

PARTEA I

OBIECTUL BIOFIZICII

Stiintele biologice studiaza natura vie reprezentata prin plante, animale si oameni si relatiile complexe dintre ele. Aceste reprezentanti ai naturii vii au o structura foarte variata. Functiile vitale se complica si se perfectioneaza progresiv, de la formele simple la cele complexe, ca rezultat al adaptarilor foarte numeroase la conditiile de viata. Fiziologul roman, acad. E.Pora, sublinia ca : „viata se serveste de toate posibilitatile pe care lumea fizica i le pune la dispozitie”.

Pentru cercetarea si cunoasterea proceselor biologice trebuie cunoscute, in primul rind, structura si insusirile fizico-chimice ale materiei vii. La baza multor procese biologice stau anumite fenomene fizice. De multe ori, aceste fenomene fizice sunt corelate cu fenomene chimice si, de aici, greutatea de a le studia separat. In lumea vie gasim o asociere foarte strinsa a fenomenului chimic cu fenomenul fizic, deoarece substantele actioneaza intre ele atit prin proprietatile lor chimice, cit si prin cele fizice. Limitele intre fizica si chimie se sterg in lumea vie, dar tocmai strinsa intrepratrundere a fenomenelor fizice cu cele chimice caracterizeaza fenomenul vietii.

Pentru a inlelege scopul si metodele de cercetare ale biofizicii trebuie sa se aiba in vedere ca obiectul cercetat de biofizica este materia vie, respectiv viata, iar metodele de cercetare ale bios-ului sunt metodele fizicii si chimiei pe de o parte, si ale biologiei si matematicii, pe de alta parte.

Pina in prezent s-au dat diverse definitii pentru biofizica, dar inca nu s-a ajuns la un consens in ceea ce priveste definirea completa a ei.

Astfel, profesorul Tarusov de la Universitatea Lomonosov din Moscova arata in cartea „*Bazele biofizicii*” ca : „biofizica consta in studiul fenomenelor si transformarilor moleculare fizico-chimice care stau la baza mecanismelor primare ale proceselor biologice”.

Profesorul W. Beier (1968) de la Universitatea din Leipzig, in lucrarea „*Introducere in biofizica teoretica*” defineste biofizica drept

„stiinta care se ocupa cu analiza fizica a structurilor functionale si a comportarii biologice”.

Dupa parerea acad.prof. Grigore Benetato, „biofizica este stiinta care studiaza structura si functiile sistemelor vii cu ajutorul teoriilor si tehnicilor fizice”.

Dupa prof. dr. doc. Vasile Vasilescu, de la Universitatea de Medicina si Farmacie din Bucuresti, „biofizica este stiinta care

studiaza fenomenele fizice din sistemele biologice, în lumina și cu ajutorul teoriilor și tehnicilor fizico-matematice".

Din definițiile care s-au dat pentru obiectul biofizicii, rezulta că aceasta este știința care studiaza :

- structura fizica a sistemelor biologice ;
- proprietatile fizice ale acestor sisteme ;
- fenomenele fizice care stau la baza (care determină) fenomenele biologice cu ajutorul teoriilor și tehnicilor fizico-matematice.

Introducere în biofizică

Biofizica → fenomenele fizice implicate în funcționarea sistemelor biologice, fiind o știință care utilizează tehnici și concepte fizico-chimice pentru cercetarea fenomenelor lumii vii.

Luând drept criteriu de clasificare nivelul de organizare a materiei vii, **ramurile principale** ale biofizicii sunt urmatoarele:

- a. Biofizica electronică (cuantică)
- b. Biofizica moleculară
- c. Biofizica celulară
- d. Biofizica sistemelor complexe

• Pentru cercetarea proceselor biologice → structura și însușirile fizico-chimice ale materiei vii

• La baza multor procese biologice stau fenomenele fizice, însă ele sunt strâns legate de cele chimice și sunt aproape inseparabile.

Biofizica folosește aproape toate domeniile clasice și moderne ale fizicii:

- **Biomecanica** → diferențele tipuri de locomoție animală până la motilitatea celulară
- **Bioelectricitatea** → ansamblul fenomenelor electrice din lumea vie, la nivel celular, tisular și de organ
- **Biotermodynamica** și **bioenergetica** → generarea, stocarea, conversia energiei la nivel celular și problemele energetice ale sistemelor biologice la nivel supraindividual
- **Biocibernetica** → mecanismele reglării și transmiterii de informații în sistemele biologice
- **Radiobiologia** → fenomenele ce au loc la interacțiunea radiației cu materia vie

Fenomenele fizice stau la baza funcționării mecanismelor biologice

Mărimi fizice, unități de măsură, sisteme de mărimi și unități

Mărimea fizică → o proprietate măsurabilă a unui corp

Mărările fizice:

➤ **Fundamentale** → se definesc fără ajutorul altora

[lungimea (l), masa (m), timpul (t), temperatura (T), intensitatea curentului electric (i), intensitatea luminoasă (I), cantitatea de substanță (v)]

➤ **Derivate** → se obțin prin relații matematice din combinarea celor fundamentale

[ex. forță, lucrul mecanic (combinarea masei, lungimii și timpului)]

○ Pentru măsurarea unei mărimi → se alege o mărime de același fel cu ea, care se consideră **etalon** și, de aceea, se numește **unitate de măsură**.

○ A măsura o mărime înseamnă să o compara cu unitatea de măsură aleasă (cu etalonul) și să vedea de câte ori unitatea de măsură se cuprinde în mărimea de măsurat.

Unitățile de măsură:

- unități fundamentale
- unități derivate

1960 la cea de-a XI-a Conferință Generală de Măsuri și Greutăți s-au adoptat pe plan internațional **unitățile fundamentale** pentru mărimile fundamentale.

- metrul (pentru lungime)
- kilogramul (pentru masă)
- secunda (pentru timp)
- kelvinul (pentru temperatură)
- amperul (pentru intensitatea curentului electric)
- candela (pentru intensitatea luminoasă)
- molul (pentru cantitatea de substanță)

Unitățile derivate sunt cele corespunzătoare mărimilor derivate

Exemplu: $[F]_{SI} = [m]_{SI} \cdot [a]_{SI} = \text{kg} \cdot \text{m/s}^2$

Grupul de unități fundamentale stabilite și toate unitățile derivate din unitățile fundamentale constituie un **sistem de unități de măsură**.

Sistem Internațional de unități de măsură (SI) → ansamblu coerent de unități fundamentale și derivate.

- șapte mărimi, respectiv șapte unități fundamentale: metrul, kilogramul, secunda, kelvinul, candela, amperul, nr. de moli.

Sistemul tolerat de unități este sistemul C.G.S. (centimetru, gram, secundă) a cărui folosire se face în funcție de necesități.

Mărimi fizice scalare și vectoriale

❖ **Mărimile fizice scalare** → se caracterizează prin:

- valoare numerică
 - unitate de măsură,
- de exemplu: temperatura, lungimea, masa etc.

❖ **Mărimile fizice vectoriale** → se caracterizează prin:

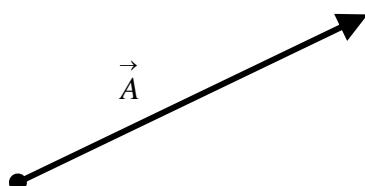
- valoare numerică
- unitate de măsură
- punct de aplicație
- orientare (direcție și sens)

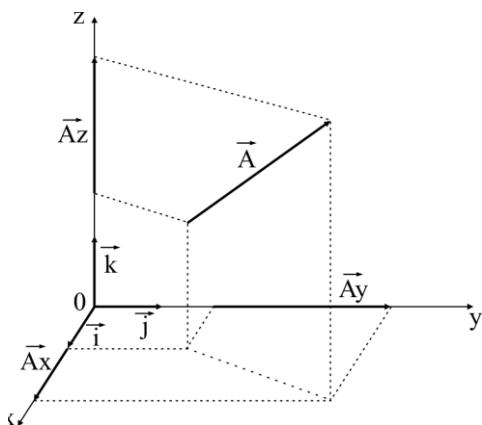
de exemplu: forță (se notează printr-o săgeată deasupra simbolului, \vec{F})

Operații cu vectori

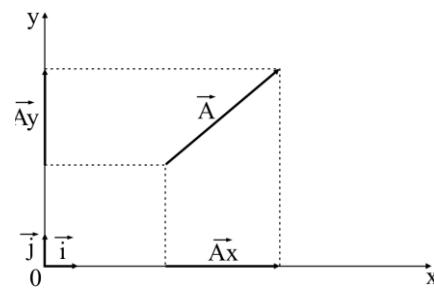
Un vector se reprezintă în felul următor:

- originea (punctul de aplicație) trebuie să coincidă cu obiectul de studiat,
- direcția și sensul sunt indicate de direcția și sensul săgeții





Componentele vectorului \vec{A}
pe trei axe ortogonale



Componentele vectorului \vec{A}
pe două axe ortogonale

○ **Versorii** axelor de coordonate \vec{i} , \vec{j} și \vec{k} (sunt vectori care au modulul egal cu unitatea, adică $|\vec{i}| = 1$, $|\vec{j}| = 1$ și $|\vec{k}| = 1$) și atunci vectorul \vec{A} se poate scrie sub forma:

$$\vec{A} = \vec{i} \cdot A_x + \vec{j} \cdot A_y + \vec{k} \cdot A_z,$$

unde A_x , A_y și A_z reprezintă proiecțiile vectorului \vec{A} pe axele Ox, Oy și Oz

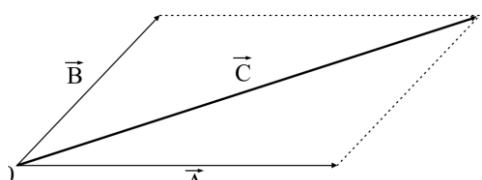
Compunerea a doi vectori :

- găsirea unui vector care să aibă același efect ca și vectorii pe care îi compunem (din punct de vedere fizic)

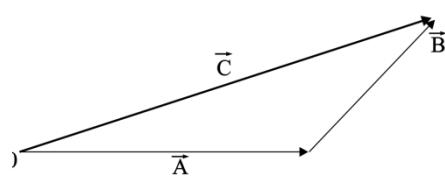
- găsirea unui vector \vec{C} care să fie echivalent cu cei doi, adică $\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$ (din punct de vedere geometric)

Adunarea se poate realiza prin

- **regula paralelogramului**
- **regula poligonului.**



Compunerea a doi vectori prin
regula paralelogramului



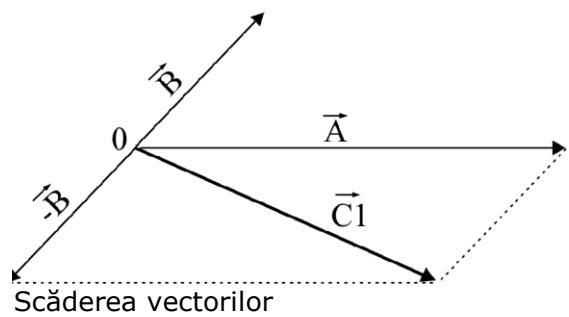
Compunerea a doi vectori prin
regula poligonului

Când se adună mai mulți vectori, poligonul se formează translatănd fiecare vector cu originea în vârful precedentului și rezultanta se obține unind originea primului cu vârful ultimului vector, închizând astfel un poligon.

OBS.

Dacă vectorii care se compun formează un poligon închis, rezultanta lor este nulă.

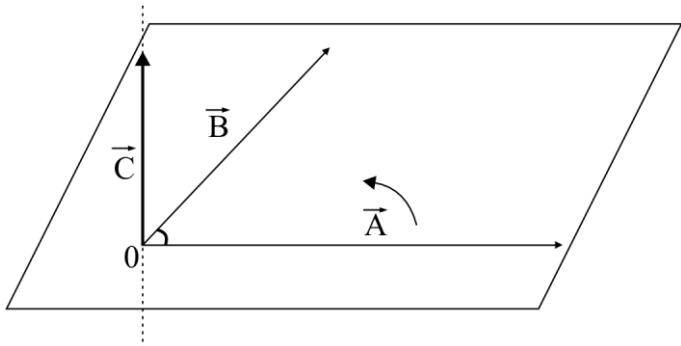
Diferența a doi vectori \vec{A} și \vec{B} înseamnă să adunăm la vectorul \vec{A} opusul lui \vec{B} , adică pe $-\vec{B}$



Produsul a doi vectori poate fi:

- Scalar (mărime scalară egală cu produsul modulelor vectorilor și al cosinusului unghiului dintre ei)
- vectorial (un vector orientat perpendicular pe planul format de cei doi vectori, în sensul rotirii burghiu lui drept care se rotește astfel încât aduce primul vector al produsului peste cel de-al doilea, pe drumul cel mai scurt)

Produsul vectorial se scrie: $\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$



Modulul produsului vectorial este:

$$C = A \cdot B \cdot \sin\alpha$$

Caracterizarea fizico-chimica a substantei vii

Sistemul fizic. Clasificarea sistemelor fizice

O trăsătură caracteristică a corpurilor materiale este faptul că fiecare dintre ele se comportă ca un întreg, ca o unitate față de corpurile înconjurătoare, păstrându-să individualitatea un timp mai mult sau mai puțin indelungat. Aceasta se datorează legaturilor (conexiunilor) dintre partile componente ale fiecarui corp. Din punct de vedere fizic, se consideră că aceste corperi materiale, fie vii, fie lipsite de viață, reprezintă *sisteme*.

In general, prin sistem fizic se înțelege un ansamblu de componente identice sau diferite, unite într-un întreg prin legături și interacțiuni reciproce. Sistemul fizic este delimitat în spațiu și în timp, dar componentele sistemului pot interacționa și cu mediul exterior înconjurător (tot ceea ce nu aparține sistemului considerat)..,

Notiunea de *sistem*, cuprinzind întreaga diversitate a corpuri din natură, permite compararea acestora și, deci, înțelegerea legilor generale de organizare și funcționare a sistemelor.

Clasificarea sistemelor fizice se face după mai multe criterii

— *In functie de structura interioara a sistemului*, se disting două categorii de sisteme :

1. *Sistem omogen*, care este format din același constituent, deci care nu prezintă suprafețe de separație macroscopice în interiorul lui.

2. *Sistem eterogen*, format din constituenți diferiți și care prezintă suprafețe de separație în interiorul lui.

— *In functie de variația proprietăților* pe diferențele directii din sistem, se disting două categorii de sisteme :

1. *Sistem izotrop*, în care proprietățile nu variază pe diferențele directii.

2. *Sistem anizotrop*, în care proprietățile variază pe diferențele directii.

— *In functie de relatiile sistemului cu mediul inconjurator*, se disting trei categorii de sisteme :

1. *Sistem izolat*, care nu schimbă energie și substanța cu mediul exterior. Cantitatea de energie și substanța dintr-un sistem izolat sunt mărimi constante în timp.

2. *Sistem inchis* (pentru substanța), care schimbă numai energie cu mediul exterior. Cantitatea de energie dintr-un sistem inchis este variabilă, în schimb, cantitatea de substanță este constantă.

3. *Sistem deschis*, care schimbă atât energie, cât și substanță cu mediul exterior. Pentru un sistem deschis, atât cantitatea de energie, cât și cantitatea de substanță sunt vamabile în timp,

Organismele vii sunt cele mai tipice sisteme, eterogene, anizotrope și deschise. Metabolismul, creșterea, dezvoltarea organismelor vii și toate celelalte fenomene care au loc în ele se realizează prin structuri adecvate bazate pe eterogenitate și anizotropie. Condiția esențială pentru menținerea vieții constă în schimbul permanent de energie și substanță dintre organismul viu și mediul inconjurator. În cazul ființei umane, întreruperea acestei legături pentru o perioadă mai mare de 5 minute determină degradări ireversibile ale sistemului.

Sistemul biologic

Este un ansamblu (delimitat în spațiu și timp) de unități structurale, cărora le corespund o anumită funcție conditionată de structura și în interacțiune cu mediul inconjurator.

Compozitia atomica a materiei vii, care cuprinde aceleasi elemente chimice ca si materia nevie, nu poate explica particularitatile specifice ale lumii vii. Rezulta ca aceste particularitati decurg din modul cum se grupeaza elementele chimice constitutive, din felul compusilor chimici rezultati, din asocierea elementelor constitutive si din modul de organizare sistemica a organismelor.

La baza proceselor vietii se regasesc fenomene si legi specifice formelor inferioare de miscare a materiei, respectiv fenomenele si legile fizice si chimice.

Datorita organizarii sistemice pe care o prezinta organismele vii, fenomenele si legile fizice si chimice actioneaza in conditii speciale, care confera acestor fenomene si legi caracter proprii, specifice organismelor vii. Aceste conditii fac sa actioneze o serie de fenomene si legi noi, *fenomenele si legile biologice*.

Astfel, la nivel atomic, molecular si supramolecular de organizare a materiei vii, actioneaza legile simple ale miscarii fizice si chimice. De indata ce se, trece de la nivelul supramolecular de organizare la cel celular, apar legile miscarii biologice (s-a produs un salt calitativ al legilor) care includ in ele (integreaza) toate celelalte legi ale treptelor inferioare de organizare a materiei. Astfel, toate legile biologice care vor actiona la nivelul unui tesut le vor ingloba pe cele ale celulelor care compun acel tesut etc. sau, altfel spus, proprietatile si procesele de la nivelele inferioare de organizare a materiei conditioneaza proprietatile si procesele de la nivelele superioare de organizare.

Pentru studiul proceselor biologice, al proceselor patologice, trebuie studiate fenomenele fizice si chimice care se produc in conditiile specifice ale organizarii sistemice a organismelor.

Organismul viu functioneaza ca un sistem deschis, ca un sistem biologic, constituit dintr-o serie de subsisteme. Sistemele biologice se caracterizeaza printr-o serie de particularitati.

Particularitatile sistemelor biologice

Integralitatea sistemelor biologice. Aceasta consta in faptul ca partile componente nu pot exista si functiona normal decat in cadrul intregului din care fac parte. Aceasta particularitate este consecinta modului in care sunt organizate sistemele, a conexiunilor dintre partile diferențiate ale lor. Astfel, cele trei parti componente ale unui animal : capul, trunchiul si membrele reprezinta de fapt, fiecare, complexe de organe si tesuturi. Fiecare din aceste parti este specializata pentru indeplinirea unor anumite functiuni.

Specializarea structurala si functionala a partilor face ca ele sa nu poata exista separat, sa depinda unele de altele, sa fi e indisolubil legate intr-un intreg.

Insusirile intregului sint diferite fata de insusirile partilor lui. De subliniat ca insusirile intregului nu se pot reduce la suma insusirilor partilor lui, intregul prezentind insusiri noi, care apar in urma conexiunilor, a interactiunii partilor, in urma integrarii lor in intregul din care fac parte.

Functionarea si insusirile partilor componente ale unui sistem biologic sint subordonate legilor mai generale ale intregului din care fac parte si sint coordonate de aceste legi.

Echilibrul dinamic. Spre decsebire de sistemele fizice care rezista foarte mult in timp, fara a-si degrada structura, sistemele biologice nu-si pot mentine structura decat consumind substanta si energie din mediul inconjurator. In procesul metabolismului — sub aspectul sau material si energetic — prin organism trece un permanent flux de materie si energie, care face ca organismul sa se autoreinnoiasca mereu, desi el ramane acelasi, pastrandu-si individualitatea in tot cursul vietii. Aceasta reinnoire are loc la nivel atomic si molecular ; cinetica ei este diferita pentru diversele elemente constitutive, structura sistemului ramanand aceeasi.

Cercetarile cu izotopi radioactivi au demonstrat ca in decurs de 100 de zile se reinnoieste majoritatea constituentilor unui organism animal.

Aceasta stare aparte a sistemului biologic, caracterizata printr-un flux permanent de substanta si energie prin sistem, cu pastrarea integritatii sistemului aflat in continua reinnoire a capatat denumirea de echilibru dinamic (echilibru curgator).

Autoreglarea sistemelor biologice. Este premisa si, totodata, consecinta necesara a primelor doua caracteristici.

Orice organism este supus in permanenta actiunii factorilor externi (temperatura, umiditate, vint, dusmani etc.). Aceste stimuli tind, in general, sa deranjeze echilibrul dinamic al sistemului dat, sa-l deregaleze. Sistemul respectiv, pentru a-si mentine homeostazia (aceeasi stare data de variatia in limite foarte stranse a diferitelor constante ale mediului intern), trebuie sa se comporte, sa functioneze in acelasi fel, incit sa faca fata acestor stimuli.

Sistemele biologice isi mentin homeostazia datorita capacitatiilor lor de a receptiona, de a stoca si prelucra informatiile primite, de a elabora „comenzi” si de a transmite aceste comenzi organelor de reactie.

Sistemele biologice au proprietatea să-si autocontroleze și să-si autoregleze funcțiile în fiecare moment, datorită faptului că organismele vii sunt și sisteme cibernetice.

Nasterea, creșterea, dezvoltarea, reproducerea și moartea. Acestea sunt caracteristici ale tuturor sistemelor biologice. Așa cum spus-a poetul, în momentul în care ne-am născut, ne-am îmbolnavit de moarte. Organismele vii au existența finită în timp. Un embrion de plantă sau animal parcurge un sumum de schimbări calitative și cantitative, schimbări care înseamnă nu numai o creștere, ci și o dezvoltare, o diversificare și o specializare a țesuturilor și organelor componente.

La organismele superioare, evoluția de la simplu la complex a impus o diferențiere atât de profundă, încât celulele lor sunt entități bine individualizate. Încărcătura unei celule este determinată de către:

- tipul de celulă;
- stadiul de dezvoltare;
- prezentul și viitorul ei.

În dezvoltarea sistemelor biologice se aplică *legea biogenetica fundamentală* formulată de biologul german E.Haeckel în anul 1886, și anume: *ontogenia* (dezvoltarea unui organism din momentul fecundării până la stadiul de individ) repeta *filogenia* (dezvoltarea speciei privată ca un proces de dezvoltare istorică, ca rezultat al evoluției lumii vii).

Organizarea si componenta materiei vii

Materia vie se caracterizeaza, din punct de vedere chimic, printr-o deosebita eterogenitate. Pe baza multiplelor cercetari microchimice si histo-chimice s-a ajuns la concluzia ca elementele chimice intra in organismele vii in combinatii foarle complicate si extrem de instabile. Datorita labilitatii acestor combinatii, pina in prezent s-a reusit sa se identifice natura numai unui numar redus de substante.

Materia vie este alcatauita din mii de feluri de molecule organice care, formeaza substantele organice (glucide, lipide, protide), o mare cantitate de apa si numeroase substante anorganice (minerale), care se afla fie dizolvate in apa, fie sub forma de combinatii organominerale.

Eterogenitatea materiei vii este si mai evidenta daca se analizeaza deosebirile care exista de la o specie la alta, de la un organism la altul, de la o varsta la alta si chiar de la un organ la altul al aceluiasi organism.

Pentru a exprima compositia chimica a materiei vii, ar trebui sa se cunoasca formulele tuturor constituentilor, ceea ce deocamdata nu este, posibil. Dupa o apreciere a cunoscutului savant american Linus Pauling, „corful uman ar fi constituit din aproximativ 100 000 de feluri de proteine din care astazi nu se cunosc inca bine nici zece”.

S-ar putea spune ca omul este un „mecanism” foarte complicat. Poate ca ar fi mai bine sa se considere constituentii chimici ai unor organisme mai simple, ai unor rame sau chiar ai unor microbi sau plante. Dar si in aceste cazuri problema constituentilor organismelor vii este complicata.

In trecutul indepartat, in conditiile unui mediu adevarat, substantele minerale, inerte, s-au structurat si prin un salt calitativ au castigat proprietati noi, transformandu-se in substante organice, specifice materiei vii. Baza acestor structurari consta in sinteza substantelor proteice, care au imprimat o noua calitate materiei vii.

Din cele arata rezulta ca nu se poate vorbi despre compositia chimica a materiei vii, asa cum se vorbeste despre compositia unui anumit compus anorganic.

Totusi, analiza chimica a materialului tisular de orice provenienta indica compositia chimica elementara a materiei vii, aratand cu aproximatie valorile medii si proportia in care elementele chimice intra in compositia tuturor vietuitoarelor.

Substantele care se gasesc în materia vie (plante și animale) sunt formate din elementele chimice constitutive ale materiei anorganice, dar aceste substantive, datorită proprietăților specifice lumii vii, se deosebesc fundamental de substantivele studiate în chimia anorganica (minerala). Pînă în prezent, din cele 105 elemente chimice identificate în Univers și cuprinse în Sistemul periodic al elementelor (tabelul Mendeleev), au fost identificate în materia vie peste 60 de elemente care au capatat denumirea de elemente biogene sau bioelemente. Faptul că materia vie este constituită din aceleasi elementechimice care ase gasesc și în mediul abiotic, și că nu există nici un element chimic specific materiei vii, demonstrează *unitatea lumii*.

Elementele constitutive ale materiei vii provin din lumea minerală. Ele patrund în organismele vii prin procese de fotosinteza, de respirație sau nutritie.

În funcție de concentrația în care se regăsesc în organismele vii, bioelementele se clasifică în două categorii, și anume: *macroelemente și microelemente*

Mecanica fluidelor

Studiul lichidelor aflate în repaus ⇒ **statica fluidelor**

Studiul lichidelor aflate în mișcare ⇒ **dinamica fluidelor**

Statica fluidelor

Starea lichidă

Lichidele → starea de agregare a substanței în care distanța dintre particulele componente este mult mai mică decât la gaze și de aceea lichidele sunt foarte puțin compresibile.

→ ordine locală a moleculelor pe o distanță de câteva raze moleculare. La lichide, energia cinetică a moleculelor (datorită mișcării de agitație termică) și energia potențială au aceeași pondere.

→ din punct de vedere structural, lichidele ocupă un loc intermediar între gaze și solide.

Proprietățile ce caracterizează lichidele:

- au formă nedeterminată și volum determinat
- sunt izotrope
- curg și sunt extrem de puțin compresibile.

Proprietățile lichidelor depind de **temperatură**, adică la valori ridicate ale acesteia se apropiie de gaze, iar la valori joase de solide.

Densitatea (ρ)

Densitatea absolută → raportul dintre masa și volumul său.

Dacă masa unui corp omogen este M , iar volumul său V , atunci:

$$\rho = \frac{M}{V}$$

Pentru $V=1$, avem $\rho=M$, adică densitatea unui corp este numeric egală cu masa unității de volum.

Densitatea se exprimă în funcție de mărimile fundamentale ca:

$$[\rho] = M/L^3 = M \cdot L^{-3}$$

Unitatea de măsură pentru densitate va fi reprezentată în sistemul internațional (SI) prin relația:

$$[\rho]_{SI} = \text{kg/m}^3 = \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

Densitatea relativă se definește ca fiind raportul dintre densitatea absolută a unui corp (ρ) și densitatea absolută a unui corp luat ca referință (ρ_0):

$$\rho_r = \frac{\rho}{\rho_0} = \frac{\frac{M}{V}}{\frac{M_0}{V}} = \frac{M}{M_0}$$

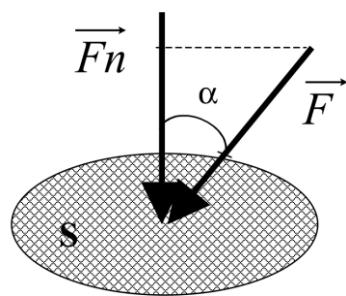
$$\rho = \frac{M}{M_0} \cdot \rho_0$$

Pentru

- *lichide*, corpul de referință este apă distilată, a cărei densitate la 4°C este 1000 kg/m^3
- *gaze*, corpul de referință este aerul la 0°C și la presiunea de 760 mm Hg .

Presiunea hidrostatică

Presiunea (**P**) reprezintă raportul dintre valoarea forței ce apasă normal pe o suprafață și valoarea ariei suprafeței respective



$$P = \frac{F_n}{S} = \frac{F \cdot \cos \alpha}{S}, F_n = F \cdot \cos \alpha$$

Daca $\alpha=0^\circ \Rightarrow P = \frac{F}{S}$

Presiunea se exprimă în funcție de mărimele fundamentale ca:
 $[P] = [F]/[S] = M \cdot L \cdot T^{-2}/L^2 = M \cdot L^{-1} \cdot T^{-2}$

unitatea de măsură în **S.I.** este:

$[P]_{SI} = [F]_{SI}/[S]_{SI} = N/m^2 = Pa$ (Pascal)

iar în **CGS**:

$[P] = dyn/cm^2 = barye (Ba), 1 Ba = 0,1 N/m^2$

Alte unități de măsură tolerate, folosite :

Barul (bar) : 1 bar = $10^5 N/m^2 = 10^6 Ba$ (dyn/cm²).

Torrul (sau mmHg) : este egal cu presiunea exercitată de o coloană de mercur înaltă de 1mm la $0^\circ C$ și în câmp gravitațional normal (standard, accelerația gravitațională $g = 9,8 m/s^2$).

1 Torr = 1 mm Hg = 133,322 N/m²

Atmosferă fizică : este egală cu 760 Torr:

$1 \text{ atm} = 760 \text{ Torr} = 760 \cdot 133,322 \text{ N/m}^2 = 101325 \text{ N/m}^2 \approx 1,013 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \approx 10^5 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ bar}$

Straturile unui lichid aflat în repaus apasă unele asupra celorlalte \Rightarrow **presiune hidrostatică**.

Factorii de care depinde presiunea hidrostatică sunt adâncimea și densitatea:

1. **Presiunea hidrostatică în lichide crește cu adâncimea la care ne găsim în lichid.**
2. **În orice punct din lichid presiunea hidrostatică este aceeași în toate direcțiile.**
3. **Presiunea hidrostatică este aceeași în toate punctele unui plan orizontal.**
4. **Presiunea hidrostatică crește cu densitatea lichidului.**

In **concluzie**:

La o anumită adâncime h , într-un lichid de densitate ρ , presiunea hidrostatică este egală cu produsul dintre densitate, adâncime și accelerația gravitațională.

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

Legea lui Pascal

Presiunea exercitată pe o suprafață oarecare a unui lichid aflat în repaus se transmite în toate direcțiile, cu aceeași intensitate în tot lichidul.

Presa hidraulică este o aplicație directă a principiului lui Pascal.

