

ФАРМАЦЕВТИЧНА БРОМАТОЛОГІЯ ПИТНА ТА МІНЕРАЛЬНІ ВОДИ

ЕЛЕКТРОННІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І. І. МЕЧНИКОВА
ФАКУЛЬТЕТ ХІМІЇ ТА ФАРМАЦІЇ
КАФЕДРА АНАЛІТИЧНОЇ ТА ТОКСИКОЛОГІЧНОЇ ХІМІЇ

ФАРМАЦЕВТИЧНА БРОМАТОЛОГІЯ ПИТНА ТА МІНЕРАЛЬНІ ВОДИ

ЕЛЕКТРОННІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до курсів «Фармацевтична броматологія»
та «Хімічний аналіз харчових продуктів»
для студентів факультету хімії та фармації

ОДЕСА
ОНУ
2023

УДК 543.06:543.31
Ф247

Укладачі:

Т. М. Щербакова, кандидат хімічних наук, доцент, завідувачка кафедри аналітичної та токсикологічної хімії;

О. М. Гузенко, кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри аналітичної та токсикологічної хімії;

О. М. Рахлицька, кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри аналітичної та токсикологічної хімії.

Рецензенти:

Д. В. Снігур, кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри аналітичної та токсикологічної хімії Одеського національного університету імені І. І. Мечникова;

І. М. Радаєва, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри фармакології та технології ліків Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.

*Рекомендовано вченою радою факультету
хімії та фармації ОНУ імені І. І. Мечникова.
Протокол № 8 від 12 травня 2023 р.*

Фармацевтична броматологія. Питна та мінеральні води
Ф247 [Електронний ресурс] : електрон. метод. вказівки. до курсів «Фармацевтична броматологія» та «Хімічний аналіз харчових продуктів» для студентів ф-ту хімії та фармації / уклад. : Т. М. Щербакова, О. М. Гузенко, О. М. Рахлицька. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2023. – 38 с. – 1 МБ.

Методичні вказівки складено відповідно до програм курсів «Фармацевтична броматологія» та «Хімічний аналіз харчових продуктів». Вони містять розділ «Питна та мінеральні води» та контрольні питання до нього.

Рекомендовані для студентів природничих факультетів при підготовці до занять з навчальних дисциплін, що присвячені характеристиці таких важливих компонентів харчових продуктів, як питна та мінеральні води.

УДК 543.06:543.31

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА, КЛАСИФІКАЦІЯ І ДЕЯКІ ВЛАСТИВОСТІ ВОД	5
1.1. Роль води в живому організмі	6
1.2. Вода в харчових продуктах	8
1.3. Класифікація природної води	9
1.4. Хімічний склад природної води	10
1.5. Хімічний склад поверхневих вод суші	14
1.6. Підземні води	16
1.7. Морські і океанські води	17
<i>Контрольні питання до розділу 1</i>	<i>20</i>
2. ПИТНА ВОДА	21
2.1. Вимоги до показників якості питної води	21
2.2. Підготовка питної води	21
2.3. Епідеміологічна безпека та токсикологічні показники води	23
2.4. Органолептичні показники води	24
2.5. Жорсткість води	25
<i>Контрольні питання до розділу 2</i>	<i>26</i>
3. МІНЕРАЛЬНІ ВОДИ	27
3.1. Загальна характеристика мінеральних вод	27
3.2. Класифікація мінеральних вод	28
3.3. Рекомендації з прийому мінеральних вод	35
<i>Контрольні питання до розділу 3</i>	<i>36</i>
4. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	37

ВСТУП

Вода – найважливіший чинник формування внутрішнього середовища організму й водночас один із чинників довкілля. Там, де немає води, немає життя. У воді відбуваються всі процеси, характерні для живих організмів, що населяють Землю. Нестача води (дегідратація) призводить до порушення всіх функцій організму та навіть загибелі. Зменшення кількості води на 10 % викликає незворотні зміни. Тканинний обмін, процеси життєдіяльності протікають у водному середовищі. Вода бере участь у процесах асиміляції та дисиміляції, у процесах резорбції та дифузії, сорбції та десорбції, регулює осмотичний тиск у тканинах та клітинах, кислотно-лужну рівновагу, підтримує рН. Буферні системи активні лише за умов, де є вода. Вода – це загальний показник активності фізіологічних систем. В організмі людини вміст води наближається до 60 % від ваги тіла. Встановлено, що процеси старіння пов'язані з втратою води клітинами. Реакції гідролізу, а також всі окисно-відновні реакції протікають активно тільки у водних розчинах. Вода бере активну участь у водно-сольовому обміні. Процеси травлення та дихання протікають нормально у разі достатньої кількості води в організмі. Значна роль води у видільній функції організму, що сприяє нормальному функціонуванню сечостатевої системи; у процесах терморегуляції організму; процесі потовиділення. З водою в організм надходять мінеральні речовини.

В методичних вказівках «Фармацевтична броматологія. Питна та мінеральні води» приділена увага питанням загальної характеристики, класифікації і деяких властивостей води. Розглянута роль води в живому організмі, в харчових продуктах, класифікація природної води, хімічний склад природної води. Щодо питної води, приведені вимоги до показників якості питної води, підготовка питної води, питання епідеміологічної безпеки та токсикологічних показників. Докладно розглянуті мінеральні води, їх характеристика, класифікація, рекомендації з прийому. До кожного розділу приводяться контрольні питання.

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА, КЛАСИФІКАЦІЯ І ДЕЯКІ ВЛАСТИВОСТІ ВОД

Відповідно до Закону України «Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини» населення країни повинно бути забезпечено якісними продуктами харчування, у тому числі питною водою.

Вода є одним з основних компонентів, без яких неможливе життя людини. У нормі вміст води в організмі людини складає 30–45 л (45–65 % від маси тіла), із яких більша частина знаходиться всередині клітин, 10–15 л води знаходиться позаклітинно (75 % з них – в міжклітинному просторі і 25 % у судинному руслі у складі плазми крові).

Вода в організмі людини виконує низку функцій:

- відіграє роль універсального розчинника, в якому відбуваються основні біохімічні процеси організму;
- переносить поживні речовини;
- виводить продукти обміну речовин;
- бере участь у процесах травлення;
- необхідна для метаболізму водорозчинних вітамінів;
- створює осмотичний тиск у мембранах клітин, необхідна для системи кровообігу;
- необхідна для підтримки температури тіла;
- необхідна для системи виділення організму.

Вода займає $\frac{3}{4}$ поверхні Землі. Маса гідросфери становить $1,4 \times 10^{18}$ т. Під час кругообігу вода взаємодіє з різними неорганічними та органічними речовинами, які знаходяться в твердому або газоподібному стані. При цьому вода частково або повністю розчиняє їх і перетворюється в складний розчин істино або колоїдно-розчинних речовин.

Гідросфера завдяки високій теплоємності води стабілізує температурний режим планети: взимку вода поступово охолоджується а влітку поступово нагрівається, що пом'якшує температурні сезонні коливання. Життя в гідросфері можливо лише завдяки унікальним

особливостям води: при замерзанні її густина зменшується, внаслідок чого глибокі водойми не промерзають взимку до дна, і в них зберігається життя.

Вода без домішок не має кольору (в малому обсязі), запаху і смаку (при стандартних умовах). При нормальному атмосферному тиску (760 мм рт. ст., 101 325 Па) температура замерзання дорівнює 0 °С, а температура кипіння дорівнює 100 °С. Вода є хорошим сильнополярним розчинником. Унікальність води в тому, що вона досить добре розчиняє як органічні, так і неорганічні речовини, забезпечуючи високу швидкість протікання хімічних реакцій. У природних умовах вода завжди містить розчинені речовини (солі, гази). Молекула води електронейтральна, але заряд всередині молекули розподілений нерівномірно: в ділянці атомів гідрогену невеликий позитивний, а в ділянці, де розташований атом кисню, невеликий негативний заряд. Завдяки цьому молекули води можуть взаємодіяти одна з одною з утворенням *водневих зв'язків*. Саме вони визначають унікальні властивості води. У води дуже високі температури кипіння і плавлення, бо додаткова енергія потрібна для розриву водневих зв'язків. Інші речовини з подібною будовою і молекулярною масою (гідроген сульфід, амоніак) при звичайних умовах є газами. Завдяки водневому зв'язку вода залишається рідиною в широкому діапазоні температур.

