



о. Ворожеска

# ПОКАЗОВА РОЛЬ МІКРООРГАНІЗМІВ

## БІОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ЯКОСТІ ВОДИ

Актівський каньйон

о. Синевир





# МЕТОДИ АНАЛІЗУ ЯКОСТІ ВОДИ



одиначні

фізичні

хімічні

радіаційні

мікробіологічні

паразитологічні

неорганічні

органічні

комплексні

**біологічні**

біотестування

біоіндикація

специфічна

неспецифічна

пряма – видова

непряма -  
біоцентологічна

**Біологічний аналіз** води дозволяє **швидко та комплексно** визначити санітарний стан водойми, її трофічний статус, ступінь та характер забруднень, шляхи їх поширення у водоймі

# БІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ

Визначають наявність або відсутність **індикаторних організмів**, чутливих до специфічних забруднювачів, в різних зонах водойми



Колонія трубковика (*Tubifex tubifex*) вказує на підвищений вміст органічних речовин у воді

- ❖ Біоіндикація – **оцінка природного стану середовища** за допомогою присутніх у воді організмів
- ❖ Біотестування – методичний прийом **лабораторної оцінки якості** природної води за реакціями піддослідних організмів з відомими характеристиками, що піддаються обрахунку

# БІОЛОГІЧНА ІНДИКАЦІЯ ВОДОЙМ

*indictio* (лат.) — оголошення

Біологічна індикація водойм дозволяє оцінити **антропогенне навантаження** за реакцією на нього живих організмів та їх угруповань

## Призначення

- Виявлення можливого погіршення гігієнічних властивостей води – дослідження гігієністів
- Охорона водних систем від деградації – дослідження гідробіологів

## Рівні досліджень

- Організмений – дослідження морфологічних, фізіологічних та поведінкових змін організму
- Популяційний – виявлення аномалій у структурі популяції, внутрішньопопуляційних взаємодіях (вікова та/або статева структура, демографічні параметри тощо)
- Біоцентологічний – аналіз видової та трофічної структури біоценозу



# СИСТЕМА САПРОБНОСТІ

1908-9 рр. Р.Кольквітц та М.Марссон

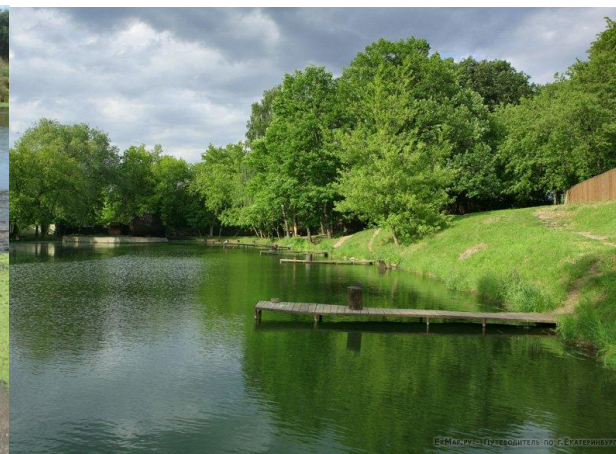
- Оцінка ступеня забрудненості водойм за видовою структурою біоценозу
- **Сапробність** – комплекс фізіологічних властивостей організму, що обумовлюють його здатність **жити в середовищі** з певним ступенем **органічного забруднення**
- Кожна з **зон сапробності** характеризується певним **фізико-хімічним складом** домішок води та властивим їй **гідробіоценозом**





# СИСТЕМА САПРОБНОСТІ

- Різним ступеням забрудненості водойми властиві різні фізико-хімічні параметри та комплекси органічних речовин, що створюють для мешканців водойми певні умови існування. Різні види водних організмів мають різну сапробність, тобто чутливість до вмісту у воді забруднювачів.
- Тож для кожного **рівня забрудненості** можна визначити **групу організмів**, що пристосувалися до саме таких умов існування. Саме вони будуть **індикаторами** відповідної зони сапробності.
- Згідно **системи сапробності** будь-яку водойму можна віднести до однієї з **5 основних зон сапробності**.
- Система сапробності використовується для проведення моніторингу поверхневих вод та оцінки якості води.



