

Характеристики основних абіотичних факторів

- Енергія в екологічних системах. Енергетичний баланс екологічної системи. Фотосинтез. Фототрофні та хемотрофні бактерії, приклади використання енергії хімічних реакцій живими організмами.
- Екологічна дія іонізуючого випромінювання. Температура та кількість тепла. Джерела тепла для організмів. Пойкілотермні, гомойтермні та гетеротермні організми.
- Вода і вологість як місце існування, розчинник, регулятор температури. Вміст води в організмах.
- Температура та вологість – головні кліматоутворюючі фактори. Класифікація біомів.



Світло - важливий абіотичний фактор, який лімітує як при мінімальному, так і максимальному рівнях.

Щільність потоку сонячної енергії = $1.39 \cdot 10^3$ Дж/м²·с – сонячна постійна

< 150 нм Іонізуюча радіація, <0.1%

150-400 нм Ультрафіолетова радіація, 1-7%

400-800 нм Видиме світло, ~45%

800-1000 нм Інфракрасна радіація, ~50%

19% - розсіюється в атмосфері,

34% - відбивається від атмосфери (хмар) у космічний простір

47% - досягає біосфери



УФ радіація – стимулює зростання та розмноження клітин, сприяє синтезу біологічно активних речовин, вітамінів.

УФ (300-320 нм) – сприяє виробленню вітаміну D, який регулює обмін вітамінами С та Р, забезпечуючи нормальний розвиток скелета.

УФ (200-300 нм) – має канцерогенну дію (порушення молекули ДНК).

ІЧ випромінювання – сприймається організмами як тепло. Впливаючи на теплові центри нервової системи тварин, ІЧ випромінювання регулює окисні процеси та рухові реакції щодо джерел тепла.



Прийняття сонячних ванн

Альbedo – відношення відбитого потоку сонячного світла до того, що надійшло.

Приблизні величини інтегрального альbedo для різних поверхонь*

Поверхня	α
Пустеля	0.30
Степ	0.18
Листяний ліс	0.18
Хвойний ліс	0.14
Тундра	0.18
Стійкий сніговий покрив	0.5-0.8

Енергія, що поглинається екосистемою: $E = Q \cdot (1 - \alpha)$

*Холін Ю.В. „Основи екології” : <http://www-chemo.univer.kharkov.ua>

Сумарна кількість енергії, що надходить на автотрофний рівень екосистеми:

$$E_{\Sigma} = Q \cdot (1 - \alpha) + E_0 - E_a$$

E_0 - кількість теплової енергії ІЧ випромінювання

E_a - кількість теплової енергії, що випромінює поверхня

$$E_{\Sigma} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

P_1 - нагрівання екосистеми (67%)

P_2 - турбулентна передача тепла в атмосферу

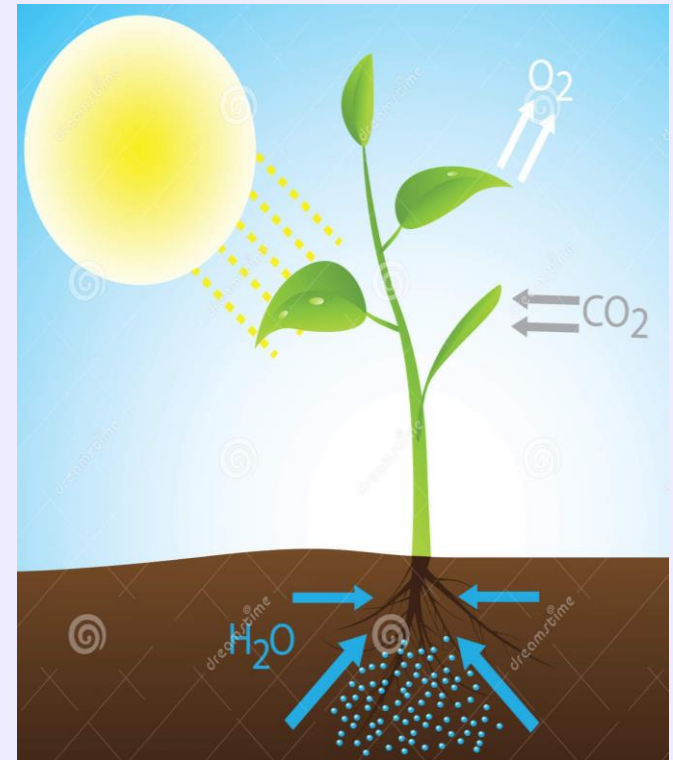
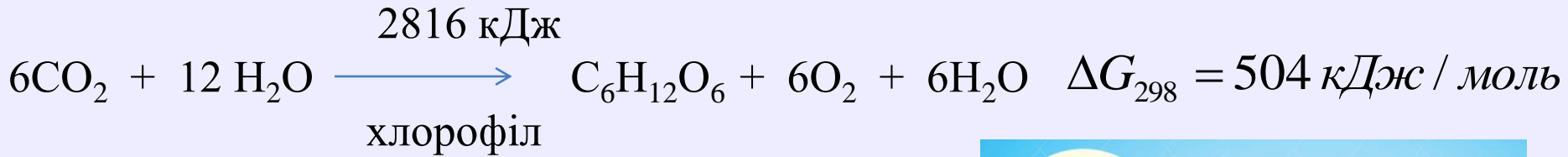
P_3 - фотосинтез (0.8 - 1%)

P_4 - випаровування (32%)

Відображається	30
Прямо перетворюється в тепло	46
Випаровування, опади	23
Вітер, хвилі, течії	0.2
Фотосинтез	0.8

Фізіологічно активна радіація (ФАР) – випромінювання, що впливає на рослинні організми, фотосинтез.