1.1. Роль води в живому організмі

Унікальні властивості дозволяють воді відігравати в клітині роль розчинника, терморегулятора, а також підтримувати структуру клітин і здійснювати транспортування речовин. Внаслідок своєї великої теплоємності вода забезпечує сталість температури всередині клітини. Вода може переносити велику кількість тепла, віддаючи його там, де температура тканин нижча, і забирати там, де температура вища. Випаровування води сприяє значному охолодженню. Вода підтримує структуру живих клітин, бо в рідкому стані є практично нестискаємою. Вона бере участь у процесі гідролізу в організмі. Наприклад, гідроліз жирів, білків і вуглеводів відбувається при травленні їжі, а при гідролізі

АТФ виділяється енергія, що забезпечує потреби клітини. Фізіологічна потреба людського організму у воді становить у середньому 2,5–3 л на добу (залежно від температури і вологості повітря, фізичної активності тощо): близько 1,3–1,5 л надходить з напоями, до 1 л – з їжею, 0,20–0,4 л води утворюється ендogenно в результаті метаболізму органічних сполук (жирів, вуглеводів, білків). Для збереження водного балансу і гомеостазу добове виділення води з організму має відповідати надходженню. При цьому майже 1,4–1,6 л води виділяється з сечею, 0,5–0,7 л виводиться через легені; 0,5–0,7 л через шкіру і 0,05–0,1 л – з фекаліями. Без води людина може існувати максимум 4–5 днів. Наш організм надзвичайно гостро реагує на порушення водного балансу: при втраті вологи в розмірі 6–8 % від маси тіла він впадає у стан напівнепритомності; 10 % – порушення ковтального рефлексу, потім починаються галюцинації, кров густішає, що викликає порушення діяльності серця аж до повної його зупинки; при втраті більше 12 % настає смерть. Недостатнє надходження води обумовлює розвиток ожиріння, проблеми з травленням, дисфункцію органів і систем, отруєння організму шлаками (сечовою кислотою, сечовиною, молочною кислотою тощо).

Дуже важливо, особливо в умовах спеки, правильно розподіляти добовий обсяг споживання води за часом, поєднувати питний режим з режимом харчування (пити переважно після їжі та обмежувати споживання рідини в проміжках між прийомами їжі), підвищувати споживання продуктів, багатих вітамінами і мінеральними солями, екстрактивними речовинами в спеку. Спрага переноситься легше, якщо чисту воду замінювати чаєм (особливо зеленим), розведеними фруктовими або овочевими сиропами і соками, при високих теплових навантаженнях – слабогазованою водою і відварами сухофруктів, підкисленою лимонним соком, відваром шипшини, обезжиреними кисломолочними напоями. Цукру в них повинно бути не більше 1–2 %. При температурі, більшій 12–15 °С, вода не дає освіжаючого ефекту. Спортсменам під час тренувань слід обмежуватися прополоскуванням рота і пити воду лише після їх завершення. Доцільним є використання у цих випадках води з підкисленою лимонною або аскорбіновою

кислотою, лимоном або соком журавлини. Після лазні, тренувань, змагань, у спекотну пору року воду найкраще пити не за один прийом, а невеликими порціями, затримуючи її в роті і роблячи по 1–2 ковтки через невеликі проміжки часу (5–10 хв). Таке пиття, окрім усього іншого, перешкоджає відкладанню солей на стінках сечоводів. Вода втамовує спрагу не в момент пиття, а через 10–15 хв у міру всмоктування з шлунково-кишкового тракту. Почуття спраги контролюється нервовим центром, розташованим у гіпоталамусі, виникає воно при нестачі води у людини в результаті порушення оптимальних співвідношень між кількістю води, сіллю та органічними сполуками в крові. Холодна вода, випита натще, посилює моторику кишечника, що використовується при лікуванні запорів, а випита після прийому жирної їжі сприяє її затримці у шлунку, після вживання свіжих ягід і фруктів – може призвести до посиленого газоутворення і здуття кишківника. Пиття води або інших рідин під час споживання їжі затримує травлення в шлунку за рахунок розрідження шлункового соку. Це в значній мірі залежить від інтенсивності шлункової секреції. Спеціальний питний режим, часто із використанням лікувальних мінеральних вод, застосовується за призначенням лікаря при деяких захворюваннях і порушеннях функцій організму, в цьому випадку особливо важливо дотримуватися рекомендованої лікарем дози, періодичності прийому і співвідношення з годинами споживання їжі, столові і лікувально-столові води можуть використовуватися більш довільно для втамування спраги і стимулювання травлення.

1.2. Вода в харчових продуктах

Вода важлива складова харчових продуктів (табл. 1). Вода присутня в рослинних і тваринних продуктах як клітинний і позаклітинний компонент, як дисперсійне середовище і розчинник, обумовлює консистенцію і структуру харчових продуктів, а також впливає на зовнішній вигляд, смак і стійкість продуктів при зберіганні.

**Вміст води і харчових речовин
в деяких харчових продуктах**

Харчові продукти	ккал / 100 г	Вода, %	Білки, %	Жири, %	Вуглеводи, %
Фрукти	6	80	0,7	0,3	15
Овочі	4	85	2,5	0,3	8
Картопля	7	80	2,1	0,1	18
Суша картопля	58	1,8	5,3	40	50
Горіхи	64	4,5	15	60	18
М'ясо	18	70	18	10	0,1
Хліб	25	35	8	1	50
Масло	72	17	0,6	81	0,7
Сир	34	45	23	27	3
Ковбаса	27	60	12	25	0
Молоко (3,5% жирності)	7	89	3,2	3,5	4,6
Фруктові соки	4	85	0,3	0,1	12

1.3. Класифікація природної води

Вода вкриває близько двох третин поверхні Землі, але більша частина її є солоною. Тільки 2,5 % води у світі є прісною, з яких дві третини знаходиться в полярних льодах і льодовиках. Із залишкової кількості близько 20 % води знаходиться у важкодоступних місцях. Людина має у своєму розпорядженні менше 0,08 % води на Землі. Сьогодні кожна п'ята людина на планеті не має доступу до безпечної питної води. У світі в цілому найбільш поширене забруднення природних джерел води стічними водами, зокрема, хвороботворними бактеріями і паразитами, що містяться у фекаліях. Через захворювання, які переносяться забрудненою водою, гине близько 1,8 млн. осіб на рік. Тому актуальним є питання забезпечення населення питною водою належної якості, а також контролю ступеня очищення води.

Природні води можна поділити на кілька груп:

- 1) за походженням – поверхневі (моря; водотоки – річки, струмки, канали; водойми – озера, ставки, водосховища, болота, гейзери,

- джерела, льодовики); атмосферні (осадові); підземні (басейни підземних вод і водоносні горизонти);
- 2) за кількістю і характером домішок – прісні, солоні, м'які, жорсткі, прозорі, опалесцентні, каламутні, забарвлені, пахучі та ін.;
 - 3) за призначенням – питні, мінеральні, господарські, технічні, охолоджувальні тощо.

1.4. Хімічний склад природної води

Під хімічним складом природної води розуміють присутні у воді у природних умовах гази, іони, розчинені речовини та колоїди, мінерального і органічного походження. Д. Кантемір в 1716 році в книзі «Опис Молдови» про Дністро писав: «хоча він достатньо прозорий, але вода його жорстка і дуже шкідлива для здоров'я тих, хто її п'є».

Кількісний склад матриці природних вод характеризується сумою сольових компонентів (головних іонів). Вона зумовлює так звану мінералізацію води і позначається $\sum_i$ (г/кг); М (г/л).

По величині мінералізації природні води розподіляються на 4 групи:

Води	Мінералізація, $\sum_i$, г/кг
Прісні	$\leq 1,0$
Солоноваті	1–25
Морські	25–50
Розсоли (ропи)	> 50

Якісний склад природних вод характеризують співвідношенням 6-ти головних іонів: Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$.

Природні води розподіляють за переважним вмістом аніонів і катіонів. Поверхневі води України є, в основному, гідрокарбонатно-кальцієвими, морські води – хлоридно-натрієвими, а деякі колодезні води – сульфатно-магнієвими («гірка вода»).

