

2. ОСНОВИ ФАКТОРІАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЇ

2.1. Загальні відомості про екологічні фактори, їх класифікація

ЕФ: будь-які із умов середовища існування, діють на організм, організм реагує пристосувальними реакціями.

1. За природою:

- ✓ абіотичні: хімічні; фізичні; кліматичні; орографічні; едафічні.
- ✓ біотичні: гомотипічні (гомотипові) реакції¹; гетеротипічні (гетеротипові) реакції²;
- ✓ антропогенні (антропічні).

2. З точки зору динаміки середовища:

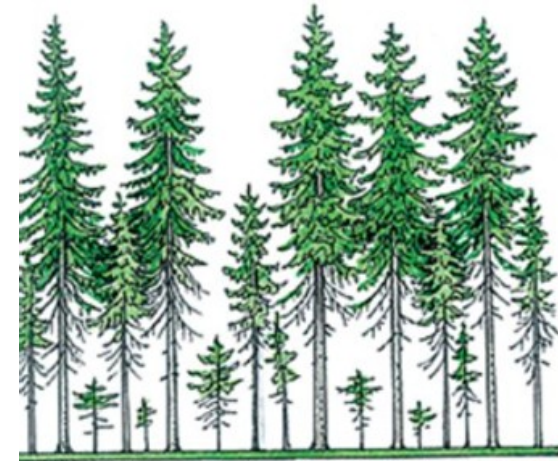
стабільні; змінні; антропогенні.

3. З точки зору організмів що взаємодіють:

фітогенні; зоогенні; мікрогенні.

¹ розмноження борошняного хрущака: плодовитість самок зменшується (масовий ефект – перенаселення, багато екскрементів, які є токсичними і зменшують плодовитість самки хрущака).

² конкуренція; хижак-жертва; паразит-живитель; симбіоз/мутуалізм; аменсалізм (один вид, інгібітор пригнічує іншого (аменсал) але сам не відчуває негативного (позитивного) впливу: сфагнові мохи, що швидко ростуть, підвищують рівень болота та поступово ховають у своїй товщі багаторічні квіткові рослини; горіх виділяє через корені хімічні речовини, які пригнічують ріст ін. рослин).



Конкуренція за світло у
одновікових посадках ялини



2.2. Середовище існування та умови існування організмів

1. **СІ** – сукупність зовнішніх умов, що діють на організм викликаючи відповідну реакцію (*елементи середовища, Ф*): біотичні / абіотичні.

С – складова частина біогеоценозу і одне з основних екол. понять.

✓ Взаємодія організму та середовища ¹ забезпечує кругообіг речовин на планеті.

✓ Залежно від області поширення **С**: наземне (повітряне), прісноводне, морське, підземне (ґрунтове).

✓ «**УІ**» – сукупність життєво необхідних **Ф**.

¹ їх сукупність / єдність



<http://www.theatlantic.com/international/archive/2012/02/india-is-burning-how-rapid-growth-is-destroying-its-environment-and-future>

2.3. Взаємодія факторів. Екологічна пластичність та валентність. Правило оптимуму. Лімітувальні фактори

1. Прояв дії Φ залежить від того, як вони діють: прямо / сторонній (медіопатичний) вплив; разом / окремо.

2. Доза Φ .

- вид має не тільки зону опт. Φ , а також певну здатність переносити зміну (відхилення) дози Φ від опт.
- кожний Φ може набувати як опт. так і песимальних значень.

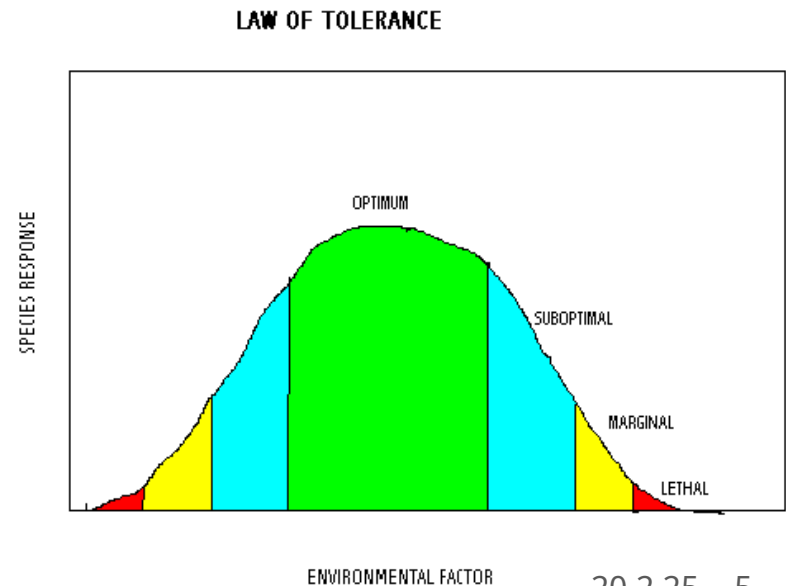
3. Екол. пластичність виду: х-зує ступінь пристосованості виду до умов **НПС**.



4. Екол. пластичність (потенція виду): еврибіонтна (широка); стенобіонтна (вузька).
5. Екол. валентність – здатність заселяти **C** з більшими / меншими коливаннями **Ф**: стенотопні / евритопні види.
6. Правило оптимуму: екол. оптимум – опт. співвідн. величин **Ф**, які забезпечують найсприятливіші умови існування виду.
7. Лімітувальні **Ф** - повністю відсутні / дуже відхиляються від опт. (min. / max. **Ф**).
8. Межа толерантності: діапазон же між min. та max. **Ф**.

- Закон толерантності В. Шелфорда¹ : **Ф**, що лімітує процвітання організму може бути як **min.** так і **max. Ф**, діапазон між якими є межею толерантності виду.

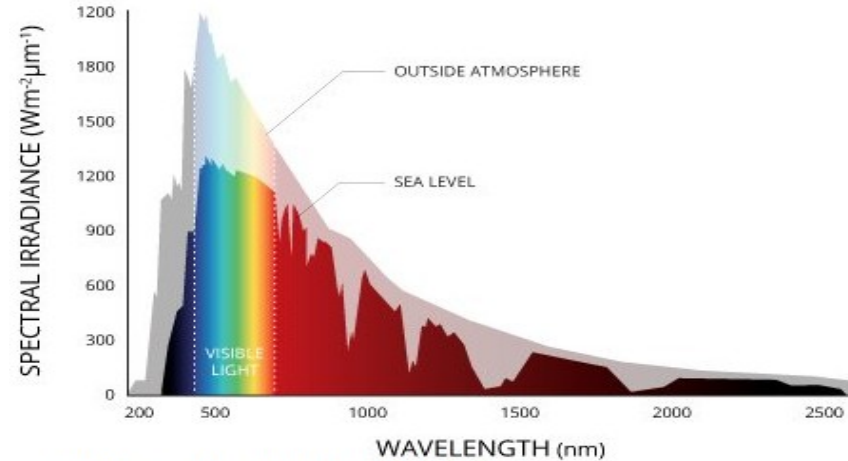
¹ англ. еколог Victor E. Shelford, 1913 р.



2.4. Променева енергія (сонячна радіація) та світло



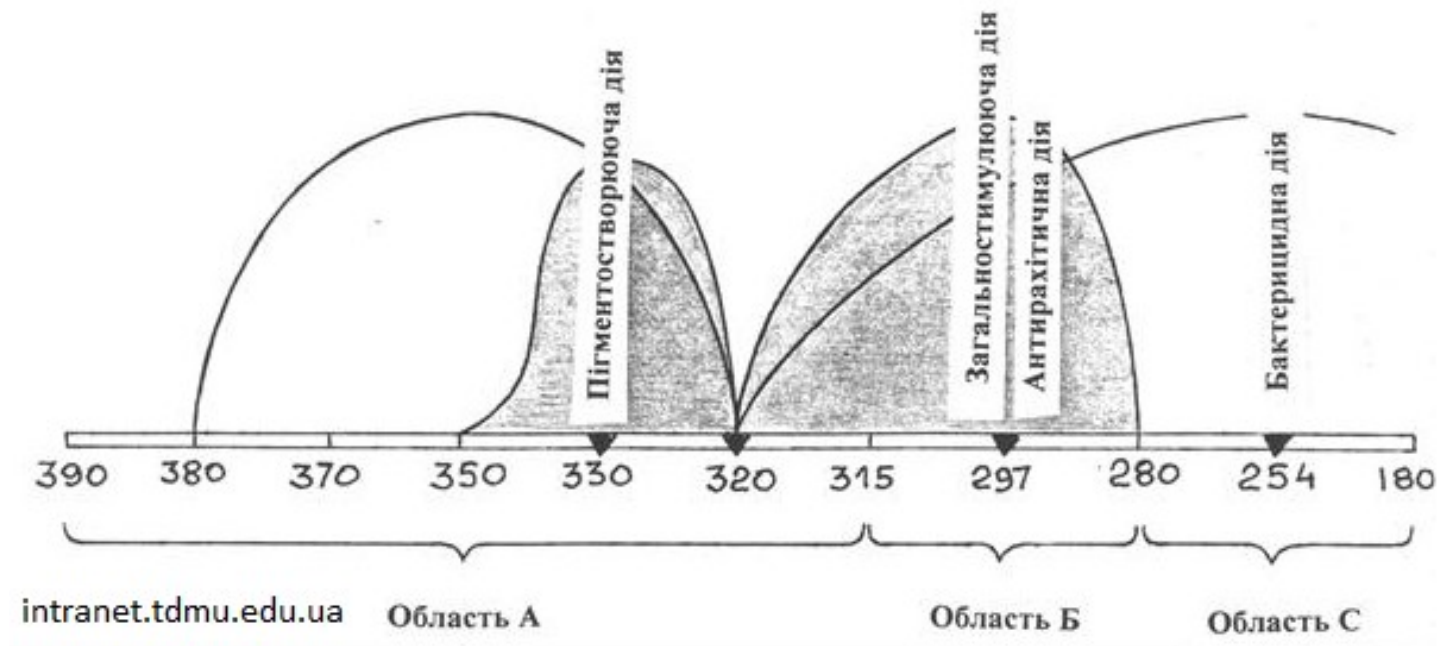
Розподіл енергії заг. радіації (**E**) та відносна інтенсивність фотосинтезу (**P**) (І.М. Культіасов, 1982)



<http://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/weather/photosynthetically-active-radiation/>

- ✓ 7% - **УФ** (0,1-0,4 мкм):
 - < 0,28 мкм майже повне поглинання озоновим шаром;
 - 0,28-0,32 мкм – часткове поглинання озоновим шаром;
 - > 0,32 мкм – досягає земної поверхні.
- ✓ 46% - **ВС** (0,40-0,76 мкм);
- ✓ 47% - **ІЧ** (0,76-2,4 мкм).
- ✓ Річне значення сумарної радіації на території України: 96-126 ккал/см² (1100-1400 кВт · год м²).