Фотосинтез – головна умова виникнення та розвитку життя Землі



Точка компенсації - стан, коли швидкість виділення кисню рослиною дорівнює швидкості його дихання

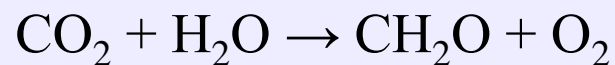
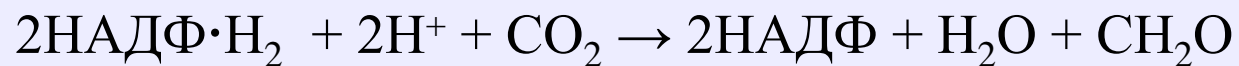
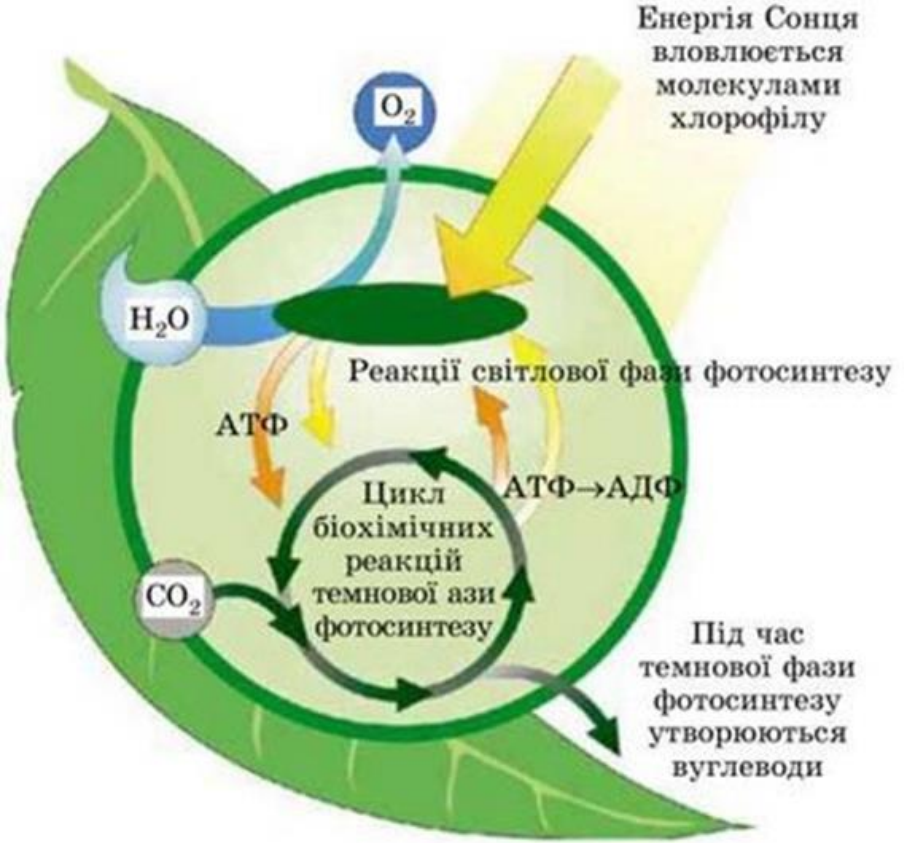
Стадії фотосинтезу

•Перша (протікає при світлі): молекула хлорофілу (або іншого фотосинтезуючого пігменту) поглинають квант світла і переходять в збуджений стан, в результаті електрони переходять на більш високий енергетичний рівень. Електрони, переміщаючись ланцюжком суміжних органічних сполук, втрачають енергію, внаслідок чого підвищується вільна енергія молекули-акцептора, а «недолік електрона» компенсується електроном, що надходить із води (при окисненні молекули води виділяється молекулярний кисень).

АДФ (аденозиндіфосфат) + фосфату \rightarrow АТФ (аденозинтрифосфат),
НАДФ (нікотинамідаденіндіуклеотидфосфат) відновлюється до НАДФ \cdot H₂.

Синтез АТФ за рахунок енергії світових квантів - *фотофосфорилування* (циклічний та нециклічний характер).

•Друга (протікає без світла) – темнові реакції, що призводять до відновлення CO₂ до цукрів за рахунок енергії АТФ та накопиченого НАДФ \cdot H₂



Енергія при фотосинтезі переходить із однієї форми до іншої:
світлова → електронна → електрична → хімічна.