В хімічному складі природних вод виділяють 5 основних груп речовин:

- 1) Розчинені гази – O_2 , CO_2 , H_2S , CH_4 та інші.
- 2) Головні іони – HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , SO_4^{2-} , $Na^+ + K^+$, Mg^{2+} , Ca^{2+} .
- 3) Біогенні елементи – NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- ;
- 4) Нітроген органічний (N_{org}), орто і поліфосфати, фосфор органічний (P_{org}), ортосилікати, Fe (II, III).
- 5) Мікроелементи – Mn, Cu, Zn, Co, Мо-біометали;
- 6) Ni, Cr, Cd, Pb, Hg, F та інші – неорганічні промислові забруднювачі.
- 7) Органічні речовини – карбон органічний (C_{org}), білки, аміни, амінокислоти, карбонові кислоти, складні ефіри (естери), вуглеводи, жири, нафтопродукти, пестициди, синтетичні ПАР.

Найважливішими показниками якості води є густина води, прозорість, колір, запах, рН, окисно-відновний потенціал (Eh), електропровідність і п'ятидобове біохімічне поглинання кисню (БПК₅).

Виділяють прямі і непрямі фактори, які впливають на формування хімічного складу природних вод.

До прямих відносяться ті, які безпосередньо впливають на склад води і збагачують її розчиненими сполуками. Це:

- 1) Гірські породи
- 2) Ґрунти
- 3) Біохімічні процеси
- 4) Діяльність людини
- 5) Атмосферні опади

До непрямих факторів відносяться клімат, рельєф, водний режим системи, гідрогеологічні і гідродинамічні умови.

За характером народно-господарчого застосування води розподіляють на: *питні, технічні, лікувальні і стічні*.

Питна вода. Загальне число мікроорганізмів в 1 мл питної води не повинно перевищувати 100, число бактерій групи кишкової палички – не більше 3.

Загальна твердість питної води повинна бути не більше 7 ммоль/л, сухий залишок 1000 мг/л, рН від 6,0 до 9,0.

ГДК шкідливих речовин в питній воді нормовані державними стандартами.

Технічна вода. Воду, яку витрачають промислові підприємства, називають технічною. Її застосовують у якості охолоджуючого агенту (АЕС), транспортуючого середовища для сипучих матеріалів (наприклад гідротранспорт попелу на теплових електростанціях), розчинника та інше.

Лікувальні води – це мінеральні природні в основному підземні води, які характеризуються підвищеним вмістом біологічно активних мінеральних або органічних компонентів. Лікувальні води мають певний хімічний склад та фізико-хімічні властивості.

За хімічним складом і лікувальними властивостями лікувальні води ділять на такі групи:

- 1) Без специфічних компонентів (містять Cl^- , SO_4^{2-} ; N_2 , CH_4 ; $M = 2-150$ г/л).
- 2) Вуглекислотні ($\text{CO}_2 = 500 \div 1400$ мг/л; $M < 90$ г/л).
- 3) Сульфідні (сірководневі) ($\text{H}_2\text{S} \approx 10$ мг/л; M до 535 г/л)
- 4) З високим вмістом Fe або Zn, Mn, Cu, Al, As.
- 5) Бромисті ($\text{Br}^- \geq 25$ мг/л), йодисті ($\text{I}^- \geq 5$ мг/л).
- 6) З високим вмістом органічних речовин.
- 7) Радонові.
- 8) Силікатні термальні ($t_{\text{води}} > 35$ °C; вміст $\text{H}_2\text{SiO}_3 \approx 50$ мг/л; $M \leq 10$ г/л).

Кожна з цих груп за газовим складом підрозділяється на азотні, метанові і вуглекислотні води.

За **аніонним складом** розрізняють наступні класи мінеральних вод:

- 1) Гідрокарбонатні (HCO_3^-);
- 2) Сульфатні (SO_4^{2-});
- 3) Хлоридні (Cl^-);
- 4) Гідрокарбонатно-сульфатні ($\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$);
- 5) Хлоридно-сульфатні ($\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$);
- 6) Хлоридно-гідрокарбонатні ($\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-$);
- 7) Хлоридно-сульфатно-гідрокарбонатні ($\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{HCO}_3^-$).

За катіонним складом розрізняють мінеральні води з переважним вмістом Ca^{2+} , Na^+ або Mg^{2+} .

За величиною загальної мінералізації (г/л) розрізняють мінеральні води:

- | | |
|----------------------------|------------|
| 1) Слабкої мінералізації | 1–2 г/л |
| 2) Малої мінералізації | 2–5 г/л |
| 3) Середньої мінералізації | 5–15 г/л |
| 4) Високої мінералізації | 15–30 г/л |
| 5) Розсольні води | 30–150 г/л |
| 6) Міцнорозсольні води | > 150 г/л |

З лікувальною метою використовують мінеральні води з загальною мінералізацією від 2 до 500 г/л. При цьому для пиття використовують води з мінералізацією < 20 г/л, а з мінералізацією > 20 г/л – для ванн, інгаляцій, полоскань.

Деякі мінеральні води використовують в якості освіжаючого напою. Загальна мінералізація таких вод, наприклад, хлоридно-натрієвого типу, не повинна перевищувати 4,0–4,5 г/л, а гідрокарбонатного типу – 6,0 г/л.

Фізичні властивості і хімічний склад мінеральних вод відображають формулою, на початку якої наводиться вміст газу (CO_2 , H_2S , інші), вміст біологічно активного компоненту (Br, I, Fe, інші) в г/л, радіоактивність в нанокюрі/л (1 кюрі = $3,7 \cdot 10^{10}$ розпадів/с) і загальна мінералізація (M) в г/л.

Переважні іони записують у вигляді дробу, у чисельнику перелічують аніони, а в знаменнику – катіони в %. В кінці формули вказується температура води при виході з джерела ($^{\circ}\text{C}$) і величина pH.

Наприклад, для мінеральної води “Боржомі”

$$\text{CO}_2 \text{ } 1,1 \quad \text{M } 6,1 \quad \frac{\text{HCO}_3 \text{ } 85 \text{ Cl } 14}{(\text{Na}+\text{K})88 \text{ Ca } 6 \text{ Mg } 4} \quad \text{T } 33,8 \text{ } ^{\circ}\text{C} \quad \text{pH } 6,7$$

Стічні води – це стоки побутові, виробничі і атмосферні, які містять велику кількість неорганічних і органічних компонентів. Склад стічних вод важко передбачити.

За фізико-географічними умовами формування хімічного складу природних вод їх розподіляють на:

- 1) Поверхневі води суші (річки, озера, водойми);
- 2) Підземні води (артезіанські і мінеральні);
- 3) Морські води;
- 4) Океанські води;
- 5) Атмосферні осад.

1.5. Хімічний склад поверхневих вод суші

З розчинених газів найбільш характерними є O_2 і CO_2 . Концентрація O_2 змінюється від 0 до 15 мг/л. Збагачується вода киснем за рахунок його абсорбції з атмосфери і виділення при фотосинтезі, а зменшується вміст O_2 у воді при окисленні органічних речовин і відновників (Mn^{2+} , NO_2^- , Fe^{2+}).

CO_2 міститься в водах на 99 % у вигляді вільного CO_2 і приблизно на 1 % у вигляді H_2CO_3 . Джерелами CO_2 є біохімічне окиснення органічних сполук і дихання водних організмів.

H_2S в природних водах або відсутній, або накопичується в незначних кількостях у придонному шарі в результаті забруднення органічними речовинами.

pH природних вод 6,8–8,5; залежить від складу продуктів дисоціації органічних кислот, H_2CO_3 , солей важких металів, які гідролізуються.

На величину окисно-відновного потенціалу вод (Eh) впливає розчинений O_2 , сполуки Fe, Mn, S, деякі органічні речовини. В умовах інтенсивного фотосинтезу потенціал досягає +700 мВ, а в умовах біохімічного окиснення органічних сполук, у результаті якого утворюється CO_2 або H_2S , потенціал зменшується до 100 мВ.

Головні іони (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) попадають у природні води суші внаслідок розчинення гірських порід і мінералів. Сульфати кальцію і магнію обумовлюють постійну твердість води. Концентрація головних іонів змінюється залежно від сезону (навесні зменшується за рахунок розбавлення).

Біогенні елементи. Нітроген. Неорганічними формами нітрогену є NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- . До органічних сполук нітроген входить у складі білків, амінокислот, амінів. Перехід одних сполук нітрогену в інші з переходом електронів відображають схемою:

Рослини $\rightarrow$ тварини $\rightarrow$ продукти розкладу ($\text{N}_{\text{орг}}$) $\rightarrow \text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^- \rightarrow$ рослини.

