SECURITY ekonomic & food
№1 ■ грудень ■ 2013

УДК 663.85/.86:628.161:504.06:005.934

Коваленко О.О., д.т.н., с.н.с.,
Василів О.Б. к.т.н., доцент,
Курчевич І.В.

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ СТУПЕНЯ ЕКОЛОГІЧНОСТІ СПОСОБУ ОПРІСНЕННЯ ВОДИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА НАПОЇВ

У статті представлені результати теоретичних та експериментальних досліджень, спрямованих на вдосконалення методології визначення екологічної безпеки сучасних способів і технологій водопідготовки на харчових виробництвах. У ході виконан ня досліджень було запропоновано два показники. Перший показник (одиничний) є відношенням експериментально визначеного значення окремого показника якості опрісненої во ди до нормативного. Другий показник (комплексний) – є сумою добутків одиничних показників та вагових коефіцієнтів. Для аналізу були вибрані показники якості продукції, збільшення вмісту яких у питній воді наносить шкоду самопочуттю людини, суттєво впливають на якість напоїв, а та кож чинять вплив на навколишнє середовище. З використанням розробленої методики та отриманих експериментальних даних оцінено екологічну безпеку сучасних способів опріснення води та сформульовані рекомендації щодо більш без пе ч них способів опріснення води для виробництва різних видів напоїв.

Ключові слова: вода, напої, харчовий продукт, способи опріснення, показники екологічної безпеки.

Method of measuring environmentally friendly way to desalinate water for the beverage industry

In the article are presented the results of theoretical and experimental research aimed to improving the methodology of determining environmental safety of modern methods and technologies of watertreatment for food production. In the course of research we have suggested two measures. The first indicator (unit) is the ratio of the experimentally obtained values of an indicator of the quality of desalinated water to the standard value. The second indicator (set) - is the sum of the products of individual indicators and weight coefficients. For analysis were selected indicators of quality of products, an increase of their content in the water is detrimental the human well-being, significantly affect the quality of the beverage and have an impact on the environment. By used the developed techniques and the experimental data were evaluated the environmental safety of modern methods of desalination and formulated recommendations for choosing a safer way to desalinate water for different types of beverage.

Keywords: water, beverage, food, methods of desalination, the indicators of environmental safety

Постановка проблеми. Наявність спеціальних вимог до якості води, яка використовується у виробництві харчових продуктів, зумовлює необхідність застосування технологій доочищення питної води на підприємствах галузі. Процеси доочищення питної води супроводжуються утворенням стічних вод та інших відходів і викидів, які, потрапляючи в навколишнє середовище, наносять йому суттєву шкоду. Негативний вплив цих забруднень та викидів відображається також і на людині. Крім того, людина додатково потерпає від неякісних харчових продуктів, виготовлених з використанням недостатньо очищеної питної води. Тому актуальним на сьогодні є контроль за рівнем екологічної ефективності таких технологій та підвищення його шляхом вдосконалення технологічних схем доочищення води, оптимізації режимів експлуатації технологічного обладнання, заміни технології чи окремого обладнання на більш екологічно безпечне [1, с. 634].

Останні наукові дослідження та публікації. Для оцінки екологічної безпеки технологій обробки води застосовують різні методики, які дозво-

Коваленко О.О.,
Василів О.Б.,
Курчевич І.В.

ляють оцінити екологічну безпеку цих технологій (або способів) по відношенню до навколишнього середовища [2].

Загальним для них є визначення економічних збитків від забруднення навколишнього середовища. Методики визначення економічних збитків передбачають розрахунки збитку від постійних викидів забруднювальних речовин у навколишнє середовище або від аварійних залпових забруднень. Такі методики дозволяють за укрупненими показниками оцінити шкоду, нанесену басейнам рік працюючими підприємствами. Однак при використанні цих методик для оцінки збитку, нанесеного морським акваторіям або іншим водним об'єктам необхідно знати значення ряду коефіцієнтів, які досі не визначені. Існують також методики, у яких оцінка економічних збитків здійснюється шляхом визначення плати за скидання забруднювальних речовин у поверхневі й підземні водні об'єкти в межах допустимих нормативів скидань, у межах установлених лімітів, а також за понадлімітні скидання. Ці методики, а також наведені вище, дозволяють розрахувати величину збитку досить умовно. Вони не можуть бути використані для визначення збитку, нанесеного забрудненням конкретній групі реципієнтів, а лише дозволяють визначити загальну абстраговану величину збитку [2, 3].