*Концентрація
кисню*

*Концентрація
вуглекислого
газу*

Температура

*Інтенсивність
світла*

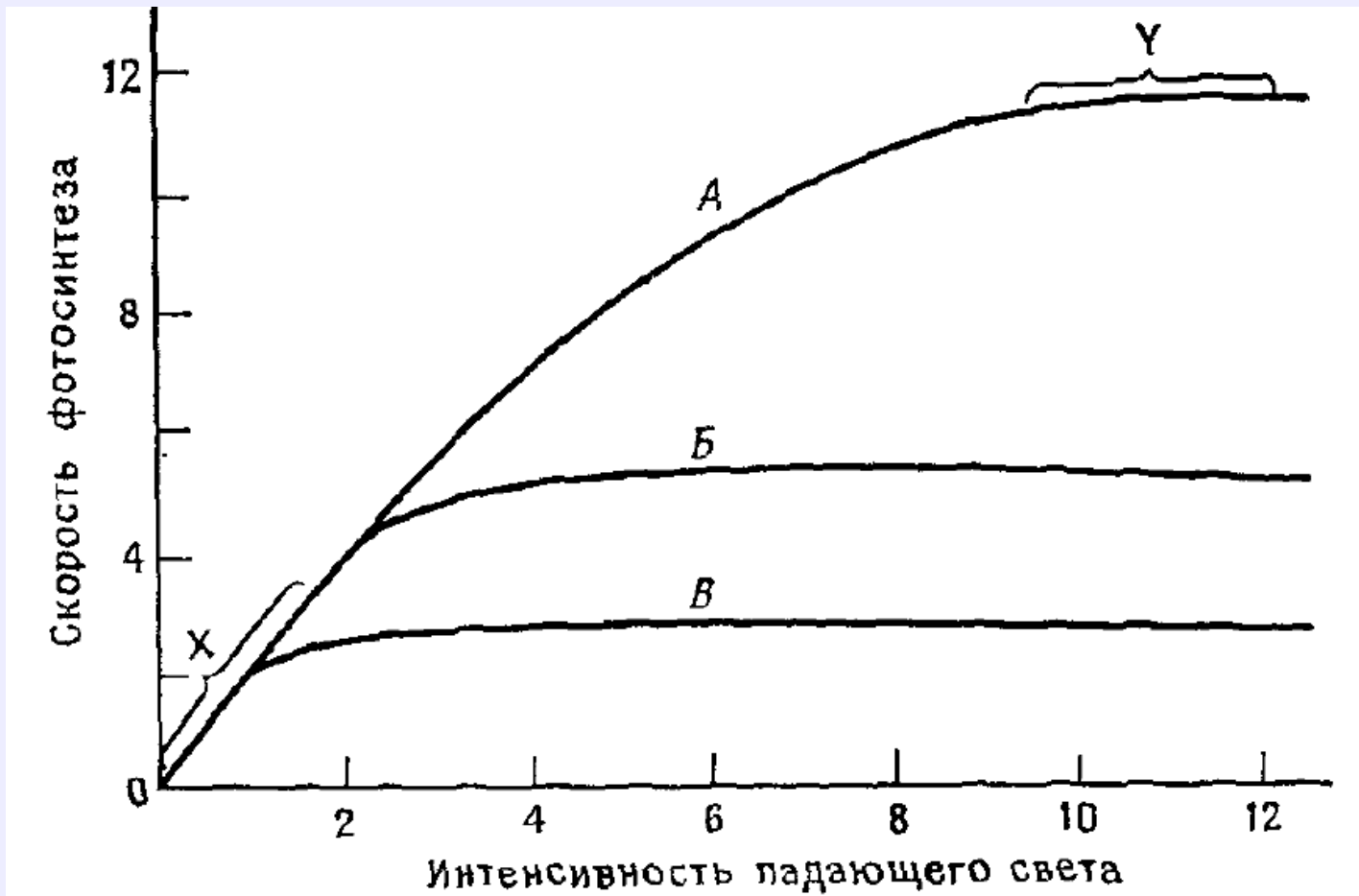
**ШВИДКІСТЬ
ФОТОСИНТЕЗУ**

Вміст хлорофілу

*Швидкість накоплення
продуктів фотосинтезу
в хлоропластах*

*Концентрація
мінеральних
елементів*

Вплив ферментів

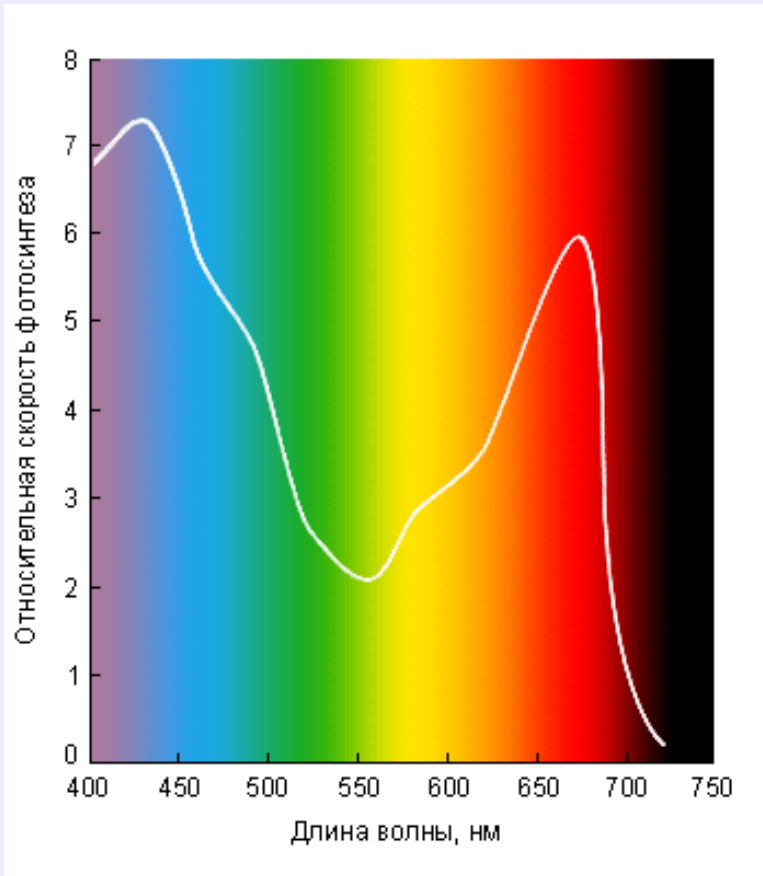


Вплив зовнішніх факторів на швидкість фотосинтезу

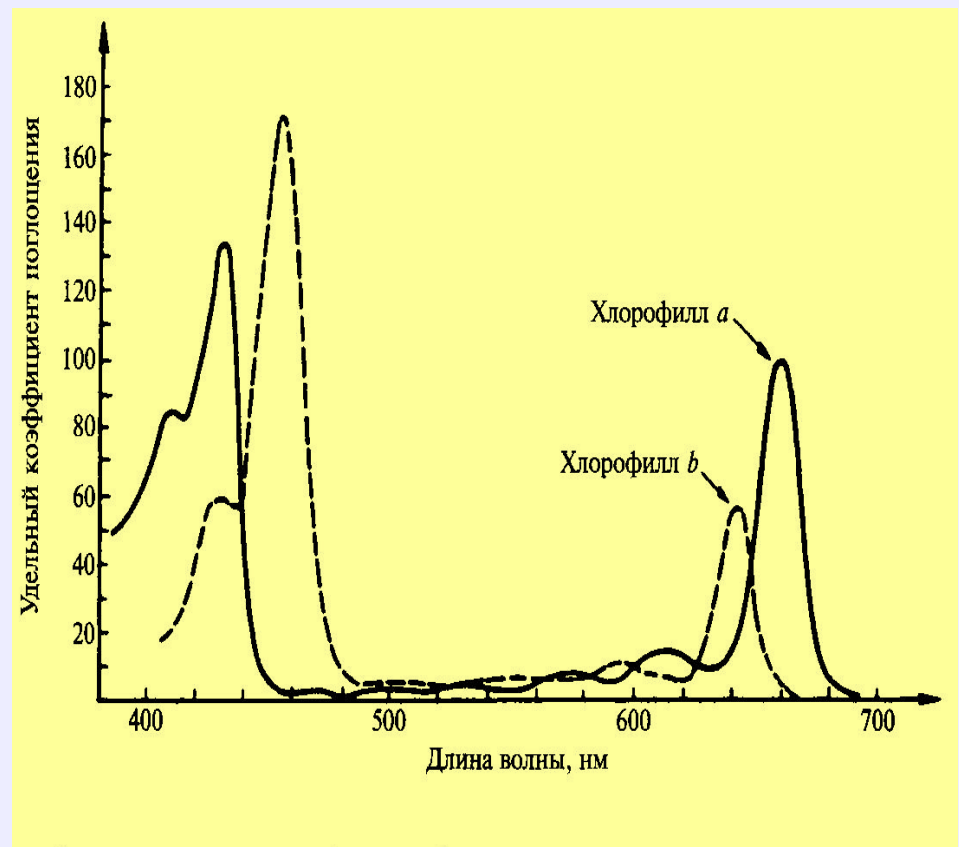
А – вплив інтенсивності світла при температурі 25°C та вмісту $0.4\% \text{CO}_2$;