Джерелами надходження сполук нітрогену в природні води також є мінеральні добрива, промислові викиди, побутові стоки.

Фосфор у ступені окиснення +5 міститься в природних водах у вигляді неорганічних та органічних сполук. Джерелами надходження сполук фосфору в природні води є продукти життєдіяльності гідробіонтів і змиви фосфорвміщуючих добрив.

Силіцій. В поверхневих водах суші міститься у вигляді H_2SiO_3 , полікремнієвих кислот та колоїдних частинок $x\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$. Джерело надходження – розкладання мінералів.

Ферум. До складу неорганічних і органічних сполук природних вод ферум входить у ступенях окиснення +2 або +3. Сполуки феруму(II) утворюються при низьких значеннях рН і окисно-відновного потенціалу, коли домінують процеси деструкції органічних сполук і зменшується вміст розчиненого O_2 . При збільшенні $\text{pH} \geq 6$ і $E_h > 200$ мВ Fe(II) окиснюється розчиненим O_2 до Fe(III) і знаходиться у вигляді Fe(OH)_3 і в формі комплексів з органічними лігандами, молекулярна маса яких вище 10 тис.

Мікроелементи. До цієї групи відносяться сполуки металів і деяких неметалів (Br, I, B), вміст яких в поверхневих водах суші від 1 до 100 мкг/л. Значна частина мікроелементів входить до складу зависей і колоїдів, де їх кількість може сягати 100 %.

Мікроелементи можуть знаходитися в водах у вигляді іонів металів, гідроксокомплексів, карбонатних, сульфатних і хлоридних комплексів, у вигляді координаційних сполук з різними органічними лігандами.

Органічні речовини природних вод характеризують трьома показниками:

- **Перша група** показників відповідає сумі всіх органічних сполук. Вміст $C_{\text{орг}}$ знаходиться в межах 1–50 мг/л.
- **До другої групи** показників відносяться органічні сполуки природного походження (гумінові кислоти – суміш природних органічних сполук, які утворюються при розкладанні відмерлих рослин; амінокислоти, аміни, карбонові кислоти, етери та інші). Їх концентрація ≈ 30 мг/л у розрахунку на карбон.
- **Третя група** – це органічні сполуки антропогенного походження (ароматичні вуглеводні: бензол, толуол і т. д.; галогенорганічні сполуки: хлороформ, дихлоретан і т. д.; азотвмісні сполуки, нафтопродукти, барвники, сПАР).

Органічні речовини природних вод здатні утворювати з іонами металів стійкі комплекси і тим самим сприяти переходу їх у розчинні форми, які є доступними для засвоєння гідробіонтами.

1.6. Підземні води

За хімічним складом і мінералізацією підземні води відзначаються більшою різноманітністю, ніж поверхневі. Діапазон вмісту солей складає від 1 мг/л до 650 г/л.

Основний об'єм підземної частини гідросфери займають солоні води і розсоли.

Прісні води з перевагою у складі HCO_3^- і Ca^{2+} або силіцію зустрічаються в північних областях з високим зволоженням.

Води високої мінералізації характерні для закритих гідрогеологічних структур. В хімічному складі солоних вод переважають іони Cl^- , Na^+ , Ca^{2+} .

До складу розсолів і солоних вод входять такі мікроелементи, як: Br, I, Li, Cu, Zn, Sr, Pb, Ra, B, U.

В підземних водах присутні такі гази як CH_4 , H_2S , CO_2 , N_2 , іноді етан або пропан.

До підземних вод відносяться лікувальні мінеральні води.

1.7. Морські і океанські води

Світовий океан – це водний простір з площею близько 361 млн. км², що складає 71 % всієї поверхні Землі.

Світовий океан являє собою глибоку впадину, середня глибина якої 3800 м, а найбільша – 11034 м. Океан збирає з поверхні планети води, різноманітні за складом, які містять всі відомі в природі хімічні елементи.

Материки ділять Світовий океан на 4 частини: Тихий, Атлантичний, Індійський і Північний Льодовитий океани, які займають відповідно 50, 25, 21 і 4 % його площі.

Солі в води морів і океанів *надходять*:

- 1) З водним стоком материків (річковим та підземним).
- 2) З продуктами дегазації мантиї на дні океану.
- 3) Через атмосферу.
- 4) Внаслідок розчинення осадових порід на глибинах.
- 5) У процесі десорбції із зависей.
- 6) У результаті забруднень.

Втрати солей з океанічних вод відбуваються внаслідок:

- 1) Випадіння їх в осад.
- 2) Вітрового виносу з бризками.
- 3) Випаровування з водної поверхні.
- 4) В процесі адсорбції зависями і осадами.
- 5) Проникнення води в мул і донні відкладення.

Особливостями складу морських і океанських вод є:

- 1) Різноманітний якісний склад.
- 2) Вміст великої кількості солей, в основному NaCl. Мінералізація сягає 35 г/кг.
- 3) Однорідність та постійність солявого складу океанів.

До **головних компонентів** океанічних вод відносять: Na⁺ – 30,61 % від суми головних іонів; Mg²⁺ – 3,70 %; Ca²⁺ – 1,17 %; K⁺ – 1,11 %; Sr²⁺ – 0,03 %; Cl⁻ – 55,04 %; SO₄²⁻ – 7,68 %; HCO₃⁻ – 0,40 %; Br⁻ – 0,17 %; H₂BO₃⁻ – 0,07 %; CO₃²⁻ – 0,02 %.

Розчинені гази надходять в океан:

- 1) З атмосфери: N_2 , O_2 , CO_2 , Ar , He , O_3 , NO , NO_2 , H_2O_2 .
- 2) Внаслідок дегазації мантії Землі: H_2 , HCl , HF , HBr , HI , H_2S , SO_2 .
- 3) З донних осадів внаслідок перетворення органічних речовин: CO_2 (карбон(IV) оксид), CH_4 (метан), C_2H_6 (етан), C_3H_8 (пропан), C_4H_{10} (бутан).
- 4) Внаслідок біохімічних процесів при утворенні і деструкції органічних речовин: O_2 , CO_2 , CH_4 , NH_3 , H_2S .

За вмістом розчиненого кисню в товщі вод океану виділяють 3 зони: поверхневу, проміжну та глибинну.

- 1) Поверхнева зона сягає глибин 200-250 м. Вона найбільше насичена киснем. В неї виділяють три підзони:
 - перша підзона – це поверхневий шар, який безпосередньо контактує з атмосферою. Ступінь насичення води киснем сягає 100 %.
 - друга підзона – шар найбільшого фотосинтезу, розташований на глибині 25–50 м. Насичення киснем – 110 % (утворення кисню внаслідок фотосинтезу переважає над його витрачанням на окислення органічних речовин і дихання водних організмів).
 - третя підзона (50–200 м) характеризується зниженням концентрації кисню.
- 2) Проміжна зона – від 200 до 1400 м характеризується різким падінням температури, збільшенням густини і мінімальними концентраціями розчиненого в воді кисню – 5 %.
- 3) Глибинна зона – починається з глибини 1400 м і доходить до дна. Вміст розчиненого кисню – 50–170 %. Джерелами надходження кисню є свіжі, збагачені киснем, водні маси, які переносяться глибинними течіями з арктичних та антарктичних районів.

Джерелами надходження CO_2 в океан є атмосфера, процеси окислення органічних речовин, вулканічні підводні виверження.

Джерелами надходження в океан газоподібних вуглеводнів (метан, етан, пропан, бутан) є деструкція органічних речовин; міграція

вуглеводнів з глибинних шарів, де вони утворюються внаслідок дії термобаричних факторів; забруднення нафтою.

Сірководень в морських і океанських водах присутній у вигляді H_2S , HS^- , S^{2-} .

H_2S утворюється у застійних зонах з малим вмістом кисню внаслідок відновлення сульфатів анаеробними мікроорганізмами (сульфатредукція). H_2S присутній у придонних шарах Чорного моря, Індійського океану, Каспійського моря, Балтійського моря.

Величина рН морських і океанських вод змінюється у вузьких межах і відхиляється у бік слабколужного середовища, що пов'язано з гідролізом гідрокарбонатів.

В океані рН змінюється в діапазоні 7,9–8,35; у морях рН 7,1–8,4.

Органічні речовини у водах морів і океанів присутні у вигляді молекулярних сполук, колоїдів та зависей. У водах виявляють: пектинові, білкові, гумусові речовини, вуглеводні, вуглеводи, жирні кислоти, ферменти, вітаміни, антибіотики. Джерелами їх надходження є продукти метаболізму живих організмів, біологічного розкладу залишків фіто- і зоопланктону, органічні речовини антропогенного характеру.