Крім економічних збитків, у ряді методик передбачено облік соціальних і екологічних збитків. Так, сучасні методики оцінки соціальних збитків базуються на економічних показниках, які враховують збитки суспільства, пов'язані з ростом захворюваності населення під впливом накопичених у навколишньому середовищі хімічних і біологічних речовин. А екологічний збиток - це збиток, що наноситься навколишньому природному середовищу, але при цьому не має негативних наслідків для економіки. Інакше кажучи, це збиток, нанесений природним ресурсам, які в цей час не задіяні в господарській діяльності й не будуть задіяні в найближчій перспективі. У методиках оцінки екологічних збитків також використовуються економічні методи, які дають можливість оцінити екологічний збиток як витрати суспільства, пов'язані зі зміною природнього середовища [2]. Загальним недоліком наявних методик для визначення соціальних і екологічних збитків є відсутність на сьогоднішній день значень багатьох коефіцієнтів, необхідних для розрахунків. Тому вони є більше теоретичними, ніж прикладними, а отже, вимагають подальшого вдосконалення.

Для оцінки екологічної безпеки технологій водопідготовки, що застосовуються у харчовій промисловості, є доцільною розробка методики визначення показників екологічної без-пеки способів чи технологій очищення води, в якій би враховувався, крім відомих аспектів, також екологічний по відношенню до якості харчового продукту та здоров'я людини [4, 228 с.; 5, 69 с.; 6, 47 с.].

Мета дослідження. При виробництві напоїв одним із основних процесів водопідготовки є процес опріснення. Тому метою даної роботи була розробка методики оцінювання ступеню екологічності сучасних способів опріснення води.

Виклад основного матеріалу. Експериментальні дослідження проводилися у науково-дослідній лабораторії «Технології питної води та водопідготовки харчових виробництв» кафедри технології питної води Одеської національної академії харчових технологій. У ході виконання досліджень було запропоновано два показники. Перший показник (одиничний) є відношенням експериментально визначеного значення окремого показника якості опрісненої води до нормативного та розраховується за формулою:

$$I_i = \frac{C_ф}{C_н}$$

де I_i – одиничний (для певного забруднювача) показник екологічної безпеки способу опріснення;

$C_ф$ - фактична концентрація забруднювача у воді, опрісненій тим чи іншим способом, мг/л.

$C_н$ - нормативна концентрація забруднювача відповідно до вимог на воду, що використовується для виробництва напоїв (зокрема горілки, пива та безалкогольних напоїв), мг/л. Даний показник не враховує вплив забруднювача на навколишнє середовище.

Другий показник (комплексний) – є сумою добутків одиничних показників та вагових коефіцієнтів та розраховується за формулою:

$$I_{заг} = \sum_{i=1}^{n} (I_i \cdot \kappa_i) \cdot 100\%$$

де $I_{заг}$ – комплексний показник екологічної безпеки способу опріснення;

k_i – ваговий коефіцієнт;

I_i – одиничний показник безпеки

Для кожного виду напою значення вагового коефіцієнта (табл. 1) визначалося залежно від

інтенсивності впливу показника якості води на якість харчового продукту.

Для практичного застосування запропонованих показників необхідним стало виконання експериментальних досліджень впливу різних способів опріснення (дистиляцією, зворотнім осмосом, електродіалізом, іонним обміном, виморожуванням) на показники якості води.

Таблиця 1
Значення вагових коефіцієнтів для рівняння 2

Напій	Значення вагових коефіцієнтів, k_i, %.			
	нітрати	сульфати	хлориди	фосфати
Горілка	20	20	20	40
Пиво	40	20	20	20
Безалкогольні напої	10	40	40	10

Для досліджень використовувалась вода із централізованої мережі водопостачання м. Одеси. У зразках води до та після опріснення досліджувався вміст таких забруднювачів, як нітрати, фосфати, хлориди, сульфати за допомогою хімічних (титрометрія та гравіметрія) та фізико-хімічних (калориметрія) методів досліджень.

Вибір саме цих забруднювачів був обумовлений рядом причин. По-перше, ці компоненти суттєво впливають на якість напоїв у процесі виготовлення та зберігання (табл. 2). По-друге, вищевказані компоненти в значних концентраціях негативно впливають на здоров'я людини (табл.3) і тому їхній вміст у питній воді нормується і контролюється. По-третє, вибрані для аналізу показники чинять суттєвий вплив на навко-лишнє середовище, тому чинним законодавством України на них встановлені нормативи зборів за їх викиди у водне середовище [7, 77 с.; 8, 100 с.].