# ЗОНИ САПРОБНОСТІ

- **Полісапробна зона** – зона сильного органічного забруднення. В ній найменше кисню, що надходить із атмосфери й одразу витрачається на окиснення. Фотосинтезу практично немає, тому кисню не вистачає, й органіка загниває (анаеробне окиснення). Виділяються продукти анаеробних процесів – метан, сірководень. Також багато недоокиснених, нестійких сполук, зокрема, сульфіди та аміак.  
*πολύ (гр.) — численний*  
*σαπρός (гр.) — гнилий*
- **Мезосапробні зони** – зони середнього органічного забруднення. **α-мезосапробна** більш забруднена з них, але в ній вже більш інтенсивні процеси окиснення ніж в полісапробній, оскільки в денний час, коли йде фотосинтез, кисню вистачає на окиснення органіки. В нічний час вміст кисню падає, знов відбуваються анаеробні процеси.  
*μέσος (гр.) — середній*
- **β-мезосапробна** зона ще краща – кисню вистачає на цілодобові окиснювальні процеси. Активно відбувається нітрифікація. Саме для водойм цієї зони характерне сезонне цвітіння.
- **Олігосапробна зона** – зона чистої води з незначним вмістом нестійкої органіки. Присутні продукти повної мінералізації, зокрема, вуглекислий газ, нітрати.  
*ὀλίγος (гр.) — небагато*
- **Ксеносапробна зона** – вода без антропогенного впливу. Можливо, це високігірні річки та озера.  
*ξένος (гр.) — чужий*

## ЗОНИ САПРОБНОСТІ

$$\text{Індекс сапробності } S = \frac{\sum s \cdot n}{\sum n}$$

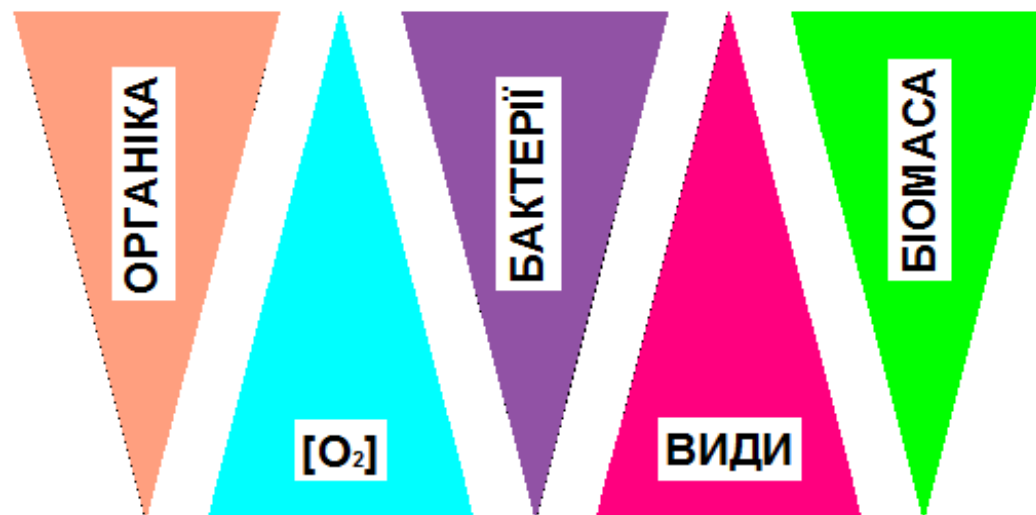
ПОЛІСАПРОБНА

АЛЬФА-МЕЗОСАПРОБНА

БЕТА-МЕЗОСАПРОБНА

ОЛІГОСАПРОБНА

КСЕНОСАПРОБНА



- На схемі умовно представлено зміну величини базових параметрів, за якими оцінюється стан водойми.
- Кожній із зон привласнено індивідуальний індекс **S**. За результатами гідробіологічного дослідження проб води та ґрунту з урахуванням кількості організмів-представників певної зони для водойми визначається середньозважений «Індекс сапробності», за яким і визначається приналежність до певної зони, що дозволяє зробити висновки про склад та рівень забруднень води.



полісапробна р	мезосапробні		олігосапробна о
$\alpha$ -m		$\beta$ -m	
<div> <div></div> <div>рівень органічного забруднення</div> </div>			
Ок <b>5...15</b> мгО <sub>2</sub> /л БСК до <b>50</b> мгО <sub>2</sub> /л	Ок <b>4...5</b> мгО <sub>2</sub> /л БСК до <b>10</b> мгО <sub>2</sub> /л	Ок <b>3...4</b> мгО <sub>2</sub> /л БСК до <b>5</b> мгО <sub>2</sub> /л	Ок <b>2</b> мгО <sub>2</sub> /л БСК <b>2,5</b> мгО <sub>2</sub> /л
ВМІСТ КИСНЮ			
[O <sub>2</sub> ] = <b>0,5...2</b> мг/л	[O <sub>2</sub> ] = <b>3...5</b> мг/л добові коливання	[O <sub>2</sub> ] = <b>6...7</b> мг/л	[O <sub>2</sub> ] = <b>7...8</b> мг/л
характер деструкційних процесів			
анаеробні	аеробно-анаеробні	аеробні	аеробні
характер біохімічних процесів			
відновлювальні	ОКИСНО- відновлювальні	ОКИСНЮВАЛЬНІ	ОКИСНЮВАЛЬНІ