- ✓ **УФ**: хімічна дія на організми
- ✓ **ВС**: фотосинтез
- ✓ **ІЧ** – теплова дія.



Параметри дії:

- ✓ Фотоперіодизм: зміна світлового та темного періоду доби ¹.
- ✓ Інтенсивність освітлення: сонячна постійна на верхній межі $A = 1,98$ кал/см²/хв. (1382 Вт/м²).
- ✓ Напруга прямої / розсіяної радіації - вплив на ритм та інтенс. фотосинтезу ².
- ✓ Хімічна дія - обумовлюється довжиною хвилі.

Групи рослин по відношенню до довжини дня

Рослини:

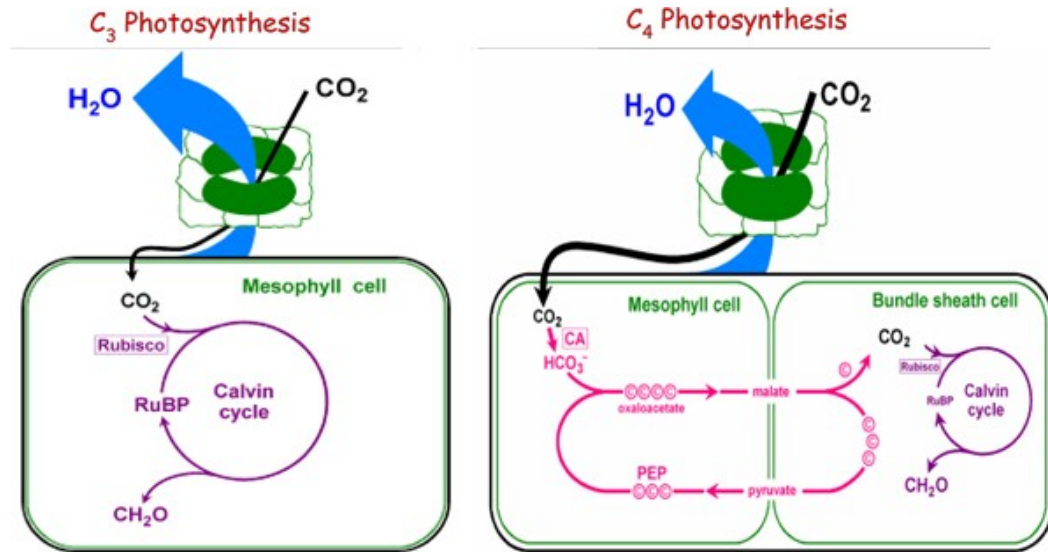
- довгого дня (північні рослини - деревій, пшениця, горох)
- короткого дня (південні рослини - шавлія, айстри, гречиха)
- нейтральні до довжини дня (кульбаба, чистотіл і інш.)



¹ Є винятки: деякі рослини короткого дня (хризантеми) утв. квіткові бутони і при довгих днях, але повинні мати короткі дні для їх відкриття; полуниця (короткого дня), потребує коротких днів для формування квіткових бруньок, але подовження квіткових стебел і відкриття бруньки краще в довгі дні.

² В середніх широтах напруга полуденної радіації $\approx 0,70-0,8$ кВт/м² x хв (1,0-1,4 кал/см² x хв); у горах - істотно більше. Швидкість поглинання CO_2 при однакових характеристиках **ФАР** практично однакова для видів із C_3 -типом фотосинтезу (більшість наземних рослин, рис, ячмінь). Для C_4 -рослин (кукурудза, просо, сорго) вона має свою закономірність: зростає до певної межі, після чого не змінюється.

- ✓ C_3 - рослини *помірного / прохолодного* клімату, фіксують CO_2 у хлоропластах з утв. 2 молекул 3-х вуглецевої к-ти (3-фосфогліцерина к-та, $C_3H_7O_7P$) ¹.
- ✓ C_4 - рослини *теплого* клімату, тропічні, спочатку $CO_2 \rightarrow$ у 4-вуглецеву к-ту ($C_4H_4O_5$), (звідси назва C_4 -рослини), після чого фотосинтез продовжується так же, як у C_3 -рослин ².
- ✓ **САМ** фотосинтез ³: фіксація CO_2 при закритих продихах протягом дня (зменшення евапотранспірації), але відкритих вночі для збору CO_2 .



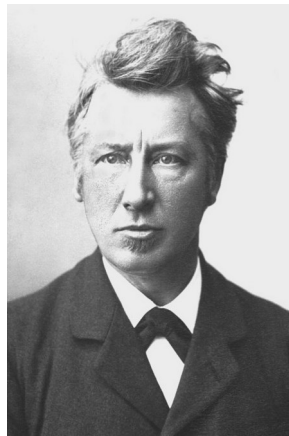
¹ опт. темп. 17-23° С, ефективність сповільнюється при підвищенні Т. Трави продуктивні навесні і восени ч/з більш низькі Т і вищу вологість ґрунту. Протягом літа, зростання знижується і при високих Т і малою к-стю опадів настає періоду спокою: **≈ 95% наземних рослин**: однор.(пшениця, жито, овес), багатор. (грязиця збірна, костриця, пажитниця багаторічна).

² більш ефективний фотосинтез, C_4 рослини більш ефективні, викор. менше води для створення сухої речовини. Опт. Т 32-35 ° С: однор. (кукурудза, суданська трава, просо), багатор. (індійська трава).

³ англ. Crassulacean acid metabolism, переважно у рослин сухого клімату - сукулентів (кактус, ананас).

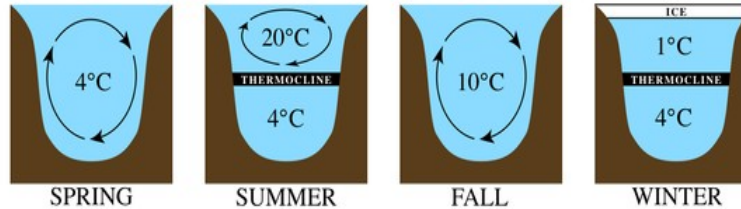
2.5. Температура як екологічний фактор

- ✓ Верхня межа: 20-30 °C; > 35 °C ¹; 50 °C ²; 70-90 °C ³; 120-140 °C ⁴.
- ✓ Нижня межа: +5-0 °C ^а; -3,3 °C ^б; -25 -40 °C ^в; -70 °C ^г; -190 °C.
- ✓ П. Вант-Гоффа – Арреніуса: швидкість обміну речовин зростає / знижу 3 рази при зміні Т на кожні 10 °C .



Svante A. Arrhenius
(1859-1927)

Jacobus H. van't Hoff
(1852-1911)



http://en.wikipedia.org/wiki/Lake_ecosystem

Температура, 0C	Густина, г/см³
0	0,99987
2	0,99997
4	1,00000
6	0,99997
8	0,99988
10	0,99973
12	0,99953
14	0,99927
16	0,99897
18	0,99862
20	0,99823
22	0,99780
24	0,99733
26	0,99681
28	0,99626
30	0,99568

¹ межа для ряду гідробіонтів;

² термофіли (деякі риби, безхребетні, та ін.)

³ окремі види бактерій (теплолюбні, розвиваються при t >55°C, max. 70-80°C у гарячих джерелах, бацили сибірської виразки витримують кип'ятіння), водоростей, верблюд, та ін.

⁴ лише спори деяких бактерій.

^а більшість термофобних (бактерії, водорості та ін.)

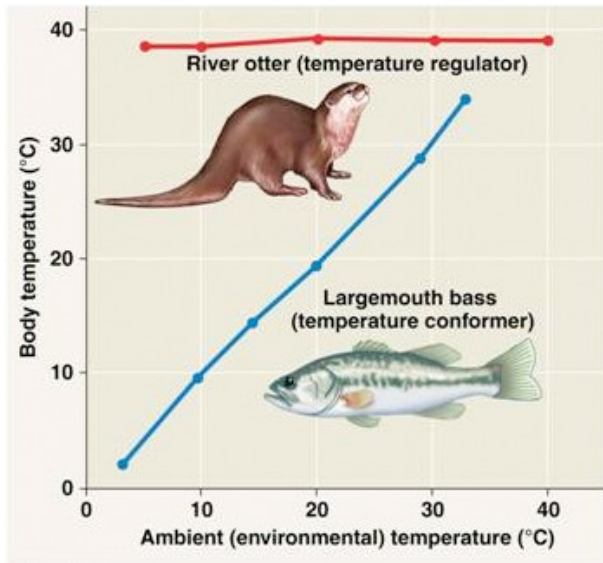
^б морські холодостійкі види (теплокровні, напр. антарктичні пінгвіни за рахунок щільного й густого оперення та підшкірний шар жиру: тюлені мають товстий підшкірний шар жиру до 7 см завтовшки - до 30% ваги тіла: білий ведмідь).

^в окремі види комах;

^г деякі мохи та лишайники.

✓ Тварини:

- *пойкілотермні* (холоднокровні) ¹;
- *гомойотермні* (теплокровні);
- *гетеротермні* (теплокровні) ²;
- *евритермні* ³/ *стенотермні* ⁴.



¹ не можуть підтр. Т тіла, вона *коливається* більш менш у такт з Т НПС: усі **безхребетні, земноводні**;

² що за різних умов можуть **знижувати** Т тіла, їжак, ховрах, сови, кажани та ін.