Біогенні речовини. З неорганічних сполук нітрогену в океанічних водах присутні в вигляді нітритів, нітратів, амонію, фосфору – похідні ортофосфатної кислоти.

Основним споживачем біогенних речовин в океані є фітопланктон. Максимальна концентрація біогенних речовин знаходиться на глибині 500–1500 м.

Група мікроелементів включає майже всі хімічні елементи, але їх концентрація незначна, сумарна їх величина складає менше 0,01 % від загальної суми головних іонів. Однак загальна кількість мікроелементів в океанах дуже велика. Так, наприклад, У Світовому океані міститься близько 5,5 млн. т золота.

Контрольні питання до розділу 1

1. Вкажіть основні функції води в організмі людини.
2. Яка роль води у живому організмі?
3. Як класифікують природні води?
4. Які особливості хімічного складу характерні для різних типів природних вод?
5. Які іони відносяться до головних іонів природних вод?
6. Надайте коротку характеристику питним, технічним, лікувальним та стічним водам.
7. Які речовини обумовлюють особливості хімічного складу поверхневих вод суші?
8. Які мікроелементи входять до складу підземних вод?
9. Приведіть особливості хімічного складу морських і океанських вод.

2. ПИТНА ВОДА

2.1. Вимоги до показників якості питної води

Вимоги та нормативи складу і властивостей питної води визначають придатність її для задоволення фізіологічних, санітарно-гігієнічних, побутових і господарських потреб людини й охоплюють: безпеку води в епідемічному відношенні, нешкідливість хімічного складу, сприятливі органолептичні властивості, токсикологічну й радіаційну безпеку. Перелік показників і нормативів якості питної води базуються на принципі неперевищення нормативних величин і значень фізичних, органолептичних, хімічних, мікробіологічних, токсикологічних і радіаційних показників для питних вод, установлених у Стандарті та у ДсанПіН. Перелік показників якості питної води, призначеної для споживання людиною, визначають у Стандарті залежно від джерела водопостачання, вторинного забруднення внаслідок застосування реагентів у процесі водопідготовки, оцінювання рівня токсичності води нецентралізованого питного водопостачання. Для води нецентралізованого питного водопостачання фасованої зберігається такий самий перелік показників, як і для води нецентралізованого питного водопостачання нефасованої.

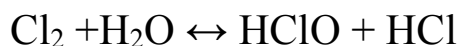
2.2. Підготовка питної води

Питна вода повинна бути безпечною в епідеміологічному відношенні, нешкідливою за хімічним складом і мати сприятливі органолептичні властивості. Підготовка води питної включає 5 стадій:

- механічну фільтрацію;
- відстоювання;
- фільтрацію через шар піску;
- аерацію;
- дезінфекцію.

У разі сильного забруднення вода після забору з річки піддається попередньому хлоруванню і/або озонуванню. Попереднє хлорування проводиться в разі сильного забруднення і здійснюється за допомогою

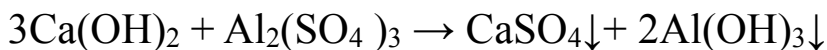
хлору або натрію гіпохлориту NaOCl. Знезаражувальна дія хлору обумовлена не самим Cl₂, а гіпохлоритною кислотою:



Попереднє озонування проводиться також у разі сильного забруднення води. Як сильний окисник, озон окиснює хімічні сполуки, що обумовлюють смак, запах і колір води, а також металеві домішки. Озон також є коагулянт, перетворюючи частину розчинених речовин у суспензії, які потім можна легко осадити і відфільтрувати.

Перевагою озонування перед хлоруванням є відсутність потрапляння у воду сполук хлору.

- 1) Механічна фільтрація здійснюється через фільтри-решітки.
- 2) Відстоювання. Для видалення колоїдних та дрібнодисперсних суспензій у воду додають речовини для осадження цих домішок: кальцій гідроксид, а потім алюміній сульфат. У результаті реакції утворюється желатиноподібний осад, який повільно осідає і захоплює завислі у воді тонкоподрібнені речовини і більшу частину бактерій, змушуючи дрібні суспензії збиратися в більші пластівці.



Потім вода надходить у відстійник, де домішки осідають, утворюючи контактний мул, що видаляється в каналізацію (частково мул використовують повторно як коагулянт для осадження домішок).

- 3) Речовини, що впливають на запах і смак води, і залишки органічних речовин (наприклад, пестицидів) видаляються шляхом фільтрації через активоване вугілля. Фільтрація через шари піску і гідроантрациту видаляє залишки твердих суспензій.
- 4) При аерації повітря тісно контактує з водою шляхом розпилення води в повітрі або пропусканням бульбашок повітря через воду. Аерація використовується для окиснення таких домішок, як ферум, манган, або сприяє видаленню з води розчинених газів, таких як карбон(IV) оксид, гідроген сульфід, метан. Щоб якісно підготувати воду в сучасних умовах може використовуватися також стадія ультрафільтрації, що передбачає пропускання води

через фільтр з ультрафільтраційними мембранними модулями, виготовленими з ацетатцелюлозних мембран. Пористість мембран (0,01 мкм) дозволяє очищати воду від більшості мікроорганізмів.

- 5) Фінальна дезінфекція: хлорування або озонування. Необхідність цього етапу пояснюється тим, що після водопідготовки воді необхідно пройти трубопровідною мережею, а також через водопровідні підстанції, де можливе повторне забруднення води.

2.3. Епідеміологічна безпека та токсикологічні показники води

Вимоги до мікробіологічних показників питної води (ДСТУ 7525:2014):

- загальне число мікроорганізмів у 1 мл води – не більше 100;
- число бактерій групи кишкових паличок у 1 л води – не більше 3.

Токсикологічні показники води характеризують нешкідливість її хімічного складу і включають нормативи для речовин, які зустрічаються в природних водах; додаються до води під час обробки у вигляді реагентів або з'являються в результаті промислового, сільськогосподарського, побутового та іншого забруднення джерел водопостачання. Концентрації хімічних речовин, що зустрічаються в природних водах або додаються до води в процесі її обробки, не повинні перевищувати нормативів, наведених у табл. 2.

Таблиця 2

Токсикологічні показники води

Показник	Норматив, мг/л, не більше
Алюміній залишковий	0,5
Берилій	0,0002
Молібден	0,25
Арсен	0,05
Нітрати	45,0
Поліакриламід залишковий	2,0
Плюмбум	0,03
Селен	0,01

Показник	Норматив, мг/л, не більше
Стронцій	7,0
Фтор для кліматичних районів I і II	1,5
Фтор для кліматичного району III	1,2
Фтор для кліматичного району IV	0,7

2.4. Органолептичні показники води

Органолептичними властивостями води є запах, смак, присмак, кольоровість, каламутність. На ці властивості води впливають різні хімічні речовини, що зустрічаються в природних водах або додаються до води в процесі її обробки, а також з'являються в результаті промислового, сільськогосподарського, побутового та іншого забруднень джерел водопостачання. Концентрації хімічних речовин, які впливають на органолептичні властивості води, що зустрічаються в природних водах або додаються до води в процесі її обробки, не повинні перевищувати нормативів, які наведені у табл. 3.

Таблиця 3

Показники, що визначають органолептичні властивості питної води

Показник	Кількість, мг/л, не більше
Ферум	0,3
Манган	0,1
Купрум	1,0
Поліфосфати залишкові	3,5
Сульфати	500
Сухий залишок	1000
Хлориди	350
Цинк	5,0
Жорсткість загальна, вміст у ммоль/дм ³	7,0

Характер прояви запаху і смаку питної води згідно зі ДСТУ визначається у балах та має не відчуватися зовсім, або відчуватися споживачем, але виявлятися при лабораторному дослідженні, або помічатися споживачем, якщо на це звернути його увагу. Можливий характер смаку: солоний, гіркий, солодкий і кислий. Усі інші види

смакових відчуттів називаються присмаками (наприклад, лужний, металічний).

Кольоровість і каламутність (прозорість) води визначають фотометричними методами.

2.5. Жорсткість води

Жорсткість води визначається хімічними і фізичними властивостями води, пов'язаними зі вмістом у ній солей кальцію і магнію, а також солей інших лужноземельних металів. Вода з великим вмістом таких солей називається жорсткою, з малим вмістом – м'якою.

