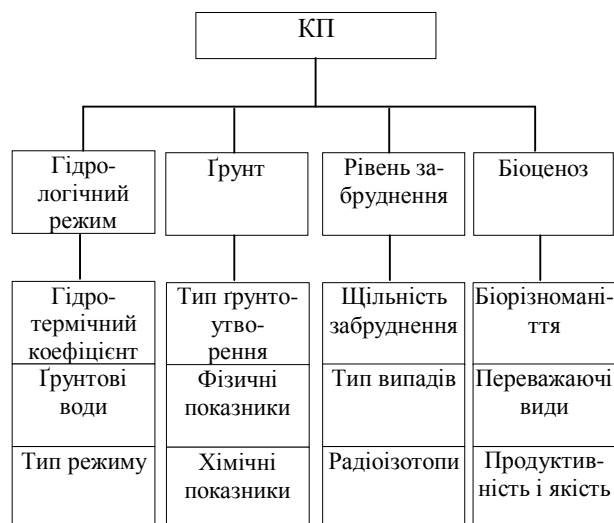


Рисунок 2 – Основні чинники, які впливають на формування КП

Застосування на дерново-підзолистих ґрунтах комплексу заходів (внесення органо-мінеральних добрив, вапнування, внесення меліорантів) покращує властивості і режими ґрунту, збільшує родючість ґрунту та зменшує міграцію радіонуклідів. Зумовлено це тим, що саме особливості ґрунту є одним з основних факторів, які впливають на рівень забруднення сільськогосподарської продукції.

При відборі проб на ділянці стаціонарних досліджень біля с. Христинівка Народицького району було виявлено перевищення питомої активності ^{137}Cs в харчових продуктах, що вирощуються на присадибних ділянках. Так питома активність ^{137}Cs в цибулі ріпчастій перевищувала ДР-2006 в 3 рази і становила 119,8 Бк/кг, в капусті білокачанній – 4,6 рази (184,0 Бк/кг), в помідорах – 2,7 рази (106,1 Бк/кг) та картоплі – 2,1 рази (123,0 Бк/кг)

Окрему увагу варто приділити м'ясо-молочній продукції, що отримується в присадибних господарствах цих районів, оскільки питома активність ^{137}Cs цієї продукції в декілька разів перевищує ДР-2006.

Це обумовлюється самовільним використанням під пасовища та сінокоси територій, що вилучені з сільськогосподарського використання в зв'язку з високою щільністю забруднення.

Основними шляхами зменшення надходження ^{137}Cs в продукцію тваринництва ми розглядаємо використання малопоширених і інтродукованих кормових культур такі, як Козлятник східний (*Galega officinalis L.*), Сильфій пронизанолистий (*Silphium perfoliatum L.*) та Топінамбур (*Helianthus tuberosus*), яким характерна значно менша питома активність ^{137}Cs порівняно з травами природних пасовищ.

При веденні свинарства в присадибних господарствах для відгодівлі свиней в їх раціон входить картопля та кормові буряки, альтернативою яких можна використовувати коренеплоди топінамбуру, оскільки вони не поступаються за поживною цінністю, а питома активність ^{137}Cs менша, що наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Питома активність ^{137}Cs та коефіцієнти накопичення і переходу в кормовій продукції

Рослини	Питома активність рослини ^{137}Cs , Бк/кг	Питома активність ^{137}Cs в ґрунті, Бк/кг	Коефіцієнт накопичення	Щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs , кБк/м ²	Коефіцієнт переходу
Трави природних пасовищ (зелена маса)	828,4	4415,2	0,19	910,4	0,91
Сильфій пронизанолистий (зелена маса)	289,4	4392,5	0,07	905,7	0,32
Козлятник (зелена маса)	375,7	4335,0	0,09	893,8	0,42
Топінамбур (зелена маса)	372,2	4362,6	0,09	899,5	0,41
Топінамбур (коренеплоди)	52,9	4362,5	0,01	899,5	0,06
Кормові буряки (коренеплоди)	342,8	4375,1	0,08	902,1	0,38
Картопля (коренеплоди)	123,0	4382,0	0,03	903,5	0,14

Аналізуючи дані, можна зробити висновок, що при використанні інтродуцентів як кормів питому активність ^{137}Cs в зелених кормах можна зменшити в 2,2 рази, а в харчових коренеплодах у 4,5 рази, що відповідно знизить питому активність ^{137}Cs у продуктах тваринництва, що споживає людина.

ВИСНОВКИ. Однією з актуальних проблем є вивчення радіоекологічної ситуації та питного водопостачання і виявлення основних факторів, які визначають умови формування дозових навантажень на населення в умовах синергетичної дії ксенобіотиків.