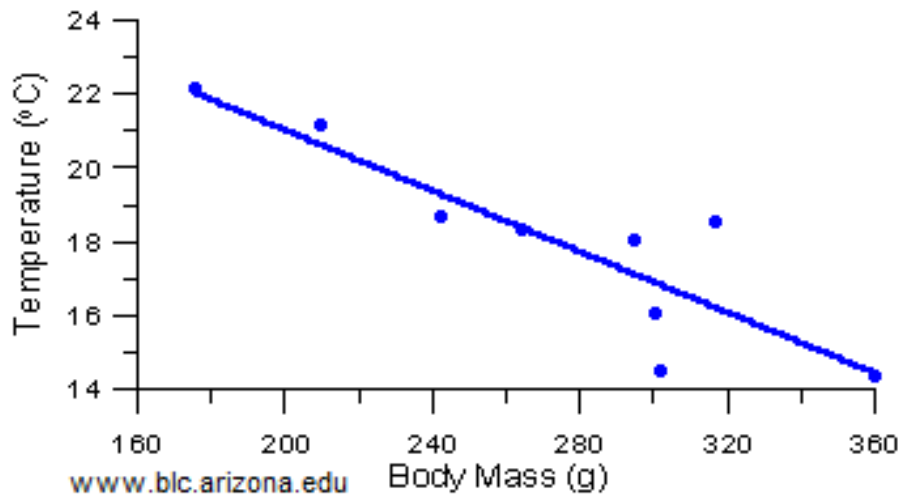
³ сосна звичайна, більшість бур'янів помірних широт, вовк.

⁴ морські і ґрунтові тварини,

- ✓ П. К. Бергмана¹ (1867): чим крупніші тварини, тим менше співвідн. поверхня тіла : об'єм, тим менші втрати тепла через тепловіддачу.



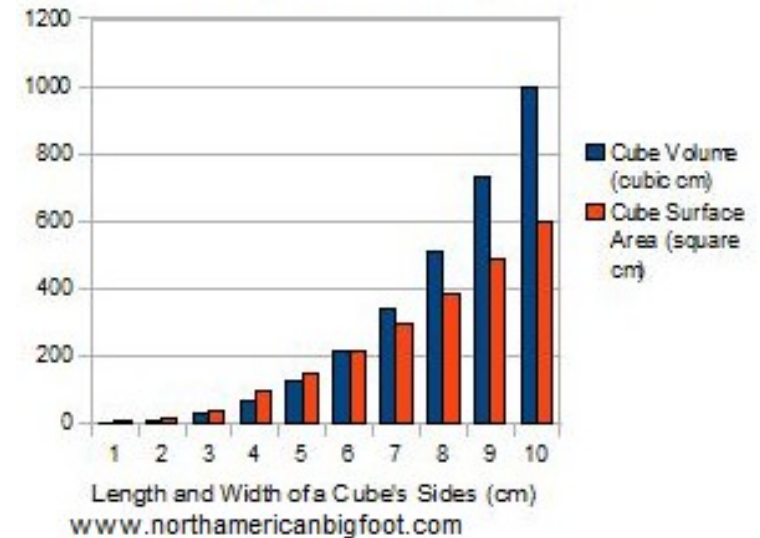
Carl G. Bergmann
(1814-1875)



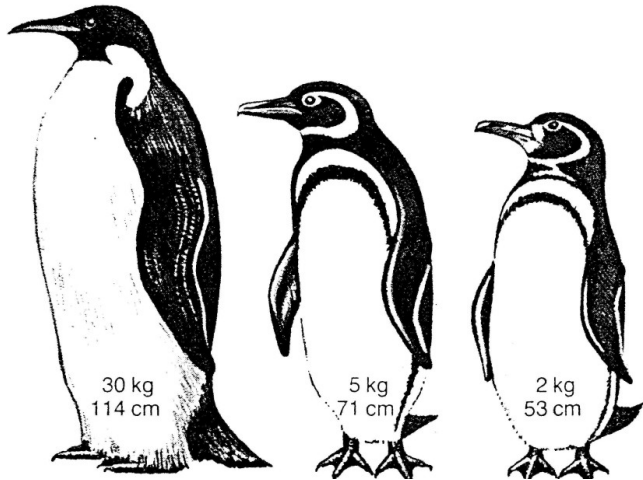
¹ нім. анатом, фізіолог та біолог

Volume vs. Surface Area

A visual representation of Bergmann's Rule



- ✓ П. J. **Алена**¹ (1877 р.): у теплокровних тварин частини тіла, що виступають, у холодному кліматі є коротшими ніж в аналогічних видів у теплому².



Пінгвіни (зліва-направо): імператорський (65 пд.ш.), магелана (50 пд.ш.), галогоський (1 пд.ш.)

¹ амер. зоолог і орнітолог;

² тварини у холодних умовах набувають меншої питомої поверхні тіла і менше втрачають тепла.



Joel A. Allen (1838-1921)



<http://www.sbs.utexas.edu>

Розміри кінцівок зайця (ліворуч) на південному заході і арктичному побережжі (праворуч) відображають адаптацію до різних температурних режимів.

2.6. Вода як екологічний фактор

1. **В**: надзвичайно важливий **Ф**:

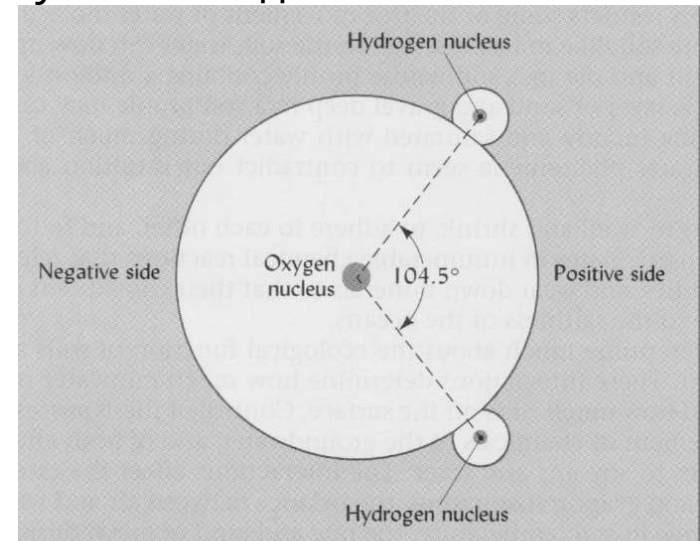
- для гідробіонтів: середовище існування;
- для наземних: необхідна умова існування.



2. Задоволення потреб у **В** рослин: насамперед за рахунок **А** опадів.

3. Функції **В** в організмі:

- у рослин: безперервне середовище від прикореневої вологи до листків;
- насиченість тканин;
- розчинник і середовище для біохім. реакцій;



The polarity of water (one side is electronegative, the other is electropositive), Brady & Weil, 1996

- метаболіт і компонент біохім. процесів ¹;
- визначає осмотичну рівновагу ²;
- терморегуляцію, тощо

Осмоз: плазматична мембрана (плазмалема) рослин, цитоплазма і тонопласт ³ спільно діють як напівпроникна мембрана.

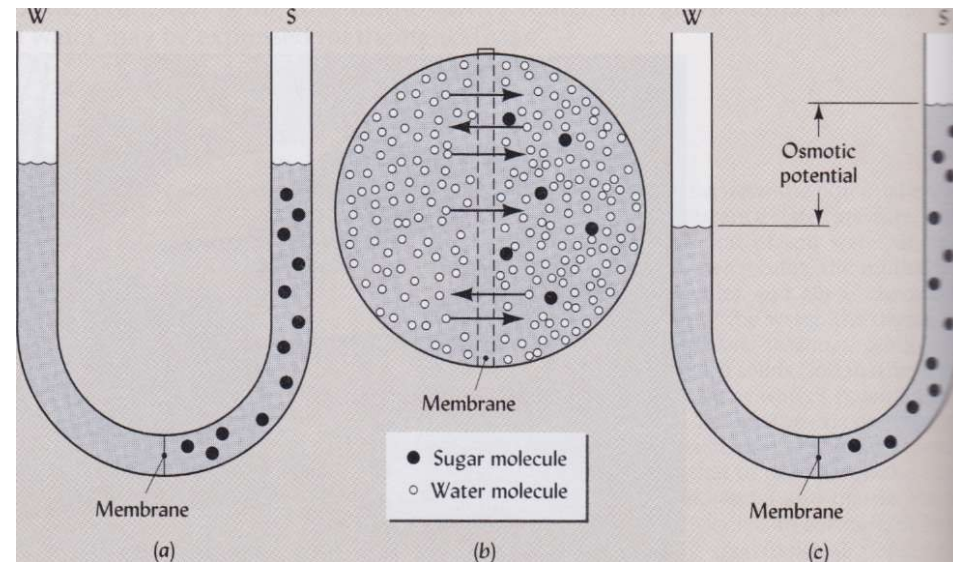


Illustration of the process of osmosis and of osmotic pressure (Nyle C. Brady & Raymold R. Weil, 1996).

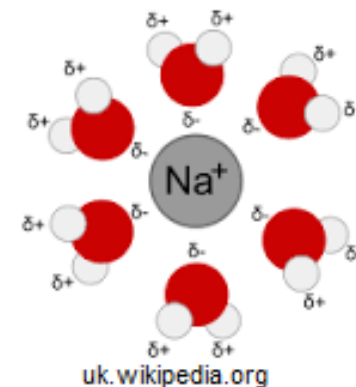
¹ гр. “*metabole* – перетворення, зміна): продукти перетворення речовин в орг-змі в процесі метаболізму, напр. первинні (умовно) низькомолекулярні сполуки (“будівельні блоки макромолекул” - амінокислоти), інші не синтезуються в організмі, а надходять ззовні (вітаміни); вторинні, напр. антибіотики, алкалоїди, гормони росту рослин, тощо. H_2O безпосередньо не входить до складу білків, але бере участь у біохім. процесах («зшивання» амінок-т у пептидні зв'язки під час синтезу, еважливою для стабільності третинної та четвертинної стр-ри білка, тощо.

² у рослинах осм. тиск $\approx 1-1,5$ мПа (10-15, у окремих до 20-40 атм.), коріння має нижчий **ОТ**, ніж надземні частини, що сприяє руху соків уверх по рослині. В організмах тварин і рослин **ОТ** є визначальним Φ щодо розподілення води і поживних речовин між різними органами і тканинами;

³ напівпроникна мембрана, що оточує клітинну вакуоль.

4. Форми В (в клітинах / тканинах):

- вільна і зв'язана ^{1,2}.



Зв'язана В:

- осмотичнозв'язана (гідратована) ³;
- колоїднозв'язана (на поверхні колоїдів та між ними);
- капілярнозв'язана (в клітинних стінках і судинах провідної системи) ⁴.