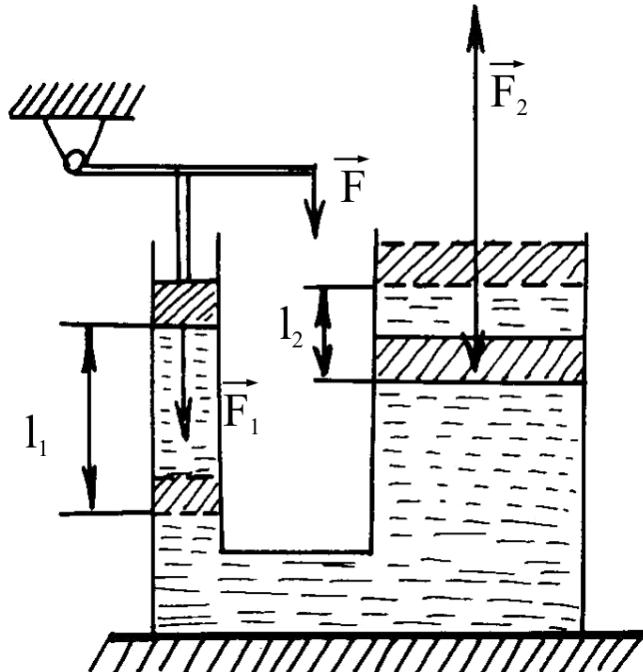
Când asupra pistonului de aria S_1 se apasă cu forța F_1 , sub piston apare presiunea $P_1 = F_1/S_1$ care se transmite conform principiului lui Pascal integral la pistonul al doilea, cu aria S_2 .

Deoarece $P_1 = P_2$, rezulta că:

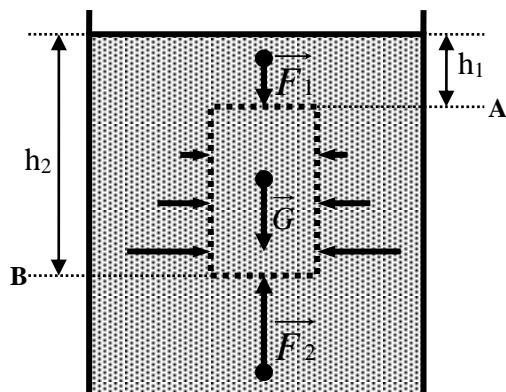
$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \text{ sau } F_2 = \frac{S_2}{S_1} \cdot F_1$$

CONCLUZIE:

- ✓ Forța de apăsare asupra pistonului 2 este mai mare decât forța de apăsare a pistonului 1 de atâtea ori de câte ori este mai mare aria pistonului 2 decât aria pistonului 1.

**Principiul fundamental al hidrostaticii**

- Considerăm în interiorul unui lichid două puncte A(h_1) și B(h_2)
- În punctul A → acț. forță \vec{F}_1 , iar în punctul B → acț. forță \vec{F}_2 .
- Între planele orizontale în care se află punctele delimităm imaginar un **paralelipiped** de greutate \vec{G} .



În condiții statice:

$$\begin{aligned}\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{G} &= 0 \\ F_2 - F_1 - G &= 0 \\ P_B \cdot S - P_A \cdot S - m \cdot g &= 0\end{aligned}$$

$$P_B \cdot S - P_A \cdot S - \rho \cdot g \cdot Sh = 0$$

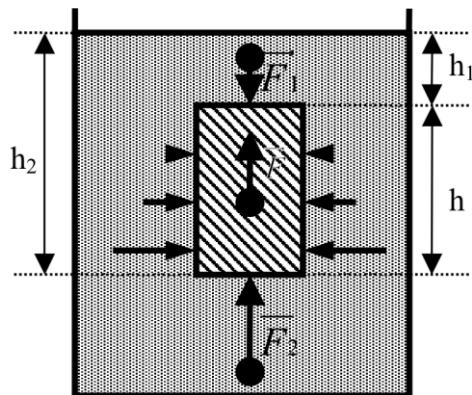
$$P_B - P_A = \rho \cdot g \cdot h$$

Diferența de presiune dintre două puncte A și B din interiorul unui lichid, între a căror straturi distanța pe verticală este h, este:

$$P_B - P_A = \rho \cdot g \cdot h$$

Principiul lui Arhimede

- Considerăm un corp de formă paralelipipedică, cu înălțimea h și aria bazelor S, cufundat într-un vas cu lichid de densitate ρ_l .



$$F_2 = P_2 \cdot S > F_1 = P_1 \cdot S \quad (P_2 > P_1)$$

Rezultanta forțelor de presiune care acționează asupra corpului este:

$$F_{arh} = F_2 - F_1 = (P_2 - P_1) \cdot S = \rho_l \cdot g \cdot h \cdot S = \rho_l \cdot V \cdot g = m_l \cdot g = G_l \quad (\text{greutatea lichidului dezlocuit})$$

F_{Arhimedica}=G_{lichidului dezlocuit}

Orice corp cufundat într-un fluid este împins de jos în sus cu o forță verticală egală cu greutatea volumului de lichid dezlocuit de corp.

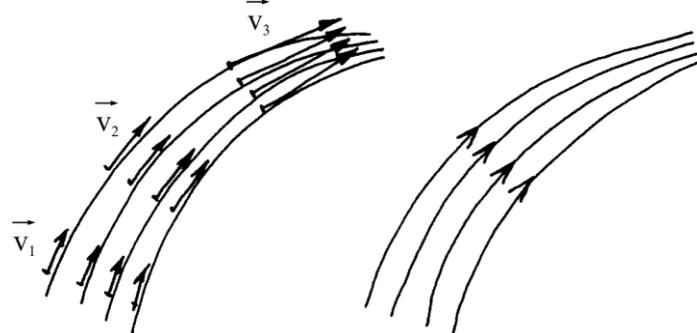
Dinamica Fluidelor

Curgerea fluidelor

În condiții **statische** → cunoașterea adâncimii și a densității pî pentru a caracteriza starea fluidului.

În condiții **dinamice** → pe lângă aceste două mărimi este necesar să cunoaștem în fiecare punct și în fiecare moment și viteza fluidului \vec{v}

- Drumul parcurs de o particule de fluid în mișcarea sa → linie de curent
- În fiecare punct viteza particulei este tangentă la linia de curent



Clasificarea curgerii fluidelor

A. Curgere

→ **staționară** (în regim permanent) dacă viteza particulelor de fluid depinde de poziția lor, descrisă de vectorul de poziție \vec{r} , și nu

$$\rightarrow \quad \rightarrow \quad \rightarrow$$

depinde de timp $\vec{v} = \vec{v}(\vec{r})$

→ **nestaționară** (în regim nepermanent sau tranzitoriu) dacă viteza

$$\rightarrow \quad \rightarrow \quad \rightarrow$$

lor depinde atât de poziția lor cât și de timp $\vec{v} = \vec{v}(\vec{r}, t)$

B. Curgere

→ **nerotațională** (fără vîrtejuri) dacă mișcarea particulelor de fluid este doar translatională (nu se rotoresc)

→ **rotațională** (cu vîrtejuri) atunci când particulele de fluid participă simultan la o mișcare de translație și una de rotație.

C. Curgere (cu sau fără vîrtejuri)

→ **turbulentă** (are loc la viteze mari de curgere) în care liniile de curent se intersectează

→ **laminară** (are loc la viteze mici de curgere) când liniile de curent sunt paralele între ele (vase capilare în care viteza sângeului este foarte redusă)

Debitul masic și volumic

Debitul este o mărime fizică scalară egală cu raportul dintre cantitatea de fluid ce trece printr-o secțiune transversală a unei conducte într-un interval de timp și mărimea aceluia interval.

OBS. În cazul lichidelor, în funcție de mărimea adoptată pentru a măsura cantitatea de fluid, se poate defini debitul volumic și cel masic.

Debitul volumic:

$$Q_v = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{S \cdot \Delta l}{\Delta t} = \frac{S \cdot v \cdot \Delta t}{\Delta t} = S \cdot v,$$

unde v reprezintă viteza de curgere, iar S secțiunea transversală.

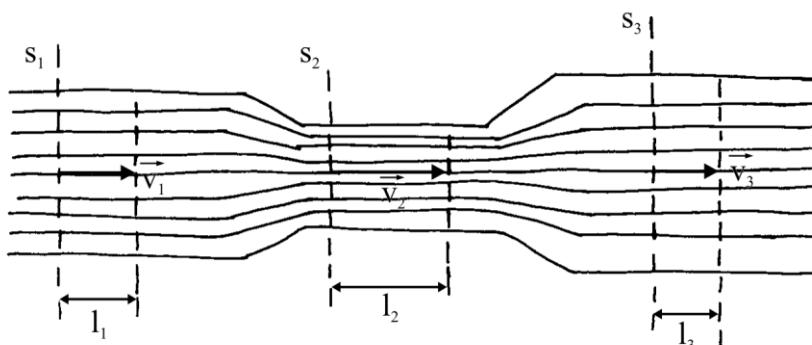
Debitul masic:

$$Q_m = \frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{\rho \Delta V}{\Delta t} = \rho \cdot Q_v$$

Ecuția de continuitate

Considerăm un fluid în curgere staționară.

Fie trei secțiuni transversale S_1 , S_2 , S_3 prin care fluidul curge cu vitezele v_1 , v_2 , respectiv v_3 :



Debitele volumice prin cele trei secțiuni sunt:

$$Q_{1v} = S_1 \cdot v_1$$

$$Q_{2v} = S_2 \cdot v_2$$

$$Q_{3v} = S_3 \cdot v_3$$

Fluidul este incompresibil \Rightarrow prin orice secțiune a conductei trebuie să treacă aceeași cantitate de fluid în același interval de timp:

$$Q_{1v} = Q_{2v} = Q_{3v}$$

$$\Rightarrow S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 = S_3 \cdot v_3$$

Concluzie:

- ✓ Viteza fluidului care curge staționar printr-o conductă cu secțiunea variabilă este mai mare unde secțiunea este mai mică și invers.

Legea lui Bernoulli

Se referă la presiunile exercitate de un lichid la curgere staționară printr-un tub de secțiune variabilă.

Enunț:

În orice secțiune a unui tub înclinat (cu secțiune variabilă) prin care curge un lichid, suma dintre presiunea hidrostatică (p), presiunea hidrodinamică ($\rho v^2/2$) și presiunea de nivel (ρgh) este constantă.

$$P + \rho v^2/2 + \rho gh = \text{const.}$$

În cazul unui tub orizontal, legea lui Bernoulli :

$$P + \rho v^2/2 = \text{const.}$$

→ viteza mare → presiune hidrostatică mică → fen. Venturi

Reologia

Reologia este știința despre curgerea corpurilor sub acțiunea unei forțe.

Când un corp este supus unei forțe, el tinde să se deformeze.

- Dacă deformarea este *temporară*, sub acțiunea de scurtă durată a unei forțe corpul revenind la forma inițială, se numește **deformare elastică**.
- Dacă deformarea este *permanentă*, se numește **deformare plastică** și este corelată cu un **proces de curgere**.

CONCLUZIE:

- ✓ **Un lichid este un sistem care curge sub acțiunea unei forțe exterioare.**

Curgerea fluidelor reale. Vâscozitatea. Legea lui Newton

- În **fluidele reale**, în condiții *dinamice* se manifestă pe lângă forțele de presiune și forțe de frecare internă sau de frecare vâscoasă, care influențează mișcarea fluidelor.

Explicație

Stratul cu viteza mai mică va frâna stratul care se deplasează cu viteza mai mare cu care este în contact și invers, stratul cu viteza mai mare va accelera stratul care se deplasează cu viteza mai mică peste care alunecă

⇒ **forțe de frecare.**

Forțele de frecare dintre straturile de lichid sunt tangente la acestea și îndreptate în sens contrar curgerii lor.

Cu cât aceste forțe sunt mai mari, cu atât fluidul este mai vâscos.

Forța de frecare internă care apare în planul de alunecare pe unitatea de suprafață, este proporțională cu:

- gradientul vitezei (grad $v = \frac{\Delta v}{\Delta x}$ adică variația vitezei cu distanța și arată cât de repede se schimbă viteza la trecerea dintr-un strat în altul)
- aria suprafețelor straturilor aflate în contact, S
- depinde de natura lichidului prin coeficientul de vâscozitate η

$$F = \eta \cdot S \cdot \frac{\Delta v}{\Delta x} \quad (\text{legea lui Newton})$$

Coeficientul de vâscozitate dinamică η este dependent de natura fluidului și de temperatură.

Starea solidă. Deformarea solidelor. Legea lui Hooke

Corpurile aflate în stare solidă se clasifică, din punct de vedere al aranjării în spațiu a particulelor componente, în corpuri:

- Cristaline - particulele componente sunt aranjate ordonat și periodic în spațiu în nodurile rețelei cristaline
- Amorfe - particulele nu mai sunt dispuse ordonat și de aceea se spune că ele au o structură intermediară între a sistemelor lichide și cele a sistemelor cristaline

Schimbarea dimensiunilor sau formei corpuri solide sub influența unor forțe aplicate asupra lor se numește **deformare**.

Dacă se acționează cu o forță deformatoare **F** asupra unei bare de lungime **l₀** și secțiune **S**, ea se alungește, lungimea ei devenind **l**.

- creșterea $\Delta l = l - l_0$ a lungimii barei ca rezultat al deformării ei se numește **alungire absolută**
- raportul $\frac{\Delta l}{l_0} = \epsilon$ se numește **alungire relativă**
- raportul dintre forța **F** și aria secțiunii **S** se numește **tensiune sau efort unitar** $\frac{F}{S} = \sigma$.

Experiența Hooke

→ a arătat că alungirea relativă (ϵ) este direct proporțională cu efortul unitar (σ).

$$\frac{\Delta l}{l_0} \sim \frac{F}{S}$$

$$\frac{\Delta l}{l_0} = \frac{1}{E} \cdot \frac{F}{S},$$

E (inversul constantei de proporționalitate) → constantă numită **modulul lui Young** și depinde de natura materialului din care este confectionat corpul.

Relația de mai sus poate fi scrisă sub forma:

$$\frac{F}{S} = E \cdot \frac{\Delta l}{l_0},$$

$$\sigma = E \cdot \epsilon$$

⇒ **deformarea ε este proporțională cu tensiunea deformatoare σ**

Dacă valoarea efortului unitar depășește o anumită valoare bine determinată pentru un anumit material, deformarea lui nu mai este proporțională cu efortul unitar și legea lui Hooke își pierde valabilitatea.

Lichide newtoniene. Valabilitatea legii lui Newton

Legea lui Newton: $F = \eta \cdot S \cdot \frac{\Delta v}{\Delta x}$ vom scrie sub o altă formă

$$\frac{F}{S} = \eta \cdot \frac{\Delta v}{\Delta x}$$

- gradientul de viteză $\frac{\Delta v}{\Delta x} \rightarrow \text{deformabilitatea } D$
- raportul $\frac{F}{S} \rightarrow \text{tensiune de forfecare } T$

Jinând cont de aceste notații, **legea lui Newton** se poate scrie sub forma:

$$T = \eta \cdot D$$

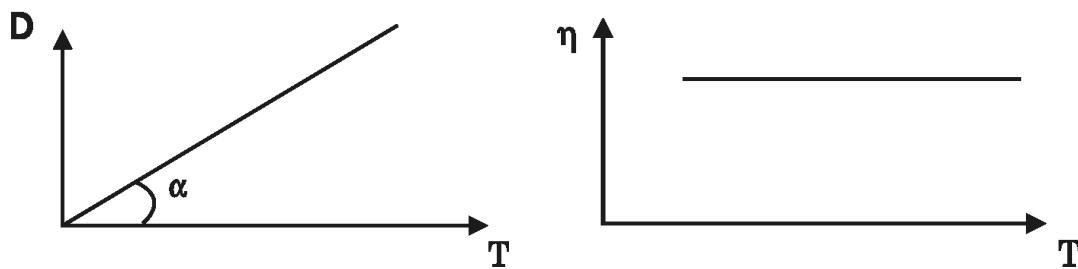
Concluzie:

- ✓ deformabilitatea este proporțională cu tensiunea de forfecare aplicată
- În acest caz de deformare vorbim despre **lichide newtoniene**.

Dacă lichidul \rightarrow forțe de forfecare crescătoare $D=f(T)$ va fi o dreaptă.

O astfel de reprezentare se numește **curbă de curgere sau reogramă**.

- Conform ecuației $T = \eta \cdot D$, această dreaptă va trece prin origine
- Panta dreptei, $\tan \alpha$, se numește **fluiditate**
- În cazul corpurilor newtoniene, vâscozitatea este constantă
- Dependența ei în funcție de tensiunea de forfecare este:



Fenomene moleculare

- **Fenomene de suprafață (superficiale)**
- **Fenomene moleculare de transport**

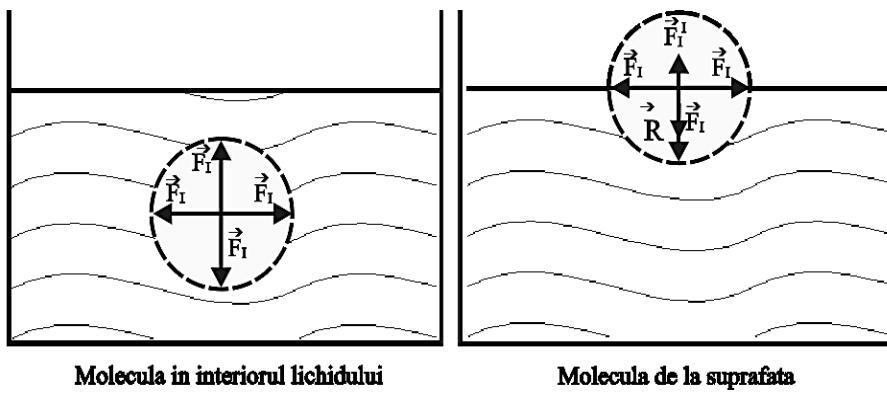
Fenomene de suprafață în faza lichidă

a. Interfața lichid-gaz

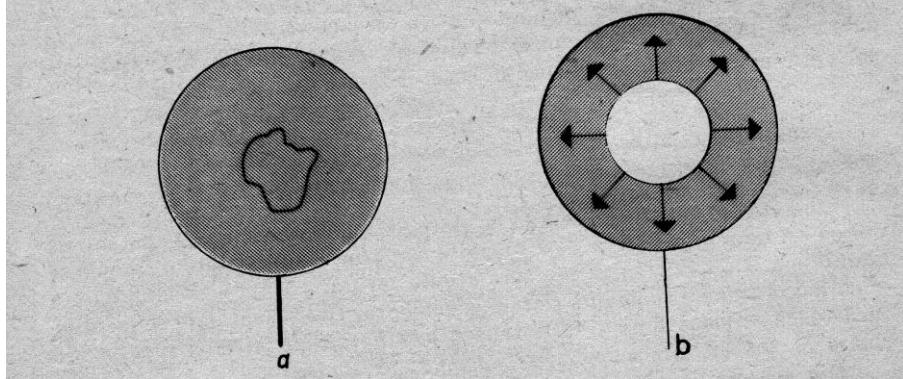
(Tensiunea superficială)

O substanță lichidă este separată de atmosfera înconjurătoare printr-o **pătură superficială**.

- Între moleculele din **interiorul lichidului** pe o distanță de ordinul a trei raze moleculare \rightarrow forțe de atracție care se compensează reciproc ($R=0$).
- Moleculele din **stratul superficial** \rightarrow atrase spre interiorul lichidului [forțele de atracție (coezione) exercitate de moleculele din interior sunt mai mari decât cele exercitate de moleculele de gaz] \Rightarrow Rezultantă $\neq 0$ (**FORȚĂ DE TENSIUNE SUPERFICIALĂ**)



Pătura superficială → membrană elastică



⇒ existența unor forțe superficiale în membrana superficială care acionează tangențial în toate direcțiile.

Sistemele → **echilibru** ⇔ atunci când $E_{pot} = \text{minimă}$

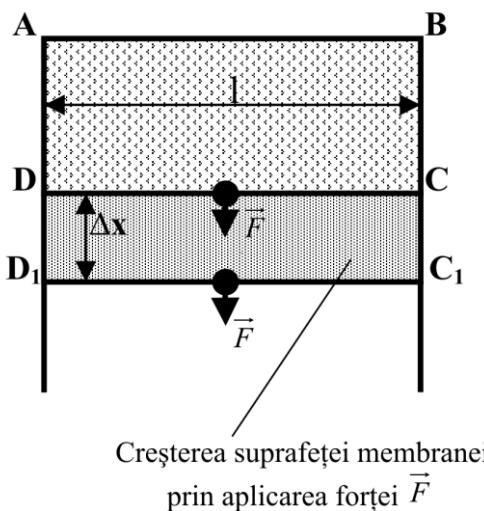
⇒ starea de echilibru se realizează când există cele mai puține molecule la suprafață → tendința de micșorare a suprafeței libere a lichidului

In concluzie:

- ✓ Forța tangentă care ia naștere în stratul superficial și care micșorează suprafața liberă a lichidului se numește forță de tensiune superficială. Grosimea stratului superficial nu depășește raza de acțiune moleculară. Presiunea exercitată de moleculele din stratul superficial asupra celorlalți molecule de lichid → **presiune moleculară**.
 - este foarte mare ($\approx 10^4$ atm)
 - sub acțiunea acestei presiuni moleculele se apropie foarte mult unele de altele (lichidele sunt incompresibile)
 - sub acțiunea acestei presiuni moleculele superficiale au tendința de a se deplasa în interior → micșorarea supr. Libere

Concluzie:

- ✓ Presiunea moleculară face ca stratul superficial să aibă proprietăți diferite de restul lichidului.



Lichid gliceric în interiorul unui cadru de sârmă cu latura CD mobilă.(Lăsată în poz. C_1D_1 se deplasează în sensul micșorării ariei suprafeței libere a peliculei).

⇒ forțele superficiale efectuează lucru mecanic pe seama micșorării energiei potențiale

σ = coeficient de tensiune superficială

$$\begin{aligned} L_S &= F \cdot \Delta x \\ L_S &= \sigma \cdot \Delta S \quad \Rightarrow F \cdot \Delta x = \sigma \cdot \Delta S \Rightarrow F \cdot \Delta x = \sigma \cdot l \cdot \Delta x \Rightarrow \\ &\quad F = \sigma \cdot l \\ &\quad \sigma = F / l \end{aligned}$$

Unitate de măsură : $[\sigma]_{SI} = [F]_{SI} / [l]_{SI} = N/m$

$$\sigma = F \cdot \Delta x / l \cdot \Delta x = \Delta L / \Delta S$$

Coeficientul de tensiune superficială (σ) este numeric egal cu lucrul mecanic efectuat de forțele de tensiune superficială pentru a mări suprafața lichidului cu o unitate.

Moleculele din stratul superficial : $E_{pot\ sup} > E_{pot\ int}$

Fenomenele superficiale exprimă evoluția unui sistem spre o stare de echilibru caracterizată printr-un minim energetic.

Tensiunea superficială a lichidelor și soluțiilor:

- Scade odată cu creșterea temperaturii ($\rightarrow 0$ la $t_{critică}$)
- Scade odată cu creșterea concentrației solvitului
- Depinde de natura substanței (solventului și solvitului)
 - Tensiunea superficială a apei → mare (datorită legăturilor de hidrogen dintre moleculele de apă)

În privința influenței solvitului → 3 cazuri:

- ➡ Nu modifică tensiunea superficială (ex. zahăr dizolv. în apă)
- ➡ Mărește tensiunea superficială (cazul soluțiilor apoase de electrolitii)
- ➡ Micșorează tensiunea superficială (ex. soluții apoase de soluții organice polare)

- Substanțele care prin adăugarea lor **scad** considerabil tensiunea superficială a soluției, se numesc **TENSIOACTIVE**.
- Cele care prin adăugarea lor **cresc** (sau nu modifică) tensiunea superficială a soluției se numesc **TENSIOINACTIVE**.

SUBSTANȚELE TENSIOACTIVE : acizi grași cu lanțuri lungi de C, alcoolii, săruri biliare,etc.

- Sunt substanțe organice care conțin în molecula lor:
 - Grupări polare hidrofile (-OH, -COOH, -CHO, -NH₂)
 - Lanțuri hidrocarbonate (hidrofobe)
- Grupările polare interacționează cu dipolii moleculelor de apă → buna solubilitate a acestor substanțe în apă
- Pătrund între dipolii apei din stratul superficial unde se aglomerează → **adsorbție pozitivă**
- Slăbesc forțele intermoleculare în stratul superficial → scăderea coeficientului de tensiune superficială a soluției față de solvent

Concluzie:

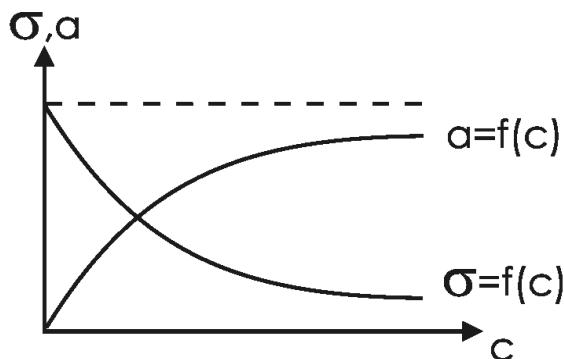
- ✓ În contact cu apa, gruparea polară (hidrofilă) se orientează în stratul superficial spre faza apoasă, iar cea nepolară (hidrofobă) spre partea opusă.

Cantitatea de substanță adsorbită în stratul superficial este o funcție dependentă (crescătoare) de concentrația soluției.

Dacă: $c \uparrow \Rightarrow M_{\text{adsorbită}} \uparrow \Rightarrow \text{Tens. Sup.} \downarrow$

Are loc până când suprafața liberă este "saturată". Astfel, T ajunge la o valoare minimă.

Coeficientul de adsorbție : $a = -c/T \cdot R \cdot d\sigma/dc \rightarrow \text{Relația lui Gibbs}$



Izoterma tensiunii superficiale

Izoterma de adsorbție

Fenomenul invers, când substanțele care măresc tensiunea superficială se îndepărtează de suprafață spre profunzime → **adsorbție negativă**.

b. Interfața solid-lichid

(Fenomene capilare)

Fenomenele superficiale care au loc la contactul dintre lichide și solide → **fenomene de udare**

- La contactul dintre solid și lichid apar forțe de coeziune F_C între moleculele lichidului și forțe de adeziune F_A între moleculele lichidului și ale solidului.
- În raport cu lichidele, o suprafață solidă poate fi:
 - Liofilă (hidrofilă) ($F_A > F_C$), unde pereții vasului (lichidul) aderă la suprafața solidului)
 - Indiferentă (caz ideal)
 - Liofibă (hidrofibă) ($F_A < F_C$), evită contactul cu pereții vasului (lichidul nu aderă la solid).

În imediata vecinătate a pereților vasului meniscul devine

- **concav** (în raport cu aerul) la lichide care *udă pereții* vasului
- **convex** la lichide care *nu udă pereții* vasului.

Înălțimea la care urcă (coboară) lichidele în vasele capilare cilindrice de rază $r \leq 1\text{ mm}$ este dată de legea lui Jurin:

$$h = \frac{2 \cdot \sigma}{r \cdot \rho \cdot g}$$

Aplicații:

- ❖ Există unele substanțe numite „agenți udanți” care introduc în lichide favorizează udarea unor solide.
- ❖ Macromoleculele mediilor biologice au o structură complexă, asimetrică
→ grupări polare (ionizante): carboxil $-\text{COOH}^-$, amino $-\text{NH}_2^+$, hidroxil $-\text{OH}^-$, sunt hidrofile (atrăg în jur molecule de apă).
→ grupări nepolare: grupări hidrocarbonice $\equiv \text{CH}$ sunt hidrofobe (interacț. mai puternic între ele decât cu apa)

Efect hidrofob → macromoleculele biologice în mediu își tind să se „plieze” și să se plaseze astfel încât să expună spre mediu cât mai multe grupări hidrofile și să „orienteze” spre zone interioare grupări hidrofobe.

Ex. Proteinele membranare intrinseci care expun spre mediile intern și extern apoase grupări hidrofile iar spre interiorul membranar grupări hidrofobe.

OBS.

Macromoleculele se organizează astfel încât împreună cu solventul să atingă o energie potențială termodinamică minimă.

→ interacțiunile dintre mediul apelor și macromoleculele au loc până la degajarea unei cantități mari de energie când se formează un număr mare de legături.

Fenomene termice

- ❖ **Termodinamica** → studiază legile generale ale fenomenelor termice fără a ține cont de mișcările termice la scară microscopică.
- ❖ **Teoria cinetico-moleculară** → studiază procesele termice cât și proprietățile corpurilor macroscopice, folosind o ipoteză cu privire la structura intimă a corpurilor.

Se consideră că orice corp macroscopic este format dintr-un număr foarte mare de atomi, iar mișcarea acestora se supune legilor mecanicii clasice.

- ❖ Pentru a simplifica studiul gazelor, s-a recurs la un model cinetic-molecular → „**modelul gazului ideal**”.

Caracteristicile unui gaz ideal:

- gazul este format dintr-un număr foarte mare de molecule identice;
- moleculele sunt considerate punctiforme, deoarece dimensiunile lor sunt foarte mici în comparație cu distanțele dintre ele;
- moleculele nu interacționează între ele, deoarece spațiile dintre ele sunt foarte mari în raport cu diametrul lor;
- ciocnirile dintre și molecule și pereții vasului sunt perfect elastice;

Noțiuni termodinamice de bază

Sistem termodinamic → o porțiune din Univers în interiorul căreia pot avea loc fenomene care se produc cu schimb de căldură.

1. Clasificare:

I. După schimburile cu mediul:

- **Deschis** → schimb de energie și substanță cu mediul
- **Închis** → schimb de energie calorică
- **Izolat** → nici un fel de schimb

Sistemul adiabatic nu schimbă energie calorică cu exteriorul.

Sistemele vii sunt întotdeauna deschise. (Există și sist. închise legate de cele deschise, ex. forme de bacterii)

II. Structura internă:

- **Omogen** → proprietăți identice în orice punct al lui sau se modifică continuu, fără salturi
- **Heterogen** → proprietățile prezintă discontinuități.

Omogene – monofazice

Heterogene - polifazice

Sistemele vii sunt heterogene.

III. După modificarea proprietăților cu direcția:

- **Izotrope** → coeficienții ce caracterizează mărimile fizice sunt aceeași în orice direcție
- **Anizotrope** → valorile coeficienților se schimbă odată cu modificarea direcției

Cauzele anizotropiei : aşezarea ordonată a unor molecule asimetrice, alungite (în timpul curgerii, introducerea moleculelor polare în câmp electric, etc.)

Fazele sistemelor vii pot fi izotope cât și anizotope.

IV. Natura schimburilor energetice:

- **Simple** → realizează cu exteriorul schimb de căldură, iar lucrul mecanic este datorat exclusiv forțelor de expansiune (dilatare). Interacțiunile cu mediul sunt termo-mecanice.