полісапробна	мезосапробні		олігосапробна
р	α-т	β-т	о
<div>↓</div>			
продукти розкладання органіки в воді			
CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> S	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O
продукти розкладання органіки в мулі			
FeS, чорний колір	FeO, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , сірий колір	Fe <sup>3+</sup> , жовтий колір	—
супутні явища			
ацидифікація	загнивання застійної води	цвітіння	—
фотосинтез			
пригнічений	слабкий	активний	активний



полісапробна р		мезосапробні α-т                      β-т		олігосапробна о	
					
бактеріологічні показники					
ЗМЧ 10 <sup>6</sup> ... 10 <sup>7</sup> од/мл Coli 10 <sup>5</sup> ... 10 <sup>6</sup> од/л		ЗМЧ 10 <sup>5</sup> ... 10 <sup>6</sup> од/мл Coli 10 <sup>4</sup> ... 10 <sup>5</sup> од/л		ЗМЧ 10 <sup>4</sup> ... 10 <sup>2</sup> од/мл Coli 10 <sup>2</sup> ... 10 <sup>3</sup> од/л	
видове розмаїття/біомаса/домінанти					
~36 видів/біомаса значна/наявні		~158 видів/біомаса розвинена/наявні		~319 видів/біомаса незначна/відсутні	
~362 видів/біомаса незначна/відсутні					
характер змін у біоценозі					
катастрофічний		катастрофічний		поступовий	
вкрай повільний					
вигляд зовнішніх обростань					
слизові пластівці		слизові пластівці		землисто-повстяні, зелені, буро-червоні	
зелені, буро-червоні					

полісапробна р	мезосапробні		олігосапробна о
	$\alpha$ -m	$\beta$ -m	
домінуючі види			
Сапрофіти, гетеротрофи: Нитчасті бактерії Сіркобактерії Зооглеї Інфузорії Безбарвні джгутикові Олігохети (трубковики)	Ціанобактерії Гриби, Зооглеї Клостридії, Евглена Хламідомонада Сисні інфузорії Актиноміцети Коловертки Джгутикові, Олігохети Личинки хірономід	Нітрифікуючі бактерії Діатомові водорості Кушир, Амеби Інфузорії, Хробаки Молюски Мохуватки Личинки хірономід Ракоподібні Риби	Водорості Гідри Квіткові рослини Коловертки Ракоподібні Молюски Мохуватки Риби
сапробність			
<b>s = 4</b>	<b>s = 3</b>	<b>s = 2</b>	<b>s = 1</b>



# САНІТАРНО-ПОКАЗОВІ ОРГАНІЗМИ

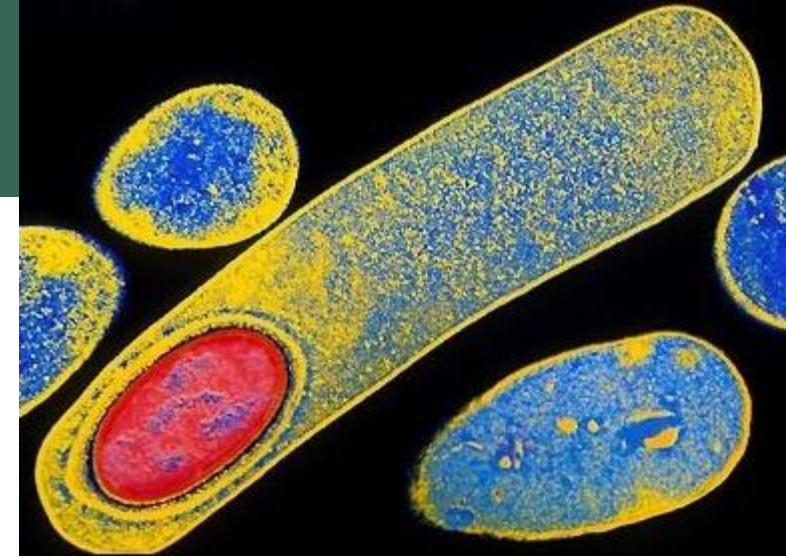
- Мікроорганізми, за якими можна оцінити ймовірність присутності патогенів у воді
- Вважається, що об'єкт, більше забруднений стічними водами побутового характеру, більш ймовірно містить патогенні організми
- Титр СПМО – найменший об'єм води, в якому винайдена 1 клітина
- Індекс СПМО – кількість клітин, винайдених в певному об'ємі