5. Вміст води в рослинних і тваринних організмах, % до маси тіла (Б. С. Кубанцев, 1973)

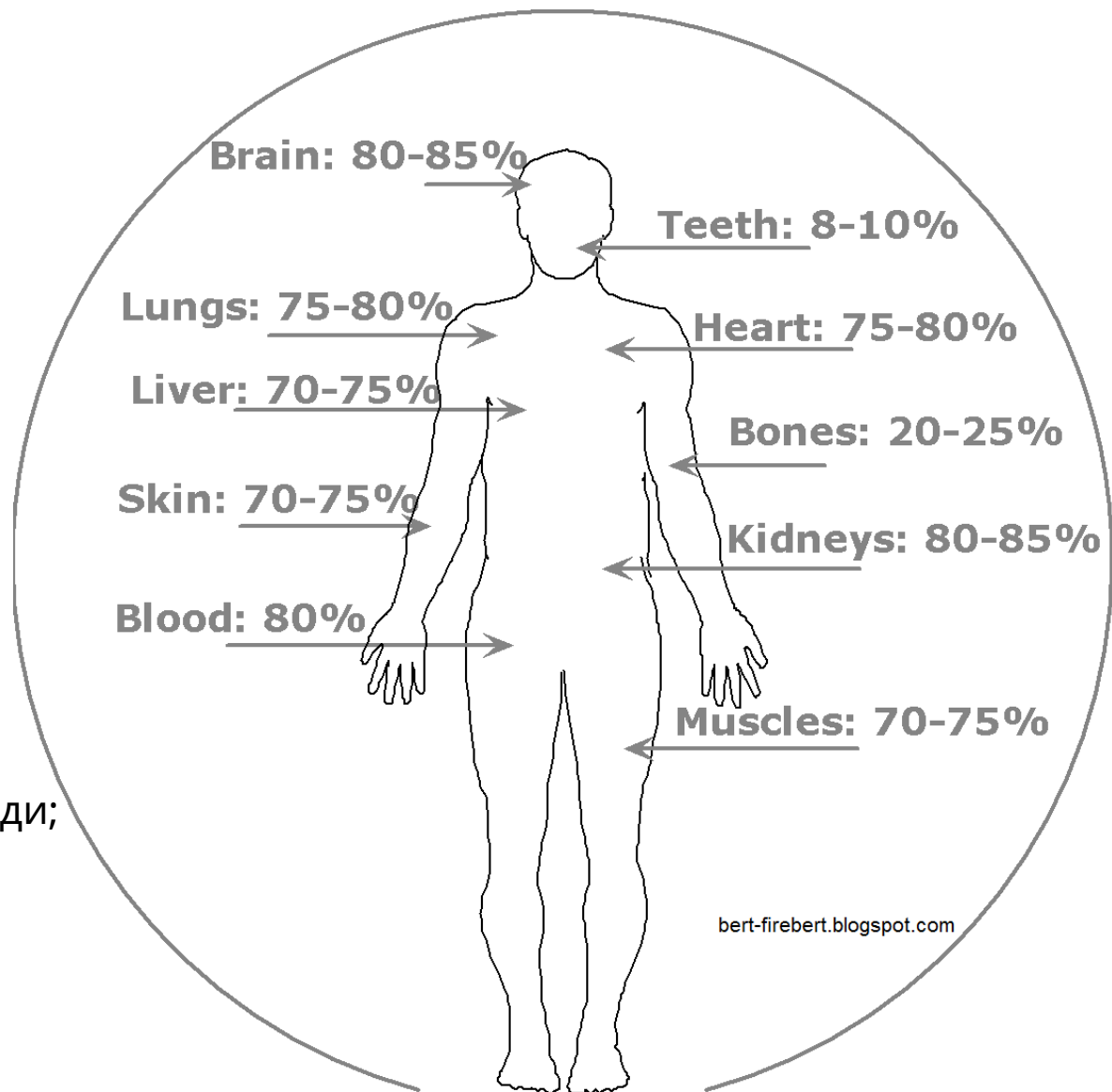
Рослини	Вміст води	Тварини	Вміст води
Водорості	96-98	Губки	84
Коріння моркви	87-91	Молюски	80-92
Листя трав	83-86	Комахи	46-92
Листя дерев	79-82	Ланцетник	87
Бульби картоплі	74-80	Земноводні	До 93
Стовбури дерев	40-55	Ссавці	68-83

¹ у міжклітинних просторах, судинах, тощо;

² між молекулами білків, сполучена з деякими з них, між мембранами, волокнами, тощо;

³ приєднання води до іонів та молекул, що перебувають у розчиненому або вільному стані з утворенням гідратів;

⁴ навіть при критично низькому вмісті вологи значна к-сть води утримується частками гідратованих колоїдів, іонів та молекул.



- ✓ Організм людини 60-70% води;
- ✓ дитячий організм – 80%;
- ✓ новонароджений – 86%;
- ✓ у старій людині – не > 50%.
- ✓ при втраті 20% води людина помирає.

6. За віднош. до **В** (рослини):

- водні:
 - *гідратофіти* ¹;
 - *гідрофіти* ²;
- наземні.



Латаття біле — типовий гідратофіт



Типовий гідрофіт — Очерет звичайний

7. За здатн. приспосовувати водний обмін до коливань:

- пойкілогідричні ³;
- гомойогідричні (гідростабільні) ⁴;
- гігрофіти: ⁵ ;

¹ повністю / більшою частиною занурені у воду, *латаття*, *ряска*;

² нижня частина занурена у воду, яку вони поглинають всією поверхнею, *очерет*;

³ непостійний вміст води, залежить від вологості НПС, мають менш досконалі механізми компенсації нестачі та надлишку вологи (синьо-зелені водорості, лишайники, мохи, деякі види вищих рослин);

⁴ регулюють значні коливання вмісту води, мають більш досконалі механізми компенсації нестачі / надлишку вологи (більшість наземн. рослин.);

⁵ вологолюбні, трав'янисті рослини та *еніфіти* (ростуть на стовбурах та гілках ін. рослин/дерев: окремі водорості та лишайники, але поживні речовини отримують з середовища, а не з субстрату) вологих тропічних лісів, деякі види *фіалок*, *калюжниця звичайна*.



Калюжниця болотна

➤ мезофіти ¹;



¹ помірно вологолюбні, листяні дерева, лугові *трави*.

➤ ксерофіти (гр. «xero» «сухий" сухолюбиві):

- *сукуленти* ¹;
- *евксерофіти* ²;
- *пойкілоксерофіти* ³.

8. Екол. пластичність до вологи, як правило, ширша, ніж до Т.



Вероніка лікарська (Veronica officinalis)



Алое

¹ лат. *соковитий*, м'ясисте листя, *алое*, *кактуси*;

² справжні ксерофіти, деякі види *полину*, *вероніка*;

³ при зневодненні впадають в анабіоз: *папороті*, частина *водоростей*, більша частина *лишайників*, *мохи*



Артеміза лікарська (Artemisia officinalis)

2.7. Повітря як екологічний фактор

1. Особливості:

- середовище існування (1);
- одне з джерел споживання (2) ¹.

2. Склад: **N₂** (78,08%), **O₂** (20,96%), **Ar** (0,93%), **CO₂** (0,033%) та ін.

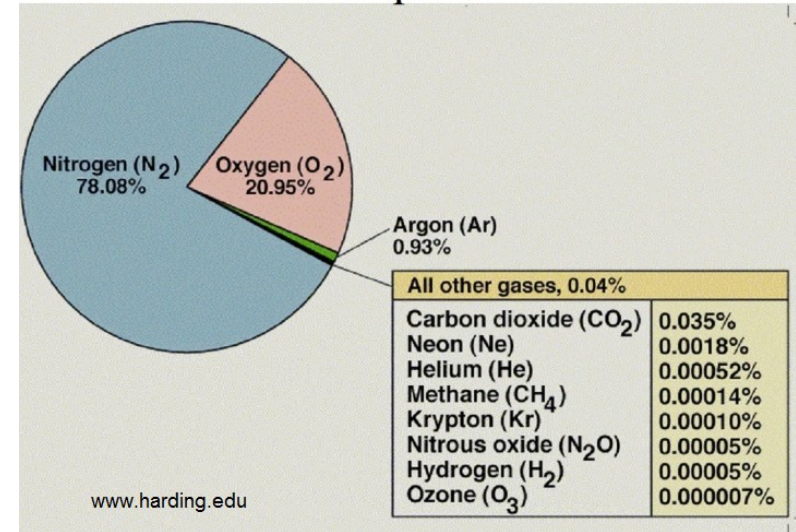
3. **ВП** (0.001 - 4%, в ср. 0.1-2.5%).

4. Аерозолі: пилок / спори рослин, пил, сажа, солі тощо.

5. Домішки: аміак (**NH₃**); озон (**O₃**); сірководень (**H₂S**); метан (**CH₄**); діоксид сірки (**SO₂**), та ін.

¹ CO₂, ≈ 50% сухої маси рослин - вуглець повітря.

Composition of Dry Air in the Lower Atmosphere of Earth



6. Маса 1 см³ повітря за t 0 °С та атм. тиску 760 мм рт. ст. \approx 0,00129 г., тому:

- менший опір руху організмів;
- сила земного тяжіння обмежує розміри ¹;
- колив. t вищі ніж у воді ².

7. Роль вітру:

- вирівнювання концентрації;
- посилення газообміну;
- посилення випаровування ³ ;
- СО₂ нижчих шарів до крон дерев;
- запилення рослин;
- поширення організмів (спор);
- перенесення запахів, тощо.