- **Complex** → schimbă cu exteriorul căldură, lucru mecanic datorat forțelor de expansiune și datorat forțelor nemecanice, interacționând complex cu mediul.

Sistemele vii sunt, fără excepție, sisteme complexe.

2. Starea unui sistem termodinamic → totalitatea proprietăților ce caracterizează un sistem la un moment dat.

Proprietățile sistemului sunt particularizate prin ansamblul de mărimi fizice măsurabile care determină starea unui sistem la un moment dat.

Mărimile fizice:

I. În funcție de istoria sistemului:

- **De stare** → nu depind de istoria sistemului (au aceeași valoare, indiferent de calea prin care sistemul o atinge)
- **De proces** → depind de calea prin care sistemul atinge valoarea (Q, L)

II. În funcție de natura lor:

- **Extensive** → depind de dimensiunea și geometria sistemului (m, V, N, etc.)
- **Intensive** → independente de dimensiunea și geometria sistemului (T, c, p, etc.)

Se pot defini cu exactitate pe domenii reduse – infinitezimale.

Mărimi fizice de stare:

Caracterizează dimensiunea, geometria, compozitia și toate celelalte proprietăți ale sistemului (termice, mecanice, chimice, electrice, magnetice, etc.)

Se împart în: - parametri de stare

- funcții de stare

Parametri de stare – sunt anumite mărimi fizice accesibile direct măsurătorilor cu care starea sistemului poate fi complet caracterizată.

(ex. Pentru gazul ideal p, V, T, v)

Ecuația termică de stare leagă parametri de stare:

$$p \cdot V = v \cdot R \cdot T \quad (\text{pt. gazul ideal})$$

- Pentru *sistemele omogene* starea este cunoscută dacă parametri de stare sunt constanți în timp și cunoscuți.
- Pentru *sistemele heterogene*, starea este cunoscută dacă se cunosc parametri de stare ai fiecărei faze.

Funcțiile de stare – sunt mărimi inaccesibile măsurătorilor directe ale căror valori depend exclusiv de param. de stare și pentru o stare dată sunt independente de istoria sistemului.

Variatiile funcțiilor de stare depind doar de parametri stării inițiale și finale, fiind independente de stările intermediare prin care trece sistemul.

Ex. U, H, S, F, G etc.

Starea de echilibru și starea staționară

◆ **Starea de echilibru**

Orice sistem izolat atinge după un timp o stare de echilibru pe care nu o mai părăsește fără intervenție din exterior. Un sistem aflat în stare de echilibru nu va ceda energie în exterior (energia este minimă la echilibru).

Sist.: izolate

◆ **Starea staționară**

Este o stare a cărei menținere necesită în general o anumită energie. Valorile parametrilor rămân constante în timp pe toată perioada în care sistemul își menține starea.

Sist.: deschise

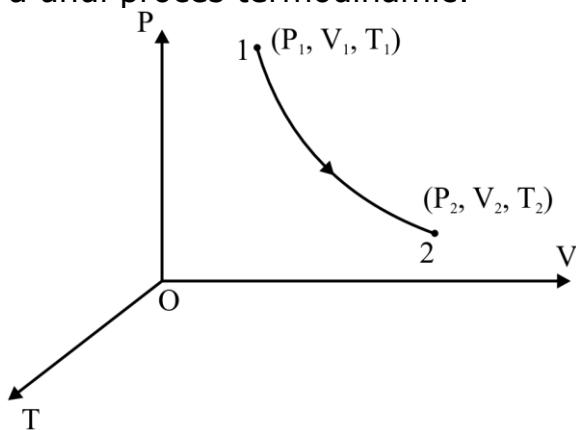
- Sistemele vii nu pot exista în stare de echilibru (o ating abia după moarte, deoarece echilibrul exclude orice schimb dintre sistem și mediu).
- Ele trec dintr-o stare staționară în alta, tinzând spre echilibru.
- Parametrii stării staționare se schimbă odată cu modificarea structurii. Ex. boli, traumatisme scot sistemul din stare staționară
- Activitatea medicală de diagnostic se realizează prin măsurarea unor param. de stare: p , V , T , c , $p\ldots$

Forța termodinamică:

- Caracterizează echilibrul și starea staționară
- Este generată de existența unui gradient
- La echilibru: forța termodinamică = 0
- În stare staționară: forța termodinamică = const. $\neq 0$
- În stare staționară există procese de transport pentru a menține constante mărimile:
 - Transport activ
 - Transport pasiv

Proces termodinamic → trecerea unui sistem termodinamic dintr-o stare în alta se numește proces termodinamic (transformare de stare).

Reprezentarea grafică a unui proces termodinamic:



Clasificarea proceselor termodinamice

- I. După parametrul de stare care rămâne constant în timp:
 - i. Procese termodinamice *izoterme* ($T=const.$)
 - ii. Procese termodinamice *izocore* ($V=const.$)
 - iii. Procese termodinamice *izobare* ($P=const.$)
 - iv. Procese termodinamice *adiabatice* (fără schimb de căldură cu mediul ambient)

- II. După natura stărilor intermediare dintre starea inițială (1) și cea finală (2):
 - i. Procese termodinamice *cvasistatiche*
 - ii. Procese termodinamice *necvasistatiche* (de neechilibru)-stările intermediare nu sunt stări de echilibru și nu pot fi reprezentate printr-o curbă continuă.
 - iii. Procese termodinamice cvasistatiche reversibile ($2 \rightarrow 1 \Leftrightarrow 1 \rightarrow 2$)

- III. După raportul dintre starea finală (2) și starea inițială (1)
 - i. Procese închise (ciclice)
 - ii. Procese deschise (neciclice)

Postulatele termodinamicii. Scări de temperatură

Primul postulat al termodinamicii :

“Dacă un sistem termodinamic izolat este scos din starea de echilibru termodinamic, acesta revine intr-o altă stare de echilibru termodinamic din care nu poate ieși niciodată de la sine”.

Al doilea postulat al termodinamicii :

“Echilibrul termodinamic este tranzitiv ($A \sim B, B \sim C \Rightarrow A \sim C$)”.

Scări de temperatură

- *Celsius*: pct. de înghețare a apei 0°C ; pct. de fierbere 100°C .
- *Fahrenheit*: — " — " — 32F ; — " — 212F .
- *Kelvin* : — " — " $273,15^{\circ}\text{C}$; — " — $373,15^{\circ}\text{C}$.

Rolul temperaturii :

- În teoria cinetico-moleculară :

“Temperatura este o mărime ce caracterizează energia cinetică medie de mișcare a moleculelor gazului ideal”.

$$\overline{\mathcal{E}} = \frac{3}{2} kT$$

- Din punct de vedere termodinamic :

“Temperatura caracterizează sensul schimbului de căldură intr-un proces”.

Teoria cinetico – moleculară

Substanța → structură discontinuă, granulară.

→ particulele : mișcare continuă și dezordonată

Substanță → Molecule → Atomi

- Unitatea atomică de masă : $1\text{u} = 1,66 \cdot 10^{-27}\text{kg}$
- Nr. lui Avogadro : $N_A = 6,023 \cdot 10^{26}\text{molec/kmol}$
- Volumul kilomolar : $V_M = 22,42 \text{ m}^3/\text{kmol}$
- Nr. mol dintr-o substanță : $n = m/M$.

Studiul gazului ideal

Gazele → sistemele fizic cele mai simple

Viteza medie și drumul liber mediu:

Ciocniri numeroase ($\approx 10^9$ ciocniri/secundă) ; vitezele moleculelor variază continuu în mărime și direcție.

Viteza medie:

Media aritmetică a vitezelor tuturor moleculelor:

$$\bar{v} = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n} \quad n = \text{nr. de molecule}$$

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} ;$$

R = const. univ. a.
gazelor

M = masa molară

T = temperatura

Viteza medie pătratică :

$$v_{mp} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

Drum liber mediu:

Spațiul / parcurs de moleculă între 2 ciocniri consecutive :

$$\bar{\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{n}$$

Parametri de stare ai gazului :

Sunt mărimi macroscopice ce caracterizează complet starea gazului ideal :

- a) Presiunea, p
 - b) Temperatura, T
 - c) Volumul unității de masă, V/m .
- a) Presiunea – este un parametru de stare numeric egal cu forța care se exercită de către gaz normal pe unitatea de suprafață a peretelui recipientului în care se află gazul.
- b) Temperatura – este un parametru de stare care măsoară gradul de încălzire al unui gaz.
- c) Volumul specific – este un parametru de stare numeric egal cu raportul dintre porțiunea din spațiu pe care o are gazul la dispoziție și masa aceluia gaz.

Formula fundamentală a gazului ideal:

$$P = \frac{1}{3} \cdot n_0 m v^2 ; \quad n_0 = \frac{N_A}{V_M}$$

$$\underline{P} = \frac{1}{2} \cdot \overline{m v^2} \cdot \frac{2}{3} n_0 = \frac{2}{3} \cdot \underline{\mathcal{E}_c} \cdot \underline{n_0} \quad (1)$$

\mathcal{E}_c = energia cinetică medie care revine unei molecule.

$$\underline{\mathcal{E}_c} \sim T$$

$$\underline{\mathcal{E}_c} = \frac{3}{2} kT \quad (2)$$

$$\text{Din (1) și (2)} \Rightarrow P = n_0 k T$$

Legile gazului ideal. Ecuația de stare

1. Transformarea izotermă. Legea lui Boyle-Mariotte

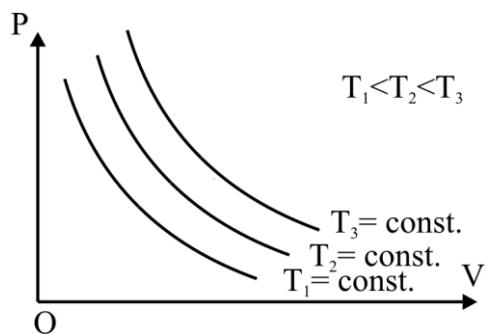
Se consideră o masă de gaz ($m = \text{constant}$) care este comprimată sau destinsă la temperatură constantă ($T = \text{constant}$).

Dacă parametri în stare initială sunt p_1, V_1, T iar în stare finală sunt p_2, V_2, T legea acestei transformări este:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \quad \text{sau}$$

$$p \cdot V = \text{constant}$$

În coordonatele Clapeyron (p, V) acest tip de transformare se reprezintă printr-o hiperbolă, numită izotermă :



2. Transformarea izobară. Legea lui Gay-Lussac

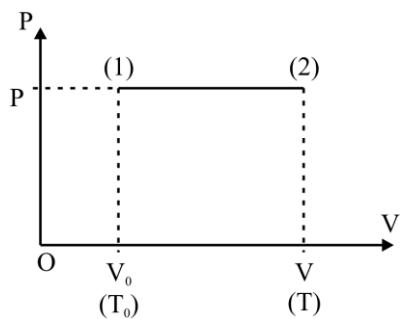
Variația volumului unei mase constante de gaz ($m = \text{constant}$) în funcție de temperatură, la o presiune constantă ($p = \text{constant}$).

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \alpha \cdot \Delta t$$

unde $\frac{\Delta V}{V_0}$ este variația relativă a volumului, α este coeficientul de dilatare izobară $\left(\alpha = \frac{1}{T_0} K^{-1} \right)$, $T_0 = 273,15 K$, iar Δt este variația de temperatură.

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T} \quad \text{sau} \quad \frac{V}{T} = \text{const}$$

Reprezentarea grafică:



2. Transformarea izocoră. Legea lui Charles

Variația presiunii unei mase constante de gaz în funcție de temperatură, atunci când volumul se menține constant ($V = \text{const.}$).

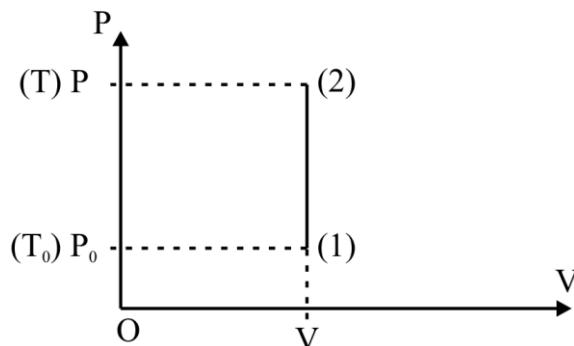
$$\frac{\Delta P}{P_0} = \beta \cdot \Delta t$$

$\Delta P = P - P_0$, adică P_0 este presiunea inițială, iar P este presiunea finală

$\beta \approx a = 1/T_0 \text{ K}^{-1}$ este coeficientul de dilatare al gazului la volum constant, Δt este variația de temperatură (în $^{\circ}\text{C}$ sau K), $\Delta t = T - T_0$.

$$\frac{P_o}{T_o} = \frac{P}{T} \quad \text{sau} \quad \frac{P}{T} = \text{const.}$$

Reprezentarea grafică:



Transformarea generală a gazelor perfecte. Legea Clapeyron – Mendeleev

Transformarea generală este acea transformare în care variază toți cei trei parametri de stare ai unui gaz.

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T}$$

$$\frac{P}{T} = \frac{P_0}{T_0}$$

Împărțind relațiile, ajungem la legea transformării generale:

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P \cdot V}{T} \quad (\text{legea generală a gazelor})$$

Pentru un mol de gaz aflat în condiții normale de presiune și temperatură $P_0 = 101325 \text{ Pa}$ (1 atm), $T_0 = 273,15 \text{ K}$ și volumul molar $V_0 = 22,41 \text{ m}^3/\text{kmol}$, membrul stâng devine:

$\frac{101325 \cdot 22,41}{273,15} \frac{N \cdot m^3}{m^2 \cdot kmol \cdot K} = 8310 \text{ J/kmol}\cdot\text{K} = R$ (constanta universală a gazelor).

Deci, pentru 1 mol de gaz ideal ($v = 1 \text{ mol}$):

$$P \cdot V_\mu = R \cdot T$$

$v > 1 \text{ mol}, V_\mu = \frac{V}{v}$, relația de mai sus devine:

$$P \cdot V = v \cdot R \cdot T$$

și se numește **ecuația de stare** a gazului ideal în forma generală sau ecuația Mendeleev – Clapeyron.

Legea lui Dalton

$$P \cdot V = (v_1 + v_2 + \dots) \cdot R \cdot T$$

sau

$$P \cdot V = v_1 \cdot R \cdot T + v_2 \cdot R \cdot T + \dots$$

sau, împărțind cu V :

$$P = v_1 \cdot R \cdot T/V + v_2 \cdot R \cdot T/V + \dots$$

dar

$$P_1 = v_1 \cdot R \cdot T/V, \quad P_2 = v_2 \cdot R \cdot T/V + \dots$$

și atunci,

$$P = P_1 + P_2 + \dots$$

Legea lui Dalton:

Presiunea unui amestec de gaze ideale este egală cu suma presiunilor parțiale ale gazelor componente.

Căldura, lucrul mecanic și variația energiei interne

- ❖ Mărimea care exprimă cantitativ capacitatea unui sistem de a efectua lucru mecanic se numește **energie**.
 - ❖ În sistemele cu care operează bioenergetica există diferite tipuri de energie:
 - mecanică, termică, electrică, chimică etc.
- Fiecare tip de energie are o expresie specifică.
În mecanică, energia cinetică a unui corp are expresia:

$$E_c = \frac{1}{2} mv^2$$

Termodinamica biologică → studiul transformărilor de energie în sistemele biologice.

- ❖ Într-un **sistem termodinamic izolat**, aflat în echilibru, energia acestuia nu se modifică, sistemul nerealizând un transfer de energie spre exterior sau din exterior spre interior, energia sistemului rămânând constantă la o anumită valoare.
- ❖ **Sistemele biologice** fiind sisteme deschise, schimburile permanente de energie și substanță cu exteriorul sunt indispensabile pentru desfășurarea ansamblului de procese care reprezintă viață.

I. Căldura (Q) este o formă de energie datorită căreia se modifică energia cinetică a moleculelor supuse mișcării haotice de agitație termică.

- ❖ Între căldura primită sau cedată de un sistem (Q) și variația de temperatură (ΔT) există o strânsă legătură.
- ❖ Căldura poate fi corelată cu variația de temperatură ΔT prin relațiile:

$$Q = C \cdot \Delta T$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = v \cdot C_v \cdot \Delta T$$

- ❖ Dacă schimbul de căldură se realizează la presiune constantă (Q_p) se utilizează c_p și C_p sau dacă schimbul de căldură se realizează la volum constant (Q_v), c_v și C_v .

Unitate de măsură:

$$[Q] = 1\text{J}$$

$$1 \text{ kcal} = 4185,5 \text{ J}$$

- $Q > 0$ în proces *endoterm* (primită de sistem)
- $Q < 0$ în proces *exoterm* (cedată de sistem)

II. Lucrul mecanic (L) este o formă de energie care într-o transformare reversibilă se poate converti integral în energie cinetică sau potențială la nivel macroscopic.

$$\text{Din mecanică } \Rightarrow L = \overrightarrow{F} \cdot \overrightarrow{d}$$

- Presupunem că avem un cilindru cu piston mobil în interiorul căruia se află un gaz.
- Încălzind gazul, el se dilată, își mărește volumul și împinge pistonul cu o forță de presiune F ($F = p \cdot S$), deplasându-l pe distanța d , efectuând un lucru mecanic:

$$L = p \cdot S \cdot d = p \cdot \Delta V$$

Lucrul mecanic este o formă de energie care, într-o transformare reversibilă, se poate converti integral în energie cinetică sau potențială la nivel macroscopic.

- $L > 0$ dacă procesul este *exergonic* (efectuează L asupra mediului)
- $L < 0$ dacă procesul este *endergonic* (L efectuat de mediul asupra sistemului)

III. Energia internă (U) → suma tuturor energiilor cinetice (de oscilație, rotație și translație) datorate mișcărilor dezordonate ale particulelor constitutive ale unui sistem termodinamic și ale energiilor potențiale de interacțiune.

- În cazul sistemelor ideale, energia internă depinde de temperatură.
- Energia internă este o mărime de stare (variația ei depinde doar de stările inițială și finală și nu depinde de stările intermediare prin care trece sistemul, $\Delta U = U_2 - U_1$)
- Este o mărime aditivă (în cazul reuniunii mai multor sisteme, energia internă a sistemului format este egală cu suma energiilor interne ale sistemelor componente).

Primul principiu al termodinamicii și aplicabilitatea lui în lumea vie

- Principiul I al termodinamicii reprezintă o **lege de conservare a energiei** aplicată proceselor termice.
- Într-un sistem fizic izolat, în care au loc procese mecanice și termice, energia totală a sistemului se conservă.
- Pentru sistemele închise dar neizolate (există schimb de energie cu exteriorul), primul principiu al termodinamicii exprimă din punct de vedere cantitativ dependența care există între variația energiei interne **ΔU** și celelalte două forme de schimb de energie: lucrul mecanic **L** și cantitatea de căldură **Q** .

Cantitatea de căldură primită de un sistem duce la variația energiei interne a sistemului și la efectuarea de către sistem a unui lucru mecanic asupra mediului exterior.

Matematic, primul principiu al termodinamicii se exprimă sub forma:

$$Q = L + \Delta U$$

- În cazul **sistemelor vii**, care sunt sisteme deschise, transferul de energie între sisteme și mediul înconjurător se realizează și prin schimb de substanță, iar în acest caz, odată cu schimbul de molecule se transferă și toate formele de energie asociate cu acestea.
- Organismele vii sunt sisteme a căror energie internă poate crește sau poate să scadă în funcție de diferite condiții, cum sunt vârsta, starea fiziologică etc.
- Aplicând primul principiu la transformările gazului ideal, vom obține pentru L , Q și ΔU relațiile cuprinse în următorul tabel:

Tipul de transformare	L	Q	ΔU
Izobară ($p=\text{const.}$)	$P \cdot \Delta V$	$v \cdot C_p \cdot \Delta T$	$v \cdot C_v \cdot \Delta T$
Izocoră ($V=\text{const.}$)	0	$v \cdot C_v \cdot \Delta T$	$v \cdot C_v \cdot \Delta T$

Izotermă ($T=\text{const.}$)	$v \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{V_f}{V_i}$	$v \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{V_f}{V_i}$	0
Adiabată ($Q=0$)	$P \cdot \Delta V = v \cdot R \cdot \Delta T$	0	$v \cdot C_v \cdot \Delta T$

Entalpia și sensul ei fizic

- proceselor biologice care au loc la o presiune constantă (procese izobare) → **entalpie (H)** și reprezintă suma dintre energia internă și produsul dintre presiunea și volumul sistemului, adică:

$$H = U + P \cdot V$$

Variația entalpiei este:

$$dH = dU + P \cdot dV + V \cdot dP$$

- procesul are loc la presiune constantă → $V \cdot \Delta P = 0$

Atunci relația de mai sus devine:

$$dH = dU + L$$

$$\Delta H = \Delta U + L$$

Jinând cont de principiul I ($Q = \Delta U + L$) și comparând ecuațiile obținem:

$$\Delta H = Q_p$$

- Variația entalpiei sistemului se măsoară prin *cantitatea de căldură rezultată din transformarea termică izobară în proces*.
- Variația de entalpie, respectiv cantitatea de căldură obținută prin arderea izobară a diferitelor substanțe biochimice este aproximativ aceeași pentru aminoacizi, proteine și hidrați de carbon, dar este de circa trei ori mai mare pentru lipide, ceea ce explică funcția de rezerve energetice pe care o au grăsimile în organism.

Principiul al doilea al termodinamicii. Entropia

→ lege generală a naturii
 → s-a stabilit în urma unor experiențe: randamentul mașinilor termice care transformă căldura în lucru mecanic.

✚ Carnot → în cazul unei mașini termice care produce lucru mecanic, datorită transformărilor ciclice de stare ale unui fluid ce trece de la o temperatură mai ridicată (T_1) la una mai scăzută (T_2), randamentul depinde doar de cele două temperaturi și nu depinde de natura fluidului, după relația:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

• $\eta < 1$ → nu se poate ca întreaga cantitate de căldură preluată de la sursa caldă să fie transformată integral în lucru mecanic, ci o parte din ea va trece la corpurile înconjurătoare.

• Carnot → printr-o transformare ciclică lucrul mecanic poate fi transformat integral în căldură, invers nu este posibil (sens unic de desfășurare al proceselor din natură).

- toate procesele spontane dintr-un sistem se desfășoară în sensul scăderii lucrului pe care l-ar putea efectua sistemul.
- dacă un sistem efectuează lucru mecanic pe seama scăderii energiei interne, lucrul mecanic efectuat este mai mic decât energia internă, deoarece o parte din ea trece în căldură.
- această energie este egală cu produsul dintre temperatura sistemului și ΔS , unde **S** reprezintă o nouă mărime fizică, ce este totodată o funcție de stare, și se numește **entropie**: $Q = T \cdot \Delta S$
- în orice proces spontan entropia crește.
- Deci, sunt posibile numai acele procese termodinamice pentru care $\Delta S \geq 0$ (inegalitatea lui Clausius).

Primul principiu devine

$$T \cdot \Delta S = \Delta U + L$$

Din energia internă a unui sistem aflat la temperatura T poate fi transformată în lucru mecanic doar o parte și aceea se numește **energie liberă (F)**:

$$F = U - T \cdot S$$

În sistem izolat:

Proc. Izoterm: $\Delta F = \Delta U - T \cdot \Delta S$, $U = \text{const.} \rightarrow \Delta U = 0$, dar $\Delta S > 0$ și rezultă că

$$\Delta F = -T \cdot \Delta S < 0.$$

Concluzie:

Potrivit principiului al II-lea al termodinamicii, prin orice proces care are loc într-un sistem izolat, energia liberă scade și entropia sistemului crește.

Transformări de fază

I. Transformarea reciprocă între starea solidă și cea lichidă.

Corpuri solide:

- A. cristaline
- B. amorfă

A. Corpuri cristaline:

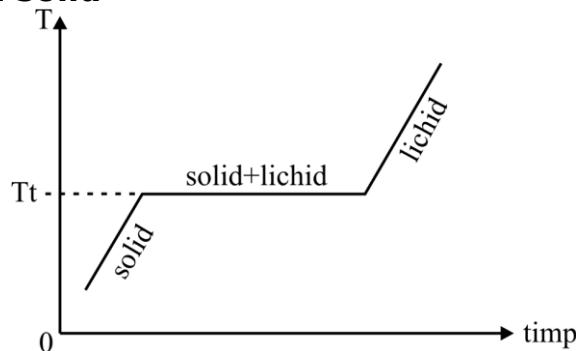
- simetrie de aranjare a atomilor, ionilor
- dispunere: regulată, continuă și periodică a particulelor în cristale (dat. forțelor de inter. foarte puternice)
- particulele se aranjează a.î. $E_{\text{pot}} = \text{min}$ (cristalul este stabil)
- proprietăți: - anizotropie
- punct de topire bine determinat pentru ac. presiune

B. Corpuri amorfă:

- nu au o simetrie de aranjare a particulelor

- dispunere: haotică a particulelor componente în tot volumul corpului.
- ordine locală.
- dispunerea este asemănătoare cu cea a particulelor în lichide, dar în corporile amorse au o mobilitate mult mai mică (sticla).

I. Corp cristalin solid



corp solid cristalin $\xrightarrow[\lambda_t]{T-\text{bine det.}}$ stare lichida

Procesul de trecere a unei substanțe din faza solidă în faza lichidă la T_t în absorbție de căldură → **TOPIRE**.

Procesul invers: stare lichidă → stare solidă → **SOLIDIFICARE (CRISTALIZARE)**

Explicarea topirii:

Fatr. → slabe → corpul solid își reorganizează local rețeaua cristalină.

La topire: V - corp cristalin → crește

ρ - corp cristalin → scade

EXCEPTIE: - gheată, fonta, aliaje

$V \rightarrow$ scade, $\rho \rightarrow$ crește

Legile topirii (solidificării):

1. Topirea și solidificarea → fenomene inverse (au loc la aceeași temperatură).
2. $T_t = \text{constant}$ (când $\rho = \text{constant}$)
3. La T_t , starea solidă și cea lichidă sunt în echilibru: pres. vaporilor celor 2 faze este aceeași.

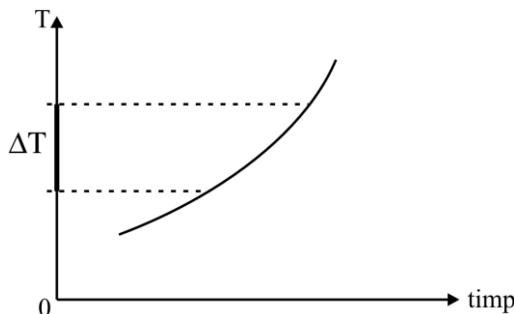
Căldura latentă de topire:

$$\lambda_t = \frac{Q}{m}$$

B. Corpuri amorse:

- tranzitia în starea lichidă se realizează
- la încălzire treptată se înmoaie și în final devin lichide.
- în timpul **topirii** corporile amorse → T_t crește astfel încât $T_t \neq \text{constant}$

- la solidificare, temperatura scade constant → interval de temperatură de înmuiere (solidificare)



II. Transformarea din starea lichidă în starea gazoasă și reciproc.

Trecerea unei substanțe din stare lichidă în stare de vapori cu abs. de căldură → **VAPORIZARE**.

Procesul invers: **CONDENSARE**.

Dacă: Viteza moleculelor de lichid > viteza medie $\Rightarrow E_c$ suficient de mare \Rightarrow învingerea F_{atr} . Din interiorul lichidului \Rightarrow moleculele părăsesc suprafața liberă a lichidului \Rightarrow **VAPORIZARE**.

Vaporizarea la suprafața lichidului → **EVAPORARE**.

Vaporii saturanți → vaporii aflați în echilibru dinamic cu lichidul din care provin (p_s). Vaporii saturanți sunt în contact cu lichidul și au o presiune maximă.

Vaporii nesaturanți → sunt acei vaporii care nu sunt în contact cu lichidul propriu și au o presiune mai mică decât cea a vaporilor saturanți.

Pentru ca vaporizarea să aibă loc la o temperatură constantă, este necesară furnizarea unei energii calorice lichidului.

$$\text{Căldura latentă de vaporizare: } \lambda_v = \frac{Q}{m}$$

FIERBEREA → procesul de vaporizare care are loc în toată masa lichidului.

Temperatura la care fierbe lichidul este constantă și se numește **temperatură de fierbere**.

Dacă presiunea deasupra lichidului este normală, adică de 1 atm, temperatura la care fierbe lichidul se numește **temperatură normală de fierbere**. Odată cu creșterea presiunii exterioare temperatura de fierbere va crește de asemenea și invers.

APLICAȚIE:

- autoclve → temperatura de fierbere a apei atinge 131°C și permite sterilizarea mai bună, distrugând și bacteriile rezistente la temperatura normală de fierbere a apei.

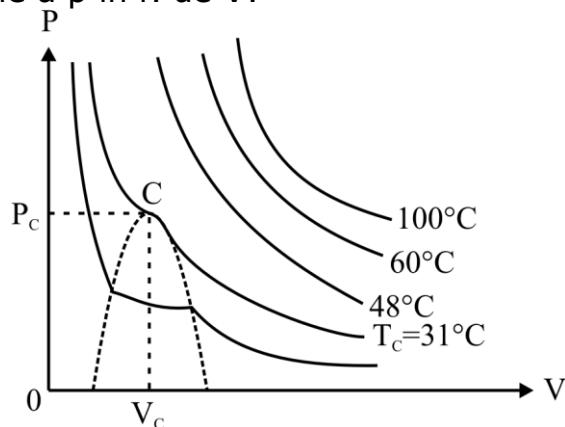
Spre deosebire de vaporizarea în vid, în atmosferă gazoasă evaporarea se face mai lent. Dacă se face într-un volum limitat, ea se produce la fel ca și în cazul în care s-ar face în vid, până când presiunea vaporilor din incintă devine egală cu presiunea vaporilor saturanți.

III. Lichefierea gazelor:

- Scăderea temperaturii + creșterea presiunii deasupra unui lichid favorizează transformarea din gaz în lichid.
- În unele cazuri este suficientă o simplă răcire (SO_3 , la $t = -8^\circ\text{C}$, $p = 1$ atm) sau o simplă comprimare la temperatură const. (SO_2 , $t = 10^\circ\text{C}$, $p = 3,24$ atm)

Andrews (1813 – 1885) → a comprimat izot.