Б – 15°C і $0.4\% \text{CO}_2$;

В – 25°C і $0.01\% \text{CO}_2$.



Залежність інтенсивності фотосинтезу від довжини хвилі



Спектри поглинання хлорофілів **a** і **b**

Швидкість фотосинтезу (рівняння Міхаеліса-Ментена)

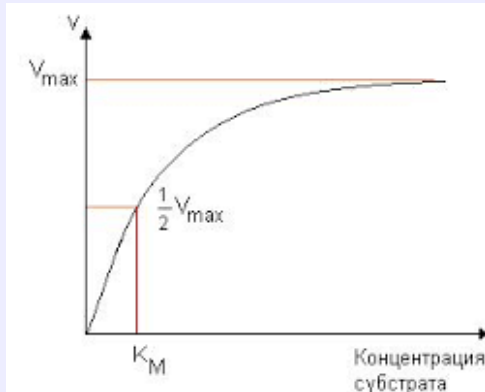


Leonor Michaelis
1875–1949



Maud Menten
1879–1960

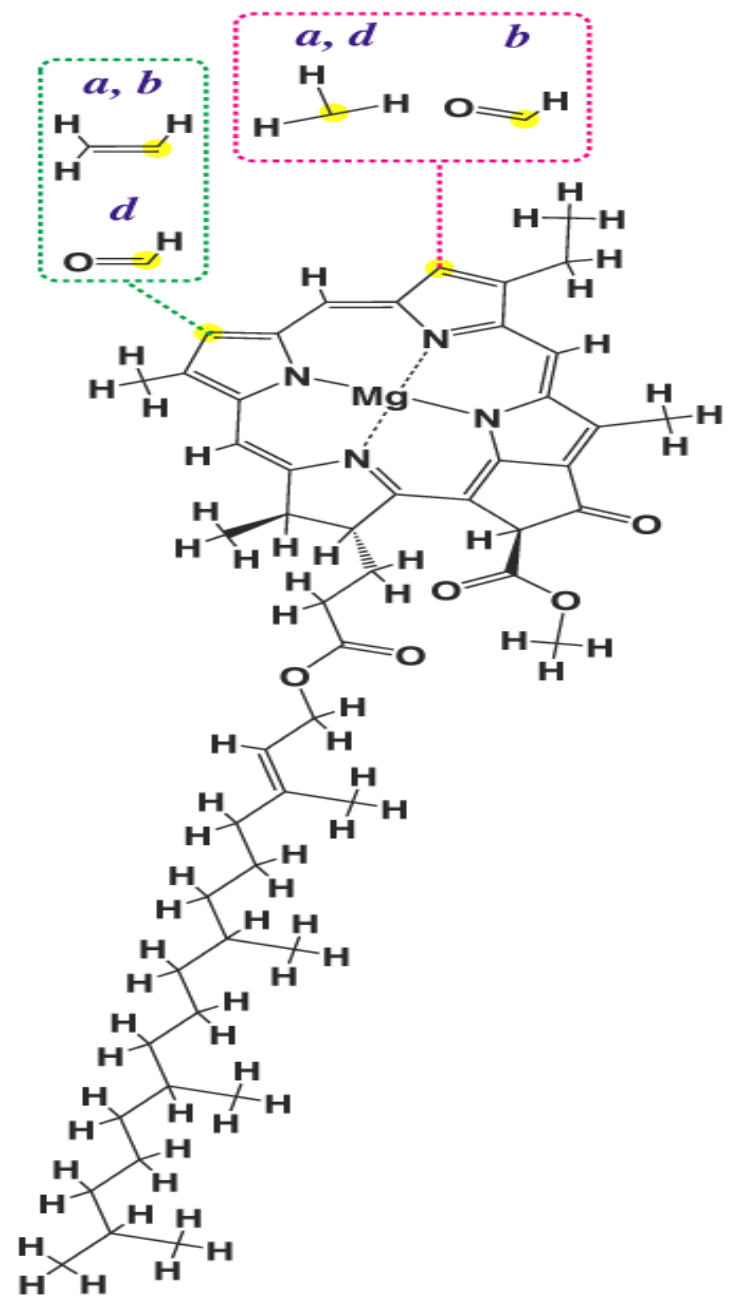
$$v = \frac{k \cdot c \cdot I}{K_M + I}$$



k – const швидкості ферментативної реакції
 c – концентрація ферменту
 I – інтенсивність падаючого світла
 K_M – const Міхаеліса, яка відповідає концентрації ферменту, при якій швидкість реакції становить половину від максимальної

$v_{\text{макс}} = 50 \text{ с}$ (молекула O_2 на молекулу хлорофілу)

Коефіцієнт використання енергії при фотосинтезі 34%



На одну фотосинтетичну одиницю (фермент) припадає ~300 молекул хлорофілу.