Джерелами потрапляння кальцію у воду є кальцій карбонат (CaCO_3) у формі вапна або крейди і кальцій сульфат (CaSO_4) у вигляді відповідних мінералів (наприклад, гіпсу). Основним джерелом потрапляння магнію у воду є доломіт $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.

Розрізняють загальну, тимчасову (карбонатну), постійну (некарбонатну) жорсткість.

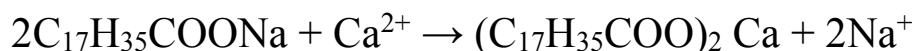
Загальною жорсткістю називається сумарна концентрація іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} у воді.

Тимчасова (карбонатна) жорсткість обумовлена гідрокарбонатами кальцію і магнію ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$; $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$). Тимчасова жорсткість може бути усунена за допомогою кип'ятіння води. Кип'ятіння посилює утворення карбонатів з гідрокарбонатів і випадіння осадів карбонатів кальцію і магнію, що робить воду більш м'якою. Після охолодження, якщо пройде досить багато часу (а осадки не будуть відокремлені), вода насититься CO_2 з повітря і піде зворотна реакція, внаслідок якої карбонати знову розчиняться у воді.

Постійна (некарбонатна) жорсткість викликана присутністю солей, що не утворюють осадів при кип'ятінні води, в основному сульфатів і хлоридів Ca і Mg (CaSO_4 , CaCl_2 , MgSO_4 , MgCl_2). Це частина загальної жорсткості, яка не може бути усунена за допомогою кип'ятіння води.

Жорстка вода залишає наліт мінеральних солей після випаровування, утворює накип при кип'ятінні (нагріванні). Накип може засмічувати водопровідні труби, призводити до пошкодження

нагрівачів води, покривати зсередини чайники. У той же час використання надто м'якої води може призводити до корозії труб. Споживання жорсткої або м'якої води зазвичай не є небезпечним для здоров'я. Одночасно солі, які залишаються на волоссі й шкірі після миття жорсткою водою, роблять волосся тьманим і жорстким, а шкіру – сухою і шорсткою. Є дані про те, що висока жорсткість сприяє утворенню сечових каменів, а низька – незначно збільшує ризик серцево-судинних захворювань. Найбільш простим методом визначення жорсткості води є перевірка піноутворювальної здатності мила або зубної пасти: піна легко утворюється при збовтуванні з м'якою водою, на відміну від жорсткої. Замість піни в жорсткій воді мило утворює білий осад, бо компоненти мила (наприклад, натрій стеарат) реагують з іонами кальцію:



Жорсткість води найчастіше знижують шляхом додавання реагентів (кальцинованої соди Na_2CO_3 , гашеного вапна $\text{Ca}(\text{OH})_2$, натрій ортофосфату Na_3PO_4), використання іонообмінних смол, а також методу зворотного осмосу. Для числового вираження жорсткості води вказують концентрацію в ній катіонів кальцію і магнію. Рекомендована одиниця СІ для вимірювання концентрації – моль на кубічний метр (моль/м³), проте на практиці для вимірювання жорсткості використовуються різні градуси жорсткості.

Контрольні питання до розділу 2

1. Які вимоги до показників якості питної води?
2. Приведіть стадії підготовки питної води.
3. У чому полягає епідеміологічна безпека?
4. Які показники води відносяться до токсикологічних?
5. Які показники визначають органолептичні властивості питної води?
6. Які види жорсткості води розрізняють?
7. Вкажіть способи зниження жорсткості води.

3. МІНЕРАЛЬНІ ВОДИ

3.1. Загальна характеристика мінеральних вод

Мінеральні води – води, що містять у своєму складі розчинені солі, мікроелементи, а також деякі біологічно активні компоненти. Мінеральна вода повинна бути розлита в упаковку на місці видобування. Мінеральні води можуть використовуватися як для пиття, так і для зовнішнього (бальнеологічного) застосування. Їх широко використовують в санаторно-курортному лікуванні. Мінеральними природними питними водами називають води, видобуті з водоносних горизонтів або водоносних комплексів (родовищ), захищених від антропогенного впливу, що зберігають природний хімічний склад і належать до харчових продуктів, а при підвищеній мінералізації або при підвищеному вмісті певних біологічно активних компонентів мають лікувально-профілактичну дію. Мінеральна питна вода повинна бути прозорою, безбарвною або з відтінками від жовтуватого до зеленуватого кольору рідиною, зі смаком і запахом, характерним для речовин, що містяться в ній. У мінеральній воді можливий осад мінеральних солей. Якість мінеральних вод зазначена у ДСТУ 878:2008.

В Україні мінеральні води використовуються в основному в двох галузях народного господарства: санаторно-курортна галузь та промислове фасування. Вимоги до мінеральних вод, які використовуються з метою лікування у санаторно-курортній практиці при внутрішньому та зовнішньому застосуванні, регламентуються вимогами галузевого стандарту 42.10.02-96 «Води мінеральні лікувальні. Технічні умови». Контроль здійснюється за такими показниками як: органолептичні; макрокомпонентний склад води; вміст біологічно активних компонентів і сполук (залізо, йод, бром, кремній, бор, органічні речовини); контроль вмісту токсичних компонентів (нітрати, нітрити, миш'як, свинець, цинк, селен, уран, кадмій, мідь, ртуть, стронцій, радій, фтор, феноли); мікробіологічні показники. За результатами досліджень видається заключення щодо

можливості промислового розливу води і відповідності її вимогам чинних нормативних документів.

Питні мінеральні води підрозділяють на лікувальні та лікувально-столові. Мінеральні природні лікувально-столові води застосовуються як лікувальні за призначенням лікаря і як столові напої при несистематичному вживанні протягом не більше 30 днів з інтервалом 3-6 місяців.

Мінеральні природні лікувальні води використовуються тільки з лікувальною метою за призначенням лікаря відповідно до медичних показань.

Води з мінералізацією від 1,0 до 1,5 г/дм³ досліджують на біологічну активність для визначення їх типу: столові або лікувально-столові води.

Розведені мінеральні води – води, які одержані шляхом розведення природних підземних мінеральних вод природними підземними мінеральними водами з мінералізацією до 1,5 г/дм³, що дає змогу їх використання у курортній та позакурортній практиці.

3.2. Класифікація мінеральних вод

І. За загальною мінералізацією та призначенням мінеральних вод

За загальною мінералізацією та призначенням мінеральні води поділяються на столові, лікувально-столові і лікувальні.

- 1) *Столові води.* Загальна мінералізація становить менше 1 г/л. У невеликих кількостях містяться біологічно активні мікрокомпоненти, такі як йод, бор та ін. Столові води здоровим людям можна вживати без обмежень.
- 2) *Лікувально-столові води.* Загальна мінералізація становить від 1 до 10 г/л. Ці води допускаються для споживання здоровими людьми без обмежень нетривалий період або нерегулярно.
- 3) *Лікувальні води.* Загальна мінералізація більше 10 г/л, однак лікувальну дію мають і води з меншою мінералізацією при наявності в їх складі біологічно активних компонентів у високій концентрації. Через великий вміст солей лікувальні води не підходять для втамування спраги. Вони застосовуються тільки за

призначенням лікаря для лікування або профілактики певних захворювань.

За загальною мінералізацією мінеральні води для внутрішнього вживання також класифікують на такі групи:

- прісні – мінералізація до 1 г/мл включно;
- слабомінералізовані – мінералізація понад 1 до 2 г/л включно;
- води малої мінералізації – більше 2 до 5 г/л включно;
- води середньої мінералізації – більше 5 до 15 г/л включно;
- води високої мінералізації – більше 10 до 15 г/л включно.

Мінеральні води, що застосовуються для зовнішніх процедур, мають мінералізацію від 15 г/л і вище, аж до розсолів з мінералізацією 150–300 г/л, переважно хлоридного і натрієвого складу, або більш низьку мінералізацію при вмісті біологічно активних компонентів – бром, йоду, сірководню, вуглекислоти, радону.

Слабомінералізовані води з вмістом солей у межах 2 г/л серед мінеральних вод пляшкового розливу складають приблизно третину, причому половина з них має мінералізацію близько 1 г/л.