$\text{CO}_2 \rightarrow$ izot. de variație a p în f. de V :



45°C (p.V. = const.) → legea B-M

35°C ușoară inflexiune

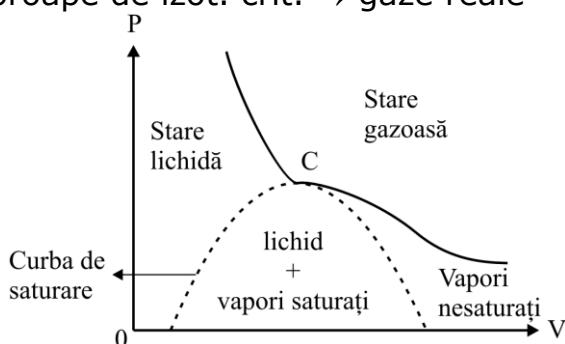
$31,1^\circ\text{C}$ CO_2 lichid (în pct. „C”)

→ **izoterma critică**

1. deasupra ei → poate fi numai gaz
2. sub ea → gazul poate fi lichefiat prin mărirea presiunii.

Gazele

- departe de izot. crit. → gaze ideale
- aproape de izot. crit. → gaze reale



Gaze reale:

La o anumită presiune, $V_{g.\text{real}} < V_{g.\text{ideal}}$

Studiul interacțiunilor dintre molecule (V.d.W.)

1. din cauza forței de interacțiune $\Rightarrow p + \pi$

$$pV = RT \Rightarrow (p + \pi)V = RT$$

2. volumul molecular nu mai poate fi neglijat $\Rightarrow V - b$

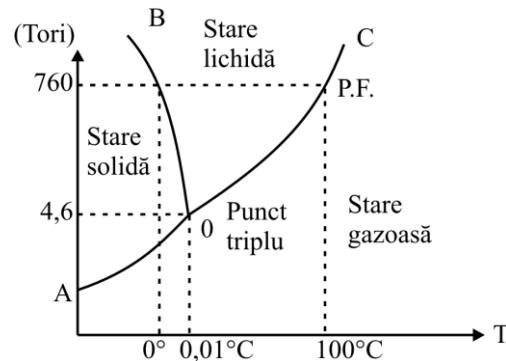
$$(p + \pi)(V - b) = RT$$

$$\pi = a/V^2$$

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$

ec. V.d.W. pentru gaze reale

Forțele V.d.W. sunt mult mai slabe decât energia de legătură chimică.
 faza solidă → faza gazoasă → **SUBLIMARE**
 faza solidă ← faza gazoasă ← **DESUBLIMARE**



(p,T): \exists un punct în care se află în echilibru cele 3 faze: S, L, G, ale unei substanțe \Rightarrow **STAREA TRIPLĂ A SUBSTANȚELOR**

H₂O: T_t = 273,15 K

KELVINUL: 1/273,15 din temperatura corespunzătoare stării triple a apei.

- Caracteristic pentru această diagramă este faptul că cele 3 curbe de echilibru delimităzează cele 3 faze posibile ale sistemului solid-lichid-vapori.
- Echilibrele dintre cele 3 faze sunt redăte prin curbele OA, OB și OC.
- Pentru fiecare presiune dată, sistemul este în echilibru (deci nu mai variază) numai la o anumită temperatură.

De ex. pentru presiunea de 760 torr, temperatura de echilibru este 0°C, iar temperatura de echilibru apă-vapori este de 100°C.

Din diagramă se observă că, la diferite presiuni și temperaturi, pot exista câte două faze în echilibru: solid-lichid, lichid-vapori sau solid-vapori. Există un singur punct, **punctul triplu**, la care pot coexista cele 3 faze gheăță, apă și vapori. La apă, punctul triplu este de 0,01°C și 4,6 torr.

Apa și importanța ei în lumea vie

Clasificarea apei din organismele vii

- În raport cu celulele există apă **intracelulară** și **extracelulară**, care la rândul ei poate fi **intersticială** și **circulantă** (intravasculară).
- După starea ei de fixare în organism, apă poate fi **legată** (conținută în structuri moleculare) și **liberă**.
- În funcție de proveniență, apă poate fi **exogenă** (adusă din exterior) sau **endogenă** (rezultată din procesele metabolice).

Proprietățile fizice ale apei

Datorită proprietăților fizice pe care le are, apa are o importanță deosebită pentru organismele vii, influențând **existența, conformația și funcțiile** acestora.

Variatia densitatii apei cu temperatura

- Spre deosebire de celelalte lichide, apa își mărește volumul prin solidificare și își micșorează densitatea. Ea are densitatea maximă la 4°C.

- Prin răcire, între 4°C și 0°C apa se comportă anormal, dilatăndu-se. Ca urmare, gheata are densitatea mai mică decât apa la 4°C și de aceea plutește pe apă.

(Această anomalie se explică prin faptul că, o dată cu scăderea temperaturii, crește gradul de ordonare al moleculelor de apă, prin creșterea numărului de legături de hidrogen. Rețeaua moleculară devine tot mai structurată, ceea ce determină mărirea volumului gheții și scăderea densității).

Proprietățile termice ale apei

- Ca urmare a activității metabolice, organismele vii produc energie, mai ales sub formă de căldură.

- Dacă se presupune că un organism viu ar fi un sistem izolat având căldura specifică apropiată de cea a apei (1 cal/g·grad), atunci valoarea temperaturii lui ar crește mult peste 37 – 40°C. (Însă la temperaturi mai mari de 42°C încep să se denatureze proteinele, vitezele reacțiilor chimice ar crește foarte mult, iar aceste modificări nu mai sunt compatibile cu viață).

Prin proprietățile fizice și valorile constantelor termice, apa are un rol deosebit de important în procesele de termoreglare ale organismului (rol termoregulator).

Organismele vii pot primi din exterior cantități însemnante de căldură, care însă produc încălziri mici. Sângele, prin conținutul ridicat de apă, transportă o mare cantitate de căldură din locul unde se produce în tot organismul, uniformizând temperatura acestuia. Prin intermediul vaselor sanguine din apropierea suprafetei corpului, sângele cedează căldură mediului exterior prin radiații.

- **Conductivitatea termică** a apei este mare în comparație cu alți constituenți organici și, în concluzie, organismele vii pot evita hipertermiile locale prin transport rapid al căldurii.

Bazele biofizice ale interactiunii radiatiilor. Notiuni generale

Prin radiatie intelegem atat radiatia emisa ca rezultat al instabilitatii nucleare (alfa,beta,gama si neutron),cat si radiatia electromagnetic,cum sunt microundele si razele X.

Radiatia electromagnetică este forma de propagare în spațiu a energiei unui camp electric(E) și magnetic (B), care oscilează cu aceeași perioadă(T) sau frecvență(v) în planuri perpendiculare atât pe direcția de

propagare cat si unul pe celalalt.

Radiatiile electromagnetice au un caracter dualist, ele reprezentand **unde** (propagarea in spatiu a unei miscari oscilatorii), cat si **corpusculifotoni**, a caror energie si impuls sunt proprii pentru fiecare radiatie.

Orice radiatie electromagneticica este, simultan, atat unda cat si corpuscul.

Radiatiile se clasifica:

In functie de natura lor avem **radiatii electromagnetice**, ce reprezinta forma de propagare in spatiu a campului electromagnetic sub forma de unda transversal; **radiatii elastice**, forma de propagare fiind sub forma de unde longitudinale a vibratiilor unui mediu elastic si **radiatiile corpusculare**, reprezentand fascicule (fluxuri) de particule incarcate electric de mare energie, emise ca rezultat al instabilitatii nucleului, deci radiatii nucleare.

In functie de energie si de impactul lor asupra substantei avem **radiatiile ionizante**, care sunt radiatii de mare energie ($E > 5\text{eV}$), ce produc ionizarea si **radiatiile neionizante**, acestea fiind radiatii de energie mica.

Undele electromagnetice sunt unde transversale, vectorul E si vectorul B , fiind perpendiculare intre ei si totodata perpendiculari pe vectorul de viteza de propagare a undei. Acestea se propaga in vid cu viteza finite si constanta.

Orice radiatie electromagneticic este caracterizata prin viteza de propagare, respectiv prin lungimea de unda.

Radiatiile electromagnetice propagate in vid au aceeasi viteza, insa trecerea dintr-un mediu in altul modifica viteza cat si lungimea de unda a radiatiilor, ramanand insa constanta frecventa.

Lungimea de unda a radiatiile electromagnetice este de la 10^3m pana la 10^{-15}m .

Energia radiatiilor este cuantificata prin relatia:

$$E = hv = hc / \lambda$$

($h=6,626 \cdot 10^{-34}\text{J.s}$ reprezinta o constanta universală - constanta lui Planck sau

$$h=0,414 \cdot 10^{-14} \text{ eV.s} = 1,584 \cdot 10^{-37} \text{ kcal.s}$$

In afara de energia $E=hv$, un foton poseda si impulsul $p=h/\lambda$

Radiatia solară este esentiala pentru biosfera. $1,4 \cdot 10^3 \text{ m}^2$ este fluxul de energie radianta interceptat de atmosfera pamantului. Din radiatiile primare la limita superioara a atmosferei fac parte radiatiile **UV si IR**.

Ionizarea (data de radiatiile X si γ) se produce cand energia fotonilor smulge electroni din atom.

Lumina absorbita poate active anumite procese sau inactive unele substante active, organite celulare, virusuri etc. Criteriul lungimii de unda este asociat cu cel al mecanismului de producere.

Daca undele se obtin prin oscilatii electrice, ele se numesc unde **hertziene**; daca se obtin prin radiatii termice (calorice) sunt unde

infraroșii. Undele infraroșii de lungime de undă λ mai mare, se întrepătrund cu cele hertziene de lungime de undă mai mică. Aceeași întrepătrundere o au și radiatiile UV cu λ mic și radiatiile Roentgen cu λ mare (radiatii X). Depinzând de metoda de excitare a atomului, cele obținute în tubul Crookes sunt radiatiile Roentgen, iar cele obținute într-o lampa cu vaporii de mercur sunt radiatiile ultraviolete.

Dincolo de radiatiile Roentgen, se află radiatiile γ emise de substanțele radioactive.

Actiunea biologică a radiatiilor de lumina vizibila

Radiatiile vizibile sunt cuprinse între lungimile de undă de $400 \div 750$ nm și au energie cuprinsă între $3,02 \div 1,65$ eV. Lumina vizibila influențează comportamentul plantelor și al animalelor.

Lumina alba influențează **nutriția, miscarea și dezvoltarea** organismelor vii.

Nutriția este inseparabilă de fotosinteza. Dezvoltarea plantelor este influențată de lumina. Animalele au o sensibilitate inegală față de lumina. Iluminarea prea intensă poate produce leziuni ale tegumentelor (actinodermită etc), iar iluminarea prea intensă a ochiului poate produce conjunctivita, oftalmii.

Lumina poate avea și o acțiune bactericidă (la λ). Apa expusă la soare este purificată, iar numărul microbilor din apa unui rau este mai mic și decât noaptea. Moderat, are însă o acțiune trofica asupra animalelor superioare.

Efectele biologice ale luminii vizibile (colorate) sunt mai puțin studiate în ceea ce privește acțiunea lor trofica și acțiunea lor de semnal.

Actiunea biologică a radiatiilor infraroșii (IR)

Radiatiile IR au lungime de undă mai mare decât cea a radiatiilor roșii, iar limita dintre cele două nu este bine definite. Există oameni și animale care pot vedea o parte din spectrul infraroșu.

Radiatiile IR în scara undelor electomagnetice au nouă game de lungimi de undă, cuprinse între 760 nm și 10^6 nm cu energie de $1,65 \div 1,2 \cdot 10^{-3}$ eV/foton. Cel mai obișnuit izvor de radiatii infraroșii este un corp cald sau încalzit, iar cel mai complet izvor de radiatii infraroșii este soarele.

Corpurile, exemplu, apă, absorb în general radiatiile IR.

Din cele nouă (game) octave, de radiatii, cele trei game mijlocii cuprind radiatiile emise de corpul omenesc, de sol și de obiectele înconjurătoare.

Acțiunea biologică a radiatiilor IR este complexă. Lungimile de undă de $0,76 \div 1,5\mu$ sunt mai puțin penetrante, cele de $1,5 \div 5\mu$ sunt absorbite de epiderma și derma, iar cele cu $\lambda > 5\mu$ sunt absorbite la suprafața. Doze excesive de infraroșii de λ adecvat distrug celulele.

Actiunea biologică a radiatiilor ultraviolet (UV)

Radiatiile ultraviolet sunt unde electromagnetice ce au $\lambda > 14,4 \div 400$ nm cu energie de $8,03 \div 3,02$ eV/foton. Cuartul fiind transparent pentru ele, sticlele de quart sunt utilizate pentru studierea lor.

Orice sursa de lumina alba este producatoare de radiatii UV, mai ales daca temperatura sursei este mai ridicata, soarele fiind o sursa naturala de radiatii.

Spectrul radiatiilor ultraviolet se imparte in trei regiuni spectral:

1.ultravioletul A (aproximativ $\lambda_{uv} = 400 \div 3,15$ nm) face parte din lumina solara ce ajunge la suprafata pamantului.

2.ultravioletul B ($312 \div 280$ nm) are actiune asupra pielii putand provoca eritem urmat de pigmentatie:

3.ultravioletul C ($280 \div 144$ nm) numindu-se si **abiotic**, deoarece are actiuni daunatoare asupra materiei vii.

Atmosferic, radiatiile UV solare sunt absorbite in special de oxigen si de ozonul din paturile superioare ($14 \div 18$ km) ale atmosferei.

Ultravioletele ionizeaza gazelle producand fenomene de fotoluminescenta

(fluorescenta) si fenomene fotoelectrice. Proteinele absorb radiatiile cu $\lambda = 275$ nm.

Radiatiile UV actioneaza si asupra ochiului (oftalmia zapezii), putand provoca leziuni grave si ajungand la retina pot provoca orbirea.

Radiatiile UV care au maxim $\lambda = 300$ nm pot produce cancerizarea tegumentelor.

Sub actiunea radiatiilor UV de $\lambda = 28000$ nm se produce sinteza vitaminelor D_2 si D_3 .

Radiatiile ultraviolet au si o actiune mutagena asupra bacteriilor, unicelularelor, virusurilor etc.

Actiunea radiatiilor cosmic asupra sistemelor vii

Organismele biologice sunt supuse si **radiatiei cosmice**, avand o **componenta electromagnetica si una corpuscular** (protoni 90%, nuclee de He 9%, nuclee de elemente usoare 0,8%, nuclee de elemente grele 0,2%) cu un spectru de energie cuprins intre 10^8 si 10^{22} eV.

In contact cu atmosfera terestra, radiatiile corpuscular se ciocnesc cu atomii componentilor atmosferei, generand radiatii secundare: pozitroni si electroni.

S-a emis de catre cercetatori ipoteza ca modificarile in elementele radioactive associate cu efectele radiatiilor cosmic au contribuit la disparitia in masa a unor specii sau grupe zoologice.

Actiunea radiatiilor ionizante asupra sistemelor biologice

Radiatii ionizante

Radiatiile sunt clasificate in radiatii **electromagnetice** si radiatii **corpusculare**.

Ionizarile stau la baza efectelor care apar intr-un mediu strabatut de radiatii, ele fiind cauza primara a efectelor biologice complexe.

Radiatia produce modificari la nivelul substantei datorita faptului ca elibereaza energia.In substanta vie absorbtia de energie poate initia reactii chimice,ce duc la raspunsuri particulare biologice.Odata cu cresterea temperaturii se maresteste si energia medie a moleculelor.

Absorbtia energiei radiatiei de catre substanta este un fenomen cuantic.

Energia cuantei este dependenta de lungimea de unda a radiatiei:

$$E = h\nu = hc / \lambda$$

Radiatii care produc ionizari in interiorul organismelor si in mediul lor de viata sunt:

-radiatiile alfa (α),beta (β) si gamma (γ) emise de substantele radioactive;

-neutronii obtinuti in reactorii nuclear;helionii (α),electronii,protonii si deutonii de energii inalte produsi de accelerator;

-radiatiile ultraviolet provenite de la soare sau din descarcari electrice;

-radiatiile Röntgen (X) obtinute prin bombardarea metalelor cu electroni;

-pozitroni (β^+),obtinuti prin radioactivitate artificial;

-mezoni **K** si mezonii n^- si n^+ proveniti din radiatiile cosmice etc

Unitati de masura utilizate in radiobiologie

In radiatiile nucleare asupra materiei vii,unele tipuri de radiatii pot avea aceleasi efecte,iar unele radiatii cu energie mai mica pot produce un **efect biologic** similar sau mai mare decat radiatii cu energii mai mari.Astfel a fost introdusa in radiobiologie notiunea de **efectivitate biologica**.

Efectul biologic nu se datoreaza energiei incidente,ci energiei absorbite de tesut.Pentru masurare se folosesc doua sisteme: **sistemul röntgenologic si sistemul radiobiologic**.

Sistemul röntgenologic este folosit pentru masurarea efectelor radiatiilor X si gama,cu energii pana la 3 MeV.Marimea fundamentala a sistemului este doza de ioni (D).

$$D = Q/m = Q / \rho \cdot V$$

Unitatea de masura in acest sistem este röntgenul (**r**)

In terapeutica se utilizeaza gram-röntgenul,unitate data de produsul dintre doza (D) si masa de tesut (m_{tes}) si se numeste doza integrala (D_i)

Sistemul röntgenologic prezinta marea dificultate ca masoara doza in aer, fara sa ea relatii exacte in legatura cu doza din tesut.

Sistemul radiobiologic se bazeaza pe masurarea energiei absorbite de tesut.

Marimea fundamentala a acestui sistem este doza biologica (**B**) si se obtine prin inmultirea dozei absorbite (**D**) cu efectivitatea biologica relativa:

$$B = \eta \cdot D$$

O deosebita importanta prezinta pentru biologie debitul dozei (**b**)

$$B = B / t$$

Valoarea maxima admisibila a dozei accumulate in tesuturile expuse iradierii se calculeaza cu relatia:

$$D = 5 \cdot (N - 18)$$

Se mai poate folosi si doza integral biologica (B_i) :

$$B_i = B \cdot m_s$$

Unitatea de masura a dozei integrale este **rem·g sau rem·kg.**

Prin **doza maxima permisa** sau **nivelul de iradiere permis**,se intelege acea doza pe care primind-o organismul pe tot parcursul ciclului sau biologic,nu determina la nivelul acestuia modificari cu caracter ireversibil.

Organismul uman este iradiat de urmatoarele surse de radiatii:naturale,sanitare,tehnice,diverse.

Iradierea naturala se datoreaza fondului natural de radiatii ,care este format din: 30% radiatie cosmic, 45% radiatii ce provin din activitatea radioelementelor din sol; 24% radiatia elementelor care iau parte la metabolism si 1% radioactivitate din atmosfera.

Iradierea medicala se realizeaza prin intermediul radiatiilor röntgen folosite in diagnosticul si tratamentul medical.

Iradierea tehnica este datorata surselor de radiatii nucleare create de om:reactori nucleari,acceleratori de particule,surse radioactive,bombe atomice etc.

Iradierea diversa cuprinde iradierea realizata de ecranele luminiscente ale ceasornicelor,de ecranele receptoare de televiziune etc.

Din punct de vedere al pozitiei sursei fata de organism distingem:**iradierea externa** si cea **interna**.

Actiunea radiatiilor ionizante asupra biosului

Interactiunea radiatiilor a cu materia

Radiatiile a sunt fascicule formate din nuclee de ${}^{24}\text{He}$,cu sarcina si masa mare,adica particule grele.

Radiatiile a interactioneaza puternic cu electronii mediului pe care-l strabat producand ionizari.

In medie un electron primeste de la o particula a o energie de $100 \div 200\text{ eV}$,ceea ce duce la ionizare si excitare.

Pierderea specifica de energie pentru aceste particule este aproximativ constanta,avand o mica crestere o data cu scaderea energiei si o crestere puternica spre sfarsitul traiectoriei,urmata de o scadere rapida(curba Bragg).

Interactiunea radiatiilor β cu materia

Electronii rapizi produsi in reactii nucleare sau betatratione au,la aceeasi valoare a energiei,viteze mult mai mari decat particulele a ,avand o ionizare specifica de 100 de ori mai mica decat cele a.

Radiatiile β pot avea un spectru de energii,motiv pentru care sufera la interactiunea cu substanta o atenuare de tip intermediu.

In mediile formate din elemente usoare(Zinc) imprastierea se datoreaza in egala masura electronilor si nucleelor,iar elementele grele cresc imprastierea datorita nucleelor,aparand **"radiatia de frânare"** a electronilor (Z^2),consecinta a unei interactiuni cu caracter neelastic.

Interactiunea neutronilor cu materia

Principalele surse de neutron sunt reactoarele nucleare.Neutronii neavand sarcina electrica,nu interactioneaza coulombian cu electronii,ceea ce le ofera un grad ridicat de penetrabilitate.Principalele procedee de interactiune suferite de neutroni intr-un mediu sunt:**imprastierea elastic,imprastierea neelastica si absorbtia**(captura).

In radiobiologie prezinta o importanta doar imprastierea elastic si captura.

In urma imprastierii elastice,neutronii isi pierd treptat energia cinetica,deci sunt incetiniti.

Neutronii lenti(sub 0,02 MeV) interactioneaza in special prin procese de captura,ce duc la emisie de raze γ sau de particule incarcate(protoni sau particule a).

Interactiunea radiatiilor X si γ cu materia

Imprastierea radiatiilor electromagnetice in radiatii X si γ este conventionala.

Fotonii cu energii intre 10 keV÷ 10MeV proveniti din procese radioactive sau generati in betatroane,sunt denumiti radiatii γ .

Radiatiile X si γ isi pot pierde energia in mai multe moduri atunci cand traverseaza un mediu(efectul fotoelectric),pot fi imprastiate in urma ciocnirilor elastic cu electronii orbital(effect Compton)sau pot genera perechi electron-pozitron in campul coulombian al unui nucleu greu.

Daca energia lor depaseste 8 MeV aceste radiatii pot interactiona cu nucleele atomilor din mediu dand nastere la reactii nucleare.

Efectul fotoelectric consta in smulgerea unui electron din atom insotita de absorbția fotonului a carui energie este transferata in totalitate electronului expulzat si este specific radiatiilor electromagnetice cu energii de pana la 60 keV(relative mici) in interactii cu medii cu nuclee grele(Z mare).

Energia cinetica a electronului expulzat este data de relatia lui Einstein:

$$E_c = h \cdot v - E_0$$

Fotoelectronii emisi,in functie de energia lor cinetica,pot produce in continuare ionizarea secundara.

Efectul Compton este predominant la energii medii ale fotonilor (60 keV – 1 MeV) in interactiile cu mediile ce contin atomi usori si se datoreaza ciocnirilor elastic ale fotonilor cu electroni liberi sau slab legati in atomii mediului strabatut.Energia transferata electronului ciocnit(electron de recul sau electron Compton) poate provoca ionizarea altor atomi sau

molecule din mediu.

Formarea electron-pozitron este predomnante la interactiunea fotonilor cu energii peste 1,02 MeV(intre 5 ÷ 10 MeV)cu nuclee grele ale unui mediu strabatut.

Grosimea stratului de protective pentru care intensitatea fasciculului incident se reduce la jumătate este denumita **grosime de injumatatire**:

$$x_{1/2} = \frac{0,693}{\mu}$$

Actiunea radiatiilor ionizante la nivel molecular

Actiunea radiatiilor ionizante asupra organismelor vii poate fi cercetata la diferite nivele:molecular,celular etc

Actiunea lor asupra proteinelor si acizilor nucleic,polimeri naturali complecsi:

Intr-o solutie de polimeri radiatiile pot avea:

-o **actiune directa**,prin care polimerul insusi este modificat;

-o **actiune indirect**,prin care ionizarea primara se face in molecula solventului formandu-se radicali liberi si combinatii chimice extreme de active.

In polimer pot avea doua feluri de transformari:

Se pot forma molecule cu masa moleculara mai mare,legarea sau unirea incrusisata a lanturilor proteice,putand fi urmata de modificari ale insusirilor fizico-chimice si biologice ale polimerului formand sciziunea,adica ruprea legaturilor lanturilor proteice.In ambele cazuri se pot elmina molecule mici.

Efectul radiatiilor ionizante este marit in prezena oxigenului,ceea ce se atribuie formarii de peroxizi in solutie:efect indirect.

Actiunea indirecta este micsorata prin scaderea temperaturii,cand are loc o incetinire a vitezei de reactive.

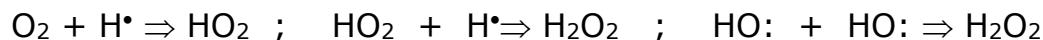
Actiunea directa poate fi exemplificata prin inactivarea proteinelor uscate.Actiunea directa a radiatiilor modifica solubilitatea proteinelor.Substantele care contin grupari SH au efect radioprotector la nivel molecular si chiar asupra organismelor.

Efectele directe,la nivel molecular si cellular au explicate prin teoria tintei,conform careia,in sistemul supus bombardamentului de radiatii exista un volum foarte mic,"volum critic",dar extrem de sensibil la radiatii,a carui atingere duce la distrugerea macromoleculei,respective a celulei.

Efectele indirect se manifesta la solutiile de protein si de acizi nucleic,cat si in mediul cellular si in cel intern al organismelor.Efectul primar al iradierii poate fi considerat drept o descompunere a apei in radicali liberi:



- acest punct insemnând radicali liberi și nu ioni
- In prezența oxigenului și a radicalilor liberi sunt posibile și urmatoarele reacții:



Agentii protectori, ca substanțele cu grupuri -SH sau -S-S- sau -NH₂ "reduc" volumul.

Efectul de diluție: o soluție enzimatică mai concentrate este mai stabile față de aceeași doză de radiatii decât o soluție diluată. Actiunea indirectă a radiatiilor este mai mare când acestea au energii mari.

Actiunea radiatiilor ionizante asupra celulei

Efectul somatic este cel referitor la funcțiile celulei și starea ei actuală, iar **efectul genetic** priveste capacitatea de reproducere și de înmulțire și la transmiterea caracterelor ereditare. Modificările celulare nu depind de natura radiatiei.

Alterările variază în raport cu natura celulei. Celulele nervoase ale unui vertebrat adult sau cele muscular nu prezintă modificări citologice la doze moderate de radiatii, în schimb celulele care se divid continuu (celulele țesuturilor epiteliale, a organelor hematopoetice) sunt foarte sensibile.

Radiatiile ultraviolet pot reactiva celulele inactive, iar reactivarea poate avea loc în două feluri: prin **fotoreactivare**, cu ajutorul energiei luminii vizibile (enzimele unor bacterii, AND în prezența unei enzyme fotoreactive) și prin **reactivare multiplă**, care se întâlnesc la bacteriofagi, iar această inactivare de radiatii UV sunt introduse împreună cu aceeași bacterie devin capabili de a se înmulți.

Efectele genetice sunt cele care acceleră patrimonial ereditar și nu depend de natura radiatiei ionizante, ci de efectul lor ionizant, prin alterarea uneia sau a mai multor cromozomi sau a genelor, respectiv a AND. Marea majoritate a mutațiilor sunt nocive, unele chiar letale.

Actiunea biologică a radiatiilor ionizante asupra organismului

Aceasta actiune este complexă. În plus, omului, animalelor și plantelor, **radiatiile ionizante** se manifestă, prin **efekte somatice**, care se produc în organismul respectiv, prin **efekte genetice**, care se manifestă la generații ulterioare. Distrugerile în țesutul viu variază în raport cu natura particulelor, cu timpul când acionează, cu intensitatea lor, cu suprafața expusă.

Neutronii cu toate că sunt lipsiti de sarcini electrice, sunt foarte nocivi. În apă și în substanțele organice cu hidrogen, neutronii, ciocnesc nuclei, astfel smulgându-i protonii.

Radiatiile α desăvârșite sunt foarte puțin penetrante, pot provoca distrugeri foarte mari pe traiectoria lor, radiatiile β, mai puțin penetrante produc leziuni superficiale, în schimb foarte penetrante sunt radiatiile γ. La animalele superioare, la mamifere și la oameni, țesuturile cele mai sensibile față de radiatii sunt limfocitele, maduva oaselor și celulele sexual. La o iradiere de peste 400 ÷ 500 rem (doza semiletală hematologică), omul

moare în majoritatea cazurilor de asa-numita "**boala de iradiere**", manifestată prin astenie, diaree, soc etc. Doza pentru iradiere locală poate fi ceva mai mare neprovocând accidente generale. Exemplu ar fi, în tratamentul tumorilor se aplică local $500 \div 10.000$ rem.

Doza "DI 50%", ce omoară 50% dintre ființele supuse iradiierii, este de sute de röntgeni pentru mamifere, de mii de röntgeni pentru pasari și reptile, de zeci de mii de röntgeni pentru melci, de cca. 10^5 r pentru bacteria unicelulară. Iradierea poate fi folosită pentru sterilizarea alimentelor.

Radiatiile substanelor radioactive, ca și nuclei rezultăți la fisiunea lor sunt nocive pentru material vie dacă au o acțiune prelungită. Cancerul pulmonar al minerilor este datorat inhalării, pe parcursul anilor, a prafului radioactive.

Experiențele cu bombe atomice și cu hidrogen, ca și cercetările din reactorii nuclear și acceleratorii de particule au facut ca dozele de radiatii din aer să crească. Cu toate că la baza atmosferei nu a fost atinsă doza maximă admisibilă, apa de ploaie din anumite regiuni depășeste de 10 până la 100 de ori doza admisibilă.

Se definește ca **doza maxima admisibila** nivelul cel mai înalt la care probabilitatea de a produce efecte somatic distrugătoare este atât de mică încât nu poate fi măsurată, însă aceasta doza a suferit micsorări în decursul anilor.

Dozele mici de radiatii ionizante au în anumite condiții acțiunea de stimulare asupra funcțiilor celulare. exemplificand faptul că, creșterea plantelor poate fi accelerate în anumite stadii.

PARTEA II-AGROMETEOROLOGIE

Agricultorii și crescătorii de animale prin natura modului de a-și procura hrana zilnică, au fost și sunt obligați să observe și să dea interpretare uneori mistică, unor fenomene naturale pe care le-a fost dat să le trăiască. Ei trebuia să știe ce și când să semene, să culeagă, când și unde să-si mâne turmele.

Românii, pentru a-și memora și transmite cunoștințele, tezaurizează imagini, cuvinte și ritualuri specifice pentru zona lor de clima temperată, mărginită de mare și crenelată în centul de lantul muntos.

Activitatea omenirii a fost și este legată de succesiunea anotimpurilor, de cer și pământ, cerând ploaie, vara și descăntând iarna frigul, cei mai mulți dintre neștiutorii de carte, truditorii pentru mălai și pâine, crescători de animale, prelucrători ai lemnului, înțelegeau tot ceea ce există în natură într-un mod creștin, menționând întotdeauna unică ființă creațoare, ca fiind deasupra a toate.