За результатами експериментальних досліджень та розробленою методикою були розраховані одиничні та комплексні показники, за значеннями яких оцінювався рівень екологічної безпеки різних способів опріснення води.

Таблиця 2
Найбільш впливові забруднювачі при виробництві напоїв

№	Виробництво напоїв	Найбільш впливові забруднювачі
1	Пивоваріння	Значні концентрації нітритів і нітратів затримують розвиток дріжджів.
2	Виробництво горілки	Значні концентрації фосфатів погіршують органолептичні властивості продукту.
3	Виробництво безалкогольних напоїв	Значні концентрації хлоридів і сульфатів погіршують органолептичні показники напою, протягом тривалого зберігання утворюється осад.

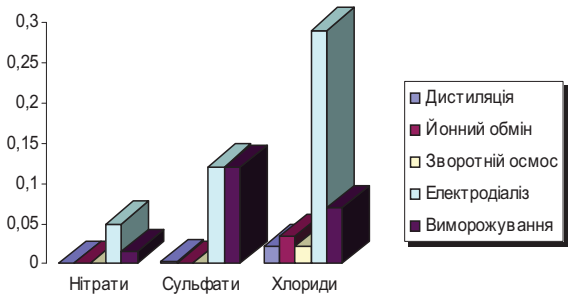
Таблиця 3

Вплив антропогенних забруднювачів на здоров'я людини

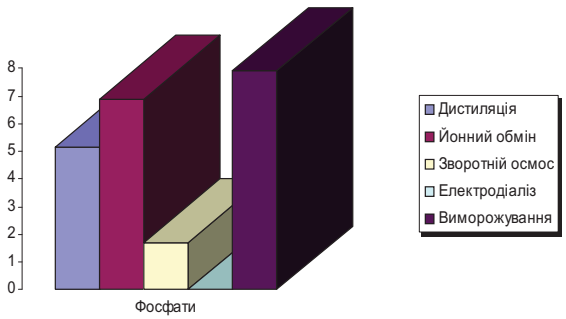
№	Антропогенні забруднювачі	Вплив на здоров'я людини
1	Нітрати	Водно-нітратна метгемоглобінемія, канцерогенність, негативний вплив на роботу серця, ЦНС, щитовидної залози.
2	Сульфати	Основний вплив сульфати чинять на шлунок, гальмуючи його секреторну діяльність, негативно впливають на функції системи травлення. Мінералізація негативно впливає також на вагітність, на плід і новонароджених, збільшує ймовірність гінекологічних захворювань.
3	Фосфати	Фосфати сприяють розвитку сечокам'яної хвороби, відкладенню солей у суглобах, в результаті людина страждає від артритів і поліартритів. Крім того, фосфати впливають на осмотичний тиск у клітинах, погіршується пружність і еластичність клітинних мембран.

При аналізі отриманих даних виходили з того, що чим менше значення одиничного показника, тим у значно більшій мірі (ніж це необхідно відповідно до чинного нормативу на питну воду для напоїв) видалено з води певноий компонент шляхом опріснення. Тому кращим для одиничного показника є значення, ближче до 1. При цьому забезпечується якість води, яка є безпечною для людини, забезпечується стабільність якості напою і наноситься мінімальна шкода навколишньому середовищу, оскільки менше шкідливих речовин туди скидається. Якщо значення одиничного показника більше за одиницю, то вміст компоненти перевищує нормативне значення і воду ще слід доопріснювати. Комплексний показник в ідеальному варіанті, згідно з розробленою методикою, повинен дорівнювати 100, оскільки сума добутків вагових коефіцієнтів і одиничних показників дорівнює цьому числу [9, 55 с.].

На рис. 1 - 5 наведені результати визначення показників екологічної безпеки, які характеризують способи водопідготовки для виробництва горілки, пива та безалкогольних напоїв.