II. За іонним складом мінеральних вод

Залежно від іонного складу мінеральні води прийнято ділити на кілька типів (зазвичай основними для даної класифікації є аніони). Щоб підібрати потрібну при певному захворюванні лікувальну або лікувально-столову воду, необхідно знати, до якого типу вона належить. Знання аналогів допоможе у разі відсутності потрібної води вибрати рівноцінну заміну.

- 1) *Гідрокарбонатні води.* При гіперацидних гастритах і виразковій хворобі, які супроводжуються підвищеною кислотоутворюючою і секреторною функцією шлунка, призначають лікування гідрокарбонатно-натрієвими (лужними) водами. Поповнюючи нестачу карбонатів крові, вони підвищують лужний резерв крові. Під їх впливом в організмі зменшується вміст протонів гідрогену, які разом з іонами хлору є виробниками хлоридної кислоти. Нейтралізуючи кислий вміст шлунка, лужні води сприяють більш швидкій його евакуації. Завдяки прийому лужних вод усувається

печія, відрижка, відчуття важкості в надчеревній ділянці. При лікуванні гіперацидних гастритів із бутильованої мінеральної води обов'язково слід видаляти вуглекислоту, оскільки вона чинить сокогінну дію на слизову оболонку шлунка. При підвищеній кислотності мінеральну воду слід приймати за 1,5–2 год до їди, тоді вона встигає видалитися зі шлунка. Швидко перейшовши в дванадцятипалу кишку в дещо зміненому вигляді, мінеральна вода впливає на рецептори в її слизовій і рефлекторно гальмує шлункову секрецію, знижує вироблення хлоридної кислоти, котра визначає кислотність шлункового соку. Для скорочення часу дії води на слизову шлунка пити її рекомендують швидко і чималими ковтками. До гідрокарбонатного типу зі змішаним катіонним складом, в якому переважає (іноді дуже значно) кальцій, належать слабомінералізовані води українських джерел: «Шепетівська», «Житомирська», «Березівська» і «Харківська № 1» (Березівські мінеральні води), «Київська», «Регіна» і «Нафтуса № 2» курорту Трускавець.

- 2) *Сульфатні води.* Завдяки сульфатним водам, а особливо тим, що містять іони магнію, печінкові клітини утворюють жовчі більше, посилюється перистальтика жовчовивідних шляхів, поліпшується відтік з жовчного міхура, створюються умови, що перешкоджають утворенню каменів. На шлункову секрецію сульфатні води чинять гальмівний вплив. Тому, коли захворювання печінки супроводжується зниженою секрецією шлунка, потрібно вибирати воду, в якій разом із сульфатами присутні і хлориди натрію. Методика прийому жовчогінних вод залежить від кислотності шлункового соку: при зниженій – воду п'ють за 15 хв до їжі, при нормальній – за 45 хв, при підвищеній – за 1,5 год до прийому їжі. Дотримання цього правила підсилює дію мінеральної води, яку неодмінно потрібно підігріти до 40 °С. Якщо хвороба кишечника супроводжується схильністю до запорів, призначають сульфатні води, оскільки вони проявляють не тільки жовчогінну, але і послаблюючу дію. Сульфатні води:

«Баталінська», «Буковинська» «Іванівська». Сульфатні води категорично не можна вживати дітям і підліткам, оскільки сульфати перешкоджають росту кісток, зв'язуючи кальцій їжі.

- 3) *Хлоридні води.* При гастритах, що характеризуються загальмованою моторною функцією і зниженою кислотністю шлункового соку, рекомендують води хлоридно-натрієвого складу. Вони покращують секрецію травних залоз. Потрапляючи в шлунок, хлоридно-натрієві води підсилюють його перистальтику, стимулюючи відділення шлункового соку. А хлоридна кислота стимулює діяльність підшлункової залози і секрецію кишкових ферментів. Все це сприяє поліпшенню травлення і засвоєння жирів, білків, вуглеводів. Приймати мінеральну воду при гастритах зі зниженою кислотністю слід незадовго перед їжею – за 10–15 хв у підігрітому (30–40 °С) вигляді. Пити потрібно повільно, невеликими ковтками. Вода не встигає покинути шлунок і, затримуючись у ньому разом з їжею, подразнює рецептори, стимулює його секрецію, тим самим посилюючи травлення. Прикладами хлоридних вод, а саме хлоридно-натрієвих, є води «Миргородська» і «Куяльник». Значна частина джерел води має складний вміст і тому може чинити різнобічну дію на організм.
- 4) *Гідрокарбонатно-хлоридні води.* Змішані гідрокарбонатно-хлоридні натрієві води (соляно-лужні) є своєрідним поєднанням двох типів вод, що мають протилежну природу фізіологічної дії. Завдяки цьому вони однаково можуть бути рекомендовані при захворюваннях шлунка як з підвищеною, так і зі зниженою секрецією. Вирішальна роль належить методиці прийому, яка посилює вплив одних компонентів і знижує дію інших. Якщо соляно-лужну воду пити за 10–15 хв до їжі, домінуючою буде дія хлоридів, а якщо брати воду за 1,5–2 год, переважатиме вплив лугів. Таким чином, ці води будуть надавати нормалізуючу дію при будь-якому порушенні функції ШКТ. Під впливом прийнятої гідрокарбонатно-хлоридно-натрієвої води разом з поліпшенням секреторної і моторної функцій шлунка зменшується кількість

слизу, посилюються процеси утворення і виділення жовчі. Ці води покращують і процеси обміну речовин, їх з успіхом застосовують також при різних порушеннях обміну (ожирінні, подагрі, цукровому діабеті). За хімічним типом води однакові, гідрокарбонати представлені переважно содою. До гідрокарбонатно-хлоридних натрієвих вод належить «Кримська», що має невисоку мінералізацію (2,1 г/л). Гідрокарбонатно-хлоридний тип мають слабомінералізовані води «Херсонська», «Буркут» (Свалява), «Запорізька», «Мелітопольська», «Березанська».

- 5) *Гідрокарбонатно-сульфатні води.* Гідрокарбонатно-сульфатний кальцієво-натрієвий (кальцієво-натрієво-магнієвий) тип мають нарзани відомих кисловодських джерел. Ці води характеризуються також високим вмістом вільної вуглекислоти. Для розливу використовується вуглекисла гідрокарбонатно-сульфатно-хлоридна кальцієво-натрієва вода нарзан бурової № 5/0 з мінералізацією 4,1 г/л. Гідрокарбонатно-сульфатний тип мають слабомінералізовані води «Харківська № 2», «Одеська», «Кишинівська», «Ферганська», «ДжалалАбадська № 4».
- 6) *Хлоридно-сульфатні води.* Ці води застосовують при захворюваннях шлунка переважно з недостатньою секрецією і кислотністю при одночасному ураженні печінки та/або жовчовивідних шляхів. У таких водах натрій (NaCl) чинить стимулюючу дію на секрецію і кислотність шлункового соку, відновлюючи їх до норми. Поряд із цим сульфатні компоненти, що мають жовчогінну і послаблювальну дію, допомагають усунути патологічні процеси в печінці та жовчовивідних шляхах або кишечнику (при схильності до запорів). Сульфати в значних кількостях містяться приблизно в половині всіх вод пляшкового розливу, хлориди представлені головним чином кухонною сіллю. У змішаних хлоридно-сульфатних водах можуть переважати і ті, й інші компоненти.

III. За наявністю біологічно активних компонентів і газовим складом

За наявністю біологічно активних компонентів і газовому складі основні групи мінеральних вод поділяються на такі групи:

- 1) *Вуглекислі води.* За еталон прийняті мінеральні води зі вмістом вуглекислоти 0,5 г/л («Нарзан», «Боржомі», «Поляна Квасова» та ін.). Вуглекислі води стимулюють секреторну і рухову діяльність шлунка і кишечника і показані при захворюваннях печінки і жовчних шляхів при супутньому гастриті з секреторною недостатністю.
- 2) *Сірководневі води.* Під впливом сірководневих збільшується кількість сульфгідрильних сполук у печінці, поліпшується білковий обмін. Однак є дані і про активацію на фоні їх застосування запальних процесів, тому їх слід з обережністю застосовувати при загостреннях захворювань.
- 3) *Залізисті води* радять при захворюваннях органів травлення разом з анемією. Широковідомі железнородські залізисті води «Слов'янівська» і «Смирновська» мають 4-5 мг заліза, одеський «Куяльник» – 8 мг/л, закарпатська «Лужанська» мінеральна вода – більше 50 мг/л.
- 4) *Миш'яковисті води* («Кваси», «Авадхара», «Кармадон») завдяки активній участі миш'яку в процесі кровотворення показані при захворюваннях органів травлення разом із анемією.
- 5) *Крем'янисті води* («Березівська», «Харківська № 2») мають адсорбційні, терпкі властивості, седативну, болезаспокійливу, протизапальну дію. Показані при патології травного тракту, печінки і жовчних шляхів.
- 6) *Бромовмісні води.* Бром нормалізує діяльність нервової системи, усуває спазми, відновлює функцію печінки і жовчного міхура.
- 7) *Йодовмісні води* сприяють прискоренню процесів регенерації, беруть участь в окисно-відновних процесах, впливають на функцію щитоподібної залози. Йод сприяє усуненню запальних процесів. Показано хворим з патологією органів травлення.