Tăranul român, spune Vlad Manoliu (1999) în introducerea la „Micul dicționar de meteorologie țărănească”, și-a definit atitudinea față de fenomenele meteorologice și le-a explicat cu ajutorul credinței populare despre cer, soare, ploaie, secetă, furtună, brumă, vânt, etc. El leagă întâmplările existenței sale, a satului românesc în general, de mișcările hărții cerești, acestora adăugându-le amintirile propriei sale istorii. Meteorologia țărănească dezvăluie câteva adevăruri fundamentale, legate de evoluția în timp a mediului țărănesc.

Milenii de-a rândul, omenirea s-a străduit să trăiască în armonie cu ritmurile și legile naturii, pentru a-și asigura supraviețuirea și a cerceta semnele naturii, din mersul Soarelui și al Lunii, din fulger și furtună, din alternanța anotimpurilor.

Omul a observat relația schimbătoare a vremii de-a lungul orelor, zilelor, lunilor, anotimpurilor, descoperind evenimente naturale ca fluxul, refluxul, gravitația, schimbarea de vreme, comportamentul animalelor, creșterea și dezvoltarea plantelor, evoluția și schimbarea în timp a unei păduri a ecosistemului acesteia, constatănd că multe dintre acestea sunt legate de mersul Lunii și al Soarelui.

Pământul acționează energii diferite de la o zi la alta a caror cunoaștere este hotărâtoare pentru unele etape din viața plantelor și a viețuitoarelor în special, a! omenirii în general. Astfel, etape din tehnologiile de cultură a plantelor cum ar fi: însămânțarea, îngrijirea plantelor, recoltarea produselor pământului sau, etape privind îngrijirea și reproducerea animalelor, sunt legate de mersul vremii, de alternanța anotimpurilor și de mersul astrului nopții, Luna sau de cel al zilei, Soarele.

Efectele unei activități cu plantele și animalele nu se bazează doar pe capacitatele necesare și pe metodele de lucru, ci și pe momentul actiunii care este de-o importanță majoră.

Cercetarea proceselor fiziologice din plantă este strâns legată de fenomenele meteorologice, datorită caracterului acestora de-a se implica direct în procesele de creștere, dezvoltare, înflorire, maturare, repaus precum și în alte procese ce au loc la nivelul plantei.

In atmosferă au loc schimbări continue, ce determină o serie de procese de incalzire, răcire, mișcare - ale maselor de aer, evapotranspiratie, condensare, sublimare etc. Acestea, la rândul lor, determină alte fenomene precum: vântul, ceața, norii, bruma, rouă, ploaia, ninsoarea etc, acestea fiind, la rândul lor, puternic anorate în viața de pe Terra.

Pe măsura progresului și a cunoașterii științifice, fenomenele meteorologie care au avut și au loc în atmosferă, au fost tot mai profund explicate, încetând să fie sursa temerilor, spaimelor și a explicațiilor mistice supranaturale. Dezvoltarea spiritului științific, susținut de descoperiri importante ale fizicii atmosferei, ale unor legități care pot explica unele fenomene la nivel planetar, au dus la reducerea interpretărilor mitologice. Explorarea spațiului cosmic cu ajutorul satelitilor în mijlocul secolului trecut, cercetările pe lună care au avut menirea să elucideze fenomenul gravitațional, utilizarea calculatoarelor și a internatului - în ultimii ani - pentru eficientizarea prognozei vremii, au dus la explicații în termen firesc științific a multor fenomene meteorologice, până nu demult legate de o forță care acționează deasupra voinței și puterii oamenilor, forță care ar asigura viața pe Pământ.

Această carte se adresează specialiștilor din agricultură și silvicultură, dornici de informare în acest domeniu, de aici și numele de „agrometeorologie”. Aici am încercat o prezentare a fenomenelor meteorologice pe măsura înțelegerei viitorului inginer agronom, horticultor, silvic sau zootehnist, fiecare dintre aceste fenomene având, la finele capitolului, explicația cu privire la implicarea respectivului fenomen în viața plantelor.

NOTIUNI GENERALE

Meteorologia este știința care se ocupă cu compoziția, proprietățile și fenomenele fizice ale atmosferei. Aceasta cercetează, cauță și examinează interacțiunea dintre atmosferă și celelalte componente ale Pământului. Agrometeorologia studiază interacțiunea dintre condițiile meteorologice și procesele fiziologice care au loc în plantă. Importanța meteorologiei - în general -, și a agrometeorologiei - în special-, constă în faptul că, adună, creează și difuzează datele privind prevederea vremii și a cunoașterii climei.

Pentru înțelegerea stăriilor atmosferei trebuie cunoscute câteva noțiuni de bază cum ar fi: vremea, timpul, mersul vremii și clima. *Vremea* este o stare fizică momentană sau un element instantaneu al variației stării atmosferice, care are un caracter static. *Timpul* este un fenomen complex care nu se poate măsura cu un singur aparat; nu se poate exprima printr-un singur număr și nu se poate caracteriza printr-un singur cuvânt. Timpul, poate fi determinat numai prin totalitatea parametrilor de stare fizică și totalitatea fenomenelor fizice care, împreună cu suprafața subiacentă (soi, apă, vegetație), formează elementele meteorologice.

Elementele meteorologice sunt împărțite în două grupe: - *elemente principale*, din care fac parte: radiația solară, temperatura solului, temperatura aerului, presiunea atmosferică, umiditatea atmosferică și curenții aerului: - *elemente secundare* sau derivate cum sunt: nebulozitatea, insolația, precipitațiile atmosferice, umiditatea solului, fenomenele acustice și optice și cele electrice și magnetice.

Mersul vremii reprezintă variația elementelor meteorologice într-o perioadă mai lungă sau mai scurtă; deci procesele atmosferice care se schimbă neconvenit de la un moment la altul, manifestând un caracter dinamic. *Clima* (climatul) este definit de mersul multianual al vremii într-o perioadă lungă, de cel puțin 30 de ani și într-un anumit spațiu, caracterul static fiind caracteristic pentru loc - spațiu - și nu pentru intervalul de timp.

Meteorologia se divide în trei mari grupe:

I. Meteorologia ***propriu-zisă*** - studiază mersul vremii; la rându-i cuprinde:

- meteorologia *generală* - studiază fenomenele fizice de bază;
- meteorologia *dinamică* - studiază forțele fizice și alte cauze fizice precum și efectele acestora;
- meteorologia *sinoptică* - se ocupă cu prevederea timpului pe baza hărților

sinoptice;

- meteorologia *aerologică* - studiază atmosfera straturilor înalte;
- meteorologia *acustică, optică și electrică* - studiază fenomenele acustice, optice și electrice.

II. *Climatologia* - se ocupă cu studiul climei și cuprinde:

a) *Climatologia generală* care studiază fenomenele climatice de bază, acestea împărțindu-se în trei subramuri: - macroclimatologie; - mezoclimatologie; - microclimatologie.

b) *Climatografia* - care descrie și interpretează climatele diferitelor regiuni de pe Pământ.

III Agrometeorologie este disciplina care studiază interacțiunea dintre fenomenele meteorologice și procesul producției agricole (N.Bacso -1966), cuprinzând: *Agrometeorologia propriu-zisă* care studiază mersul vremii asupra proceselor fiziologice din regnul vegetal și animal; *Agroclimatologia* - studiază procesele producției agricole, funcție de climă.

Condițiile de climă își fac simțită prezența în fiecare domeniu de activitate, influențând puternic randamentul rezultatelor finale ale muncii desfășurate în toate domeniile agricole precum și în silvicultură. Atât cantitativ cât și calitativ producția acestor ramuri economice este dependentă de condițiile de climă care o pot favoriza sau defavoriza.

Condițiile climatologice influențează puternic viața plantelor și a animalelor, determinând procesele de creștere și dezvoltare ale acestora. Prin procesele lor vitale, ia rândul lor, plantele și animalele, pot influența un factori de mediu, stabilindu-se astfel legături reciproce între organismele vii și mediul ambiant. Evoluția regnului vegetal și animal, de-a lungul epocilor geologice, au relevat modul în care aceste specii din flora și fauna Terrei au fost nevoie să se adapteze, prin conformația taliei sau corpului lor, la condițiile mediului ambiant. Deci, aspectul vegetației și al animalelor, datorat condițiilor de mediu, de-a lungul secolelor, de cele mai multe ori nefavorabile, au dovedit încă odată influența climei asupra evoluției vieții de pe Pământ.

Meteorologia stabilește prognoze ale situației vremii foarte utile ramurilor agriculturii, stabilindu-se astfel, funcție de temperatura solului și a aerului, data când se pot face însămânările anumitor culturi sau data când se pot face plantarea unor răsaduri de legume, sensibile la condițiile de climă, sau plantările în pepinierele silvice ale speciilor termofile. Astfel, există posibilitatea planificării unor lucrări din agricultură sau silvicultură, în urma unor prevederi de timp, sau chiar elaborarea unor calendare a lucrărilor în aceste sectoare, cu ajutorul cărora poate fi asigurat un randament sporit al muncii în agricultură și silvicultură.

Prognozele agrometeorologice au menirea de-a estima, pentru unele culturi, valorile cantitative și calitative ale producțiilor. Tot cu ajutorul acestor prognoze se poate stabili data exactă când trebuie declanșate campaniile din agricultură sau silvicultură, mai cu seamă cele care privesc tratamentele fitosanitare ale vieții de vie și ale pomilor fructiferi, în vederea combaterii bolilor și a dăunătorilor. Astfel se poate lua măsuri din timp pentru diminuarea unor fenomene dăunătoare cum ar fi:

înghetețul, bruma, inundațiile, seceta etc. stabilindu-se totodată măsurile adecvate de apărare.

Climatologia, prin datele pe care le furnizează, oferă specialiștilor din agricultură, silvicultură și zootehnie, posibilitatea alegerii soiurilor și a raselor de animale care corespund fiecărei zone climatice, având loc astfel aşa numita „zonare ecologică” ce are loc pe anumite teritorii. Cunoscând datele climatologice poate fi facilitată aclimatizarea unor plante, soiuri sau rase de animale la noi condiții de mediu; de asemenea este posibilă ameliorarea unor soiuri noi, adaptabile la noile condiții de viață, total diferite față de partenerii din care au fost ameliorate.

Factorii de mediu influențează în sens pozitiv - sau negativ - efectul și eficiența pe care îl au administrarea îngrășămintelor chimice, la unele specii sau soiuri de plante, cultivate în condiții diferite de climă.

Prognoza vremii, în regiunile predispuse la inundații sau secetă, face posibilă confectionarea drenajelor, a digurilor pentru stăvilirea apelor, precum și verificarea instalației de irigare și punerea acesteia în funcțiune, în cazul secetei. Aceste măsuri, presupun funcționarea stațiilor meteorologice de pe anumite zone, care trebuie să emită prognoza climatologică inițial stabilită, pentru luarea măsurilor agrotehnice la timp.

Climatologia cuprinde două ramuri distinse și anume: *fitoclimatologia* și *zooclimatologia*. Prima studiază implicațiile factorilor de climatici în creșterea și dezvoltarea plantelor și a ecosistemului pădure, iar cea de-a doua efectul acestor factori în viața animalelor și în reproducerea lor. Pentru ca specialiștii din aceste domenii să urmărească corect implicația factorilor de mediu, trebuie să cunoască fenomenele și elementele meteorologice.

Este bine cunoscut că meteorologia se implică într-o multime de fenomene și de probleme ale vietii sociale. Dacă prognozele cu privire la mersul vremii, stau la baza succesului producției agricole, silvice și zootehnice, atunci putem spune că acestea sunt necesare pentru o multime de activități sociale cum ar fi: sănătatea publică, telecomunicațiile, toate tipurile de transporturi (rutier, naval, **aerian**) etc.

In sănătatea publică, prognoza vremii - de exemplu -, în condițiile unei zone de microclimă, este cea care subliniază faptul că locul ales pentru un sanatoriu, stațiune balneară sau un spital de boli profesionale, corespunde din toate punctele de vedere climatologice. In orice loc unde se construiește unul din edificiile menționate, prognoza meteorologică face cunoscute condițiile de climă ale regiunii respective, acestea asigurând succesul unui tratament anti și post operator sau balneologic.

Cunoașterea evoluției fenomenelor meteorologice în următoarele zile sau chiar ore, joacă un rol decisiv pentru asigurarea oricărui tip de transport, în condiții de siguranță. Prognozarea condițiilor de circulație a maselor de aer, deci de evoluție a vântului, în telecomunicații face posibilă amplasarea transformatoarelor, a cablurilor și orientarea aparaturii în aşa fel încât să reziste în cazul în care apare o schimbare a intensității sau a direcției vântului.

In domeniul construcțiilor, cunoașterea specificului microclimatic al vremii, joacă, de asemenea un rol esențial, încă de la stabilirea suprastructurii construcției, canalizare, orientarea clădirii etc. Deci, la amplasarea construcției trebuie cunoscute eventualele posibilități de schimbare de climă

care ar putea apărea în zona respectivă, cum ar fi: adâncimea la care pătrunde înghețul la sol, debitul ploilor, cantitatea de zăpadă care cade, temperaturile din cursul verii etc, acestea pentru a putea fi asigurate, canalizarea corespunzătoare, ventilația, încălzirea, precum și toate celelalte lucrări care asigură și consolidează construcția.

Metode de cercetare în meteorologie. Încă de la începuturile ei ca știință, meteorologia a folosit ca metodă de cercetare *observația vizuală*. Ulterior a folosit instrumente speciale, deoarece unele fenomene nu puteau fi cercetate și interpretate decât cu ajutorul acestei aparaturi. Astfel, temperatura, umiditatea și presiunea atmosferică, trebuie cercetate mai amănunțit, cu ajutorul instrumentelor specializate, în vederea obținerii unor date mai exacte, observația ochiometrică nefiind relevantă. Unele fenomene, cum sunt norii, pot fi observate vizual și se poate stabili o prognoză aproximativă (V. Matei și S. Bratoveanu -1976) însă, pentru o fază superioară a domeniului de cercetare a fenomenelor optice sunt necesare instrumente înregistratoare.

Cercetările cu ajutorul hărților sinoptice sunt legate de secolul al XIX-lea, acestea având un rol important în practica meteorologică din stații, deoarece studiază fenomenele meteorologice la scară planetară. Dezvoltarea științei a făcut posibilă reproducerea unor fenomene meteorologice pe cale artificială, fie în atmosferă, fie doar în laborator. Dintre fenomenele care pot fi reproduse artificial amintim: ceața, ploaia, studierea curentilor de aer cu ajutorul tunelelor construite special în acest scop.

La sfârșitul secolului trecut, fenomenele meteorologice au început să fie studiate cu ajutorul avioanelor, radarelor, sateliților, aerostațiilor, metode aeroelectrice pentru ca în ultimii ani prognoza timpului să fie elaborează pe bază matematică folosindu-se calculatoarele și internetul.

Între preocupările de ultimă oră care privesc meteorologia sunt și problemele de dirijare și modificare a fenomenelor în direcția dorită de om. Astfel, în zonele prognozate ca fiind secetoase s-au construit bazine de apă, ori s-au înființat plantații de arbori sau chiar de păduri, pe suprafete mici, în vederea modificării temperaturii și a umidității aerului precum și pentru a schimba direcția vântului. Pentru a înlătura înghețul se creează artificial ceață și fum. Toate problemele de modificare și dirijare a fenomenelor ridică implicații serioase în domeniul agriculturii și silviculturii.

Legătura meteorologiei cu alte științe este dată de însăși natura ei. Obiectivul acesteia de bază, cel prin care sunt urmărite fenomenele fizice din atmosferă, o leagă strâns de fizică; astfel meteorologia se mai numește și fizica atmosferei, tocmai pentru că studiază fenomenele fizice care au loc în atmosferă. În unele dintre ramurile meteorologiei, cum este climatologia, folosirea calculului statistic și probabilistic în interpretarea fenomenelor meteorologice, face ca matematica să fie indispensabilă pentru efectuarea acestor calcule. Urmărind regimul precipitațiilor în interesul plantelor și a animalelor, legătura cu hidrologia vine să asigure un plus de siguranță în stabilirea echilibrul hidric al vietii pe Pământ.

Cercetarea fenomenelor meteorologice este strâns legată de condițiile geografice, fapt pentru care meteorologia este strâns legată de geografie. Pentru stăpânirea condițiilor de climă, geografia asigură cunoașterea regiunilor din punct de

vedere geografic. Prin observațiile pedo-climatice, pedologia apelează la meteorologie pentru corelarea datelor obținute. Prin caracteristica lor, fenomenele meteorologice au legături cu oceanografia, astronomia etc. Există, de asemenea, o gamă largă de alte discipline cum ar fi: silvicultura, aerologia, construcțiile urbane, medicina, balneologia precum și multe altele, care au legături cu meteorologia.

Elementele meteorologice cuprind, fenomenele fizice care au loc în atmosferă, împreună cu suprafața subiacentă formată din sol, apă, vegetație etc. După H. Criveanu și R. Bozac (1991), aceste fenomene se clasifică în două grupe:

- elementele *principale* care cuprind: radiația solară, temperatura aerului și a solului, umiditatea și presiunea atmosferică și curenții de aer;

- elemente *secundare* care deriva din primele și cuprind: nebulozitatea, insolația, precipitațiile atmosferice, umiditatea aerului, fenomenele acustice, optice, electrice și magnetice ale atmosferei.

ATMOSFERA (Generalități)

Atmosfera este sfera exterioară a Pământului, învelișul gazos care-I înconjoară și care se întinde la limita superioară până la mii de kilometri în spațiu interplanetar, determinând viața pe Pământ precum și o mulțime de fenomene, care sunt în continuă cercetare.

În compoziția atmosferei intră: elemente stabile și elemente variabile (nestabile)

1. *Componențele stabile* se găsesc până la înălțimea de 80 de km și se exprimă în procente de greutate. Ele sunt:

Azotul (N_2) : 75,55

Oxigenul (O_2) : 23,16

Gazele inerte (Ar, He, Kr, Ne, Xe și Hidrogenul) 1,29

Până la înălțimea de 80 km., oxigenul și argonul se află în cantități mici, iar hidrogenul și heliu, fiind gaze ușoare, se găsesc în cantități mari; de asemenea neonul, kriptonul și radonul se găsesc în cantități mici. În pădure stratul de aer conține o cantitate mai mare de bioxid de carbon decât în câmpie. Cantitatea de aer de 0,06% din pădure, scade odată cu înălțimea. Frunzișul arborilor absorb o anume cantitate de aer, de aceea la nivelul coronamentului arborilor procentul scade sub 0,03%. În anotimpul cald, 1 m^3 de aer conține cu 1 gram mai mulți vaporii de apă decât în câmpie, cantitate care, în zilele foarte calde, poate să crească până la 3 g, aerul, în această zonă conținând fiticide, este lipsit de bacterii și microorganisme dăunătoare.

II. *Componențele variabile* sau nestabile. În afara gazelor care compun aerul atmosferei, întâlnim vaporii de apă și particule solide provenite din scoarța terestră, din marea industrie sau din straturile mai înalte ale atmosferei. Dintre acestea, cele mai importante întâlnindu-se până la înălțimea de 20 km și pot fi:

1. Vaporii de apă - se găsesc în cantitate mică, doar 0,9% din greutate,

dar au importanță foarte mare pentru că dau naștere la nori și la precipitațiile atmosferice, absorbind o parte din radiațiile telurice, reținând energii calorice semnificative.

2. *Bioxidul de carbon* (CO_2) are rol în procesul fotosintezei la plante și în bilanțul energetic al atmosferei. Acesta este puțin variabil, oscilând de la 0,02% până la 0,03%, fiind foarte important în dezvoltarea vieții organismelor.

3. *Ozonul* (O_3) - considerat ca fiind starea alotropică a oxigenului, se găsește atât în partea de jos a atmosferei, sub 20 km, provenind din descărcările electrice, cât și în straturile superioare unde se formează datorită radiațiilor ultraviolete provenite de la soare, cantitatea lui crescând o dată cu altitudinea. Cantitativ ozonul este puțin, fiind mult mai mult în păturile superioare ale atmosferei decât în cele inferioare unde cantitatea acestuia este mică și variabilă. Grosimea stratului de ozon la temperatura de 0°C și la o presiune atmosferică de 760 mm Hg, este de 3 nm. Într-un an cantitatea cea mai mare de ozon se înregistrează primăvara, iar cea mai mică toamna, fiind mai mare în emisfera nordică decât în cea sudică. Acest gaz are o importanță foarte mare pentru viața de pe Pământ, el reținând radiațiile ultraviolete, în mare măsură - asemenea unui filtru -. Dacă acest strat nu ar exista, radiațiile ultraviolete ar ajunge la suprafața pământului, iar viața ar dispărea în doar câteva minute.

4. *Substanțele gazoase* cum ar fi: bioxidul de carbon, radonul, clorura etc. se află în cantități variabile, dar dăunătoare.

5. *Particulele lichide* sunt reprezentate de picăturile de apă în stare de suspensie sau în stare de cădere.

6. *Particulele solide* au mărime și proveniență diferită. Unitatea de volum de aer conține mii și zeci de mii de particule solide. Importanța lor este majoră în procesele de condensare, unde au rol de nuclee de condensare. Aceste particule pot fi: cristale de săruri maritime sau de gheăță, ace și sferule de gheăță, nisip, cenușă și praf vulcanic, produse industriale (fum, oxizi metalici, praf de cărbune), polen, spori de bacterii și de ciuperci etc. Toate aceste particule solide, oricără de mici ar fi, poluează aerul într-o măsură aşa de mare încât este necesară prevenirea și combaterea poluării la toate nivelurile.

Structura atmosferei

Studiul atmosferei a stabilit că este formată din câteva straturi sau sfere, care se deosebesc prin însușirile lor și prin procesele chimice pe care le determină. Schematic, această structură este reprezentată în fig. 1 (după E. Dragomirescu și L. Enache -1998). Straturile atmosferei sunt:

a) *Troposfera*, strat numit și sfera norilor, se întinde până la 10 km și cuprinde 75% din întreaga masă a atmosferei. Acest strat este caracterizat de prezența norilor și a curenților intenși, scăderea pe verticală a temperaturii încât la limita superioară este foarte scăzută (între -40°C până la -70°C , pe tot parcursul anului). Sfera norilor prezintă o stratificare internă:

- stratul din apropierea imediată a solului - strat de 0-1 m, prezentând o varietate

mare de plante și obiecte;

- stratul din *apropierea solului*- de 1 -2 m, un strat în general uniform, dar uneori prezintă variații semnificative. La acest nivel se instalează stațiile meteorologice;

- stratul din *apropierea Pământului* - care se întinde de la 2 m până la 1000 m, fiind foarte uniform, diferențe mari apărând în cazul unor suprafețe mari, cum ar fi câmpie - pădure, uscat - apă etc.

- *atmosfera liberă* - strat care se întinde de la 1000 m în sus și care este în foarte mică măsură subordonată suprafeței subiacente.

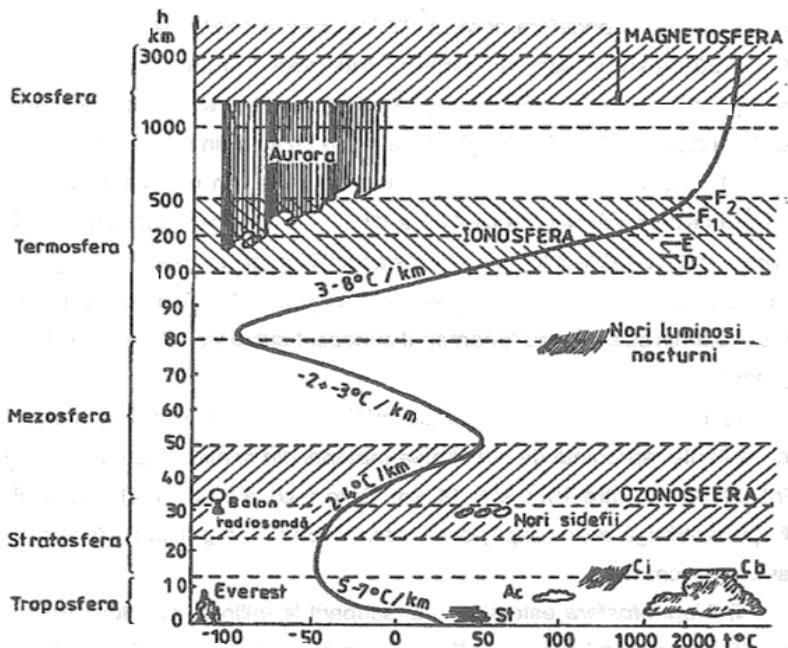
b) *Stratosferă* - strat gros de 10 până la 30 km. În partea inferioară a stratosferei (până la 25 km) temperatura este coborâtă și este cuprinsă între -45°C până la -80°C , iar în partea superioară (între 25-30 km) temperatura este relativ înaltă. Această aşa-zisă parte călduroasă se numește *ozonosferă*. În ozonosferă, datorită radiațiilor ultraviolete, oxigenul bivalent (O_2), se transformă în oxigen trivalent(O_3), numit *ozon*. Procesul de ozonificare se realizează, pe de o parte prin absorbția radiațiilor ultraviolete, foarte nocive pentru viața omului, plantelor și a animalelor iar, pe de altă parte prin încălzirea aerului, în partea superioară a atmosferei, încălzire datorată absorbției energiei radiante.

c) *Mezosferă* - se întinde între 30 și 100 km., iar partea de jos a mezosferei, între 30 și până la 50 km, fiind o zonă călduroasă (cca. 0°C), datorită ozonosferei care se află în partea superioară a stratosferei. De la 50 de km în sus, temperatura sade treptat o dată cu înălțimea, ajungând ca la 100 km să atingă -90°C , aici fiind și stratul unde pot apărea norii nocturni luminoși, alcătuși din cristale fine de gheăță.

d) *Ionosferă* sau termosferă, este formată din mai multe pături ionizante care se întind între 100 și 1000 km. Temperatura ionosferei atinge 2000 până la 3000 $^{\circ}\text{C}$. Datorită acțiunii radiațiilor solare cu lungime de undă mică, partea superioară prezintă fenomenul de electroluminiscență, sau fenomenul cunoscut sub denumirea de auroră polară.

e) *Exosferă* este caracterizată printr-o densitate a aerului extrem de scăzută, apropiată de densitatea materiei din spațiile interplanetare, întinzându-se între 1000 și 3000 km. Este o zonă cu gravitație mică și forță centrifugă mare, fapt pentru care, moleculele gazoase dispar în spațiu cosmic.

f) Magnetosfera este stratul descoperit la mijlocul secolului trecut (1958), cu ajutorul sateliștilor. Este aceea parte a atmosferei exterioare în care mișcarea particulelor (electroni, protoni etc), sunt determinate de câmpul magnetic al Pământului și care le ține în sferă de atracție. Magnetosfera se întinde de la distanța de $5R$ până la cca. $20 R$, un $R = 6367$ km de la centrul Pământului. Dacă ozonosfera apără ființele vii de efectul nociv al radiațiilor ultraviolete cu lungime de undă scurtă, magnetosfera este considerată un ecran de protecție împotriva radiațiilor cosmice (E. Dragomirescu și L. Enache -



*Fig.1. Structura atmosferei
(după E. Dragomirescu și L. Enache - 1998)*

1998).

Între aceste straturi verticale ale atmosferei există zone de tranziție de cca. 1-5 km grosime. Astfel, între zona a și b se întinde tropopauza, între zona b și c stratopauza, între c și c3 mezopauza, iar între d și e termopauza. Grosimea acestor straturi de tranziție se poate schimba sau uneori aceste straturi pot chiar lipsi.

Aspecte privind structura și dinamica atmosferei, sunt prezentate de /. Fărcas - (1990) de la Universitatea din Cluj-Napoca.

Se pune firesc întrebarea, ce s-ar întâmpla dacă nu ar exista acest strat gazos cere este atmosfera?, strat cu rol de-a proteja Pământul. Lipsa atmosferei ar duce la diferențe mari între temperatura zilelor și a noptilor; ziua Soarele ar putea determina temperaturi de peste $+100^{\circ}\text{C}$, iar noaptea un ger care ar putea atinge -150°C . Trecerea de la zi la noapte s-ar face brusc, prin dispariția aurorelor, iar cerul ar fi tot timpul înnojurat datorită dispariției norilor care au forme și culori diferite. Pământul ar fi lipsit de orice formă de viață,

datorită lipsei adierilor de vânt și a ploi scurte sau lungi care cad de la anotimp la anotimp.

Atmosfera nu are culoare dar, uneori, datorită gradului mare de poluare, deci a impurităților din atmosferă, care în general apar în zonele industrializate, stratul gazos al atmosferei poate căpăta culori fumurii. La pol, datorită nopților lungi, apar culori inimagineabile, asemenea întinderilor de apă, de unde și denumirea dată meteorologiei atmosferei, cea de „oceân aerian”.

Structura orizontală a troposferei

Troposfera nu este uniformă în întreaga ei masă, datorită repartiției neuniforme a energiei solare, apoi datorită altitudini, reliefului, repartiției continentelor și a oceanelor. Structura orizontală a troposferei este alcătuită din *mase de aer* cu proprietăți fizice diferite.

Masele de aer au suprafață foarte mare, de dimensiunea unui continent sau ocean, iar grosimea de până la 1 km. Fiecare masă de aer are propriile caracteristici, având proprietăți bine determinate, prin care diferă una de alta (Gh. Mähära - 2001). Acestea se pot clasifica în felul următor:

- a) după *temperatură și sensul de deplasare* a masei de aer avem:
 - mase *calde* - sunt masele provenite de la latitudine mai joasă și care prin deplasarea către latitudini superioare determină încălzirea aerului;
 - mase *reci* - sunt masele care provin de la latitudine superioare și care prin pătrunderea în regiuni cu latitudini mai joase, determină răcirea vremii.
- b) după *regiunea geografică* unde s-a format masa de aer avem :
 - în emisfera nordică - mase *arctice*;
 - în emisfera sudică - mase *antartice*
 - deasupra latitudinii mijlocii - mase *polare*;
 - deasupra tropicelor - mase *tropicale*;
 - deasupra ecuatorului (între cele două tropice) - mase *ecuatoriale*.

c) după natura suprafeței subiacente, masele sunt: *continentale*; și *oceânice* (maritime).

Frontalizarea maselor de aer se face prin amestecarea celor două mase de aer sau prin mișcări de îndepărțare a maselor vecine.

Frontul de aer se deplasează întotdeauna împreună cu masele de aer, fiind înclinat către aerul rece. Din punct de vedere al temperaturii, aceste fronturi se clasifică în:

- fronturi *calde*, sau de ascensiune care se deplasează în sensul retragerii aerului rece pe care-l ocupă .
- fronturi *reci*, sau de invazie, care se deplasează în sensul ocupării locului aerului cald împins de sus.