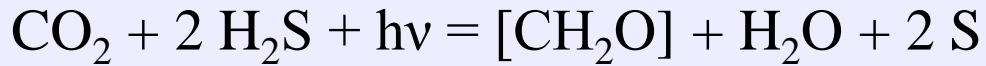
Відомо понад 10 видів хлорофілів. Для вищих рослин – а та б, для діатомових водоростей – с, для червоних водоростей – д, у бактеріях – бактеріохлорофіл.

Хлорофіл – харчова добавка (E140). Похідне хлорофілу – хлорофілін мідний комплекс (тринатрієва сіль) – харчовий барвник (E141).

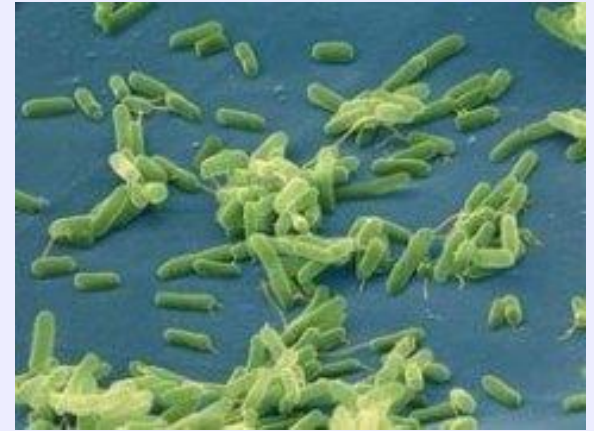


Загальна структура хлорофілу *a*, *b* і *d*

Сірчані бактерії (не містять хлорофіл)



$$\Delta G_{298} = 100 \text{ кДж / моль}$$



На відміну від зелених рослин, сірчані бактерії не накопичують вуглеводи, а синтезують амінокислоти та білки.

Біосферна діяльність сірчаних бактерій – споживання сірководню (водойми з інтенсивним гниттям, промислові стічні води та ін.), утворення осадових родовищ сірки, сульфідів металів.

Хемотропні бактерії – мікроорганізми, що використовують енергію окисних реакцій для автотрофного харчування

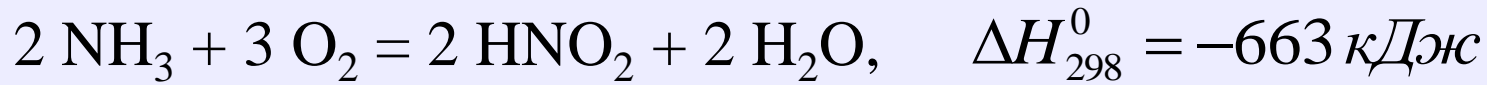
Середовище проживання хемотропних бактерій – ґрунт, водойми.

Хемотрофи

- нітрифікуючі бактерії (окислення амонійного чи нітритного азоту);
- водневі бактерії (окислення водню);
- сіркобактерії (окислення сірководню);
- залізобактерії (окислення заліза(II));
- стибіобактерії (окислення сурми (III)).



Нітрифікуючі бактерії



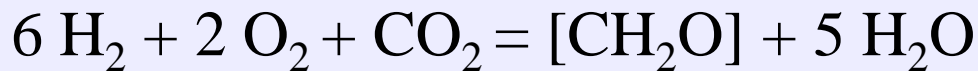
Ефективність використання хімічної енергії різними нітрифікуючими бактеріями: 6 – 55 %.



Водневі бактерії існують в умовах з великим надлишком водню (донні відкладення водойм)



Частина енергії, що виділяється при реакції йде на відновлення CO_2



Коефіцієнт використання хімічної енергії водневими бактеріями - 30 %.

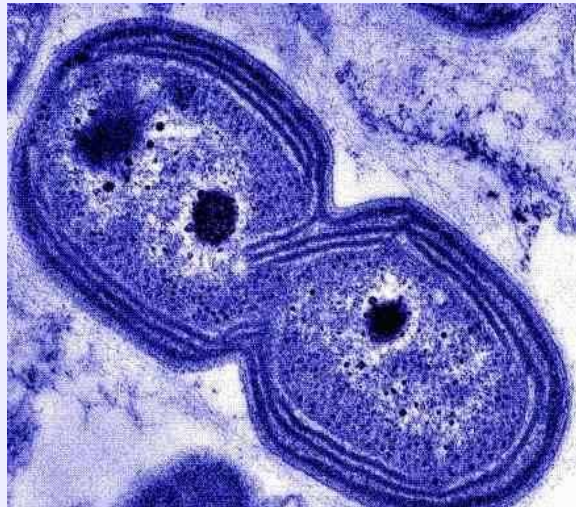
Водневі бактерії характеризуються високою швидкістю росту та високою швидкістю нарощування біомаси.

Водневі бактерії використовують у мікробіологічному синтезі кормового білка.

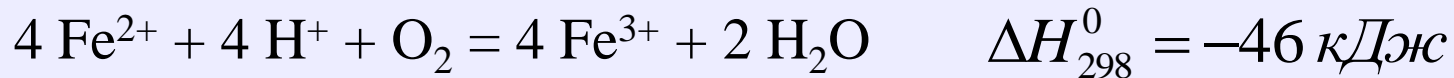
Сіркобактерії окислюють сульфіди, сірку (просту речовину), сульфіти, тіосульфати, роданіди та ін.



Сіркобактерії мешкають у водоймах (болота, ставки-накопичувачі, стічні води, море).