Фармакологічний ефект спостерігається при концентрації йоду 5 мг/л.

- 8) *Боровмісні води* («Поляна Квасова», «Драгівська», «Свалявська»). У високомінералізованих водах йод часто поєднується з бором; при вживанні вод зі вмістом бору близько 120 мг/л (наприклад, у воді «Поляна Квасова») зменшується кількість жовчі і концентрація в ній холестерину.
- 9) *Води з підвищеним вмістом органічних речовин* («Нафтуса», «Березівська», деякі води Закарпаття та Буковини). Лікувальна дія цієї групи вод пов'язана з наявністю гумінів і бітумів (до 80-90 % від загального вмісту органічних речовин). У лікувальних водах органічних речовин має бути не менше 30 мг/л, у лікувально-столових – не менше 10 мг/л. Ця група вод показана при патології гепатобіліарної системи, жовчоутворювальної функції і різних дисфункціях печінки. Слабомінералізованими водами, що містять органічну речовину, успішно лікують хвороби нирок і сечовивідних шляхів, а також деякі захворювання печінки, пов'язані з утворенням піску і формуванням каменів, коли води високої мінералізації категорично протипоказані.
- 10) *Радонові води* використовуються в основному для бальнеологічних цілей.

IV. В залежності від рН мінеральної води

Залежно від рН мінеральні води поділяються:

- на кислі – рН від 3,5 до 5,5;
- слабокислі – рН від 5,5 до 6,8;
- нейтральні – рН від 6,8 до 7,2;
- слаболужні – рН від 7,2 до 8,5;
- лужні – рН більше 8,5.

Для питного застосування використовуються тільки слабокислі, нейтральні та слаболужні води. Якісний склад питних мінеральних вод за хімічними показниками має відповідати вимогам нормативних документів.

За органолептичними показниками мінеральні води мають відповідати таким вимогам:

- зовнішній вигляд – прозорі, без сторонніх включень, можуть мати незначний природний осад мінеральних солей;
- колір – безбарвна рідина або з відтінком від жовтуватого до зеленуватого;
- смак і запах – характерні для комплексу розчинених у воді речовин.

3.3. Рекомендації з прийому мінеральних вод

Ефект від питного лікування мінеральними водами залежить не тільки від правильного вибору води, але й від правил (методики) її прийому (доза, періодичність, зв'язок з прийомом їжі), температури і т. д., які обумовлюють різну дію однієї і тієї самої води. При призначенні води внутрішньо передусім необхідно підібрати такий тип води, дія якого на організм сприятиме очікуваним зрушенням шлункової секреції. У разі зниженої секреції (гіпоацидні гастрити) потрібно використовувати води, що мають потужну сокогінну дію, при підвищеній секреції (гіперацидні гастрити) – гальмівну. Правильно призначена методика прийому мінеральної води (при зниженій секреції за 10–20 хв до їжі, при підвищеній – за 1–2 год, у разі нормальної – за 40 хв) забезпечить необхідний лікувальний вплив. Гарячу воду застосовують при гіперацидних (з підвищеною кислотністю) гастритах, виразковій хворобі. Якщо у хворого атонія кишечника, схильність до запорів, кориснішою є холодна вода (вона підсилює перистальтику шлунка і кишечника). В інших випадках температура має бути 33–44 °С. Тепла вода чинить спазмолітичну, болезаспокійливу дію (сприяє зняттю спазму і видаленню слизу). При вмісті солей 2–10 г/л (звичайні води малої та середньої мінералізації) прийом мінеральної води призначають тричі на день до приймання їжі по 200–250 мл (1–1,5 склянки), але коли організм хворого ослаблений, починають з меншої дози – 50–100 мл (0,5 склянки), з подальшим збільшенням її до звичайної. Для пляшкового розливу мінеральні води зазвичай газують, штучно вводячи в них вугільну кислоту, що

підвищує смакові якості і сприяє збереженню води. Особливо доцільно газування хлоридно-натрієвих вод, цим посилюється їх лікувальний ефект. Присутність вуглекислоти у лужних водах, призначених хворим із захворюваннями, що супроводжуються підвищеною секрецією і кислотністю, небажано. У цьому випадку необхідно перед вживанням підігріти воду та видалити вуглекислоту. В умовах курорту курс лікування триває 24 дні.

Рекомендації щодо раціонального вживання лікарських засобів та води: більшість лікарських засобів слід запивати водою. Якщо в інструкції зі застосування лікарського препарату немає спеціальних вказівок щодо рідини, яку використовують при прийомі ліків, то слід запивати його приблизно 100 мл кип'яченої води. Можна також використовувати рідкий крохмальний слиз, який захищає слизову оболонку шлунка від можливої дратівної дії препарату. Запивати ліки мінеральними водами рекомендовано тільки в поодиноких випадках. Доцільно запивати лужними мінеральними водами сульфаніламідні препарати. Лужне середовище сприяє переходу сульфаніламідів у форму солей, що полегшує захоплення молекул препарату мікробними клітинами. Також лужне середовище пролонгує антибактеріальну дію сульфаніламідів, уповільнює ацетилювання при метаболізмі. У лужному середовищі ацетильовані сульфаніламідни знаходяться в розчиненому стані і легко виводяться з організму, що виключає або зменшує кристалурію.

Контрольні питання до розділу 3

1. Які води відносяться до мінеральних?
2. За якими показниками здійснюється контроль якості мінеральних вод?
3. На які види поділяються мінеральні води за загальною мінералізацією та призначенням?
4. Приведіть класифікацію мінеральних вод в залежності від іонного складу.
5. На які групи поділяються мінеральні води в залежності від наявності біологічно активних компонентів і газового складу?
6. На які групи поділяються мінеральні води в залежності від їх рН?
7. Приведіть рекомендації з прийому мінеральних вод.

4. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи харчування : підручник / М. І. Кручаниця, І. С. Миронюк, Н. В. Розумикова та ін. Ужгород : Вид-во УжНУ «Говерла», 2019. 252 с.
2. Фармацевтична броматологія : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. А. Георгіянц, П. О. Безуглий, Н. В. Попова та ін.; за заг. ред. В. А. Георгіянц. Харків : НФаУ : Золоті сторінки, 2017. 415 с.
3. Розборська Л. В. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Основи фізіології і гігієни харчування». Умань : УНУС, 2016. 124 с. <https://biology.udau.edu.ua>
4. Бабієнко В. В., Мокієнко А. В. Гігієна води та водопостачання населених місць : навчальний посібник. Одеса : «Прес-кур'єр», 2021. 187 с.
5. Технологія води та водопідготовки харчових виробництв : конспект лекцій / Н. П. Буяльська, С. Д. Цибуля, Н. М. Денисова. Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2022. 83 с.

Навчальне видання

ФАРМАЦЕВТИЧНА БРОМАТОЛОГІЯ ПИТНА ТА МІНЕРАЛЬНІ ВОДИ

ЕЛЕКТРОННІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до курсів «Фармацевтична броматологія»
та «Хімічний аналіз харчових продуктів»
для студентів факультету хімії та фармації

Електронне практичне видання

Укладачі:

Щербакова Тетяна Михайлівна

Гузенко Олена Михайлівна

Рахлицька Олена Михайлівна

В авторській редакції

Затвердж. авт. 23.11.2023. Шрифт Times New Roman.
Системні вимоги: операційна система сумісна з програмним
забезпеченням для читання файлів формату PDF.
Обсяг 1 МБ. Зам. № 2705.

Видавець і виготовлювач
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4215 від 22.11.2011 р.
65082, м. Одеса, вул. Єлісаветинська, 12, Україна
Тел.: (048) 723 28 39, e-mail: druk@onu.edu.ua