¹ жорсткі стр-ри: скелет, хітин, целюлоза;

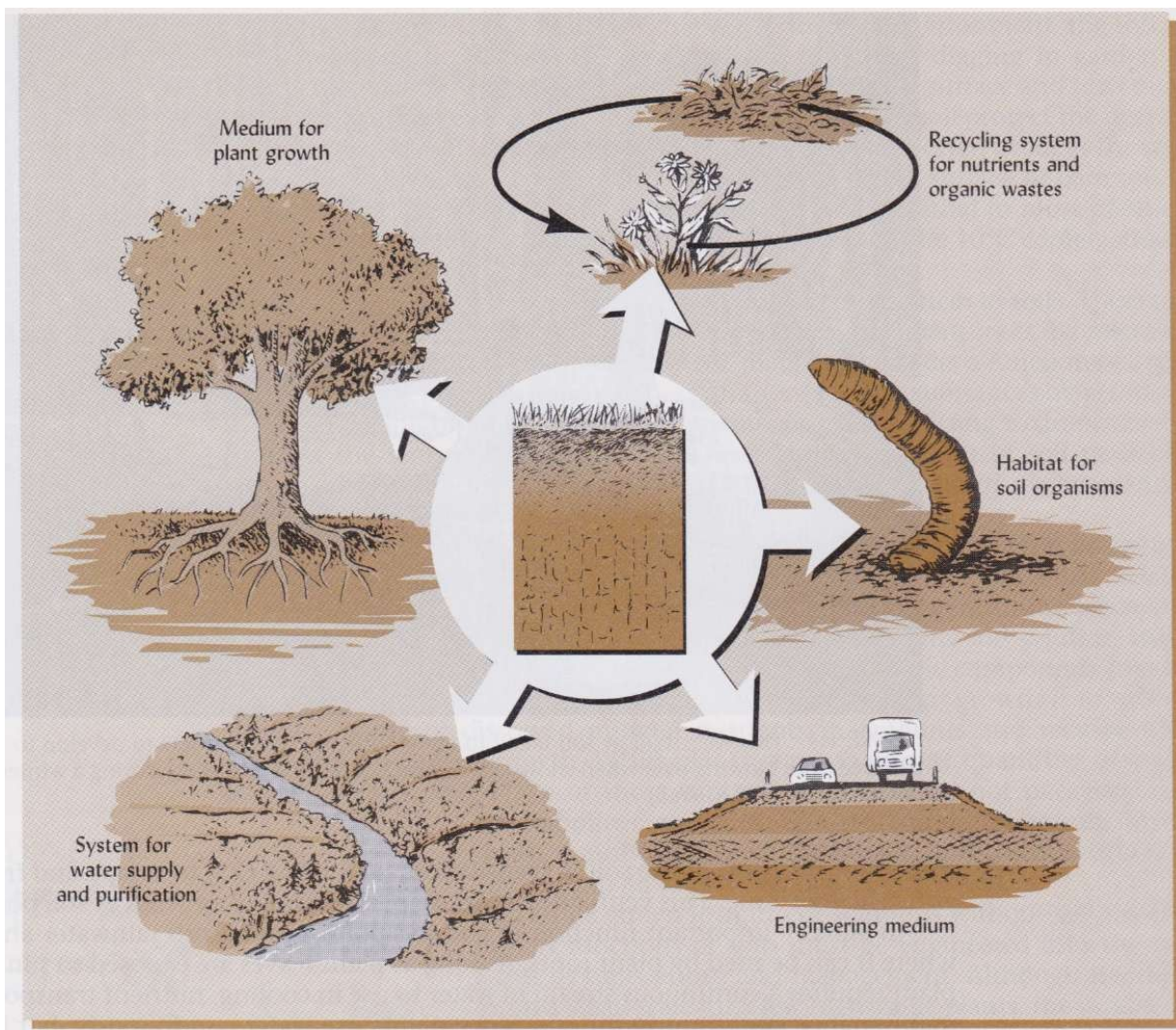
² пит. теплоємн. \approx 1,006 кДж/(кг·К, води - 4,218 кДж/(кг·К));

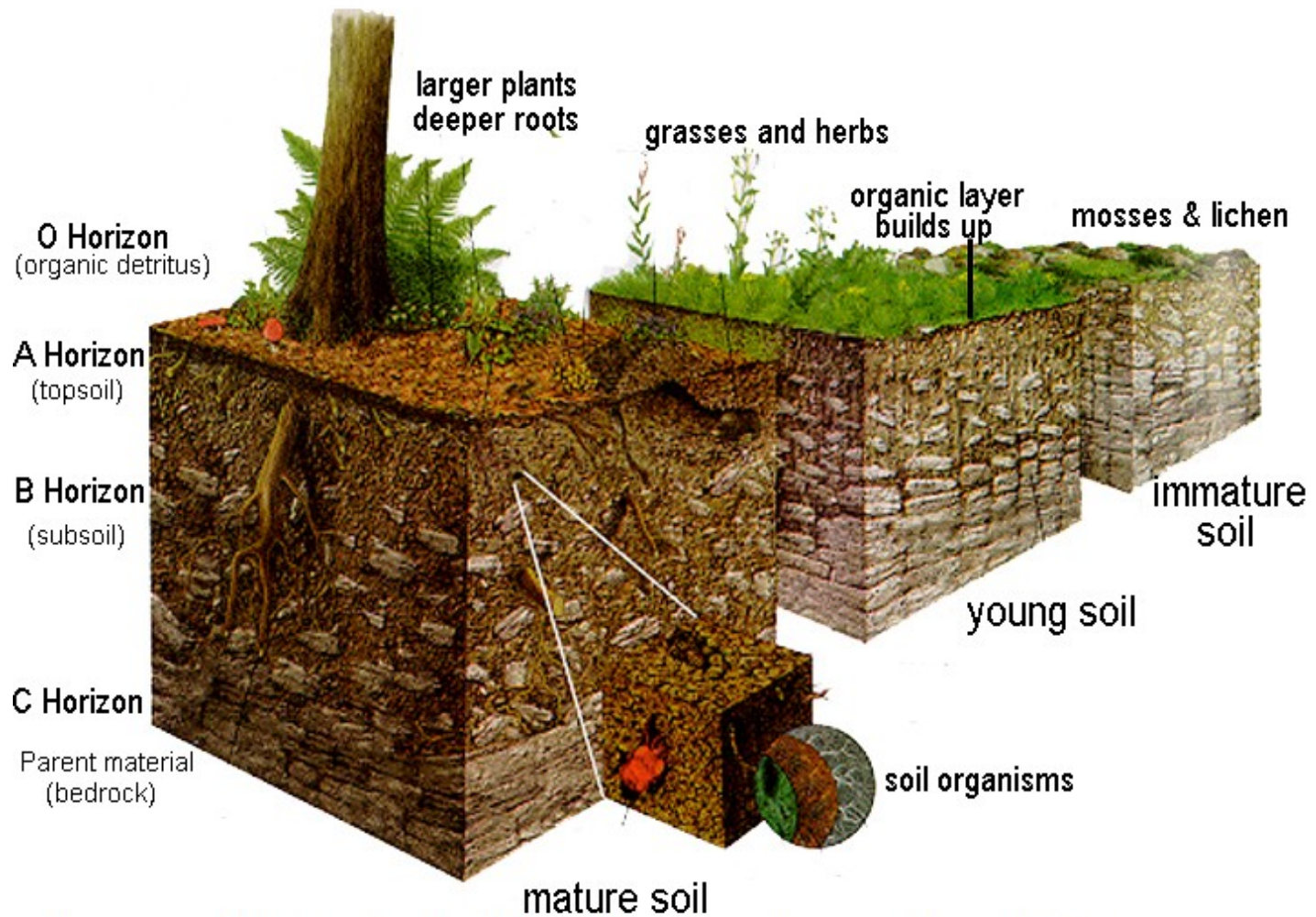
³ поглинання поживних речовин із ґрунту



2.8. Едафічний фактор в житті рослин та тварин

1. Екол. функції ґрунту (Nyle C. Brady & Raymond R. Weil, 1996)



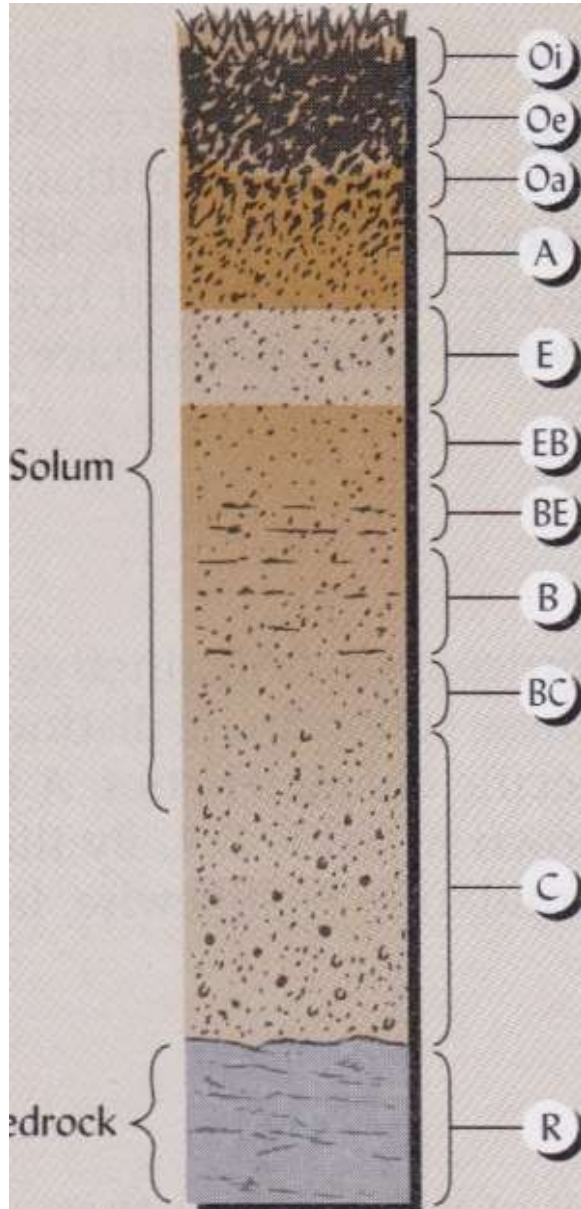


Eluvium - geological deposits and soils derived by *in situ* weathering and/or gravitational movement and wind accumulation (adjective = eluvial)

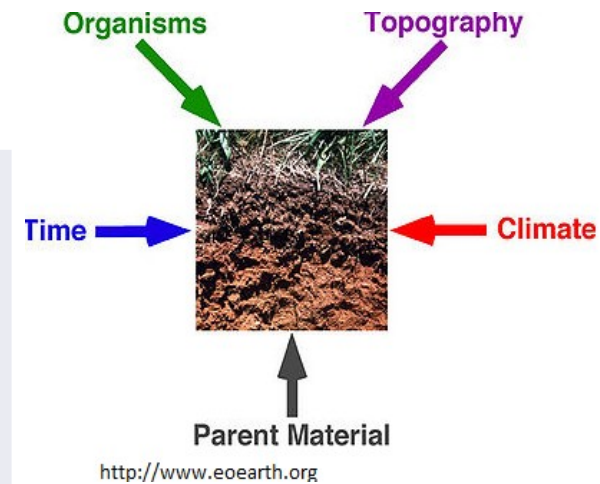
Alluvium - soil or sediments deposited by a river or other running water (adjective = alluvial)

www.bio.miami.edu

2. Грунт – це продукт взаємодії ряду компонентів:



Oi	Organic, slightly decomposed
Oe	Organic, moderately decomposed
Oa	Organic, highly decomposed
A	Mineral, mixed with humus, dark colored
E	Horizon of maximum eluviation of silicate clays. Fe. Al oxides, etc.
EB	Transition to B. more like E than B
BE	Transition to E. more like B than E
B	Most clearly expressed portion of B horizon
BC	Transition to C. more like B than C
C	Zone of least weathering, accumulation of Ca and Mg carbonates, cementation, sometimes high bulk density
R	



Hypothetical mineral soil profile. Any particular soil profile may exhibit only some of these horizons.

