

УДК 504.42:771.71

**М.М. Надворний,
Л.Й. Ковальчук**

Одеський державний медичний університет

Ключові слова: вода морська, якість

Key words: sea water, quality

ОЦІНКА ІНФОРМАТИВНОСТІ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ МОРСЬКОЇ ВОДИ

Резюме. Целью исследования была оценка информативности санитарно-химических и санитарно-бактериологических показателей качества морской воды в зонах рекреационного водопользования. При анализе результатов экспертной оценки установлено, что преобладающее большинство экспертов считали наиболее информативными показатели титр ЛПКП и БСК5. Факторный анализ позволяет рассматривать наряду с вышеприведенными также содержание в морской воде аммиачных соединений. Натурные исследования показали, что пляжный материал в зоне увлажнения является более информативным относительно эколого-гигиенической ситуации, чем традиционные показатели. Установлено, что показатели индекса ЛПКП в морской воде и пляжном материале достаточно тесно коррелировали между собой ($r_s=0.61$ $p<0,01$). Это позволяет использовать данные, полученные при исследовании пляжного материала в зоне увлажнения, для непрямо́й оценки состояния морской воды. Приведенные данные подтверждают целесообразность использования при мониторинге качества морской воды пляжного материала в зоне увлажнения и дополнительного забора проб в зоне взбалтывания морской воды.

Summary. The study was aimed to informative value of the sanitary-chemical and sanitary-bacteriological indices of the sea water quality in the zones of recreation water use. The analysis of the expert evaluation results demonstrated, that the majority of experts consider the indices of BOD5 and CGB to be the most informative ones. However, ANOVA produced evidence that the ammonia content is also a valuable indicator. Nature experiments showed that the material taken from the beach in the moisturized area is more informative than the traditional indices with regard to ecologic-hygienic situation. There was found out that CGB indices in the sea water and material taken from the beach correlated significantly ($r_s=0.61$ $p<0,01$). This allows to use data, received during the examination of this material in the moisturized zone for indirect evaluation of the sea water quality. The results confirmed that for monitoring of the sea water quality it is expedient to investigate the material taken from the beach in the zone of moisturizing and additional samples in the zone of seawater muddying.

З усіх східноєвропейських країн Україна найбільш багата на курортні ресурси, як кліматичні, так і бальнеологічні [2, 5, 8]. Не є винятком і Північно-Західне Причорномор'я, де впродовж десятиліть склалася розгорнена мережа рекреаційно-профілактичних, реабілітаційних і лікувальних курортів. Втім, за рівнем епідеміологічної та токсикологічної безпеки, рівнем сервісу не всі українські морські курорти відповідають європейським і світовим нормам, що зумовлює їх низьку привабливість для іноземних громадян [1, 2].

Антропогенне навантаження на зони рекреації зумовлює їх деградацію та денатурацію, змінює економічну рівновагу та, зрештою, може призводити до знищення високоцінних рекреаційних ресурсів. У зв'язку з цим оцінка якості морської води у районах рекреаційного водокористування має надзвичайно велике значення. В останні роки

у зв'язку з гармонізацією вітчизняного санітарного законодавства до загальносвітових вимог дещо розширився перелік показників, які аналізуються фахівцями при проведенні оцінки еколого-гігієнічної безпеки. Так, поряд із ЛПКП оцінці підлягає вміст фекального стрептокока (ентерокока), що дозволяє більш чітко визначити джерела забруднення [3, 4]. Однак точки відбору проб та їх періодичність, як і раніше, регламентуються документами, розробленими 20-30 років тому.

Слід зазначити, що питанню інформативності різних показників якості морської води фахівці практично не приділяли уваги. Втім, зважаючи на різноманітність та вірогідність процесів, які перебігають у морській воді, є доцільним визначити, які з використовуваних методик є найбільш інформативними.

Метою дослідження була оцінка інформатив-

ності санітарно-хімічних та санітарно-бактеріологічних показників якості морської води у зонах рекреаційного водокористування.