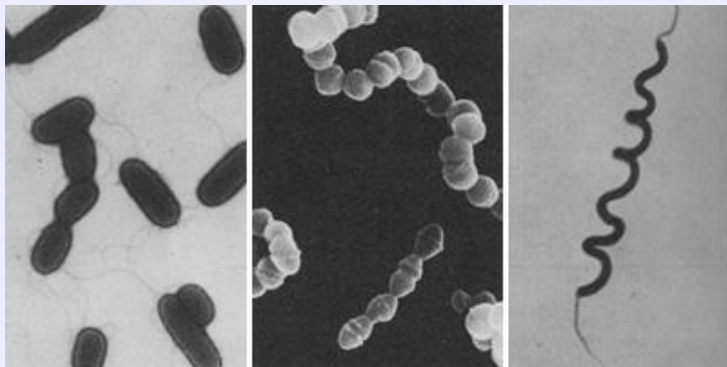


Залізобактерії використовують енергію, що вивільняється при окисленні заліза(II) до заліза(III):



Для утворення 1 г сухої біомаси необхідно окислити 500 г FeSO_4 .
Геохімічна роль залізобактерій: відкладення залізовмісних мінералів.

Сполуки заліза(III) гідролізуються значно сильніше, ніж солі заліза(II), а (гідр)оксид заліза(III) має низьку розчинність, реакція веде до створення залізовмісних мінералів.



Енергія окиснення сурми використовується бактеріями для утворення органічної речовини.

Мікробіологічне окиснення сурм'яної руди (антимоніту) протікає у дві стадії:

- гіонові бактерії: $2\text{Sb}_2\text{S}_3 + 9\text{O}_2 = 2\text{Sb}_2\text{O}_3 + 6\text{SO}_2$,

-сурм'яні бактерії: $\text{Sb}_2\text{O}_3 + \text{O}_2 = \text{Sb}_2\text{O}_5$



Н. Н. Лялікова (1971) виявила новий тип хемосинтезу, при якому бактерії використовують енергію окиснення сурми.

Американські вчені виявили колонію бактерій на глибині солоного озера Моно, які використовують енергію хемосинтезу (у процесі окиснення руди в окис сурми) для синтезу органічної речовини.

Світло - головний, постійний первинно-періодичний фактор, що впливає на організми та екосистеми.

Світло – енергетичний ресурс

Світло – тепло

Світло – сигнальний фактор початку та припинення активності

▶ фотоперіодизм – реакція організму на зміну дня і ночі, що виявляється в коливаннях інтенсивності фізіологічних процесів.

▶ добові ритми (денні, сутінкові, нічні тварини, птахи, комахи)



Для *рослин* світло – ресурс для фотосинтезу та транспірації.

Для *тварин* – для інформаційного забезпечення.

Для *всіх живих організмів* світло є еволюційним фактором-синхронізатором біологічних ритмів.

Температура



Температурні межі життя: від -200°C до $+100^{\circ}\text{C}$ ($\Delta T = 300^{\circ}$)
Для більшості організмів і фізіологічних процесів температурний діапазон у морі $-3,3 \div +35,6^{\circ}\text{C}$ (39°), на суші $-70 - +55^{\circ}\text{C}$ (125°).

Нормальна будова та робота білка відбувається при $0 \dots +50^{\circ}\text{C}$.

Значення температури: впливає на швидкість перебігу фізико-хімічних реакцій у клітинах, на зростання, розвиток, розмноження, поведінку живих організмів і визначає їх географічне поширення.

Правило Вант-Гоффа: швидкість хімічних реакцій зростає в 2-3 рази щоразу при підвищенні температури на 10°C , а після досягнення оптимальної - починає знижуватися.

Класифікація організмів по відношенню до температури

- ✓ кріофіли (холодолюбні)
- ✓ термофіли (теплолюбні).

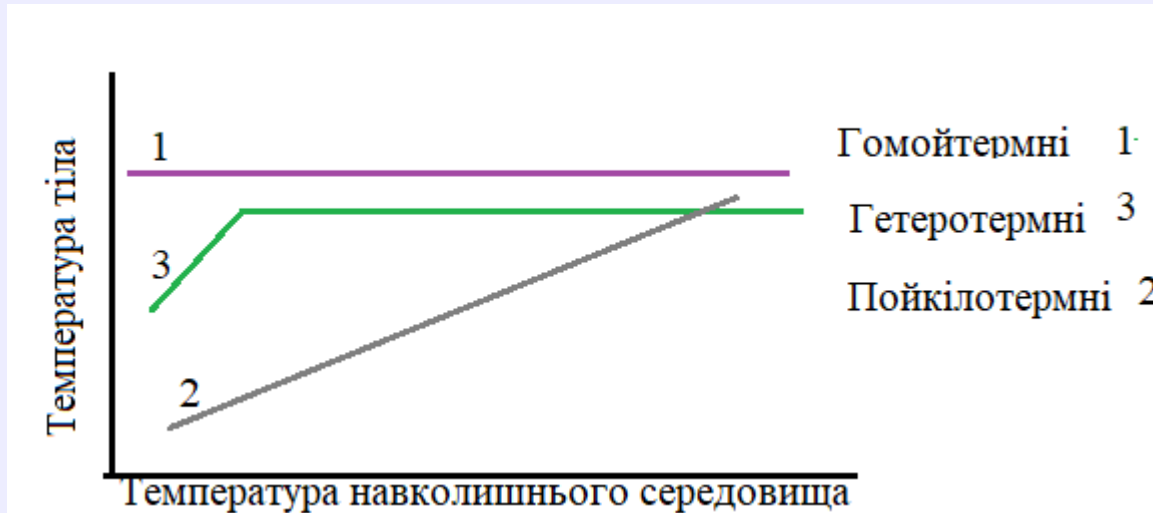


Відбір та розселення видів у зонах з різною теплозабезпеченістю йде у напрямку максимального виживання, як в умовах мінімальних температур, так і в умовах максимальних.

Реакції у тварин на різний тепловий режим життєзабезпечення спрямовано на регулювання рівня теплопередачі.

Класифікація тварин за типом теплообміну:

- ✓ пойкилотермні (poikilos – різноманітний)
- ✓ гомойтермні (homois – однаковий)
- ✓ гетеротермні організми.



Пойкілотермні (ектотермні, холоднокровні) - безхребетні, риби, рептилії та амфібії – організми, які позбавлені можливості підтримувати постійну температуру тіла. Для пойкилотермних організмів характерна низька інтенсивність обміну речовин та майже повна відсутність механізмів теплорегуляції.