The *solum* includes the A, E, and B horizons plus some cemented layers of the C horizon (Nyle C. Brady & Raymond R. Weil, 1996)

3. З точки зору екології:

✓ мінеральна частина ¹.

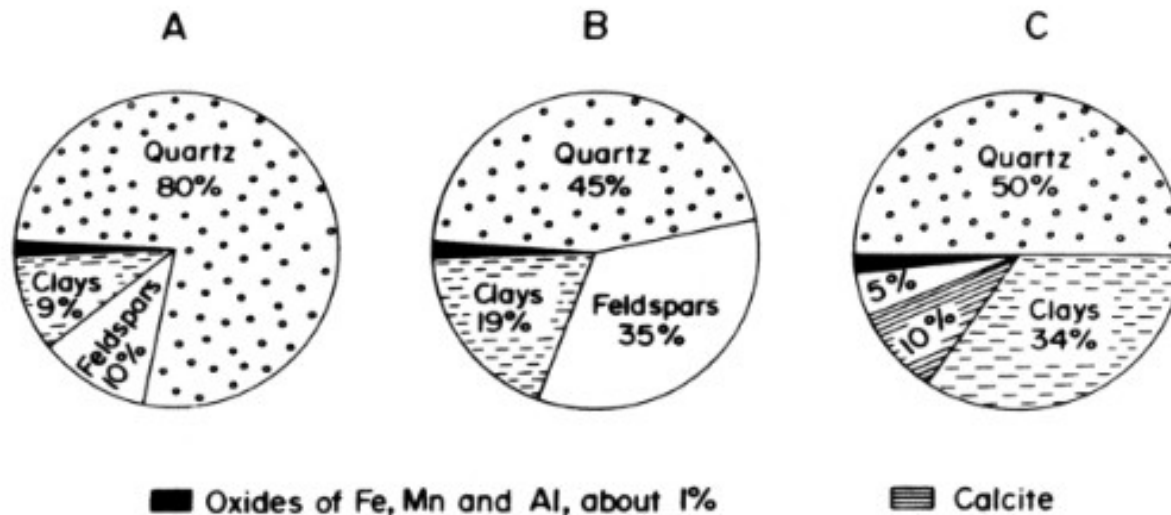


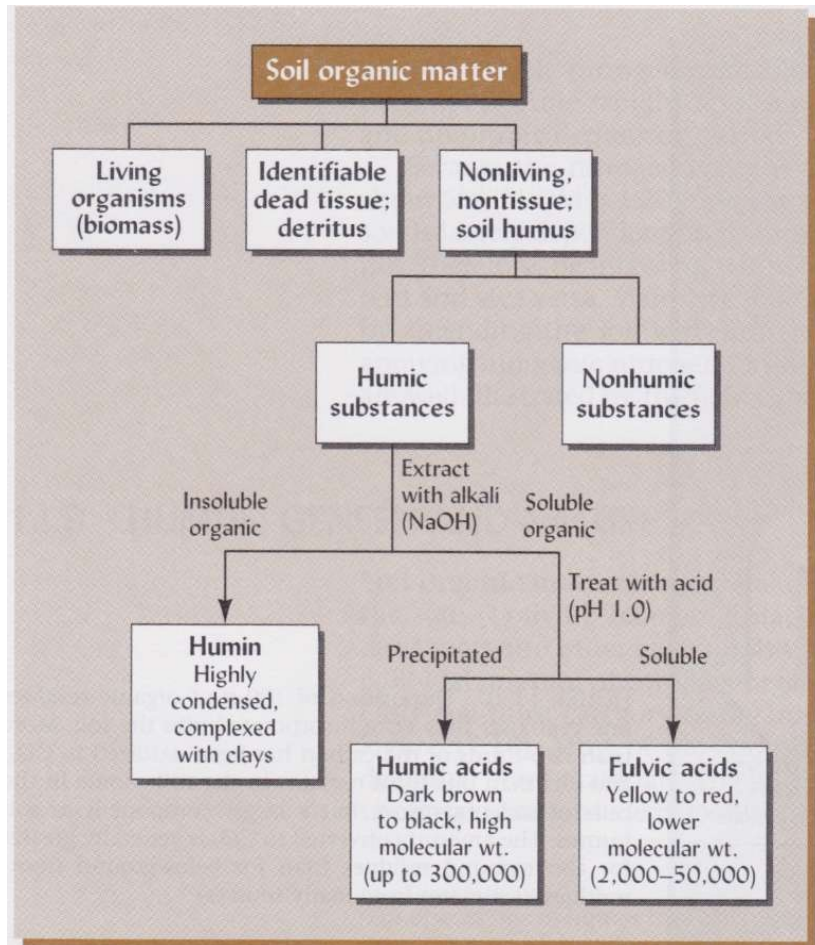
Figure 12 Approximate composition of mineral constituents of surface soils derived from different rocks in a temperate humid climate. (A) Podzoluvisol over sandstone; (B) vertisol over granite; (C) rendzina.

Trace Elements in Soils and Plants. A. Kabata-Pendias, H. Pendias, 2001

Sandstone – пісковик; Luvisols – сипі лісові; Vertisol – вертисолі (Г, що утв. під сильним впливом води, т.то при періодичному чергуванням вологих і сухих періодів, збагачені глинами, що набухають; Granite – піщані; Rendzina – рендзини (дерново-карбонатні, інтразональні кальцієморфні ґрунти).

¹ природні хім. сполуки кристал. будови, що входять до складу гірських порід (силікати, кварц, слюди, каолініт та ін.). **Первинні**: дрібні уламки порід, що руйнуються при вивітрюванні (кварц, польові шпати); Вторинні мінерали: переважно глинисті, постійно утв. внаслідок трансформації первинних під час вивітрювання і ґрунтоутворення (хлорит, доломіт).

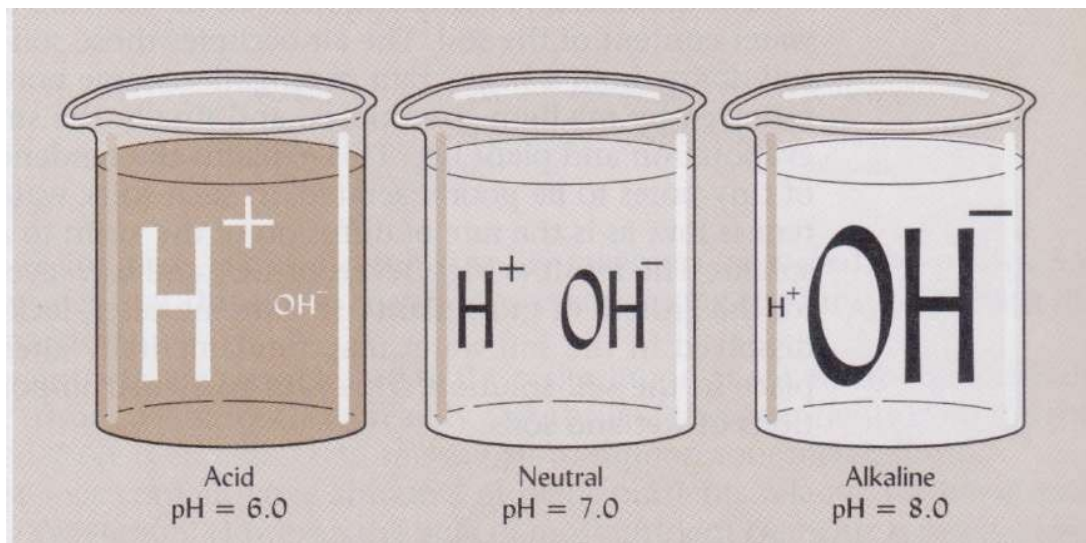
✓ органічна частина¹.



Classification of SOM components separable by chemical and physical methods. The classical scheme dividing soil *humic* substances into *humin*, *fulvic* acids, and *humic* acids fraction is based on their insolubility in NaOH (humin), their subsequent solubility (fulvic acids), and insolubility (humic acids) in acid solutions (pH = 1). (N. Brady & R. Weil, 1996).

¹ продукти гуміфікації – розкладені рештки рослин та тварин.