După natura maselor de aer pe care frontul le separă acestea se

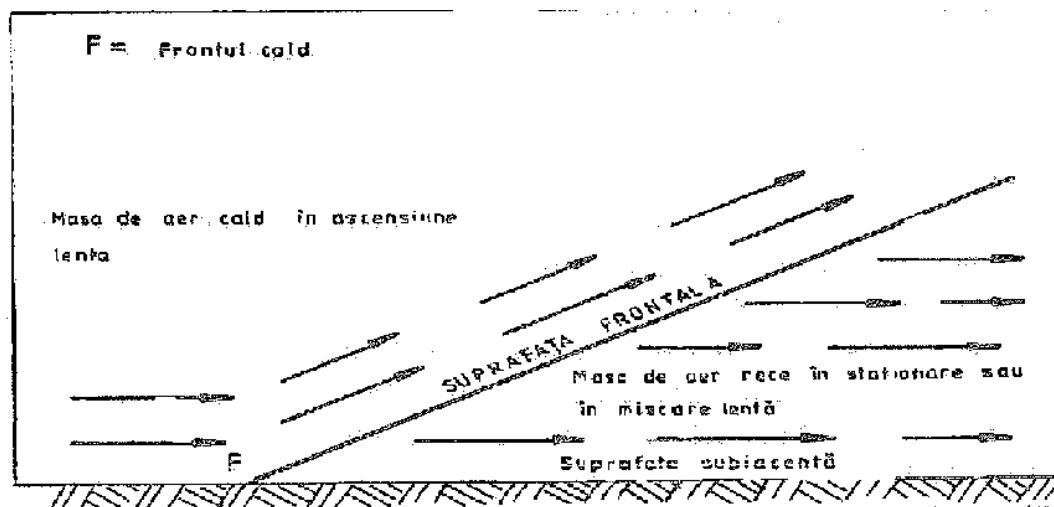


Fig.2. Front de aer cald(secțiune).

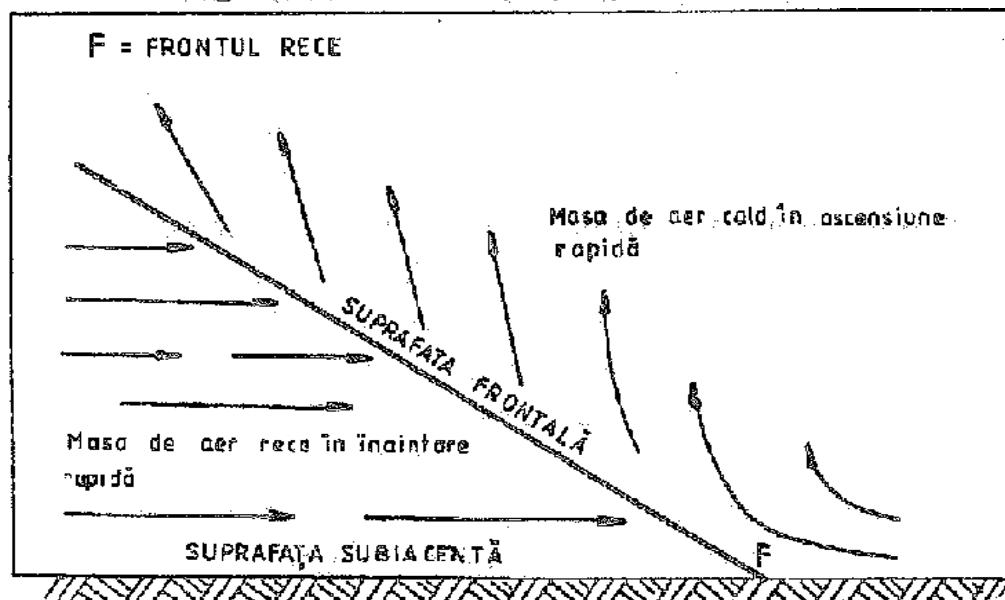


Fig.3. Frontul de aer rece(secțiune)

clasifică în : - front *arctic*; -front *polar*; - front *tropical*.

După direcția de mișcare a aerului sunt: - *anafronturi* - care se mișcă ascendent pe suprafața frontului (ana = mișcare în sus); -*catafronturi* - care se mișcă descendent pe suprafața frontului (cata = în jos).

Fronturile mai pot fi: - *simple* - cele care separă numai două mase de aer și - *complexe* - care separă trei sau chiar mai multe mase de aer (fig. 4 a și b).

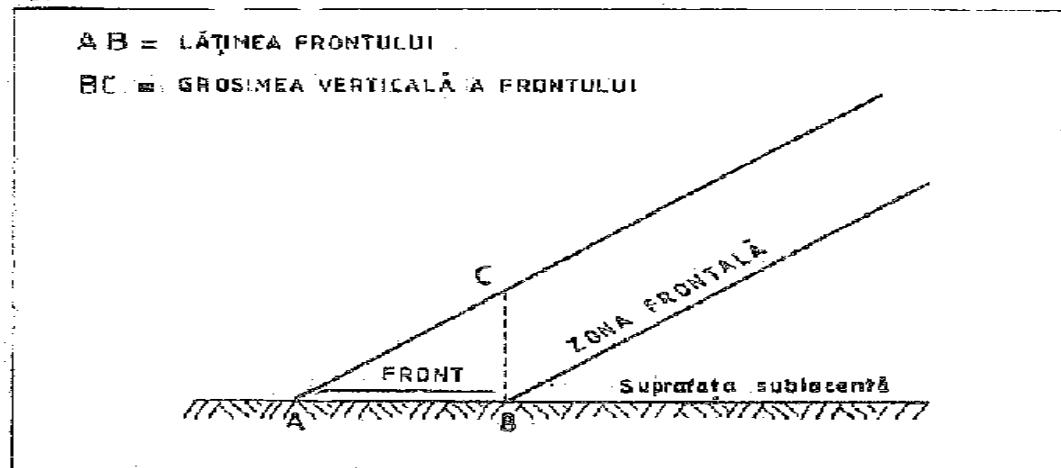
Notarea maselor de aer, exprimă specificația suprafeței (notată simbolic cu literă mică) și proveniența geografică a lor (notată simbolic cu literă mare). Această notare este deosebit de importantă în meteorologia sinoptică pentru interpretarea mersului vremii, tipurile de mase de aer fiind următoarele :

- masa de aer *continental arctic* (cA) - o masă foarte rece și cu conținut

scăzut în umiditate;

- masă de aer *maritim arctic* (mA) - masă de aer foarte rece cu conținut ridicat de umiditate și care produce cantități mari de precipitații;
- masă de aer *continental polară* (cP) - care aduce vreme cu cer senin și geruri intense, iarna și căldură vara cu aer puțin uscat, determinând în acest anotimp formarea furtunilor generator de timp instabil, cu precipitațiile însoțite de descărcări electrice;
- masă de aer *maritim polar* (mP) - caldă și umedă iarna, rece și umedă vara, aducând precipitații abundente;
- masă de aer *continental tropicală* (cT) - sunt masele cele mai calde și uscate, caracteristice și regiunilor noastre, aducătoare de zile tropicale un timp mai mult sau mai puțin îndelungat;
- masă de aer *maritim tropical* (mT) - care aduce aer cald și umed, având origine oceanică.

a.



b.

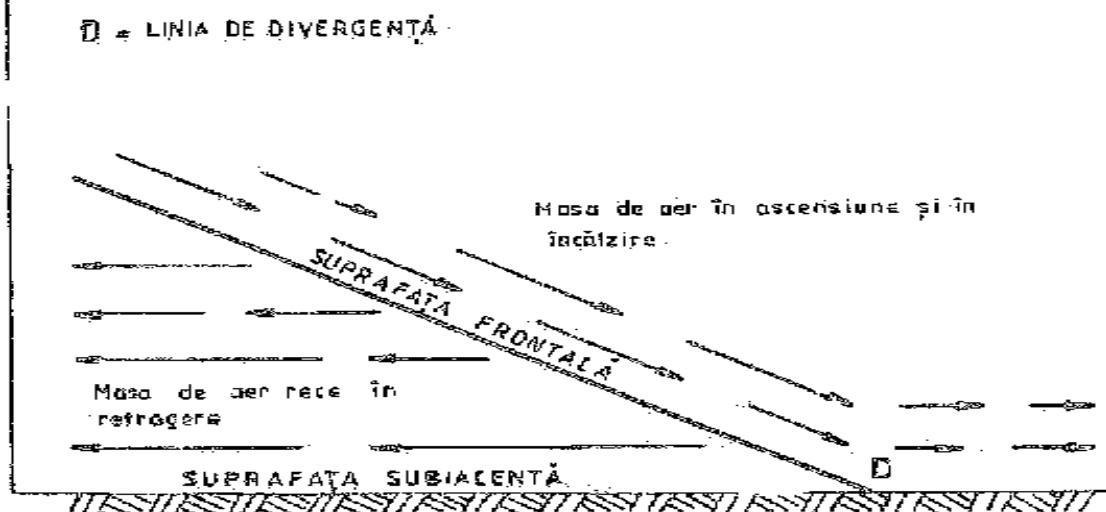


Fig. 4.a și b Zonele unui front (secțiuni)

Masele de aer, în deplasarea lor, nu rămân constante; ele se transformă lent sau mai rapid dar tot timpul.

Mersul vremii este influențat de evoluția a trei factori: radiația solară, mișcarea maselor de aer și natură suprafetei subiacente.

Efectele poluării atmosferice asupra vieții plantelor

Cauzele poluării atmosferei sunt, în principal, date de prezența în compoziția aerului a impurităților: cu pulbere, vapori, gaze reziduale, din industrie, care determină formarea așa-numitului aer „impur”, aer care conține o anumită cantitate din particulele menționate. Aerul pur sau curat a devenit o noțiune relativă, el găsindu-se foarte greu, chiar și în zonele foarte îndepărțate de orașele sau centrele industriale care sunt considerați factorii poluanți.

Poluantul numărul unu îl reprezintă gazele industriale, pentru înlăturarea efectului acestora fiind necesare măsuri de prevenire și combatere. Aerul din aceste zone conține 20.000 până la 1.000.000 de particule de praf/cm³, pe când cel din zonele montane conțin numai 1.000-4.000 particule de praf/cm³ - cantitatea de particule din zona industrială scade pe timpul ploilor. Pentru meteorologie un rol important îl au particulele higroscopice, care alcătuiesc nucleele de condensare a picăturilor de apă și a vaporilor.

Pătrunderea impurităților în atmosferă se numește *contaminare*, iar pătrunderea lor în regnul vegetal și animal se numește *infectare* și *infestare*. Modificarea proprietăților aerului cauzate de aceste impurități se numește *vicierea aerului*. Însă se folosește uzual termenul de *contaminare radioactivă, virotică și bacteriană*.

Particulele solide, gazoase și lichide, au natură diferită, ele pot fi de zinc, fier, cupru, plumb etc., acizi, sulfuric, clorhidric, etc; baze ca; amoniacul, compuși organici ca: fenoli, alcooli, hidrocarburi etc. Condițiile din aerul atmosferic fac posibile depunerea și acționarea acestor particule asupra mediului înconjurător și a organismelor vii. Unii factori meteorologici (temperatura, umiditatea, vânturile, norii) și macrometeorologici joacă un rol important în procesele din atmosferă..

Efectul poluării asupra organismelor plantelor se manifestă prin apariția de leziuni pe suprafața lor, iar după aspectul acestora se poate stabili gradul de poluare. Prin pagubele economice înregistrate, se pot stabili efectele ei asupra producției vegetale.

Marea industrializare a dus la înregistrarea pagubelor produse de poluare. Absorbția impurităților de către radiațiile solare determină curența de lumină care poate fi dăunătoare plantelor pentru că se depune pe frunzele plantelor cultivate în sere, sau pe geamul acestora, afectând transpirația. Spălarea particulelor sedimentate de către apă căzută din ploaie sau prin irigație, determină modificarea compoziției apei și în final determină creșterea capacitatii toxice a acesteia, fapt care se răsfrângă asupra creșterii, dezvoltării și producției plantelor.

Leziunile de pe frunze provocate de agenții poluanți pot cuprinde suprafața frunzei sau numai marginile ei. Sunt situații când substanțele toxice pătrund

direct prin stomatele frunzelor, producând modificarea țesuturilor, ducând uneori chiar la dispariția speciei în întregime. Ca efecte ale poluării sunt: distrugerea clorofilei din frunzele și decolorarea ei prin apariția clorozelor, îmbătrânirea prematură a lor și în final căderea lor. În final, rezultatul intoxicației plantelor prin poluare duce la: tulburări de creștere și dezvoltare a plantelor, reducerea aparatului foliar și, ca o consecință gravă la compromiterea producției, aducând după sine serioase implicații de ordin economic care uneori poate avea consecințe de proporții considerabile.

Radiația solară

Intreaga viață de pe Pământ se datorează Soarelui, existența omenirii este sub semnul Soarelui. Razele acestuia încălzesc soiul, aerul, apa. Căldura care, la rândul ei determină evaporarea apei ce mai apoi se reîntoarce pe pământ sub formă de ploi sau zăpezi. Căldura razelor solare este cea care a determinat formarea, în inima Pământului, a bogățiilor minerale, iar la suprafață, întinderile de apă, prin energia lor formează hidrocentrale, care dau naștere la lumină. Dacă Soarele ar dispare; pe planetă ar fi numai întuneric, iar viața ar dispare pentru totdeauna.

Cantitatea de energie sub formă de radiație pe care Pământul o primește de la Soare se numește *radiație solară*. Toate fenomenele biologice și geofizice care au loc pe Pământ și în atmosferă se datorează radiației solare, pe care plantele și animalele o folosesc sub formă de căldură și lumină - fără care nu pot trăi -; deci căldura solară se transformă în energie care apoi acționează pe Pământ.

Considerată o stea de mărime mijlocie, Soarele are un volum de 1.301.000 de ori mai mare decât cel al Pământului. Diametrul acestuia este de 109 ori mai mare ca cel al Pământului. Temperatura Soarelui este foarte ridicată. La suprafață, 6.000°C și cca. $20.000.000^{\circ}\text{C}$ în centru. Pământul se află la o depărtare de 149.600.000 km. față de Soare, fapt pentru care primește a doua miliardă parte din căldura Soarelui, cantitate suficientă pentru a întreține viața pe Pământ. Bilanțul caloritic terestru este în strânsă relație cu mișcarea apei în atmosferă în ocean și pe uscat, asigurând un sistem unic.

Compoziția, structura și activitatea Soarelui

Astrul solar este un corp gazos incandescent, puternic ionizat, cu o structură neomogenă, alcătuită din straturi sau sfere, observațiile., spectrale punând în evidență 67 de elemente chimice care intră în compozitia lui. Sferele Soarelui sunt:

a) *Sfera centrală* - sferă de sub fotosferă sau interiorul Soarelui. Acest strat este alcătuit din a patra stare a materiei, *plasma*, cuprinzând masa cea mai mare din Soare. Caracteristicile interiorului Soarelui fiind densitatea foarte mare, ajungând de la $10^{-7} \text{ g. cm}^{-3}$ până la 100 g. cm^{-3} , media densității fiind $1,41 \text{ g.cm}^{-3}$ și temperatura foarte ridicată, ajungând de la 7000°K la

20000°K ($^{\circ}\text{K}$ = grade calorice).

b) *Sfera luminoasă* sau fotosferă - se mai numește și suprafața aparentă a Soarelui fiind delimitată de întreg globul solar. Caracteristicile fotosferei sunt: temperatura de 5800°K (cal/cm²); densitate mică de cea. 10-7g.cm⁻³; emite mari cantități de radiații accesibile Pământului; grosime de câteva sute de km; iluminată discontinuu sub formă de granulații. Fotosferă este alcătuită din trei straturi:

- *stratul inversat* sau atmosfera solară - strat gros de 500 km, cu densitatea și temperatura cea mai mică care este format din vaporii metalelor grele și a corpurilor gazoase;

- *sfera de culoare* sau cromosferă - denumire dată de faptul că în timpul eclipsei de soare-startul are culoare roz. Grosimea cromosferei este de 14000 km iar temperatura ei este și mai coborâtă fiind alcătuită din heliu, hidrogen, calciu etc.

- *sfera exterioară* sau coroana - în timpul eclipsei apare sub forma unui încveliș argintiu. Formă și grosime variază funcție de activitatea solară. În general grosimea acestui strat poate ajunge până la 2.000,000 km, temperatura până la 1.000000°K, exteriorul coroanei trecând treptat în materie interplanetară. Sferă este compusă din electroni, atomi de Fe, Ca, Ni, praf interplanetar etc, fiind stratul cu cea mai mare densitate. Soarele emite radiații luminoase și corpusculare, acestea fiind rezultatul activității nucleare, în primul rând a sintezei heliului. Din cadrul radiațiile luminoase sau electromagneticice fac parte: undele hertziene, radiații infraroșii, radiații vizibile, radiații ultraviolete și Rontgen. Radiațiile corpusculare sunt emise în cantitate mică; derivând din câmpul magnetic al Pământului. Acestea sunt: emanării de electroni, emanării de protoni

- precum și alte particule cu sarcini electrice. În decurs de un an, pe Pământ cad $1,34 \cdot 10^{24}$ cal de radiații, ceea ce înseamnă 1/2.240.000.000 din energia solară emisă.

- Spectrul soarelui s-a format prin emiterea luminii albe de către fotosferă, care în mare parte este absorbită de atmosfera solară, fiind un spectru de absorbție alcătuit din peste 20,000 de linii, numite liniile lui Fraunhofer. Cu ajutorul lor se poate studia compoziția și procesele fizioleice care au loc în Soare.

- *Fenomenele care au loc la suprafața Soarelui* se produc continuu având un caracter periodic. Dintre aceste fenomene amintim:

- *petele* - formațiuni obscure ale fotosferei de dimensiuni mari și în agitație continuă; cu câmpuri magnetice de mare intensitate. Aceste pete prezintă două zone; una de penumbră și una de umbroasă, rece cu temperatura de 4600°K.;

- *făcutele* - apar, de regulă, în vecinătatea petelor, fiind mai intens luminate, și corespund celor mai calde regiuni din cromosferă;

- *protuberantele* sau flăcările solare sunt norii groși care se întind de la fotosferă până la cromosferă, sunt formațiuni liniștite aproape staționare,

fiind considerate reci față de coroană deoarece temperatura lor este de 15.000°K ;

- *erupțiile solare* - sunt fenomene luminoase de scurtă durată (cca. 10-15 min). Acestea sunt purtătoare de perturbații ionosferice atunci -când ating Pământul deoarece emit radiații herțiene, ultraviolete, Rontgen și corpusculare de mare intensitate.

Fenomenele de la suprafața Soarelui au un caracter periodic de cca. 11-12 ani, perioadă compusă din subperioade de 5,9 ani. După cercetările recente aceste fenomene se intensifică datorită opoziției planetelor care produc perturbări ale straturilor exterioare ale Soarelui.

Variația radiației solare (diurnă și anuală)

Radiația solară este un fenomen discontinuu, care are loc numai în ziua-lumină, deci în partea diurnă de la momentul când răsare Soarele și până la ora 12, deci în această perioadă radiația solară crește iar după ora 12, până la apus scade. Deci, mersul *zilnic* (diurn) înregistrează un maxim la ora 12 și un minimum în timpul nopții. Variația diurnă a radiației solare și acelei terestre este redată în **fig. 5**, cu maximele și minimele pe care le înregistrează.

Variația anuală (fig. 6) însă, depinde de latitudinea

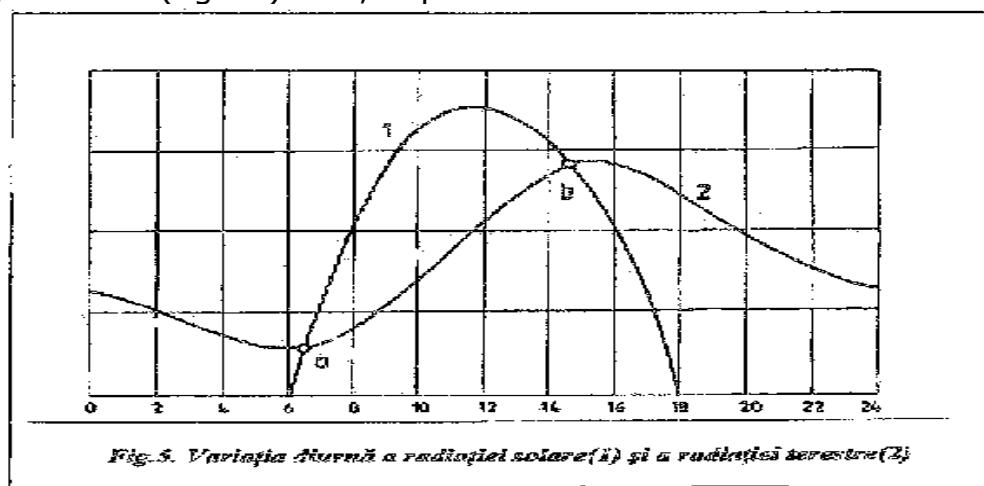
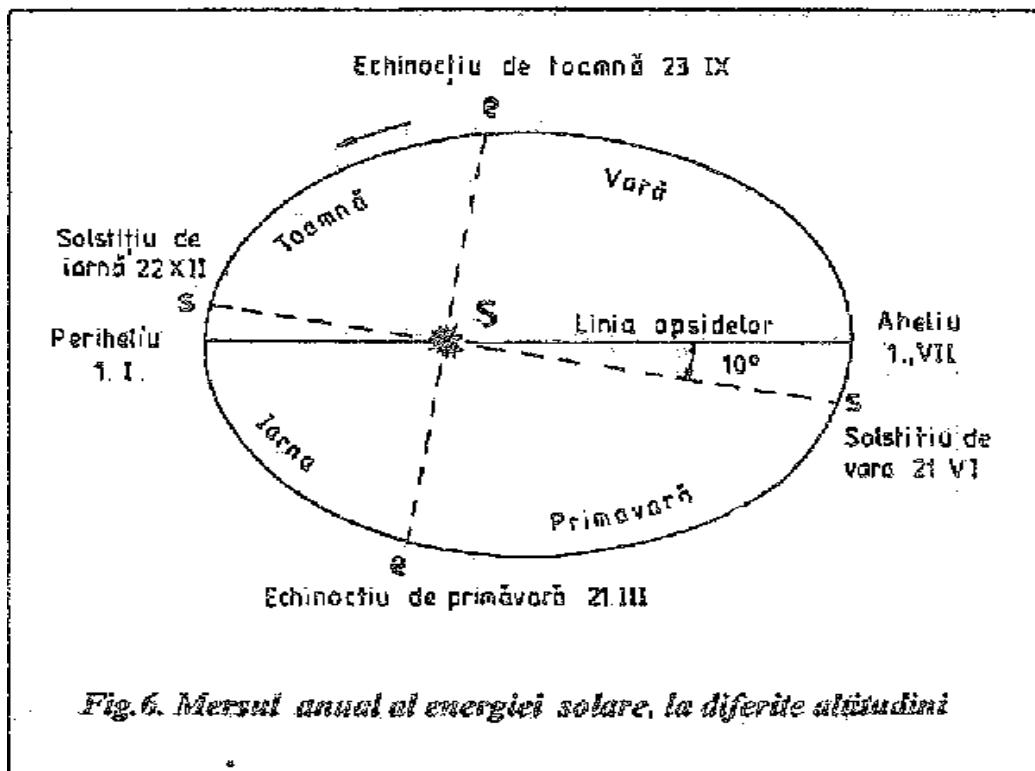


Fig. 5. Variația diurnă a radiației solare (1) și a radiației terestre (2)

geografică și de anotimp. Influența anotimpurilor manifestându-se prin incidenta razelor, lungimea zilei lumină, distanța dintre Soare și Pământ. Astfel, la ecuator radiația are două minime la solstițiul și două maxime la echinocții.

Variația duratei zilelor și a noptilor într-un an, primită într-o zi în emisfera nordică, la diferite latitudini este redată în fig. 7 (după EDragomirescu -1992). În regiunile cu latitudine mijlocie, radiația înregistrează un minim iarna și un maxim vara. În schimb, la pol, în emisfera de nord, minimul de la solstițiul din iunie are loc timp de jumătate de an, formând aşa numita noapte polară iar la solstițiul din decembrie are loc în emisfera sudică. În ziua solstițiului de vară, în ambele emisfere, regiunea polară primește cele mai mari cantități de radiații.



Modificarea, absorbția și importanța biologică a radiației solare

Radiațiile solare în atmosferă trec printr-o serie de modificări *cantitative* - privind schimbarea intensității lor și, *calitative* - privind schimbarea lungimii de undă. Ele pătrund în atmosferă prin următoarele fenomene: - difuziune, care este indirectă, găsindu-se pretutindeni și continuu; - reflexie totală, fenomen relativ rar și localizat în deserturi, în regiunile cu zăpezi veșnice, pe suprafețele șoselelor asfaltate; - radiație transmisă, cea care ajunge integral, nemodificat pe suprafața subiacentă (sol, apă etc); - absorbția radiațiilor, care are ca efect încălzirea ușoară a aerului.

Absorbția radiațiilor este sub incidența a trei factori: compozitia atmosferei, lungimea de undă a radiațiilor și unghiul de incidență a razelor. Compozitia atmosferei influențează coeficientul de transparentă al ei, acesta scade odată creșterea conținutului în impurități și în vaporii de apă a atmosferei. Acest coeficient se notează cu litera p și este dat de raportul dintre radiația solară în interiorul atmosferei (I) și constanta solară (I_0), deci $p = I/I_0$ unde $I > I_0$. Absorbția radiațiilor în atmosferă este selectivă, spectrul de absorbție prezentând linii și benzi

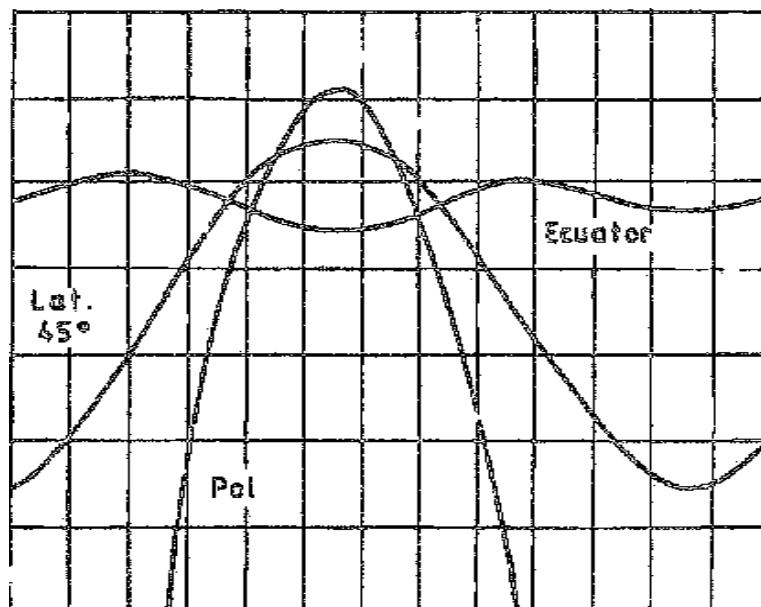


Fig.7. Mersul zilelor și a nopților în decursul anului

suplimentare comparativ cu liniile spectrului solar (liniile lui Fraunhofer), fiind mai frecvente și mai intense în domeniul radiațiilor infraroșii și ultraviolete.

Efectele fenomenelor de suprafață ale Soarelui sunt puțin cunoscute în biologia plantelor, în schimb la om sunt cunoscute efectele meteorotropice ale activității solare.

In ultimele două secole s-a constat că există o relație între numărul de pete solare și lățimea *inelelor anuale* ale trunchiului copacilor, în sensul că în anii în care, de exemplul numărul de pete solare sunt maxime, copaci cresc mai repede, datorită temperaturii mai ridicate și a precipitațiilor mai abundente. Există o strânsă corelație între fenomenele deja suprafața soarelui și *precipitații* și anume, în anii cu maximă activitate solară cantitatea de precipitații este mai mare și invers, acest fapt imprimând climei continentale un caracter oceanic. În condițiile țării noastre acest fenomen este caracteristic regiunilor din Transilvania, în general, și a Clujului, în special.

Dintre fenomenele radiației solare, absorbția radiațiilor prezintă o anumită importanță biologică. Radiațiile cu lungimea de undă mai mică de 290 m (2900 Å), din partea stratului de ozon asigurând protecția vieții pe Terra. Fără învelișul de ozon aflat în stratosferă și mezosferă, viața pe Pământ în formă actuală nu ar fi posibilă. Pentru regnul animal și vegetal prezența CO₂ și a vaporilor de apă în atmosferă joacă un rol foarte important, determinând acumularea energiei calorice, datorită absorbției în domeniul radiațiilor infraroșii ale spectrului. Apoi dispariția vaporilor de apă și a CO₂ din jurul Pământului, ar duce la scăderea temperaturii mijlocii a Pământului cu 10-15°C.

Efectul intensitatii radiatiilor este influențat de patru factori:

- înălțimea Soarelui deasupra orizontului;

- durată perioadei de insolație;
- transparenta atmosferei;
- nebulozitatea.

Observarea atentă a culorii cerului oferă indicații privind natură, dimensiunea, cantitatea și originea particulelor din atmosferă, datorită cărora se poate stabili evoluția viitoare a vremii. De exemplu, dacă la apus Soarele are marginile colorate intens în portocaliu, semnalează vânt puternic pentru zilele următoare, culoarea portocalie fiind dată de praful răscosat de vântul care se apropie. Intensitatea radiației solare este direct proporțională cu înălțimea Soarelui. Nebulozitatea prin prezența celei și a norilor influențează puternic intensitatea radiației, fiind mai intensă atunci când cerul este acoperit decât atunci când este senin. Norii de ploaie și furtună, groși și denși, micșorează radiația difuză, din cauza absorției în cantități mari a radiațiilor solare, astfel se explică întunericul din orele după-amiazelor de vară, cauzate de norul care prevăzutează furtuna.

Legea distribuției energiei solare

In funcție de înălțimea Soarelui deasupra orizontului, de dimensiunea constantei solare, de valoarea coeficientului de transparentă a atmosferei etc. există deosebiri între diferențele regiunii geografice de pe glob în cursul unui an. Astfel, valoarea anuală cea mai mare a radiației solare se atinge în zona deserturilor tropicale unde nebulozitatea este foarte scăzută, la Ecuator valorile radiației solare pe an sunt mai mici (cca. 180 kcal/cm²), datorită nebulozității anuale foarte mari. În țara noastră, valorile radiației solare variază între 110 kcal/cm²-în nord și 130 kcal/cm²-în sud.