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проведені на узбережжі Одеської затоки протягом 2006-2008 р.р. Крім того, були зібрані, проаналізовані і статистично оброблені матеріали водної інспекції, санепідемстанцій і гідрометслужби за 2000-2008 роки. Всього було проаналізовано 9600 проб морської води, які у всіх створах відбиралися в трьох точках: у 2-3 метрах від берега (зона купання дітей), у 25-30 метрах (зона купання дорослих) і 40 метрах (у хвилелому) від берега. Перші дві точки характеризують зону інтенсивного водокористування. Пляжний матеріал досліджувався в трьох шарах: I - поверхневий, 2 - 0,2 метра від поверхні, 3-0,5 метра від поверхні. Додатково відбирали проби пляжного матеріалу у зоні зволоження (захлисту прибіжною хвилею), а також проби морської води на відстані 1 м від урізу води.

Для оцінки якості морського середовища визначалися наступні фізико-хімічні показники: азотміські речовини, рН, хлориди, окиснюваність, розчинений кисень, БСК₅, температура, прозорість. Із бактеріологічних показників визначали мікробне число і ЛПКП титр, вміст ентерококів. У пробах пляжного піску, узятих на різній глибині, визначили мікробне число і колі-титр.

Географічне розташування пляжів було таким, що при відсутності локальних впливів усі вони знаходилися приблизно в однакових умовах (метеорологічні фактори, згонні і нагонні вітри, течії, відсутність неорганізованого теригенного стоку), що забезпечило порівнюваність одержаних результатів.

Для попередньої оцінки інформативності різних показників якості морської води була проведена евалюація їх значущості методом експертних оцінок "Дельфі" [7]. Для цього 40 фахівцям санітарно-епідеміологічної служби та служби екологічного моніторингу були запропоновані стандартні опитувальні листи, в яких їм пропонували за 10-бальною шкалою оцінити значущість тих чи інших параметрів для санітарного стану акваторії. Результати експертної оцінки наведені у формі Me (25%; 75%), де Me – медіана, 25% і 75% - відповідно значення 1-го і 3-го квантилів. Як додатковий референтний критерій використовували показники, рекомендовані чинним ДСанПіном [4].

Враховуючи складний характер процесів самоочищення у зонах морського рекреаційного

водокористування, провідним методом статистичного аналізу був обраний однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA), який проводили у відношенні як ізольованих, так і комбінованих ознак, за допомогою програмного забезпечення Statistica 5.5

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

При аналізі результатів експертної оцінки встановлено, що переважна більшість експертів вважали найбільш інформативними показники титр ЛПКП і БСК₅ (табл. 1).

Таблиця 1

Результати експертної оцінки значущості показників еколого-гігієнічної безпечності морської води у зоні рекреаційного водокористування

Показник	Me (25%;75%)
рН	0,35 (0,31; 0,38)
Амонійний азот, мг/л	0,70 (0,60; 0,80)
Азот нітратів, мг/л	0,6 (0,52; 0,69)
Окиснюваність, мг О ₂ /л	0,75 (0,7; 0,8)
Лужність, мг/л	0,5 (0,4; 0,5)
Хлориди, мг/л	0,44 (0,4; 0,48)
Розчинений кисень, мг О ₂ /л	0,71 (0,6; 0,8)
БСК ₅ , мг О ₂ /л	0,85 (0,8; 0,9)
Мікробне число, КУО/мл	0,67 (0,62; 0,72)
Колі-титр, мл	1,0

Для визначення ділянок прибережної смуги з оптимальними еколого-гігієнічними характеристиками нами проводилося дослідження якості морської води за межами імпактної зони існуючих місцевих джерел забруднення, а саме на пляжах "Золотий берег" (16 станція Великого Фонтану), пляжу розважального комплексу на 13-й станції Великого Фонтану, пляжу дитячого санаторію "Зелена гірка" (дача Ковалевського), пляжів Чорноморка та Лузанівка та пляжу дитячого оздоровчого центру "Молода гвардія".