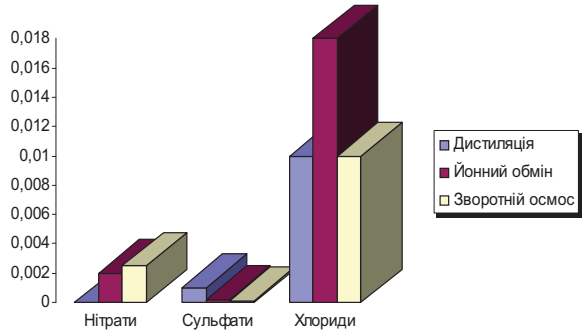
(а)



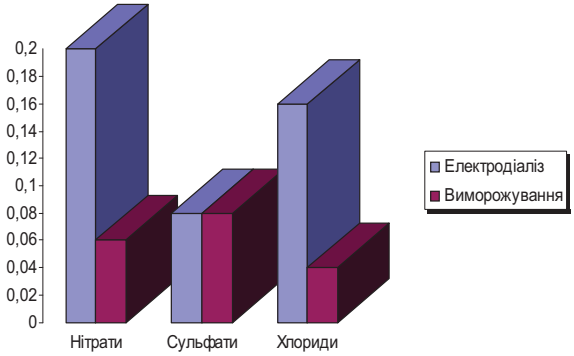
(б)

Рис. 1 - **Порівняння способів опріснення за показником I_i для виробництва горілки (а - за вмістом нітратів, сульфатів та хлоридів; б - за вмістом фосфатів)**

За одиничним показником безпеки з досліджуваних способів опріснення води при виробництві горілки раціональним способом є зворотній осмос, що пояснюється високою ефективністю видалення з води фосфатів (рис. 1 (а, б)).



(а)



(б)

Рис. 2 - **Порівняння способів опріснення за показником *I*, для виробництва пива та безалкогольних напоїв** (а – для дистиляції, іонного обміну та зворотного осмосу, б – для електродіалізу та виморожування)

При порівнянні способів опріснення води для виробництва пива та безалкогольних напоїв одиничні показники безпеки наближаються до одиниці для іонного обміну при видаленні хлоридів (рис. 2 а) та для електродіалізу при видаленні нітратів (рис. 2 б).

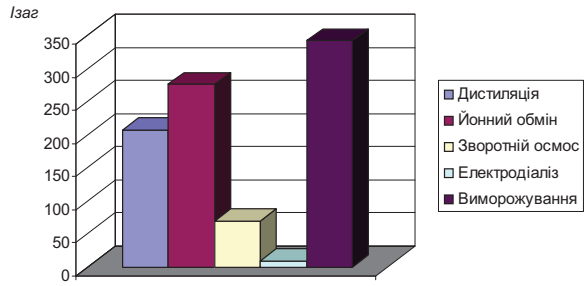


Рис. 3 - **Порівняння способів опріснення за показником $I_{заг}$ для виробництва горілки**

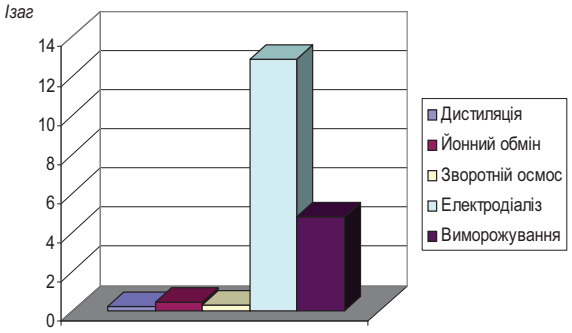


Рис. 4 - **Порівняння способів опріснення за показником $I_{заг}$ для виробництва пива**

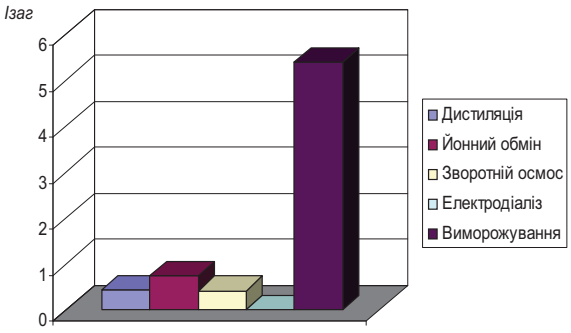


Рис. 5 - **Порівняння способів опріснення за показником $I_{заг}$ для виробництва безалкогольних напоїв**

Оцінюючи екологічну безпеку способів опріснення води за комплексним показником, було встановлено, що для виробництва горілки кращим способом опріснення є зворотний осмос (рис. 3), для виробництва пива – виморожування та електродіаліз (рис. 4), для безалкогольних напоїв – виморожування (рис. 5). Вибір таких способів опріснення дозволить отримати безпечні для здоров'я людини якісні напої, виробництво яких чинитиме мінімальний шкідливий вплив на навколишнє середовище.