*Escherichia Coli*



# ХАРАКТЕРИСТИКА СПМО

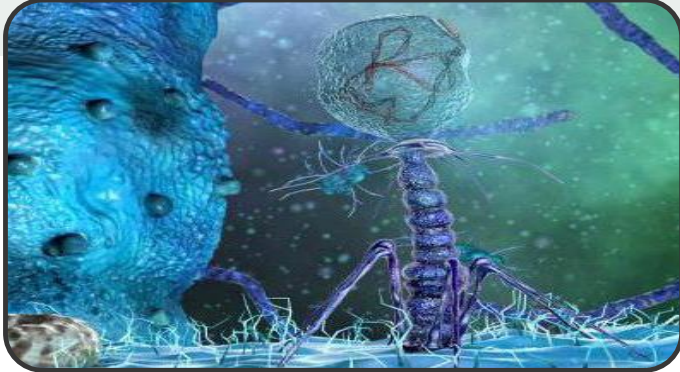
- СПМО постійно мешкає у внутрішніх порожнинах людини та тварин, постійно виділяється в навколишнє середовище
- СПМО не розмножується у навколишньому середовищі
- СПМО більш витривалий у навколишньому середовищі, ніж патогени
- СПМО не має двійників у навколишньому середовищі
- СПМО не змінюється у навколишньому середовищі
- Методи визначення СПМО достатньо прості



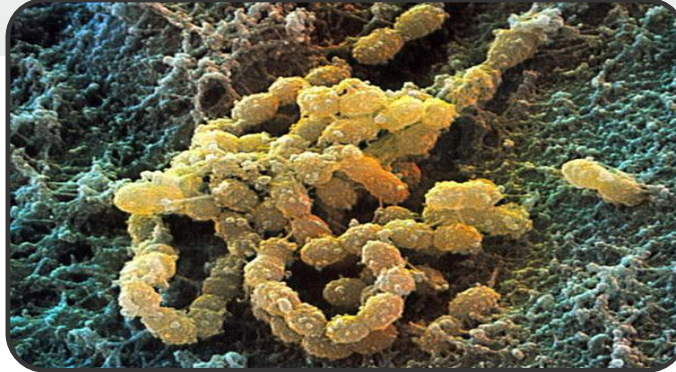
***Clostridium  
difficile***



# ІНДИКАТОРНІ ОРГАНІЗМИ



Група А – мешканці  
кишковику людини та  
свійських тварин – ешеріхії,  
ентерококи, протеї,  
сальмонели, клостридії,  
термофіли, бактеріофаги,  
бактероїди, синегнійна  
паличка, кандиди,  
актинетобактерії,  
аеромонади

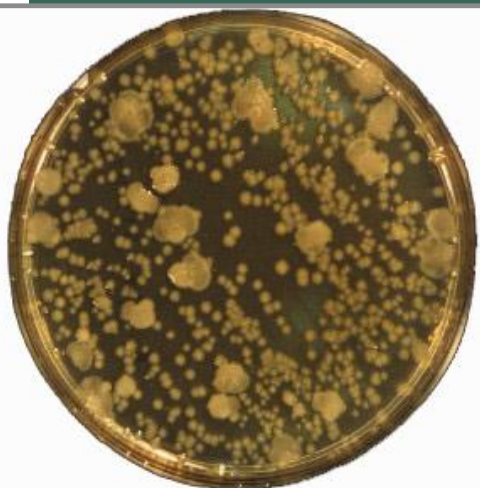


Група В – мешканці верхніх  
дихальних шляхів –  
стрептококи, стафілококи



Група С – сапрофітні  
організми, мешканці  
навколишнього середовища  
– бактерії-протеоліти,  
бактерії-амоніфікатори,  
бактерії-нітрифікатори,  
целюлозобактерії, ціани  
тощо

# БАКТЕРІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ



Показник рівня  
загального  
органічного  
забруднення

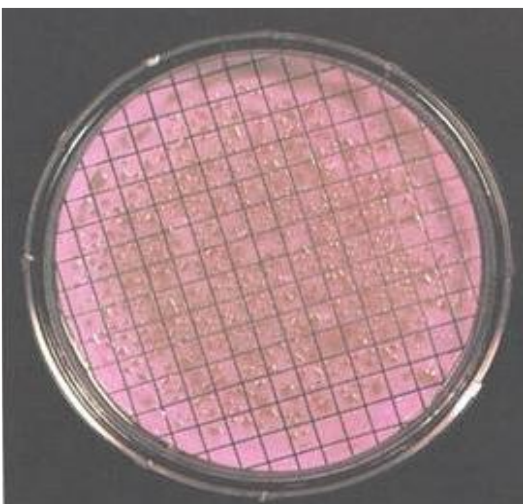
**Загальне мікробне число** – сумарна кількість аеробних сапрофітних мікроорганізмів в 1 см<sup>3</sup> води – показує можливість забруднення побутовими стоками

Існує кореляція між загальним рівнем органічного забруднення води та кількістю мікроорганізмів. Отже є зв'язок з ймовірною появою патогенів.

Специфічний показник  
забруднення побутовими  
стоками

**Колі-індекс** – кількість бактерій *Escherichia Coli* в 100 см<sup>3</sup> води – показує ймовірність появи патогенних мікроорганізмів

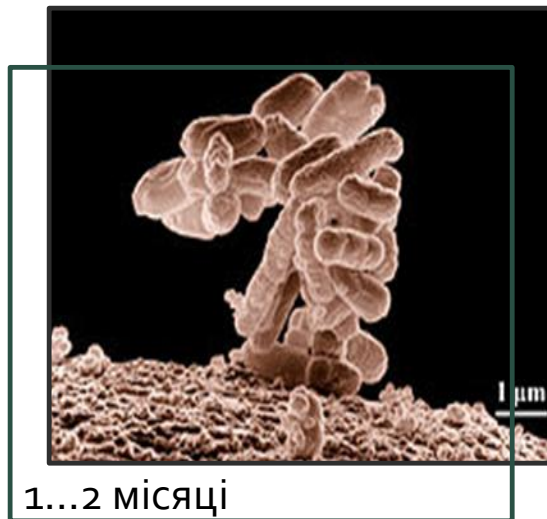
Відсутність бактерій *Coli* у воді гарантує відсутність патогенних мікроорганізмів, оскільки їх витривалість значно нижча. Підвищена кількість цих бактерій в воді свідчить про надходження побутових стічних вод, а отже й патогенів.



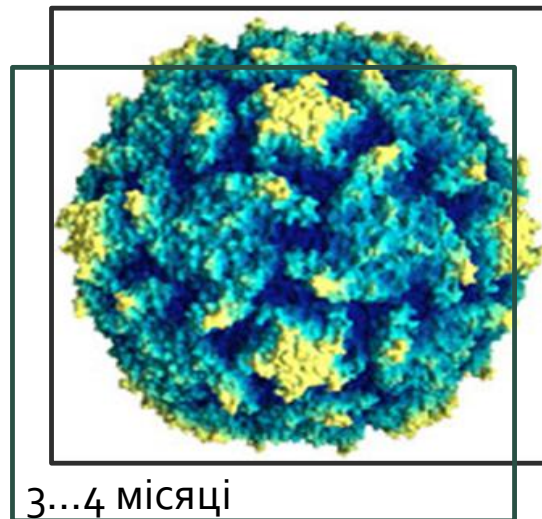
# ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАБРУДНЕНЬ

Наявність, кількість та співвідношення різних індикаторних організмів дає можливість оцінити забруднення с точки зору їх:

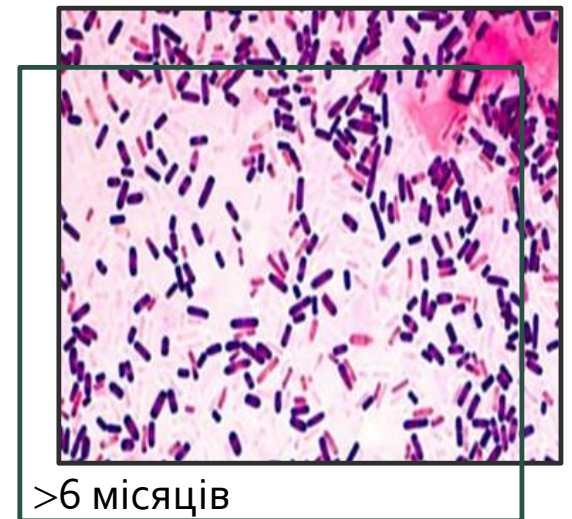
- масивності – кількість загальних коліформ та термофілів
- давності – співвідношення сапрофітів і клостридій
- характеру – співвідношення *Coli* і термофілів та ентерококів



***Escherichia Coli***



**Ентеровірус D68**



***Clostridium perfringens***

Вживання в  
природних умовах