Основними факторами, які визначають рухомість радіонуклідів по профілю ґрунту та накопичення їх рослинами є: характер забруднення (щільність, тип випадів радіоізотопів), ґрунт (тип ґрунтоутворення, фізико-хімічні показники), гідрологічний режим (тип, ґрунтові води) та характер біоценозу (біорізноманіття, продуктивність, та біологічні особливості).

Дія нітратів на організм людини у сполученні з дозами радіоактивного опромінення проявляється через синергетичний ефект і є вагомим еколого-гігієнічним фактором формування здоров'я населення.

У результаті обстеження децентралізованих джерел водопостачання 38,88 % проб води не відповідають за санітарно-хімічними показниками та 20,06 % – за мікробіологічними.

При відборі проб продуктів харчування на радіоактивно-забруднених територіях були виявлені продукти, питома активність ^{137}Cs , в яких перевищувала ДР-2006 в 4,6 рази.

Використання інтродукованих культур: Козлятник східний (*Galega officinalis L.*), Сильфій пронизанолистий (*Silphium perfoliatum L.*) і Топінамбур (*Helianthus tuberosus*) як кормів зменшить надходження ^{137}Cs до організму людини з м'ясо-молочною продукцією в 2,2–4,5 рази порівняно з використанням трави природних угідь та коренеплодів харчових буряків і картоплі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Проблеми Чорнобильської зони відчуження / В. І. Холоша, В. І. Крупний. – К.: Наукова думка. – 1994. – 150 с.
2. Медичні, соціальні радіологічні аспекти та наслідки Чорнобильської аварії / Н.А. Конончук, О.В. Скаржинська, В.П. Фещенко. Наука. Молодь. Екологія–2007: Статі III міжвузівської науково-практичної конференції молодих вчених. – Житомир, 2007. – 205 с.
3. Иваненко Л.Д. Полноценное питание – один из факторов здоровья населения радиационно-загрязненных регионов // Матеріали VI Всеукраїн-

ської науково-практичної конференції «Україна наукова» (21–23 грудня 2009 р.) / Міністерство освіти і науки України. – Київ: ВНПІК, 2009. – 158 с.

4. Сільськогосподарська радіобіологія / І.М. Гудков, М.М. Віннічук. – Житомир: ДАУ, 2003. – 472 с.
5. Інтродукція рослин та біоекоконверсія землеробства Полісся: монографія / Д.Б. Рахметов, В.П. Фещенко. – К., 2006.
6. Вода питьевая методы анализа / В.Н. Шалаева. Сборник стандартов. – Москва, 1984. – 240 с.

THE WAYS TO MINIMIZE THE RADIOLOGICAL LOAD ON POPULATION OF ZHYTOMYR REGION

V. Feschenko

Zhytomyr National Agrarian and Ecological University

Boulevard Stary, Zhytomyr, 10008, Ukraine. E-mail: ekostart@yandex.ua

The complex research in Zhytomyr region including the study of radiation and food nitrate contamination were conducted and their results demonstrate the ecological and hygienic condition of agrarian and ecological systems and their impact on public health. The combined effect of nitrate with radiation doses on human system is revealed through synergistic effect. The factors determining the mobility of radionuclides are described in the paper. The recommendations to reduce ¹³⁷ Cs food pollution are offered. The pastures and hayfields that have been removed from agricultural use as high-risk areas are defined. The use of exotic species as forage allow reducing of the specific activity of ¹³⁷ Cs in 2,2–4,5 times.

Key words: contamination, xenobiotics, agrarian and ecological systems, introduced species.

REFERENCES

1. *Problems of Chernobyl Exclusion Zone* / Kholosha V.I., Krupnyi V.I. – K.: Naukova dumka, 1994. – 150 p. [in Ukrainian]
2. Health and social aspects and the radiological consequences of the Chernobyl accident / Kononchuk N.A. Skarzhynska O.V. Feshchenko V.P. *Science. Youth. Ecology–2007: Articles III Interuniversity Scientific Conference of Young Scientists Zhytomyr*: 2007. – 205 p. [in Ukrainian]
3. Yvanenko L.D. Ultimate nutrition as one of the factors of human health in radiation-contaminated regions // *Papers of VI All-Ukrainian Scientific Conference* [Ukraine scientific] (21–23 December 2009) /

Ministry of Education and Science of Ukraine. – Kiev: VNPІK, 2009. – 158 p. [in Russian]

4. *Agricultural radiobiology* / Gudkov I.M., Vinnychuk M.N. – Zhytomyr: State Agrarian University, 2003. – 472 p. [in Ukrainian]
5. *Plants introduction and agriculture bioecological conversion of Polissya*. Monograph / Rakhmetov D.B., Feshchenko V.P. – K, 2006. [in Ukrainian]
6. Shalaev V.N. *Drinking water: methods of analysis*. – Moscow: Collected Standards, 1984. – 240 p. [in Russian]

Стаття надійшла 03.09.2012.

Рекомендовано до друку
д.б.н., проф. Никифоровим В.В.