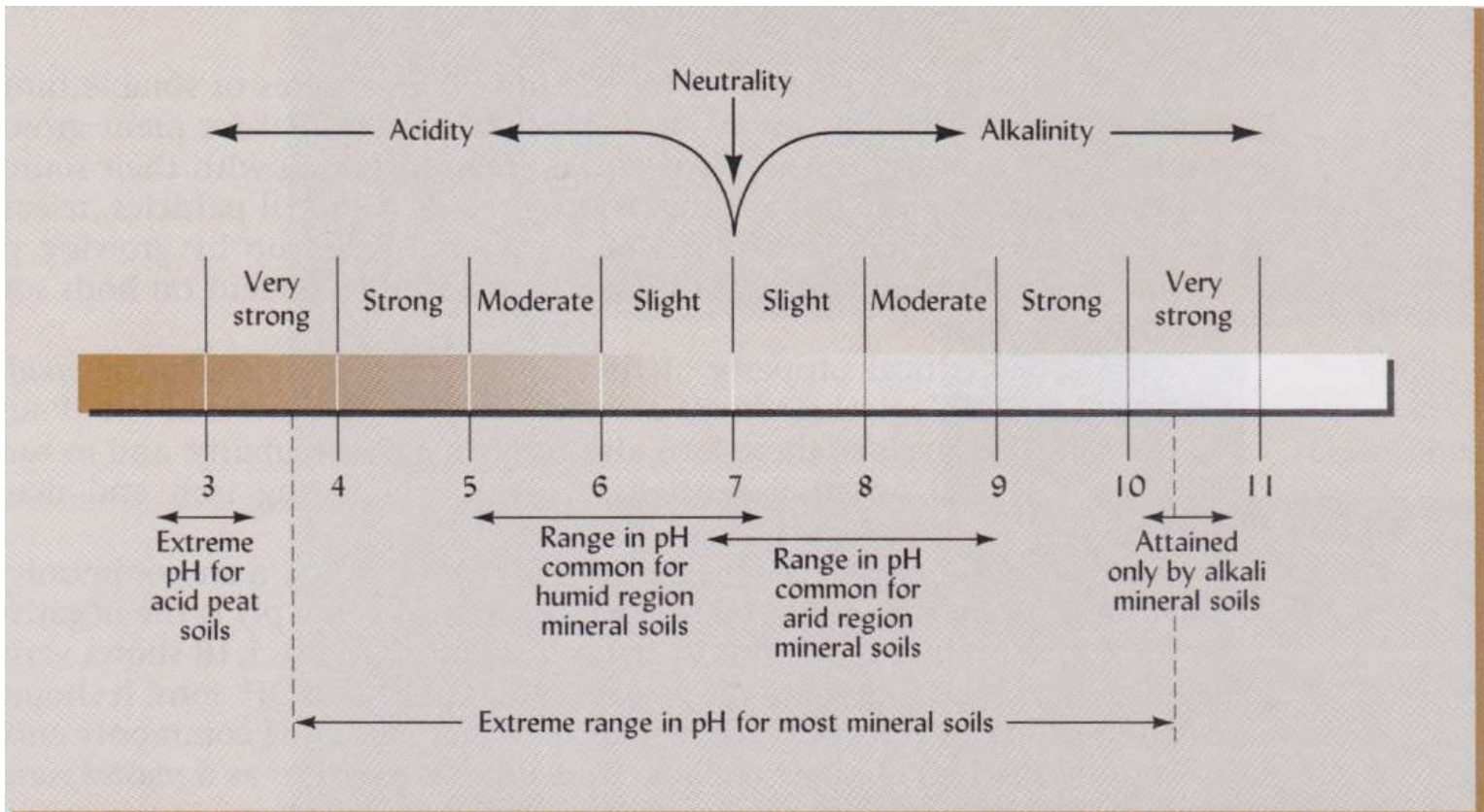
рідка частина ¹.



¹ волога ґрунту: $\text{pH} = - (\log_{10} ([\text{H}^+]))$.

Diagrammatic
representation of acidity,
neutrality, and *alkalinity*
(Nyle C. Brady & Raymond R.
Weil, 1996)

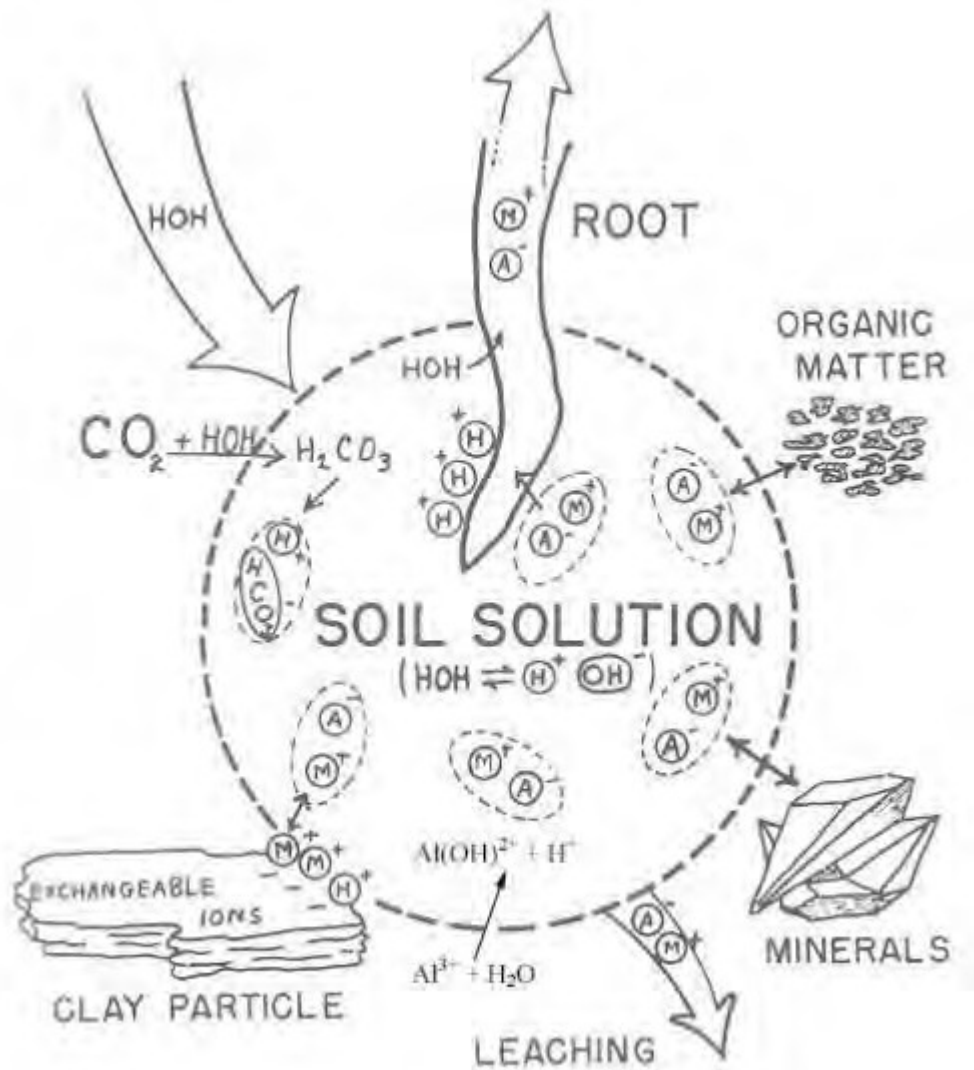
- ✓ At neutrality the H^+ and OH^- ions of a solution are balanced (pH 7).
- ✓ At pH 6, the H^+ ions are dominant, being 10 times greater, whereas the OH^- ions have decreased proportionately, being only one-tenth as numerous.
- ✓ At pH 8, the exact reverse is true; the OH^- ions are 100 times more numerous than the H^+ ions.
- ✓ This mutually inverse relationship must always be kept in mind when pH data are used.



Extreme range in pH for most mineral soils and the ranges commonly found in humid region and arid region soils (Nyle C. Brady & Raymond R. Weil, 1996).

Also indicated are the maximum alkalinity for alkali soils and the minimum pH likely to be encountered in very acid peat soils.

Основні ґрунтові процеси:

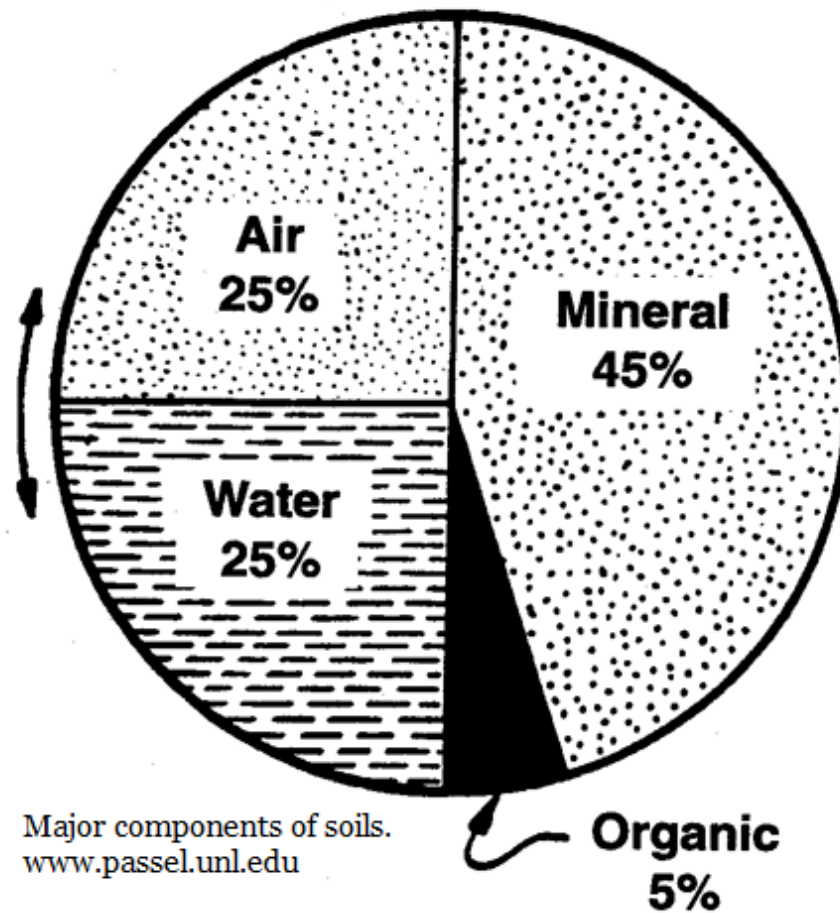


- ✓ вивітрюв. мінер. / орг. сполук;
- ✓ розчинення розчинних форм з утв. катіонів та аніонів;
- ✓ реакції гідролізу - вода з мінералами;
- ✓ реакції окислення / відновлення;
- ✓ обмінні реакції "іонів" в обмінній формі на колоїдах.

✓ газоподібна частина ¹

Component	Soil air (%)	Atmosphere (%)
N ₂	79.2	79.0
O ₂	20.6	20.9
CO ₂	0.25	0.03

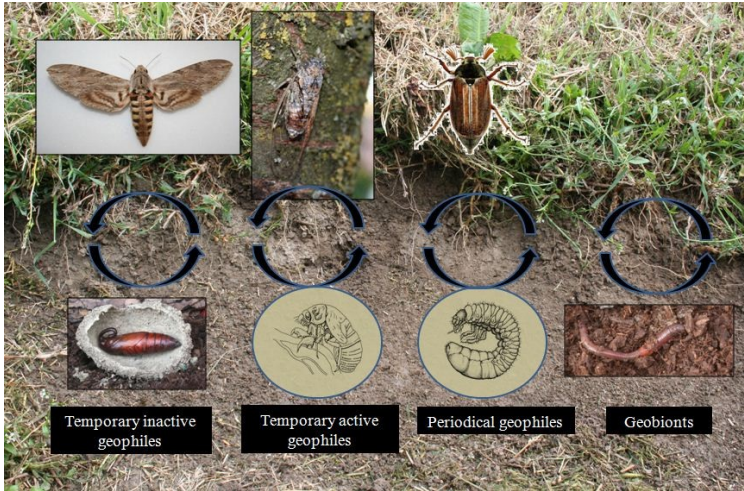
Source: Russel, E. J., and Appleyard, A. 1915, The atmosphere of the soil, its composition and causes of variation. *J. Agr. Sci.* 7:1-48.