Гомойтермні (ендотермні, теплокровні) – тварини з високим рівнем обмінних процесів – птахи та ссавці, які здатні підтримувати постійну температуру тіла навіть при коливаннях температури зовнішнього середовища.

Хімічна терморегуляція – зміна рівня обміну речовин, що підвищує чи понижує рівень утворення тепла в організмі.

Фізична терморегуляція – розподіл тепла по тілу та віддачі (фізіологічні процеси, шляхом яких змінюється рівень тепловіддачі, наприклад, уповільнення дихання, обмеження рухливості)



Гетеротермні організми – за сприятливих умов ведуть спосіб життя теплокровних тварин, при зниженні температури навколишнього середовища (за межами зони оптимуму) впадають у сплячку.



Правило Карла Бергмана відображає адаптацію тварин для підтримання сталої температури тіла за різних кліматичних умов: якщо два близькі види гомойотермних тварин відрізняються розмірами, то більший мешкає в холоднішому, а дрібніший - у теплішому кліматі. (1847)

У тварин теплоутворення залежить від маси (об'єму) тіла, а тепловіддача – від площі поверхні тіла.



Правило Аллена: відносні розміри кінцівок та інших виступаючих частин тіла (хвостів, вух, дзьобів) збільшуються з поширенням на південь. Виступаючі частини тіла мають велику відносну поверхню, через яку відбувається посилена тепловіддача.

1 – полярна (песець);
2 - звичайна; 3 -пустельна (фенек)

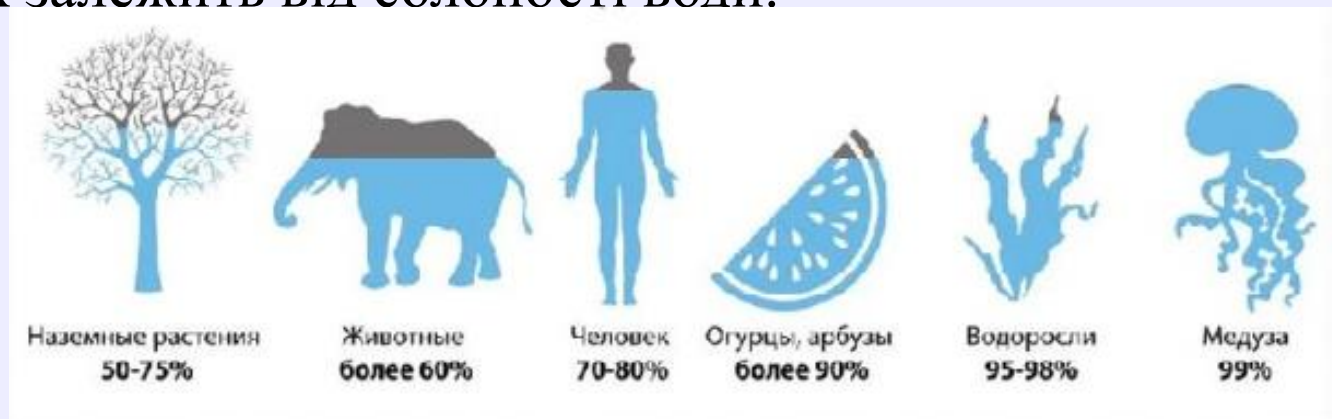


Волога в житті організмів

Вода - основа протоплазми клітин, тканин, рослинних та тваринних соків. Наявність води в організмі забезпечує перебіг процесів фотосинтезу, терморегуляції, обмінних процесів; вода виступає як вихідний, проміжний чи кінцевий продукт біохімічних перетворень.

Вода – середовище життя.

Вода – лімітуючий чинник, як для наземних систем, де її кількість може змінюватися, так і для водних, де вміст води в організмах залежить від солоності води.



Накопичення біомаси екосистемами та різноманітність форм життя в них можна представити як функцію двох екологічних змінних – **вологості** та **потoku сонячної радіації**.

Конкретному поєднанню вологості та температури відповідає певний біом – сукупність екологічних систем, що мають близькі показники.

Біом – сукупність різних груп організмів та середовища їх проживання у певній ландшафтно-географічній зоні.

Біом характеризується одним типом рослинності (степу, хвойні чи листяні лісу), але у різних частинах біома вона може бути представлена різними конкретними видами.