Як видно з таблиці 2, прозорість морської води менше 30 см відзначалася лише в районі дачі Ковалевського, Чорноморки та 16-ї станції Великого Фонтану. При цьому мінімальні значення прозорості були близькими 25 см та 26 см. Найбільш стабільною і високою була прозорість морської води в районі 13-ї станції Великого Фонтану, пляжів Лузанівка та ДОЦ "Молода гвардія". Це може пояснюватися їх віддаленістю від місць скидання стічних вод та гідроло-

гічними особливостями Одеської затоки, зокрема напрямком течій.

Сила впливу фактора віддаленості скидання стічних вод на різноманітність показників прозорості морської води складала 0,12, в генеральній сукупності ця сила може змінюватися у межах 0,05-0,19. Таким чином, сила впливу інших факторів, в т.ч. впливу морських течій, наявності берегоукріпних споруд, особливостей рельєфу прибережної смуги становить близько 0,88, що вимагає урахування наявності цих факторів при плануванні заходів із ландшафтно-географічного

переутворення та створення рекреаційних потужностей і їх пріоритетного розвитку.

Одномоментні визначення амонійних сполук у районах рекреаційного водокористування (табл. 2) виявили, що вміст їх у морській воді має суттєві коливання - від 0,01 мг/л до 0,86 мг/л. Слід відзначити, що найбільші значення були одержані на ділянках узбережжя, які є близько розташованими до місць скидання стічних вод, зокрема пляжі дачі Ковалевського, Чорноморки та 16-ї станції Великого Фонтану.

Таблиця 2

Показники забруднення морської води в районі різних ділянок узбережжя Одеської затоки у літній період (2005-2008 рр.; $M \pm m$)

Показник	Норматив	Чорноморка (n=1600)	“Зелена горка” (n=1600)	16-а станція ВФ (n=1600)	13 станція ВФ (n=1600)	Лузанівка (n=1600)	ДОЦ “Молода гвардія” (n=1600)
Прозорість, см	>30	29,4±0,2	29,2±0,2	28,0±0,2	30,0±0,2	30,3±0,1	30,3±0,1
Аміак, мг/л	0,1	0,18±0,02	0,26±0,03	0,28±0,04	0,16±0,01	0,12±0,01	0,11±0,03
Нітрити, мг/л	0,002	0,004±0,0002	0,002±0,0002	0,003±0,0002	0,001±0,0003	0,001±0,0002	0,001±0,0002
Окиснюваність, мг O ₂ /л	4,0	2,37±0,09	2,23±0,07	2,24±0,09	2,21±0,11	2,18±0,07	2,16±0,07
БСК ₅ , мг O ₂ /л	3,0	1,99±0,14	2,71±0,14	2,70±0,13	1,89±0,12	1,91±0,14	1,90±0,20
СПАР, мг/л		0,6 ±0,03	0,7±0,08	0,6±0,05	0,4±0,06	0,5±0,11	0,5±0,06
Нафтопродукти, мг/л		0,2±0,03	0,2±0,03	0,2±0,03	0,2±0,03	0,2±0,03	0,2±0,03
ЗМО, КУО/мл		490±95	1200±95	1600±95	470±95	550±100	470±92
ЛПКП	5000	1100±95	1500±95	1500±95	1500±95	950±95	915±136

Віддаленість від місця скидання стічних вод впливала на вміст аміаку у морській воді з силою 0,1 (довірчий інтервал 0,03-0,17), причому найбільш потужним цей фактор був у районі пляжів 16-ї станції Великого Фонтану і Чорноморки.

Подібні закономірності були встановлені і у відношенні нітритів, вміст яких також залежав від віддаленості прибережної території рекреаційного призначення від основних джерел локального забруднення морського середовища. Сила впливу цього фактора становила для пляжів південної частини Одеської затоки 0,11 (0,02-0,19), а для пляжів північної частини – 0,10 (0,3-0,17).

За показником окиснюваності суттєві відмінності між різними ділянками узбережжя Одеської затоки були відсутні, проте спостерігається тенденція до зменшення значень цього показника в північних районах затоки (пляжі Лузанівка та ДОЦ “Молода гвардія”).