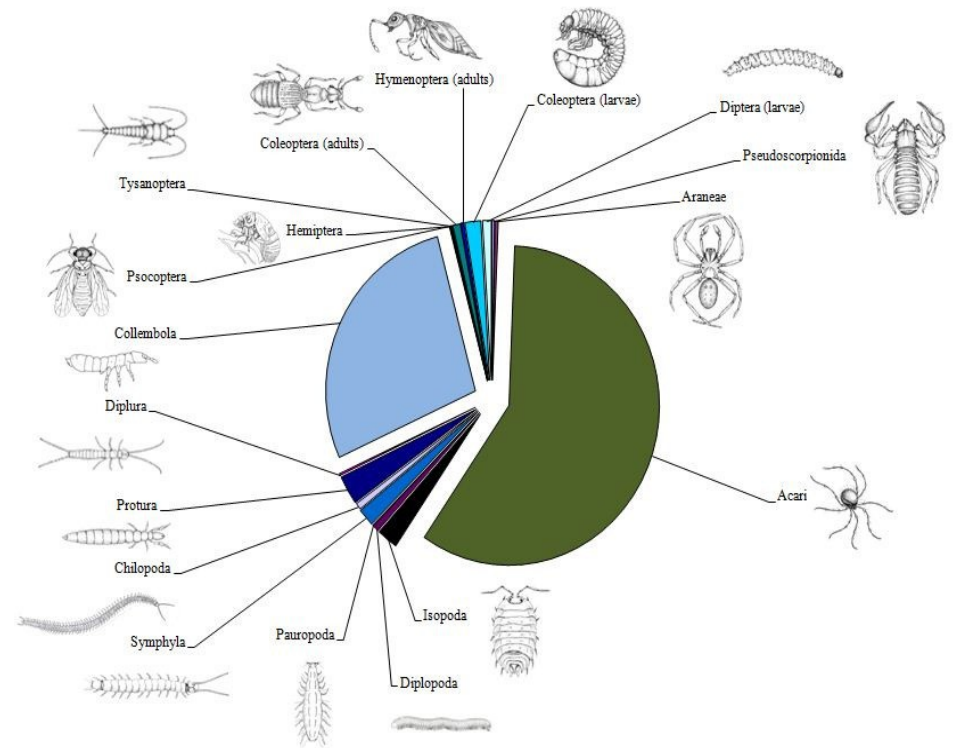
¹ ґрундове повітря.

✓ тварини ґрунту¹

¹ ґрунтова фауна або едафон.



The main four grouping that can be individualized between soil invertebrates, depending on their life strategies and how closely they are linked with soil
<http://dx.doi.org/10.5772/51091>



Soil microarthropod community in a beech forest of Northern of Italy
<http://dx.doi.org/10.5772/51091>



Earthworm belonging to megafauna
<http://dx.doi.org/10.5772/51091>

Microbial groups with representative size, numbers,* and biomass* found in soil (D. Sylva et. al 1999).

Microbial group	Example	Size	Numbers	Biomass
		(μm)	(no. g^{-1} of soil)	(kg wet mass ha^{-1} of soil)
Viruses	<i>Tobacco mosaic</i>	0.02 x 0.3	10^{10} - 10^n	
Bacteria	<i>Pseudomonas</i>	0.5 x 1.5	$10^8 - 10^9$	300 - 3,000
Actinomycetes	<i>Streptomyces</i>	0.5 - 2.0*	$10^7 - 10^8$	300 - 3,000
Fungi ¹	<i>Mucor</i>	8.0**	$10^5 - 10^6$	500 - 5,000
Algae	<i>Chlorella</i>	5 x 13	$10^3 - 10^6$	10 - 1,500
Protozoa	<i>Euglena</i>	15 x 50	$10^3 - 10^5$	5-200
Nematodes	<i>Pratylenchus</i>	1,000 ^s	$10^1 - 10^2$	1 - 100
Earthworms	<i>Lumbricus</i>	100,000 ^s		10 - 1,000

** diameter of hyphae

^slength

¹ Fungi compose \approx 4% of the known species of life on earth and \approx 8% of estimated unknown species. In spite of their importance, < than 5% of the estimated 1.5 million fungi have been identified.

2.9. Сніговий покрив як екологічний фактор

✓ Різні за формою та розмірами сніжинки:

1. довгий час зберігається, утв. суцільний покрив.

2. особливо важливий: глибокий пухкий шар що довго лежить.

✓ Рихлий сніг ¹.

✓ Теплопровідність: 0,0003 ².

✓ **Т** під снігом вища і рівніша, ніж на поверхні.

¹ насичений повітрям; слабо проводить тепло; добре захищає рослин і тварин від низьких темп..

² у порівнянні з піщаним ґрунтом – 0,0043, та каменю 0,0097 ккал / 1 см³ / 1 сек. при градієнті 1°C.



2.10. Орографічні фактори

1. *Орографія* (гр. "орос" — гора): опис та класифікація форм рельєфу земної поверхні.

2. Види рельєфу:

- ✓ *нано-*, – карликовий рельєф – це найдрібніші нерівності, підвищення та пониження;
- ✓ *мікро-*, – дрібні підвищення, впадини, купини, кротовини та інші нерівності.
- ✓ *мезо-*, – долини рік, балки, яри і так далі.
- ✓ *мега-*, – плоскогір'я, рівнини, гірські хребти, міжгірні впадини.



<http://www.photoukraine.com>

2.11. Вітер, атмосферний тиск, магнітне поле Землі

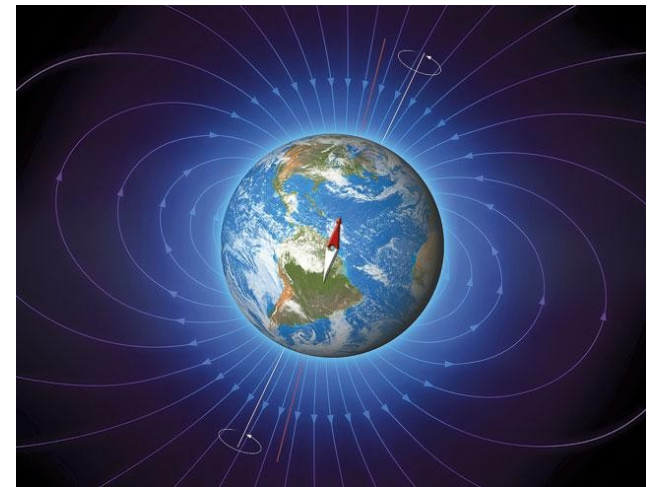
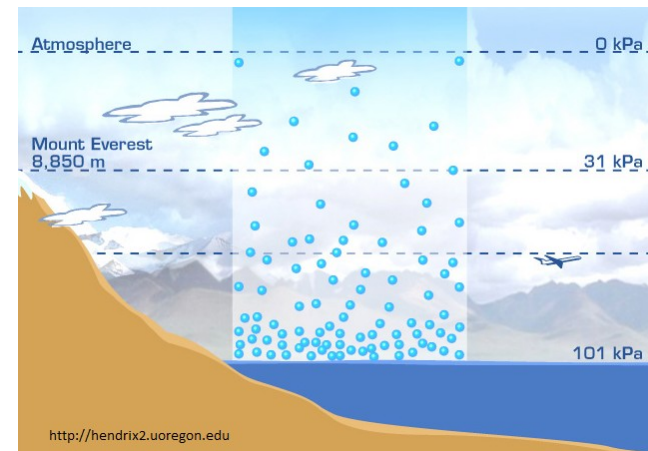
1. Екол. функції вітру: (див. вище).
2. **АТ**: високий – повітря надходить в Г; низький – навпаки дифундує / просочується з Г¹.
3. **МП** Землі: природне **ЕМ** силове поле, що виникає з джерел що знаходяться в Землі та навколоземному просторі².
4. **МБ**: короткотривала зміна **МП** Землі під впливом потоків Сонця.

¹ комфорт для людини - 760 мм.рт.ст., (нормальний АТ): при зміні значення > 10 одиниць у більшу чи меншу сторону - організм реагує загальним погіршенням самопочуття.

На організм тварин здебільшого посередньо - через погоду і клімат, напр. риби (щука): у негоду (циклон) йде на глибину, у гарну погоду (антициклон) знову виходить на "полювання".

² причина виникнення: рух речовини в зовнішньому ядрі. Земля – це магнітний диполь, поле якого виявляється на поверхні планети і виходить в навколоземний простір (створює магнітосферу).

Багато тіл на Землі (окремі гірські породи), мають власний магнетизм і отримують індукований магнетизм під впливом домінуючого **МП** Землі. Тому **МП** на земній поверхні / поблизу неї – це сукупний вплив багатьох джерел, у т.ч. залізорудних тіл та гірських порід.



2.12. Біогенний екологічний фактор

1. **БЕФ** – живі організми:
2. фітогенні та зоогенні біол. Ф.
3. Вплив фізіол. активних речовин проявляється через явище алелопатії (віденський фізіолог Г. Моліш, 1937 р.)
4. Принцип алелопатії – форма біотичних зв'язків при взаємодії рослинних організмів у фітоценозах, проявляється зокрема шляхом виділення специфічних алелопатичних речовин (заг. назва – *біоліни*):
5. *коліни*¹ – **ОР**, хім. продукти життєдіяльності рослин що впливають на ін. рослини.

¹ кореневі виділення берези бородавчастої пригнічують ріст і послабляють фотосинтез дуба звичайного, в'язів дрібнолистого і звичайного.

Горіх чорний виділяє через корені хімічні речовини, які пригнічують ріст інших рослин, приклад аменсалізму ar25.org/article/alelopatiya-roslyn.html.



2. фітонциди – виділ. рослинами, діють на мікроорг-ми ¹:
3. маразміни - виділ. мікроорг-ми та діють на рослини ².
4. антибіотики - синтезуються мікроорг-ми та діють на мікроорг-ми.

¹ відіграють важливу роль в імунітеті рослин і у взаєминах організмів;

² речовини в'янення, яких багато у лісовій підстилці та у верхніх шарах ґрунту; до складу входять аміак, альдегіди та ін. леткі речовини.