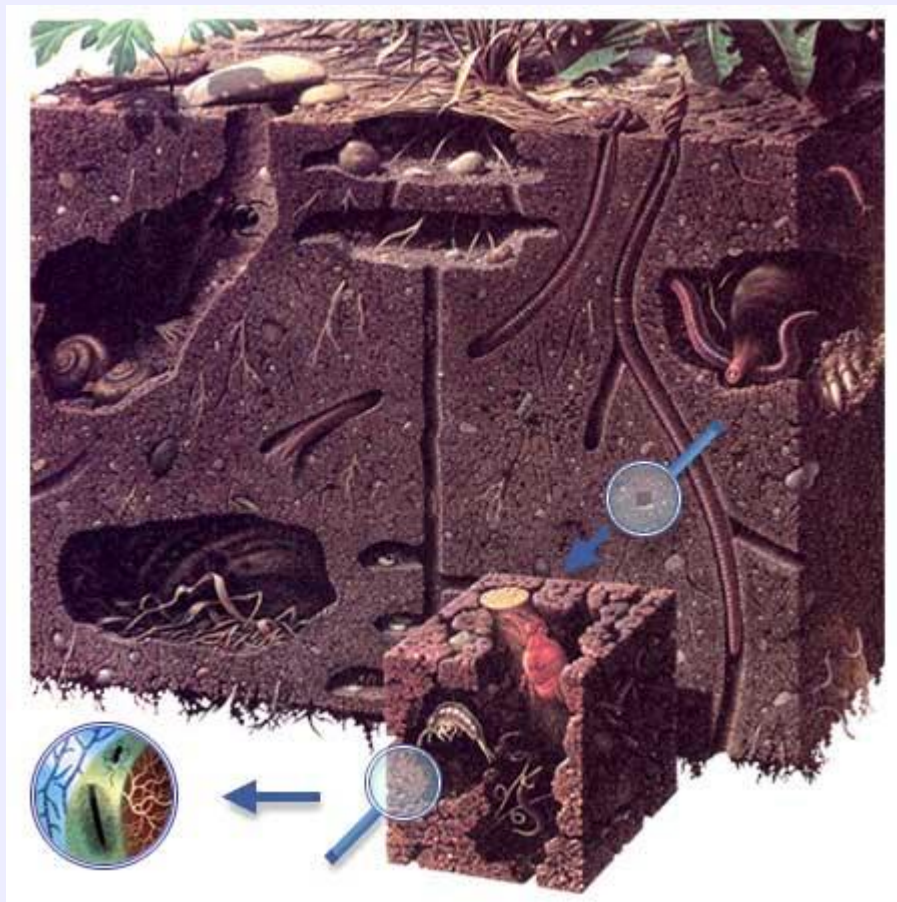
Біом степу



Едафічний фактор – ґрунтові умови (сукупність фізичних та хімічних властивостей ґрунту), які впливають на життя та поширення живих організмів.



Склад ґрунту



мінеральна частина

50 – 60 %

органічна частина

~ 10%

ґрунтове повітря

15 – 25%

водний розчин

25 – 35%

ґрунтовий світ

мікроорганізмів, рослин
та тварин

Фазовий склад ґрунту

Тверда

мінеральна, органічна, органо-мінеральна частини.

Рідка

ґрунтова вода, що містить розчинені солі, органічні та органомінеральні речовини.

Газоподібна

ґрунтове повітря : O_2 , N_2 , CO_2 , у невеликих кількостях CH_4 , H_2S , NH_3 , H_2 и др.

Жива

гриби, водорості, бактерії, мезо- та мікрофауна.

Репродуктивна здатність ґрунтів залежить від ступеня доступності елементів живлення.

Надходження речовин у ґрунт забезпечують:

- ✓ рідка фаза ґрунту, де речовини знаходяться в розчиненому стан;
- ✓ колоїдна фаза ґрунту, здатна поглинати або обмінювати іони.

Ґрунтовий розчин – рідка фаза ґрунту, що містить ґрунтову воду, розчинені в ній солі, органічні та органо-мінеральні речовини у вигляді іонних, молекулярних та колоїдних форм, розчинені гази (CO_2 , O_2) та ін.

Ґрунтовий поглинаючий комплекс (ПШК) – сукупність мінеральних, органічних та органо-мінеральних сполук, нерозчинних у воді та здатних поглинати та обмінювати поглинені іони.

Здатність ґрунту вбирати поверхневу воду - **інфільтрація**.

Водоутримуюча здатність ґрунту – запас води, що утримується тонким шаром ґрунту та доступний для рослин.

Властивість ґрунту забезпечувати дифузію кисню з атмосфери у ґрунт та дифузію вуглекислого газу із ґрунту в атмосферу – **аерація**.

Фізичні властивості ґрунту:

- ✓ механічний склад
- ✓ відносна пухкість структури
- ✓ водопроникність
- ✓ аерованість (проникність для повітря)
- ✓ відсутність світла
- ✓ амплітуда коливань температури

Вологість



Пароподібна

Хімічно зв'язана

Фізично зв'язана

Капілярна

Гравітаційна

Доступна для організмів

Хімічні характеристики ґрунту:

- ✓ концентрація мінеральних елементів
- ✓ іонообмінні та комплексоутворюючі властивості
- ✓ кислотність (рН)

Роль ґрунту – утримання біогенних іонів у стані, доступному для коріння рослин та запобігання процесу вилугування.

Гумус має здатність утримувати воду, біогенні елементи.



Чим вище вміст гумусу, тим більша поживність, аерація, інфільтрація, водоутримання ґрунту.

Іонна ємність – загальна кількість іонів, що утримуються, як позитивних (катіонна ємність), так і негативних (аніонна ємність). Здатність ґрунту зв'язувати та утримувати іони біогенів – **іонообмінна ємність ґрунту**.

Висока обмінна ємність надає ґрунту стійкість до зміни рН середовища та високу буферну здатність.

Аніонний обмін визначається присутністю глини, гумусових речовин та різних кислотних груп.

Катіонний обмін - вміст гідроксидів металів ($\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, каолініту ін. мінералів.

Реакція середовища ґрунту: 3,5 (сильнокисла) – 7 (нейтральна) – 11 (сильнолужна). З підвищенням рН зростає можливість утворення нерозчинних гідроксидів і карбонатів.

Буферність ґрунту – здатність ґрунту протистояти зміні концентрації ґрунтового розчину при додаванні кислоти або лугу.

Буферність ґрунту залежить:

- 1) хімічного складу ґрунту;
- 2) ємності поглинання;
- 3) вмісту гумусу;
- 4) гранулометричного складу.

Буферна система підтримує значення рН до певної межі, тобто до тих пір, поки кількість доданої кислоти або лугу не перевищить певної величини. Ця межа характеризується буферною ємністю.

Буферна ємність ґрунту – кількість кислоти або лугу (молей), яку треба додати до кілограму ґрунту, щоб змінити рН на одиницю

$$B = \frac{C \cdot V}{(pH_1 - pH_0) \cdot m}$$

B – буферна ємність, моль/кг

C – концентрація кислоти або лугу, моль/л

V – об'єм кислоти або лугу, л

$(pH_1 - pH_0) = 1$

m – маса ґрунтової наважки, кг

$$B = \frac{A \cdot 10}{\Delta pH}$$

A – кількість кислоти або лугу, витрачена на титрування 10 мл ґрунтової витяжки, мл

ΔpH – кількість одиниць рН між початковою точкою титрування та його закінченням.

10 – коефіцієнт перерахунку

Іонний обмін: $\bar{Q}^- + \bar{X}^+ + K^+ = \bar{Q}^- + \bar{K}^+ + X^+$

Вилужування $\bar{Q}^- + \bar{K}^+ + H^+ = \bar{QH} + K^+$