Radiația terestră este procesul prin care suprafața uscatului și a oceanelor radiază energia primită de la Soare trimițând-o înapoi în atmosferă. Atmosfera radiază energie spre Pământ, în spațiu se pierde 3/4 din radiația terestră care este reținută în atmosferă datorită CO₂ și a vaporilor de apă. Atmosfera este stratul care împiedică temperatura suprafetei terestre să scadă excesiv în timpul nopții sau în timpul iernii, la latitudini mijlocii și mari. Fenomenul este numit *efect de seră*. Pământul emite energie calorică în atmosferă prin conduction directă, căldura fiind transferată direct de pe suprafața mărilor și uscatului, pădurilor de aer din imediata lor vecinătate.

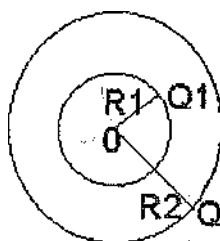
Căldura latentă asociată cu evaporarea și condensarea ulterioară a apei asigură transferul energiei calorice de pe sol în atmosferă inferioară. Apa evaporată de pe suprafața oceanului și a solului umed, energia calorică ce intră într-o formă latentă înmagazinată în vaporii de apă care se amestecă în atmosferă inferioară, luând cu ei căldura latentă. Vaporii se condensează la acest nivel de condensare, iau naștere norii și precipitații, care elimină căldura latentă sub formă de căldură sensibilă.

Instrumentele de măsurare a energiei radiante ne dau valoarea intensității radiației folosind efectul caloric al acestuia. Prințipiu de construcție a lor bazându-se pe utilizarea metodelor calorimetrice,

termometrice, termoelectrice etc. Cu aceste instrumente se măsoară în general durata de strălucire a Soarelui.

Instrumentul universal pentru măsurarea duratei de strălucire a Soarelui este heliograful (de tip Campbell-Stokes), format dintr-un glob de sticlă și o placă metalică, pe care se fixează niște benzi de carton, divizate în sectoare numite heliograme, a căror formă variază în funcție de anotimp. Cele de iarnă sunt scurte și curbate în sus, de primăvară sunt în formă de benzi drepte, iar de vară sunt lungi și curbate în jos.

Legea distribuției energiei solare. Fenomenele meteorologice care au loc pe Pământ și în atmosferă, se datorează energiei solare. Viata plantelor și animalelor fără lumina și căldura care vine de la Soare nu ar fi posibilă. Pământul mai primește cantități extrem de mici și de la stele. Actinometria este știința care se ocupă cu studiu! radiațiilor solare.



Legea fundamentală a distribuției energiei solare se mai numește și legea distanțelor, este legea care dirijează repartitia energiei radiante pe suprafața Pământului. După această lege cantitatea de căldură primită pe unitatea de suprafață dispusă perpendicular pe direcția razelor este invers proporțională cu pătratul distanței dintre suprafață și sursa de căldură.

R₁ și R₂ = radiații;

Q₁ și Q₂ = surse de căldură emise în unitatea de timp.

Pentru fiecare sursă formula este:

$$Q_1 = \frac{Q}{4\pi R_1^2} \text{ și } Q_2 = \frac{Q}{4\pi R_2^2} \text{ făcând raportul se obține } \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2}$$

Cantitatea de căldură exprimată în calorii primită pe unitatea de suprafață de 1 cm² dispusă perpendicular, în timp de un minut, exprimă intensitatea radiației solare. Ea se calculează printr-o formulă simplă: /, =/*sinα ; în care: I₁ = intensitatea radiației absorbită de 1 cm² de suprafață orizontală timp de 1 minut; I = intensitatea radiației absorbite de 1 cm² unei suprafețe perpendiculare pe direcția razelor, în timp de un minut; Ε = este unghiul de incidentă a razelor solare cu suprafața orizontală și cu înălțimea Soarelui deasupra orizontului. Maximul intensității se înregistrează la amiază și valoarea Ε = 90°. Intensitatea radiației solare la limita superioară a atmosferei se numește constantă solară și are valoarea cuprinsă între 1,88 - 2,01 cal./cm² min. *Legea lui Bouguer.* În atmosferă, radiațiile solare suferă unele modificări, fie că sunt absorbite și difuzate, fie că sunt reflectate. Un procent de 43% din totalul radiațiilor rămân în atmosferă datorită reflexiei și difuziei iar restul de 57% ajung la suprafața Pământului.

Intensitatea radiației solare se calculează prin formula / = $i_0 p^m$ unde: -I = intensitatea radiației la suprafața Pământului; I₀ = constantă solară; p = coeficientul de transparentă a aerului atmosferic (p<1); m = grosimea atmosferei străbătută de radiații. Această formulă dă legea lui Bouguer care se definește astfel: *Intensitatea radiației solare descrește în proporție*

geometrică, dacă grosimea atmosferei străbătute crește în progresie aritmetică.

Bilanțul radiativ și calorific al Pământului. Valorile albedoului

Radiațiile solare în atmosferă suferă o extincție determinată de absorbția, difuzia, reflexia, masa atmosferică relativă, gaze, vaporii de apă, impurități și bioxidul de carbon. Din cele 57% dintre radiațiile absorbite și transformate în alte forme de energie, 14% sunt absorbite în atmosferă, iar 43% dintre radiații ajung la suprafața *subiacentă*, fie ca radiații directe (27%), fie ca radiații difuze (16%).

Câștigurile și pierderile de energie sunt redate prin schemele lui Geiger (fig. 8a și b), unde câștigul de energie este redat prin săgeți îndreptate către pământ, iar pierderile prin săgeți îndreptate îni sus. Fig. 8a, redă încălzirea solului prin conducție. Remarcăm faptul că

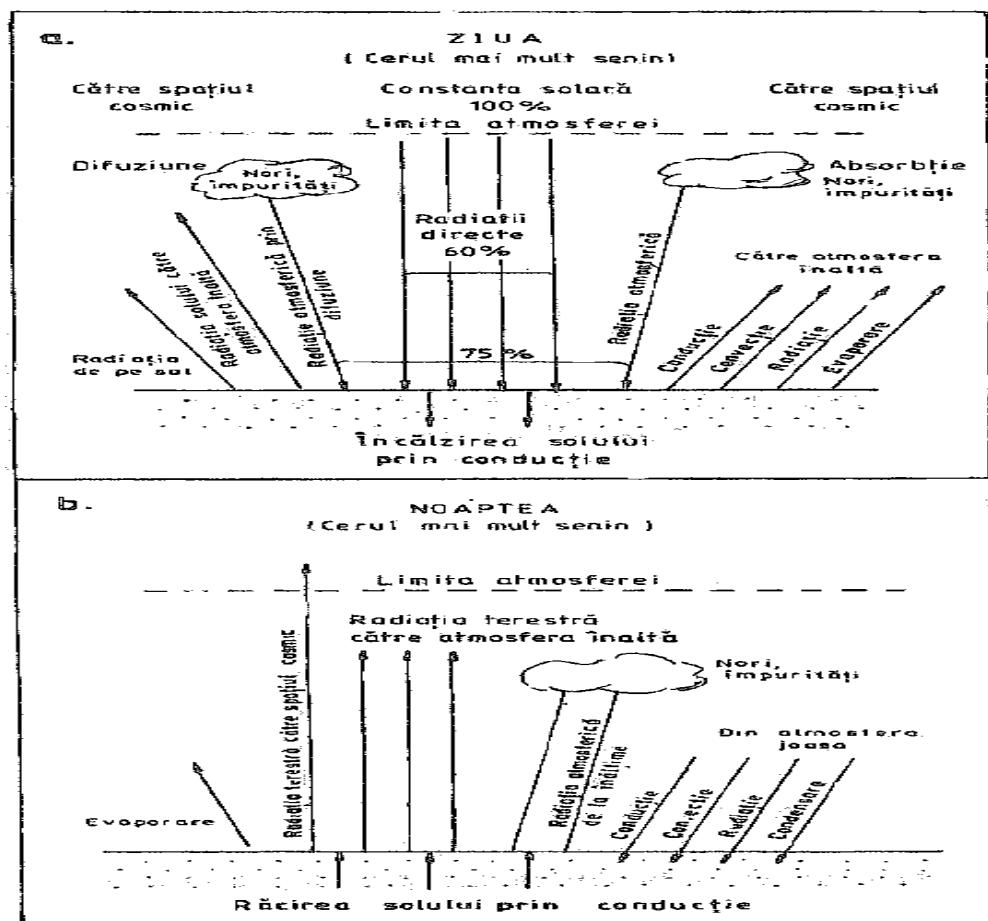


Fig. 8. a și b Schemele lui Geiger

ziua are loc câștigul de energie, atmosfera și suprafața subiacentă încălzindu-se, bilanțul fiind pozitiv. În schimb *noaptea* (fig. 8b), atmosfera și suprafața subiacentă se răcește, bilanțul caloric fiind negativ. Conform schemelor lui Geiger, ziua și vara, radiația efectivă atinge valori mici față de radiația atmosferică și cea solară directă, suprafața terestră și stratul de aer încălzindu-se puternic. *Noaptea și vara*, în schimb, radiația efectivă este mare și deci suprafața terestră și aerul cu care vine în contact se răcește.

Radiația solară producându-se numai în partea din urmă a zilei, are caracter discontinuu, pe când radiația terestră producându-se atât ziua cât și noaptea are caracter continuu, fiind mai intensă ziua datorită temperaturii mai ridicate. Variația radiației terestre are un zilnic asemănător cu temperatura solului. Solul, apa și atmosfera (suprafața terestră) emit numai radiații infraroșii cu lungime de undă de 4 μ până la 120 μ .

Intensitatea radiației efective (R_{ef}) este redată de următoarea formulă:

$R_{ef} = R_t - R_A$ unde: R_t = intensitatea radiației terestre și R_A = intensitatea contraradiației atmosferice. Altitudinea și gradul de uscăciune a aerului determină creșterea radiației efective, iar nebulozitatea, umiditatea aerului, vântul și pătura vegetației determină scăderea intensității radiației efective. Efectul pe care îl are radiația solară asupra solului este dat de bilanțul radiativ.

Albedoul. *Energia radiantă ce ajunge de la suprafața Pământului direct de la Soare se numește energie solară directă. Radiația care traversând atmosfera, întâlnind diferite particule solide și lichide suferă fenomenul de difuzie aceasta se numește radiație difuză. Ambele radiații ajunse la suprafața solului nu se absorb în totalitate, o parte din ele se reflectă. Această capacitate de reflexie depinde de natura corpului, culoarea și proprietățile fizice ale sale. Albedoul este raportul procentual dintre radiația reflectată și cea primită pe unitatea de suprafață și se exprimă prin formula:*

$$A = \frac{R}{J} \cdot 100 , \text{ unde: } A = \text{albedoul; } R = \text{radiația reflectată și } I = \text{radiația}$$

primită (incidentă), raportat la unitatea de suprafață.

Albedoul este diferit, funcție de natura suprafeței terestre, culoarea ei și natura vegetației ce o acoperă. De asemenea, valoarea lui depinde și de înălțimea Soarelui deasupra orizonturi, fiind invers proporțional cu acesta. Deci, când înălțimea Soarelui deasupra orizonturi scade, albedoul crește. Cunoșcând albedoul unei suprafețe, putem determina intensitatea radiației globale absorbite de suprafață urmărită, respectiv cantitatea de căldură înmagazinată.

Coeficientul de absorbție al suprafeței date (a) se exprimă prin formula: $a = 100 - A$ (A = albedoul).

Valoarea anuală a albedoului depinde de: faza de dezvoltare a vegetației, stratul de zăpadă, persistența stratului de zăpadă etc, această valoare putându-se măsura cu ajutorul albedometrelor.

Captarea și conversia energiei solare pentru necesitățile alimentare și agroindustriale ale omului

Prin bioconversie înțelegem metodele de transformarea a unei forme de energiei în alta pe baza principiilor materialului biologic. Conversia energiei solare în energie nepoluantă și în combustibil transportabil, este cea mai corespunzătoare tehnologie care are la bază descompunerea apei în hidrogen și oxigen prin folosirea mecanismului de fotosinteză, numit și biofotoliza apei (*Viesturs U. și colab -1991*).

Dezvoltarea societății omenești va necesita, o mai mare stăpânire și exploatare a energiei solare, de aceea cunoașterea naturii proceselor de fotosinteză a plantelor rămâne una dintre problemele de cea mai mare actualitate practică, prezentând un interes fundamental pentru agricultură și silvicultură.

Căutarea de noi surse energetice trebuie să fie îndreptată în direcția elaborării unor sisteme care să nu conducă la deteriorarea sau deteriorarea bilanțului de căldură al Terrei. Până acum o singură sursă este înzestrată cu o astfel de calitate - energia solară - care este „pură” din punct de vedere ecologic. (*Viesturs U. și colab. -1991*).

Energia solară ajunge pe suprafața foliară a plantelor numai în proporție de 4%, restul este difuzat în atmosferă. Din această energie radiantă care ajunge efectiv pe plantă, este reflectată, transportată sau absorbită sub formă de căldură, dar abia 1% din aceasta este stocată în biomasa vegetală, în produși ai fotosintezei. Captarea de energie solară de către plantele "verzi" permite sinteza anuală a cca. $1,7 \cdot 10^{11}$ t de materie organică, echivalent cu de 10 ori consumul energetic industrial mondial.

Lumina solară generează forțe electromotoare care duc la distrugerea substanțelor, în timp ce în reacțiile nucleare substanța trece prin stadiu de plasmă la temperaturi din ce în ce mai mari, ceea ce înseamnă o explozie care trebuie ținută sub control. Energia solară prezintă și unele neajunsuri, cum ar fi, cum ar fi slaba concentrație a fluxurilor energetice și lipsa unei tehnologii ecologice competitivă pentru folosirea acestei energii. Cu toate acestea s-au realizat fotobacterii semiconductoare, pe bază de cristale anorganice, care asigură conversia a 15-20% din energia spectrului solar, în curent electric, problema fiind rezolvată, în principiu. Sunt necesare elaborarea unor soluții tehnologice, prin aplicarea principiilor care se află la baza procesului natural de fotosinteză a plantelor verzi sau a fotobacteriilor. Prin conversia energetică a plantelor verzi se stochează aproximativ 10% din energia luminii solare sub formă de energie electrochimică (*P. Raicu și colab. - 1990*).

Culturile agricole, pășunile și pădurile din zona temperată rețin în biomasa lor doar 0.2-0,5% din energia solară anuală, deoarece există pierderi suplimentare, în perioadele iernii, primăverii timpurii și toamnei, perioade în

care lumina este nefavorabilă plantelor. La lumină solară directă plantele primesc de 5-7 ori mai multă lumină, fiind capabile să o prelucreze, pierderile de energie ajungând până la 85%. Acest neajuns se elimină în culturile de alge.

Sistemele de bioconversie a energiei solare sunt deja direcționate spre crearea unor procese tehnologice noi de transformare a energiei. Astfel, în unele țări puternic dezvoltate se folosesc, în mod curent, tehnologii de obținere din biomasa a metanului și a etanolului, în practica analitică utilizându-se sisteme biosenzoriale, aceste sisteme axate pe conversia energiei solare, afișându-se încă în faze experimentale de cercetare. {Ardelean I. și colab. - 1983).

Fotosinteză este procesul prin care planta verde utilizează energia luminii solare pentru sintetizarea compușilor chimici care contribuie la creșterea și dezvoltarea plantei. Acești compuși procură elementele și sursa de energie necesară creșterii și dezvoltării vieții de pe planetă. În ultimele decenii ale secolului trecut a apărut idea utilizării fotosintizei în scopuri energetice. După Atanasiu L și Polescu L. (1988), abordarea fotosintizei ca posibilă sursă de energie pentru scopuri tehnologice urmărește două direcții principale: - prima derivă din agricultură și silvicultură, prin valorificarea biomasei obținute în urma fotosintizei: - a doua direcție de utilizare a fotosintizei ca sursă de energie este încercarea de a imita sistemele naturale fotosintetice. Aceasta din urmă este o soluție de rezolvare în viitor care implică o mulțime de cercetări fundamentale privind mecanismul fotosintizei, încă neelucidat, în multe privințe.

Toate viețuitoarele, deci și plantele, sunt o formă particulară a unui compus foarte elementar, carbonul redus, care rezultă din combinarea CO₂ cu apă, fiind baza biomasei și se găsește în combustibili fosili, petrolul și cărbunele. Folosirea biomasei, în anumite condiții poate oferi, asigurarea parțială a necesarului de energie a lumii în condițiile actuale. Biomasa este sursa de energie solară cea mai rapidă dar nu și cea mai ieftină, deoarece necesită tehnologii complexe, eficace și nu în ultimul rând, rentabile.

Până în momentul de față, exploatarea energiei solare de către omenire, ca sursă de energie, este foarte limitată. Crizele mondiale de energie și de alimente, au stimulat cercetările privind mecanismul fotosintizei. Energia solară via fotosinteză este izvorul vieții pe Terra, fiind domeniul cel mai dinamic al științei nu numai pentru că este forța care întreține toate procesele metabolice din biosferă, ci pentru că energia utilizată este omenire, cărbunele, petrolul, gazele naturale, sunt de origine biologică (P. Raicu și colab. -1990).

Locul din plantă unde are loc fotosinteză este frunza, aici are loc deci conversia energiei solare în energie chimică. Din apă și bioxid de carbon, în prezența pigmentului verde din celulă, clorofila, are loc ruperea moleculei de apă și eliberarea de protoni - H⁺, electroni e - și oxigen. Protonii și electronii sunt transferați mai departe către o proteină cu fier și sulf, capabilă să reducă bioxidul de carbon în hexoză (moleculă de glucid), bogată în energie, această

reacție, fiind însotită de o degajare de oxigen molecular. Ecuația care explică reacția este următoarea:



Materiile organice acumulate în plantă favorizează biomasa sau fitomasa, condiționată de prezența factorilor favorabili de mediu, temperatură, apă, elemente minerale.

La plantele superioare și la alge, radiațiile utilizate pentru fotosinteză sunt cele fotosintetic-active, cu un conținut energetic de 70 - 40 Kcal per mol (lungimea de undă de 400 până la 700mm). Aceste plante folosesc pentru fotosinteză numai 40% din energia pe care o primesc, 50% din ea fiind reținută de zona infraroșie a spectrului neputând fi absorbită de pigmentii asimilatori, iar 10% se pierde prin frunză, prin reflexie, transmisie și absorbție. Aceasta înseamnă că randamentul global al procesului, în funcție de lumina primită, este de 5%, valoare care se atinge în condițiile optime de câmp și în perioade scurte de creștere a plantelor. Media anuală fiind și mai mică, depinde de caracterul temperat sau tropical al climei. Deci media reală a fotosintezei este de 0,5% până la 3% și că regnul vegetal folosește doar 0,3% din energia solară. Fotosintiza convertește în hrană numai o mică parte din energia solară cca. 1% și chiar mai puțin, dar este suficientă pentru a întreține viața plantelor și a satisface nevoile energetice ale omenirii.

Regnul vegetal asigură în jur de 1.800 de miliarde tone de substanță uscată. Pădurile asigură 68% din biomasa Pământului, ecosistemele ierboase în jur de 26%, iar culturile abia 8%. În jurul anilor 1970 s-a calculat că pe Terra se produc 173 miliarde tone de substanță uscată prin fotosintiza, mai mult de 20 de ori energia folosită, deci consumată în lume în aceea perioadă, sau mai mult de 200 de ori energia inclusă în alimentația celor 4 miliarde de locuitori ai Terrei din aceea perioadă.

Deși regnul vegetal convertește o fracție mică din energia solară, sub 1 %, totuși cantitativ valoarea este însemnată. Energia solară pe care o fixează regnul vegetal este de 10 ori mai mare ca cea pe care o cheltuieste omenirea sub formă de energie și de 200 de ori mai mică ca cea pe care o produce agricultura globului și care este consumată sub formă de alimente. Toate aceste cifre justifică exploatarea ei în scopuri tehnologice. Biomasa furnizează abia 2% din consumul anual de energie a omenirii, deși pare puțin este de fapt un echivalent de 246 milioane barili petrol pe an. Spre anul 2000 biomasa va furniza între 7-10% din energia folosită anual (Atanasiu L. -1985).

În statele industrializate, consumul de energie pe cap de locuitor (din aceeași sursă), a crescut cu până la 116 ori. În lume, necesarul de energie se

dublează odată la 10 ani, dar în viitor acesta nu mai trebuie și nici nu mai poate să crească. Cu câteva sute de ani în urmă necesarul de energie era asigurat de masa lemnoasă a plantelor, care era de abia 10%, restul de 90% din consum fiind asigurat din resursele de petrol, cărbune, gaze naturale; surse care sunt pe cale de epuizare.

Ca sursă alternativă de energie, biomasa ocupă un loc de seamă, astfel sunt trei grupe de plante cu rol energetic:

- *plantele lemnoase* - cu randament de 8-10 tone substanță uscată/ ha/an;
- *plantele ierboase* - care conțin glucide (amidon, zaharoză), ușor hidrolizabile, care prin fermentație sunt transformate în etanol;

- *plantele acvatice* - cu potențial de producție, superior dar puțin cunoscut, fiind întinse pe % din suprafața globului, masa oceanelor și a mărilor care acoperă 361 milioane Km² este neexploata din punct de vedere al producției vegetale.

Asemenea tuturor științelor fundamentale, și fotosinteza are aplicabilitate în viitor, însă este încă necesară elucidarea unor procese care au loc în plantă, legate de acest proces.

Captarea energiei solare pentru nevoile de alimentare a oamenilor și pentru necesitățile agroindustriale ale speciei umane, se realizează prin intermediul agroecosistemelor sau a terenurilor cultivate. Abia 10% din suprafața continentelor este folosită pentru agricultură și abia 0,8% este randamentul de stocare a radiației în condițiile unei agrotehnici ideale. Problema energiei disponibile și a hranei pentru populația mondială a cărei creștere în ultimele decenii a fost rapidă, rămâne o problemă încă acută și foarte actuală.

TEMPERATURA AERULUI

Fenomenele din atmosferă sunt rezultatul căldurii primite de aerul de la suprafața Pământului, aer care absoarbe energia radiantă și o transformă în căldură. Ziua, suprafața solului se încălzește datorită insolației, iar noaptea datorită radiației solul se răcește, determinând de asemenea și răcirea aerului din vecinătatea soiului.

Procesele de încălzire și răcire ale aerului

Circuitul căldurii de la suprafața solului în atmosferă și invers are loc prin următoarele procese de: convecție, radiație și transformările de fază sau starea de agregare a apei.

Convecția sau turbulență - poate fi provocată de aerul care încălzit la sol, capătă o mișcare ascendentă și se numește *convecție termică*. Noaptea și

iarna, pe un sol rece convecția termică este slabă sau poate lipsi. În schimb vara, în orele de după amiază, deasupra soiului convecția termică este intensă. Convecția poate fi și dinamică când este provocată de obstacolele pe care le întâlnește aerul în mișcare, cum ar fi unele forme de relief.

Radiația terestră - are rol ceva mai mic în transportul energiei calorice de la sol în atmosferă, dar are un caracter permanent, ceea ce face ca fenomenul să aibă o mare importanță, fiind mai intens ziua decât noaptea.

Transportul de fază sau starea de agregare a apei are loc cu degajări și absorbtie de căldură în cantități mari, fapt pentru care are rol important în transportul energiei calorice. Pentru evaporarea unui gram de apă se consumă cca. 600 calorii, fenomenul numindu-se căldură de evaporare. Vaporii de apă din atmosferă răcindu-se, se condensează eliberând energie calorică cca. 600 cal/ gram, aceasta fiind căldura de condensare. Prin condensare la 0°C ori sub această valoare, picăturile de apă din atmosferă îngheăță, degajând 80 calorii/ gram. În aceste condiții, vaporii de apă trec din stare gazoasă direct în stare solidă fără a trece prin starea lichidă; deci are loc fenomenul de sublimare, în timpul căruia se degajă 680 calorii/gram.

Prin procesele de evaporare, condensarea și sublimarea apei au loc pierderi de căldură de la suprafața terestră și acumularea căldurii în atmosferă.

Factorii de care depinde temperatura aerului

Temperatura aerului este determinată de o mulțime de factori care sunt în strânsă interdependentă. Dintre aceștia amintim: - radiația solară și terestră; - nebulozitatea; - vântul; - repartitia uscatului și a apei; - relieful; - altitudinea; - latitudinea geografică; - pătura vegetală; - curentii marini calzi și reci; - inversiunea de temperatură.

Radiația solară și terestră determină în mod direct și indirect creșterea sau scăderea temperaturii aerului din atmosferă, prin cantitatea de radiații emisă de soare, în raport cu cantitatea primită de sol.

Temperatura solului are cel mai important rol în determinarea temperaturii aerului, solul fiind cel care, încălzit de Soare transmite în cea mai mare măsură energia solară atmosferei.

Gradul de acoperirea a cerului cu nori, adică nebulozitatea, are rol moderator. În timpul unei zile cu nebulozitate ridicată, radiația solară este micșorată având astfel loc încălzirea aerului. Nopțile cu cer acoperit cu nori, determină micșorarea radiației terestre, ducând la răcirea aerului. Deci rolul moderator al nebulozității se simte prin scăderea amplitudinii de temperatură.

Vântul, spre deosebire de calmul atmosferei, determină deplasarea pe orizontală a aerului. Efectele vântului asupra temperaturii din atmosferă se manifestă prin: - prezența curentilor de aer, fie calzi, fie reci, care determină schimbarea lentă sau rapidă a temperaturii aerului în regiunile unde sosesc; - amestecul straturilor de aer cu temperaturi diferite, care determină uniformizarea temperaturii în apropierea solului. Deci, vântul mărește

evaporarea apei, ducând la răcirea aerului în contact cu suprafața de evaporare.

Repartiția uscatului a mărilor și oceanelor influențează temperatura aerului pe întinderi mari, determinând împărțirea climei în climă continentală și oceanică. Climă *continentală* este o climă excesivă, cu veri calde și ierni reci, iar climă *oceanică* este o climă temperată, cu veri răcoroase și ierni blânde. Suprafața continentului în anotimpul cald și ziua se încalzește mai intens decât mările și oceanele, pe când iarna și noaptea continentul se răcește mai intens decât suprafața apelor.

Formele de relief (șesul, dealul, muntele, depresiunea etc), influențează temperatura aerului prin durata diferită a insolației de la un versant la altui funcție de unghiul de înclinație a iui și prin incidenta foarte variată a razelor solare.

Altitudinea, determină scăderea temperaturii atmosferei cu cca. $0,6^{\circ}\text{C}$ la 100m, această valoarea primind denumirea de *gradieni termic vertical*. Latitudinea geografică determinând în schimb scăderea temperaturii aerului către poli (în direcția meridianului), cu $0,5^{\circ}\text{C}$ la fiecare 111 km, valoare denumită *gradient termic orizontal*.

Temperatura aerului deasupra unei vegetații întinse sau a unei păduri este micșorată asemenea temperaturii solului. Acest fapt se explica prin intensitatea mare de radiație termică pe care o au frunzele pomilor sau celelalte organe ale plantelor. Astfel, noaptea la nivelul frunzelor arborilor sau a spicelor grânelor, aerul se răcește în mai mare măsură decât în straturile de aer de deasupra solului lipsit de vegetație.

Curenții marini calzi sau reci, influențează în general temperatura litoralului, temperatură care uneori este resimțită până la o anumită distanță în interiorul continentului.

Creșterea temperaturii aerului odată cu înălțimea este fenomenul de inversiune de temperatură, care influențează esențial temperatura aerului. Fenomenul este determinat de mai mulți factori, funcție de care inversiunea se poate clasifica astfel: - *inversiune de radiație* - care are loc noapte prin răcirea suprafeței terestre și a stratului de aer adiacent datorită fenomenului de radiație. Fenomenul inversiunii de radiație este foarte important pentru agricultură. Aceasta are loc în fiecare noapte și prezintă interes prin faptul că înălțură pericolul de îngheț, pericol care este legat, în cea mai mare măsură, de acest tip de inversiune; - *inversiunea de primăvară* - apare în timpul topirii zăpezilor, deasupra suprafeței zăpezii energia calorică necesară topirii ei este cedată de către aerul de deasupra stratului de zăpadă; - *inversiunea de ceată* - determinată de stratul de ceată groasă și dens sub care suprafața subiacentă nu se încalzește; - *inversiunea de advectie* - care are loc în urma transportului orizontal de aer cald pe o suprafață rece; - *inversiunea decomprimare* - care apare în urma mișcărilor descendente ale maselor de aer; - *inversiunea frontală* - apare atunci când o masă de aer cald alunecă ascendent pe o masă de aer rece.

Distribuția temperaturii aerului pe suprafața Pământului (hărțile izotermice)

Distribuția medie normală a temperaturii aerului depinde de latitudinea geografică și se face folosind hărți geografice pe care se înscriu valorile elementelor studiate. Analizând o astfel de hartă pentru Emisfera Nordică se desprind următoarele:

- până la latitudinea de 45° , temperatura medie anuală este mai mare pe continent decât pe ocean, iar dincolo de latitudinea de 45° este invers. Atât la latitudinea de 45° cât și la Polul Nord predomină izotermele anuale cu caracteristica iernii;
- de la Ecuator spre Polul Nord apar căldurile specifice zonei;
- între Ecuator și 45° , apar izotermele anuale, vara imprimându-și caracterul.

Izotemele, sunt linii care unesc pe o hartă puncte cu aceeași temperatură medie, într-o anumită perioadă, iar reprezentarea grafică a acestora dau naștere la hărțile izotermice. Izotemele, din punct de vedere al perioadei reprezentate, sunt de patru feluri: zilnice, lunare, anuale și anotimpuale. Izotemele anotimpului iarnă se numesc *izochimene*, iar cele ale verii poartă numele de *izotere*. După altitudinea pe care o redau izotemele sunt: reale sau nereduse și reduse la nivelul mării. Izotemele reale sunt importante din punct de vedere biologic, acestea exprimând repartizarea temperaturii aerului la altitudinea mediului în care trăiesc plantele și animalele. Cele reduse au importanță geografică și macroclimatice, corespunzând izotermelor reduse la nivelul mării.

Variația temperaturii aerului în timp și în funcție de înălțime

Din punct de vedere al variației temperaturii aerului în timp, aceasta nu este o mărime constantă, ci variază de la o zi la alta de la un moment la altul.