Високою різноманітністю відрізнялися показ-

ники БСК₅. Так, у районі пляжу 13-ї станції Великого Фонтану він коливався у межах 0,3-3,97 мг O₂/л, в районі пляжів дачі Ковалевського та Чорноморки в межах 1,11-2,83 мг O₂/л, а на пляжі ДОЦ “Молода гвардія” від 0,3 до 2,2 мг O₂/л.

Значною амплітудою коливань значень характеризувалися також показники ЗМО та ЛПКП, причому рівні мікробного обсіменіння були найбільш високими в акваторії пляжів, близько розташованих до місць скидання міських каналізаційних стоків (пляжі 16-ої станції Великого Фонтану, дачі Ковалевського та Чорноморки). При цьому навіть на відстані 3-3,5 км від місця скидання стічних вод спостерігалось суттєве погіршення еколого-гігієнічної ситуації та рекреаційної якості прибережної смуги моря.

В районах періодичного поверхневого стоку при нагонних явищах обсіменіння ЛПКП пляжного матеріалу (зона зволоження) у декілька разів (табл. 3) перевищує рівень обсіменіння

навіть при згонних явищах. Так, у районі скидання ливневих вод при згонних явищах індекси ЛПКП були близько 500 ± 25 , тоді як при нагонних вони зростали на порядок (5500 ± 240), що у п'ять разів вище аналогічного показнику у морській воді.

Таблиця 3

Санітарний стан морської води і піску у зонах рекреаційного призначення

Показник	ЗМЧ		ЛПКП	
	вода	пісок	вода	пісок
М	49,5	4250	3000	5500
m	0,8	1370	610	2250
σ	5,07	2750	1220	4500
c_v	10,4	64,7	40,6	81,8

Таким чином, пляжний матеріал у зоні зволоження є більш інформативним відносно еколого-гігієнічної ситуації, що дозволяє рекомендувати оцінку цього показника при проведенні комплексного обстеження пляжів рекреаційного призначення.

Слід зазначити, що показники індексу ЛПКП у морській воді та пляжному матеріалі досить тісно корелювали між собою ($r_s=0.61$ $p<0,01$). Це дозволяє використовувати дані, одержані при дослідженні пляжного матеріалу у зоні зволоження, для непрямой оцінки стану морської води.

ПІДСУМОК

Наведені дані підтверджують доцільність використання при моніторингу якості морської води досліджень пляжного матеріалу у зоні зволоження і додаткового відбору проб у зоні скаламучення морської води (на відстані 1 м від урізу води). Найбільш інформативними показниками є ЗМО, індекс ЛПКП і БСК5.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ганикіна С.О., Ковальчук Л.Й., Швалова Л.В. Гігієнічна оцінка морського середовища у районі Одеської затоки // Довкілля та здоров'я. 2007. - №2(41) – С. 33-36.
2. Гігієнічна оцінка біогеохімічних аномалій в районах морського водокористування населення / В.О. Колоденко, М.М. Надворний, Л.Г. Засипка та ін. – Одеса: ОКФА, 2001. – 160 с.
3. Ковальчук Л.Й. Гігієнічна оцінка берегоукріпних і пляжоутворюючих комплексів // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. Частина I. – Одеса, 2008. - С. 125-130.
4. Санитарные правила и нормы охраны прибрежных вод и морей от загрязнения в местах использования населения: СанПиН № 4631 – 88. - М.: МЗ СССР, 1988. - 16с.
5. Санітарно-гігієнічний стан і рекреаційні властивості північно-західної частини Чорного моря / В.О. Колоденко, М.М. Надворний, П.С. Ніков, Ю.С. Руденко // Одеський медичний журнал. - 2002. – №3. – С. 93-96.
6. Golubatnikov N.I. Problems of medical, hygienic and ecological safety in the system of sanitary supervision for marine transport of Ukraine // Maritime medicine: A Global Challenge: Proc. of 8th International symposium of maritime health. – City of Rijeka, 2005. – P. 19-20.
7. Mullen P.M. Delphi: myths and reality // J. Health. Organ. Manag. – 2003 – Vol. 17, N1. – P. 37-52.
8. Ruyter K.W. Forskning pa barn // Tidsskr Nor Laegeforen. – 2004 – Vol. 124, N 13-14. – P. 1825-1826.