Висновки.

1. Без застосування процесів водопідготовки сьогодні неможливе виробництво якісних харчових продуктів. При виробництві пива, горілки, безалкогольних напоїв одним із важливих

процесів обробки води є її опріснення. Для опріснення води можуть застосовуватися такі способи, як зворотній осмос, електродіаліз, іонний обмін, дистиляція, виморо-жування. Переваги застосування того чи іншого способу опріснення в кожному випадку визначаються вихідним хімічним складом води, вартістю обладнання і його експлуатації, ступенем опріснення води, який у свою чергу регламентується вимогами до якості харчового продукту. Але, крім зазначених характеристик, важливе значення при виборі способу опріснення води також має його екологічна безпека.

2. У роботі наведено результати експериментальних досліджень впливу способу опріснення води на показники хімічного складу отриманої питної води.

3. Проведено порівняльний аналіз отриманих експериментальних даних стосовно ефективності способів опріснення води по відношенню до різних забруднювачів.

4. У роботі представлено запропоновану методику, що дозволяє оцінювати рівень екологічної безпеки технологій та способів водопідготовки, які застосовуються на харчових виробництвах.

5. Отримано одиничний та комплексний показники екологічної безпеки води по відношенню до якості харчового продукту та здоров'я людини (в нашому випадку – горілки, пива та безалкогольних продуктів).

6. Оцінюючи екологічну безпеку способів опріснення води по відношенню до якості продукту та здоров'я людини, можна зробити висновок, що для виробництва горілки кращим способом опріснення є зворотний осмос, для виробництва пива – виморожування та електродіаліз, для безалкогольних напоїв – виморожування.

Список використаних джерел

1. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води. [Текст]: монографія / А.К. Запольський. – К: Вища школа, 2005. – 671 с.: іл.

2. Комплексные системы мониторинга токсикологической и экологической безопасности. [Електронний ресурс]. – Електрон. текстові дані (75 байт). – Режим доступу: <http://ess.ru/publications/articles/ecomon/ekomon.htm>.

3. Запольський А. К. Екологізація харчових виробництв. [Текст] / А.К. Запольський, А.І. Українець. Підручник. – К: Вища школа, 2005. – 423 с.

4. Курчевич І.В. Вплив забруднень води на навколишнє середовище, харчові продукти та людину. [Текст] / І.В. Курчевич, О.О. Коваленко // Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів / Міністерство освіти та науки України. – Одеса: 2009. – 434 с.

5. Коваленко О.О. Дослідження екологічної безпеки технологій доочищення води на харчових підприємствах. [Текст] / О.О. Коваленко, О.Б. Василів, І.В. Курчевич // Збірник тез доповідей научно-практичної конференції з міжнародною участю / – Одеса: 2010. – 146 с.

6. Курчевич И.В. Анализ методик определения экологической безопасности технологий водоподготовки на пищевых предприятиях. [Текст] / И.В. Курчевич, Е.А. Коваленко // Тезисы докладов 7 международной научной конференции студентов и аспирантов «Техника и технология пищевых производств» / – Могилев: 2010. – 312 с.

7. Коваленко О.О. Екологічна безпека способів покращення якості води на харчових виробництвах. [Текст] / О.О. Коваленко, О.Б. Василів, І.В. Курчевич // Матеріали Першої міжгалузевої науково-практичної конференції «Актуальні проблеми безпеки харчування» 14 – 15 жовтня 2010 р. / – Донецк: 2010. – 150 с.

8. Коваленко О.О. Оцінка екологічної безпеки сучасних способів опріснення води на харчових виробництвах. [Текст] / О.О. Коваленко, О.Б. Василів, І.В. Курчевич // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Новітні технології, обладнання, безпека та якість харчових продуктів: сьогодення та перспективи» 27-28 вересня 2010 р. – К.: 2010. – 110 с.

9. Курчевич І.В. Екологічна ефективність способів опріснення води [Текст] / І.В. Курчевич, О.О. Коваленко // Програма і матеріали 76-ї наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті». 12 – 13 квітня 2010 р. – Частина III – К.: НУХТ, 2010. – 135 с.