Variația diurnă a temperaturii aerului se manifestă printr-o evoluție simplă, înregistrând un maxim (M) în jurul orei 14 și un minim (m), cu puțin înainte de răsăritul soarelui (fig. 9a). Variația zilnică a temperaturii aerului depinde de următorii factori: latitudinea locului, anotimpul, nebulozitatea, relieful, altitudinea geografică, natura suprafeței terestre etc. O. Berbecel și colab. - (1970) prezintă variația diurnă a temperaturii aerului, în raport cu temperatura solului, stabilind existența unei oscilații unice a temperaturii și o amplitudine redusă a acesteia.

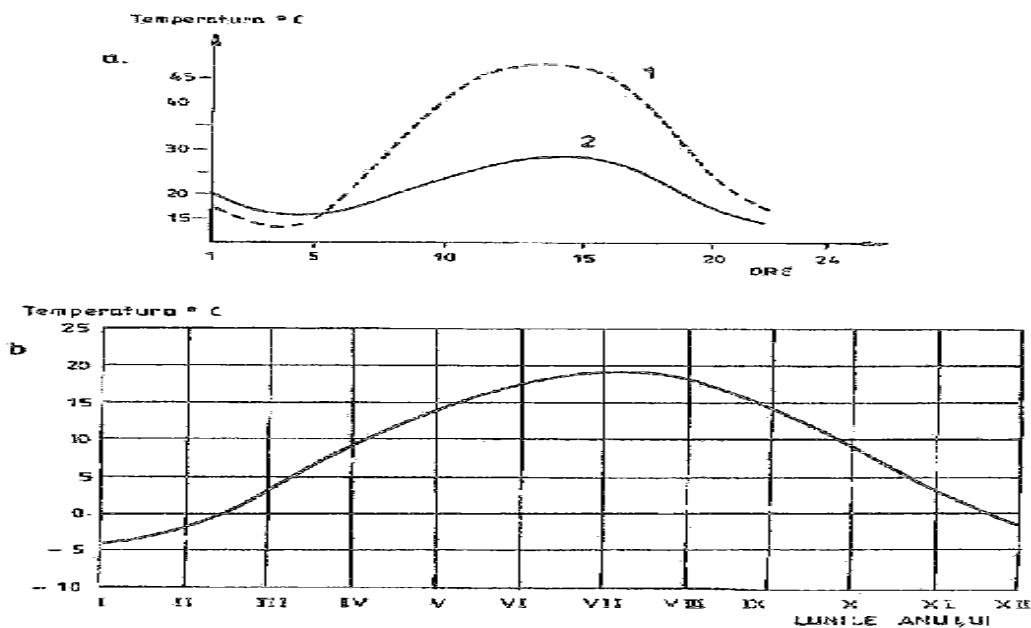


Fig. 9 Variatia diurna a temperaturii aerului (a);
Variatia anuala a temperaturii aerului (b);
(după C. Barboacă și colab., 1970)

Variatia anuală a temperaturii aerului la latitudinea țării noastre este de asemenea simplă, înregistrând un maxim (M) în iulie și un minim (m) în luna ianuarie (fig. 9b).

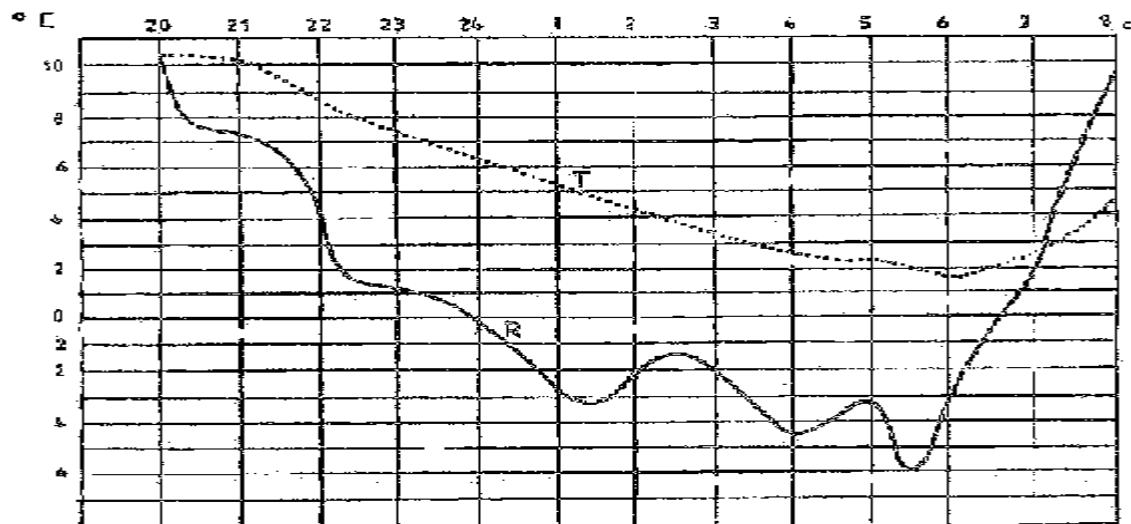
Valorile maxime și minime de temperatură stau la baza clasificării zilelor și nopților în :

- zile tropicale, unde: $M \geq 30^{\circ}\text{C}$; $M =$ maxima temperaturii;
- zile de vară, unde: $30^{\circ}\text{C} > M \geq 25^{\circ}\text{C}$;
- zile de iarnă, unde: $M \leq 0^{\circ}\text{C}$;
- zile de îngheț, unde: $m \leq 0^{\circ}\text{C}$; $m \sim$ minima temperaturii;
- nopți tropicale, unde: $m \geq 20^{\circ}\text{C}$;
- nopți geroase, unde: $m \leq 20^{\circ}\text{C}$.

Diferența dintre maxima și minima de temperatură a unei perioade date, an, zi, lună, decadă, anotimp, înseamnă *amplitudinea de temperatură* (A). Aceasta poate fi absolută când este dată de diferența dintre extremele absolute sau mijlocie, când este dată de diferențele mijlocii, exprimându-se prin diferența temperaturii celei mai calde luni și a celei mai reci. Pentru cultura plantelor amplitudinea mijlocie are o importanță deosebită, pentru acclimatizarea speciilor și soiurilor de plante exigente față de căldură, deoarece ea se produce des și se impune continuu, deci este moderată. Amplitudinea absolută în schimb se produce rar și cu intermitențe.

Variatia temperaturii aerului cu înălțimea. Temperatura aerului scade odată cu înălțimea, datorită faptului că aerul se încălzește prin intermediul suprafetei terestre, încălzire care scade odată cu creșterea înălțimii, temperatura aerului devenind astfel din ce în ce mai mică, fenomen explicat prin faptul că aerul încălzit, în contact cu solul devine mai ușor și capătă o mișcare ascendentă. Această lege însă are și unele excepții, în unui din

straturile atmosferei, troposfera există și cazul în care se formează două straturi: - stratul de izotermie - când temperatura aerului nu mai scade odată cu înălțimea ci rămâne constant și, - stratul de inversiune - unde se semnalează o oarecare creștere a temperaturii odată cu înaintarea în înălțime. Variația temperaturii aerului în funcție de înălțime este prezentată de Gh. Pop (1988) în fig.10



*Fig. 10. Variația temperaturii aerului funcție de înălțime
(dubă Gh. Pop-1988)*

Este cunoscut faptul că la un metru deasupra solului, temperatura aerului crește în raport cu înălțimea, mai ales vara, cu cca. 10°C la fiecare 1 m. Până la înălțimea de 3000m, descreșterea temperaturi este mai lentă, având un caracter neregulat

Variația temperaturii atmosferice

Temperatura atmosferică este un element de importantă maximă pentru stabilirea climei unei regiuni, alături de precipitațiile atmosferice constituind baza definirii tipurilor de climă. Într-o prognoză adevărată, datele privind temperatura aerului indică cel mai sigur modul în care se va desfășura activitatea în câmp.

Temperatura aerului are o varietate zilnică de creștere și descreștere, ritm care este influențat de invaziile brûște de aer rece sau cald, mai ales în anotimpul rece, care pot determina scăderea temperaturii aerului - ziua - sau creșterea acesteia - noaptea -. În cursul unui an, temperatura înregistrează un ritm sezonier, cu temperaturi scăzute iarna și din ce în ce mai ridicate vara, ca apoi să scadă din nou spre anotimpul rece al anului. Schimbări medii sistematice se semnalează de la Ecuator spre pol și de la ocean spre continent.

Echilibrul termic al Pământului este în general stabil. Dacă s-ar deregla, în sensul creșterii sau descreșterii temperaturii, suprafața Pământului ar devenii prea caldă sau prea rece, devenind improprie vieții.

Temperatura aerului la suprafața Pământului este influențată de factori cum ar fi: altitudinea geografică, repartiția apei și a uscatului, relieful curentul de aer care vine dinspre ocean etc. Radiația solară scade în aceeași direcție cu temperatura anuală a aerului de la Ecuator spre poli, cu excepția regiunii paralelei de 10° latitudine nordică (datorită întinderii mari a uscatului).

Media anuală a emisferei nordice este de $15,2^{\circ}\text{C}$, iar cea a emisferei sudice este de $13,3^{\circ}\text{C}$; temperatura medie anuală a globului fiind de $14,3^{\circ}\text{C}$. Dacă în emisfera nordică creșterea de temperatură începe de la paralela de 20° , în cea sudică creșterea începe de la paralela de 60° . Luna cea mai căldă din emisfera nordică este iulie, în dreptul paralelei de 20° latitudine nordică (Sahara, Nubia, sudul Arabiei, Dekkan, nordul Indochinei, sudul Mexicului). Cea mai rece lună a anului este iulie în Antarctica unde media lunară este de -48°C , cu 12° mai scăzută decât media lunii ianuarie de la Polul Nord (-36°C).

Studiind harta izotermelor anuale, a liniilor care unesc puncte cu aceeași temperatură medie a aerului constatăm că, la aceleași altitudini, temperaturile medii din emisfera nordică sunt mai ridicate decât cele din emisfera sudică. Acest lucru se datorează uscatului care reprezintă 45-61% în dreptul latitudinilor mijlocii, iar în emisfera sudică abia 0-4%, fapt datorat raportului care există între ecuatorul termic (linia care unește toate punctele cu temperaturile medii anuale celă mai ridicate de pe glob), și cel geografic. Ecuatorul termic atinge paralela de 10° latitudine la nord de ecuatorul geografic în America Centrală și în sudul Saharei, aici aflându-se și zonele cu cele mai ridicate temperaturi medii anuale de pe glob, adică $+30^{\circ}\text{C}$.

Pe lângă polii geografici pe Terra avem și „poli” care definesc și caracterizează zonele și punctele cu cea mai mare intensitate a unui fenomen sau proces din natură. Astfel, avem polul de maximă temperatură, de minimă temperatură (polul frigului), al precipitațiilor, al căldurii (polul secetei), al vântului etc. Pentru ca datele ce privesc temperatura aerului de pe Pământ să fie cât mai exacte, trebuie să cunoaștem extremele absolute, adică polul căldurii și polul frigului, care influențează factorii modificatori ai repartiției aerului pe Terra. Prin datele obținute până în prezent, punctele cele mai calde de pe Pământ sunt Massaua și Dallal din Etiopia, temperatura medie anuală ajunge la $30,2^{\circ}\text{C}$ și respectiv $34,4^{\circ}\text{C}$. Polul căldurii este la El Azizia (la sud de Tripoli), unde la 13 septembrie 1922 s-au înregistrat 58°C . În jur de 57°C s-au înregistrat în Death Valley (Valea Morții) în California, în desertul Luth din Iran și în Somalia. La noi maximul absolut de temperatură s-a obținut la 10 august 1951 în localitatea Ion Sion (Brăila).

La stația Vostok, la data de 24 august 1960, s-au înregistrat polul frigului de $-88,3^{\circ}\text{C}$. La noi, temperatura minimă absolută s-a înregistrat în 24 ianuarie 1942 la Bod (Brașov). Media anuală cea mai ridicată s-a înregistrat la Verhoiank (lăpușia), respectiv -50°C , în ianuarie și $-15,4^{\circ}\text{C}$, în iulie.

instrumentele clasice pentru măsurarea temperaturii aerului sunt termometrele pentru aer, cu o anumită sensibilitate, cu care pot aprecia schimbările coordonatelor unei stări. Acestea se caracterizează prin: reproductibilitate, rapiditatea de a ajunge la echilibrul termic și acuratețea în măsurarea temperaturii. Sunt de mai multe feluri: ordinare psihrometrice, de maximă, de minimă și înregistratoare sau termografe (după H. Criveanu și R. Bozoc -1991).

Temperatura aerului și vegetația

Stratul de vegetație care absoarbe aproape întreaga cantitate de energie radiantă, influențează temperatura aerului. Vegetația are o *mare capacitate calorică*, o parte din aceasta cheltuindu-se în procesele fiziologice care au loc în plante. Atât deasupra stratului de vegetație, cât și sub acesta, temperatura scade ziua și crește noaptea.

Temperatura aerului este influențată de microclima creată în jurul *pădurii*. Coroana arborilor și liziera pădurii reduc intensitatea radiației solare și împiedică pierderile căldurii acumulate. În pădure, temperatura aerului este mai scăzută decât pe câmp, aceasta *uniformizând variațiile de temperatură*, coborând maxima temperaturii din timpul zilei și crescând minima acesteia din timpul nopții. Vara, în pădure, în zilele senine, la primele ore ale zilei, temperatura aerului este mai coborâtă cu 2-5°C, la amiază diferența de temperatură se micșorează, pentru ca seara să se remarcă o temperatură mai ridicată pe câmp decât în pădure.

Din punct de vedere al nevoilor plantei față de căldură, distribuția ei se face într-un anumit fel în timpul perioadei de vegetație și total diferit în fiecare fază de creștere și dezvoltare a plantei. *Inversiunea de temperatură* care are loc aproape în fiecare noapte, joacă un rol foarte important în agricultură, pericolul de îngheț fiind legat de tipul de inversiune de radiație. Aspecte privind variația temperaturii aerului în unele zone ale țării, ca de exemplu Transilvania, cu referire specială la depresiunea Clujului, sunt prezentate de E. Mercea - (1970).

Conform legii lui Van't Hoff, creșterea temperaturii cu 10°C determină dublarea vitezei de creștere și dezvoltare a plantelor. Fiecare proces din dezvoltarea plantei are o anume limită de temperatură. Astfel, temperatura pentru germinarea semințelor, în general, este de -30°C și +40°C, temperatura optimă variind de la specie la specie și este cuprinsă între 25°C și 30°C.

După cerințele în funcție de temperatură, *semințele* plantelor de cultură se împart în: - semințe care pentru germinație au *nevoie de frig* - de sub 20°C; - semințe care au *nevoie de temperaturi ridicate* pentru a germina, minimul temperaturii fiind +10°C; ex.: pentru semințele de tomate temperatura minimă este + 10°C, iar pentru castraveti, vinete, ardei este de +15°C s.a.md.); - semințe care *necesită alternanță de temperatură* pentru a germina; ex.: o diferență de cca. 10°C între zi și noapte.

Pentru creșterea și dezvoltarea plantelor în funcție de germinație, un rol esențial îl are *minimul* și *optimul* de temperatură de care are nevoie specia.

Pentru creșterea plantelor, *minimul* de temperatură variază odată cu specia (după *M. Trifu și I. Bărbat* -1973). Acest lucru este exemplificat la câteva specii:

- pentru cereale, cânepă, leguminoase, furajere perene, valorile temperaturii sunt cuprinse între -0°C până la $+10^{\circ}\text{C}$;
- pentru viță de vie, temperatura este de $+5^{\circ}\text{C}$ până la $+6^{\circ}\text{C}$;
- pentru porumb, temperatura este de $+8^{\circ}\text{C}$ până la $+10^{\circ}\text{C}$;
- pentru fasole, temperatura este de $+10^{\circ}\text{C}$ până la $+12^{\circ}\text{C}$;
- pentru legume, temperatura este cuprinsă între $+14^{\circ}\text{C}$ și $+18^{\circ}\text{C}$ s.a.m.d.

După *J. Burzo* - (1999), temperatura *optimă* pentru creșterea și dezvoltarea plantelor este cuprinsă între $+18^{\circ}\text{C}$ și $+37^{\circ}\text{C}$, valori care variază de la specie la specie. Astfel, exemplificăm pentru câteva dintre acestea:

- pentru furajere perene, temperatura este de $+20^{\circ}\text{C}$;
- pentru graminee, temperatura este de $+25^{\circ}\text{C}$;
- pentru porumb, temperatura este $+30^{\circ}\text{C}$;
- pentru viță de vie, temperatura este de $+28^{\circ}\text{C}$ până la $+30^{\circ}\text{C}$;
- pentru legume, temperatura este de $+35^{\circ}\text{C}$ s.a.m.d.

La speciile din familiile Crassulaceae și Cactaceae, procesele de creștere, dezvoltare, înflorire și legarea semințelor are loc la temperaturi cuprinse între $+35^{\circ}\text{C}$ și $+60^{\circ}\text{C}$, în funcție de faza de dezvoltare a speciei respective.

La unele plante de cultură *oscilația diurnă-nocturnă* a temperaturii joacă rol hotărâtor pentru desăvârșirea ciclului de cultură a speciei. Astfel, *K. Sebanek* - (1992) exemplifică la tomate care, pentru un ciclul normal de creștere, dezvoltare și maturizare a fructului au nevoie de 7°C diferență de temperatură între zi și noapte (între $+18^{\circ}\text{C}$ până la $+25^{\circ}\text{C}$). Același autor susține că fiecare specie, pentru creșterea normală, are nevoie de acumularea unei sume a temperaturii diurne. Valorile acestei sume variază de la specie la specie astfel; la grâu este între $2560-3080^{\circ}\text{C}$, la cartof de $1300-3000^{\circ}\text{C}$, la porumb de $1370-3000^{\circ}\text{C}$, la tutun de $3200-3600^{\circ}\text{C}$ s.a.m.d.

TEMPERATURA SOLULUI

Energia solară este recepționată de suprafața Pământului unde este transformată în energie calorică ce este reținută, pe de o parte, de soi, contribuind la încălzirea lui, iar o altă parte este reflectată în atmosferă, încălzind straturile de aer de deasupra. Deoarece soiul are calitatea de a distribui energie calorică, solul a fost denumit suprafață activă.

Din căldura care ajunge la sol, un procent de 20% este reflectat potrivit albedoului său, iar restul de 80% este transformat în energie calorică care

contribuie la încălzirea solului. Căldura care ajunge la sol poate fi folosită în următoarele procese:

- o parte este utilizată pentru desfășurarea unor fenomene fizice, chimice și biologice;

- o altă parte este transmisă direct în sol;

- restul căldurii este transmisă în aer prin procesele de radiație, convecție și conductie.

Noțiunea de *suprafață activă*, cuprinde, solul, vegetația, apa etc, componente care transformă energia solară în energie calorifică în urma proceselor de reflexie, difuziune, transmisie și absorbtie. Suprafața activă a solului este deosebit de importantă pentru agricultură și silvicultură, în limbajul specialiștilor din domeniu numindu-se *regim termic al solului*. Trebuie menționat că suprafața activă a solului nu este omogenă pe întinderi mari, variază de la un loc la altul, având rol esențial de distribuitor al energiei calorice.

Gradul de încălzire a solului depinde de doi factori: intensitatea radiației solare absorbită și reținută de sol și însușirile fizice ale soiului, acestea din urmă determinând natura și structura solului.

Temperatura solului are efect decisiv asupra proceselor și fenomenelor care se desfășoară aici. Cunoscând temperatura solului se poate stabili momentul optim pentru însămânțarea fiecărei culturi. Există un permanent schimb de căldură între suprafața solului și diferențele straturi ale soiului. Ziua, solul se încălzește prin absorbtia razelor solare care se transformă în energie calorifică. Noaptea, suprafața soiului se răcește mai tare decât straturile de aer, datorită efectului de radiație. Prin evaporare se consumă din căldura solului, pentru evaporarea unui gram de apă fiind necesare 600 calorii. Solul umed care se evaporă intens, este un sol rece, iar solul uscat este un sol mai cald.

Factorii de care depinde regimul termic al solului

Regimul termic depinde de o mulțime de factori, dintre care amintim;

- radiația solară și terestră;
- compozitia, structura, textura și conținutul în apă (adică natura solului);
- expoziția și înclinația versanților;
- pătura vegetală;
- stratul de zăpadă și nebulozitatea.

Radiația solară și terestru. Radiația determină în mod fundamental temperatură soiului prin *albedoul său*, care exprimă cantitatea radiațiilor reflectate, în raport cu cantitatea radiațiilor primite de unitatea de suprafață. Albedoul diferă de la o suprafață la alta și depinde de: natura suprafeței solului, culoarea lui și de natura stratului de vegetație care-l acoperă. Aceasta se exprimă în procente (%).

In funcție de compozitia suprafeței active, valorile albedoului sunt diferite. Solul de culoare închisă are putere de emisie mai mare și se răcește mai

puternic noaptea decât solul de culoare deschisă. Astfel, valoarea albedoului pentru diferite tipuri de sol este:

- pentru solul de culoare închisă este de 10-15%;
- pentru solul de culoare deschisa este de 20-30%
- pentru nisipul uscat este de 37%;
- pentru solul nisipos cu pajiște este de 17%;
- pe solul cu vegetație ierboasă este de 9-33% - diferențele mari sunt date de natura vegetației care acoperă solul.

în cazul plantațiilor de pomi și a pădurilor, valoarea albedoului depinde de natura suprafeței foliare; cu cât suprafața frunzelor este mai mare, cu atât crește valoarea procentuală a albedoului. Astfel:

- la pomii fructiferi valoarea albedoului este de 18%;
- la pădurile de conifere este de 14%;
- la pădurile de foioase, în funcție de mărimea suprafeței foliare, unde dimensiunea rezultă din natura și vârsta speciei, valoarea albedoului oscilează între 5% și 35% .

Albedoul este puternic influențat de gradul de acoperire a cerului cu nori (nebulozitatea). Când norii sunt:

- subțiri (cer slab acoperit), valoarea este de 20%;
- de grosime mijlocie (cer acoperit mai bine de jumătate), valoarea este de 40-60%;
- - groși și denși (cer acoperit), valoarea este de peste 90%.

- Apa și natura stratului de zăpadă, ating valori diferite ale albedoului. Astfel, albedoul apei este de 9%, cel al unui strat cu zăpadă proaspătă este de 90%, iar a unui strat de zăpadă cu impurități este ceva mai mic decât precedentul - adică 80%.

- *Natura solului*. Compoziția, structura, textura și conținutul în apă ale solului, sunt factorii care determină proprietățile calorice esențiale ale acestuia, și anume: căldura specifică și conductibilitatea calorică.

- *Căldura specifică* (C) a solului este de două feluri: - gravimetrică (c) exprimată în cal/gram.grad și are valoarea egală cu 0,2 cal/gram.grad și - volumetrică (C) ce are valoarea egală cu 0,4 - 0,6 cal/cm³.grad, exprimată în cal/cm³.grad. Căldura specifică este mărită de prezența apei care are o valoare de 1 cal/cm³.grad și este micșorată de prezența aerului care are valoare de 0,0003 cal/cm³.grad. Această proprietate imprimă anumite calități unor soluri cum ar fi cele uscate și nisipoase care se încălzesc la suprafață mai repede, dar se răcesc mai ușor decât cele umede - argiloase, fapt care face ca pericolul de îngheț la solurile nisipoase să fie mai mare decât la celelalte tipuri de sol.

- *Conductibilitatea calorică* (Q) este proprietatea fizică legată de fenomenul de conducție calorică, respectiv de transferul de energie cinetică din regiunea încălzită spre regiunea mai rece. Coeficientul de conductibilitate calorică are valori diferite: - pentru sol este de 0,001-0,006 cal/cm.s.grad; - pentru apă = 0,0015 cal/cm.s.grad; - pentru aer = 0,00005cal/cm.s.grad. Din aceste valori se desprinde ideea că solurile umede au conductibilitatea calorică

mai mare (ziua se încălzesc puțin iar noaptea se răcesc încet și puțin), iar cele uscate și afâname au conductibilitatea calorice scăzută (ziua se încălzesc intens iar noapte se răcesc puternic).

- *Expoziția și înclinația versanților.* Unghiul de înclinație a pantelor influențează puternic temperatura solului, acestea având proprietăți calorice diferite funcție de expoziția lor. Pe pantele *sudice*, insolația este mai intensă și de lungă durată datorită înclinației mari, aceste soluri fiind propice culturii unor specii și soiuri de plante iubitoare de căldură, acestea ajungând din timp la maturitatea deplină și, implicit, la coacere (ex: unele soiuri de pomi fructiferi din sămburoase, viața de vie etc). Pe versanții *nordici*, solurile sunt mai umede, pentru că primesc o cantitate de căldură infinit mai mică, razele soarelui ajungând pe aceste pante pentru un timp relativ scurt, sau uneori deloc; proprietățile lor calorice sunt diferite, chiar și la același tip de sol. Speciile care se pretează la aceste condiții sunt în general puține, sau cele care sunt nevoie a se cultivă în aceste condiții, de regulă, nu ajung în timp la maturitate și la coacere deplină.

- *Pătura vegetală.* Vegetația are rol moderator de temperatură, făcând ca temperaturile extreme, maxime și minime, să fie mai apropiate între ele, vegetația reducând diferențele de amplitudine dintre aceste extreame. În timpul zilei, stratul de vegetație protejează suprafața solului de radiația solară directă, iar în timpul nopții, vegetația micșorează radiația terestră. Vara, temperatura soiului acoperit cu vegetație este mai scăzută cu 3-4°C, decât acolo unde solul este lipsit de vegetație.

- *Straiul de zăpadă.* Zăpada protejează solul împotriva înghețului de adâncime. Coeficientul de conductibilitate calorică a zăpezii este de 0,0005 cal/cm..s.gr.(de zece ori mai mic decât al componentelor solide ale solului) și depinde de densitatea zăpezii care este dată de formula $I = 0,0005 \cdot d^2$. Valoarea mică a coeficientului de conductibilitate calorică a zăpezii se explică prin conținutul mare de aer din interiorul stratului de zăpadă afânat. Iarna, temperatura solului acoperit cu zăpadă este mai mare cu 5-6°C, cu cât stratul de zăpadă este mai gros și afânat, efectul izolant este mai mare. De exemplu, la data de 24 ianuarie, 1963, ora 8, la Cluj, pe suprafața stratului de zăpadă gros de 27 cm, temperatura era de - 33,4°C, iar sub stratul de zăpadă, temperatura soiului era abia de - 10°C. În consecință, protecția semănăturilor este asigurată de stratul de zăpadă cu grosime suficientă.

- *Nebulozitatea.* Gradul de acoperire a cerului cu nori influențează temperatura solului în perioada de nebulozitate. Chiar și în cadrul aceleiași zone de climă, răcirea și încălzirea solului prezintă variații mari. În regiunile cu mai multe tipuri de sol, efectul solului asupra temperaturii aerului se manifestă numai până la înălțimea de 1,5 - 2 m, creîndu-se astfel efectul microclimatic favorabil creșterii plantelor. Dacă într-o regiune predomină un singur tip de sol, de exemplu nisipos, efectul acestuia asupra temperaturii aerului se manifestă deasupra înălțimii de 2 m, având loc efectul de macroclimat.

Legile de propagare a căldurii la sol

- Temperatura solului, fiind o funcție periodică de timp, este supusă legilor de propagare a căldurii în sol. Radiațiile calorice încălzesc primul strat de sol, care apoi primește proprietăți de-a emite la rândul lui căldura atât în sus cât și spre o oarecare adâncime. Primul strat emite în sus, prin procesele de radiație și convecție producând încălzirea straturilor de aer imediate. Prin procesul de conductie, solul emite în adâncime încălzind straturile la adâncime relativ mică.

Această emisie de căldură, are loc cu intensitate diferită, în funcție de anotimp și de momentul diurn sau nocturn al celor 24 de ore ale zilei. Vara, temperatura solului fiind mai ridicată, are loc un aflux de energie de sus în jos în straturile mai adânci ale solului. În zilele de vară, temperatura solul încălzindu-se mult peste temperatura aerului din straturile învecinate. Iarna, căldura acumulată în sol determină un aflux de energie de jos în sus, în exterior. În noaptele de iarnă, temperatura solului se răcește sub temperatura aerului, întrucât temperatura medie a acestuia este mai ridicată decât temperatura aerului din straturile învecinate. Legile de propagare a căldurii la sol sunt:

a) *Amplitudinea oscilațiilor scade în progresie geometrică dacă adâncimea crește în progresie aritmetică.* Acest lucru se explică prin faptul că la adâncimea de 40-100 cm, variațiile de temperatură ale solului sunt imperceptibile, fapt pentru care temperatura lui se măsoară doar o singură dată într-o zi. În stratul de sol unde nu se mai înregistrează oscilațiile zilnice ale temperaturii, se află aşa numitul *strat neutră zilnic*.

Variațiile de temperatură anuale ale solului pătrunde în funcție de tipul climatului până la următoarele adâncimi: - la latitudinea mijlocie, până la 8-20m adâncime; - în climatul rece, până la 25m; - în climatul tropical, până la 5-7m.

b) *Oscilația de temperatură de lungă durată se propagă mai adânc în sol decât oscilație de scurtă durată.* Astfel, oscilația anuală se propagă de 19,1 ori mai adânc decât una zilnică. Oscilația seculară se propagă de radical din 100 de ori, adică este de 10 ori mai mare decât cea anuală. Temperatura litosferei crește uniform cu 3°C la fiecare 100 m adâncime, această valoare de $3^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ numindu-se *gradient geotermic*.

c) *Maxima și minima temperaturii întârzie în funcție de adâncimea solului.* Intârzierile se exprimă în ore sau zile și pot fi de 2,5 ore până la 3,5 ore la adâncimea de 10 cm. Intârzierea anuală poate fi de 20-30 de zile la fiecare metru adâncime.

d) *Viteza de propagare a oscilației în adâncime este invers proporțională cu rădăcina pătrată a perioadei de radiație.* Această lege este dată de formula: $v = 2,1 / T$, unde I = coeficient de conductibilitate calorică și T = perioada de oscilație.

Variația diurnă și anuală a temperaturii solului

Curba variației zilnice și anuale a temperaturii solului urmărește aproximativ aceeași alură ca și curba variației intensității radiației solare (C. Stoica și N. Cristea -1971).

Variația *diurnă* se reprezintă grafic cu ajutorul mediilor diurne, după răsărîtul soarelui atingând un maxim (M) care se datorează radiației solare, apoi temperatura scade urmând să atingă un minim (m), înainte de răsărîtul soarelui (fig. 11a). Variația *anuală* a temperaturii solului atinge un maxim (M) în lunile iulie-august și un minim (m), în ianuarie (fig. 11b).

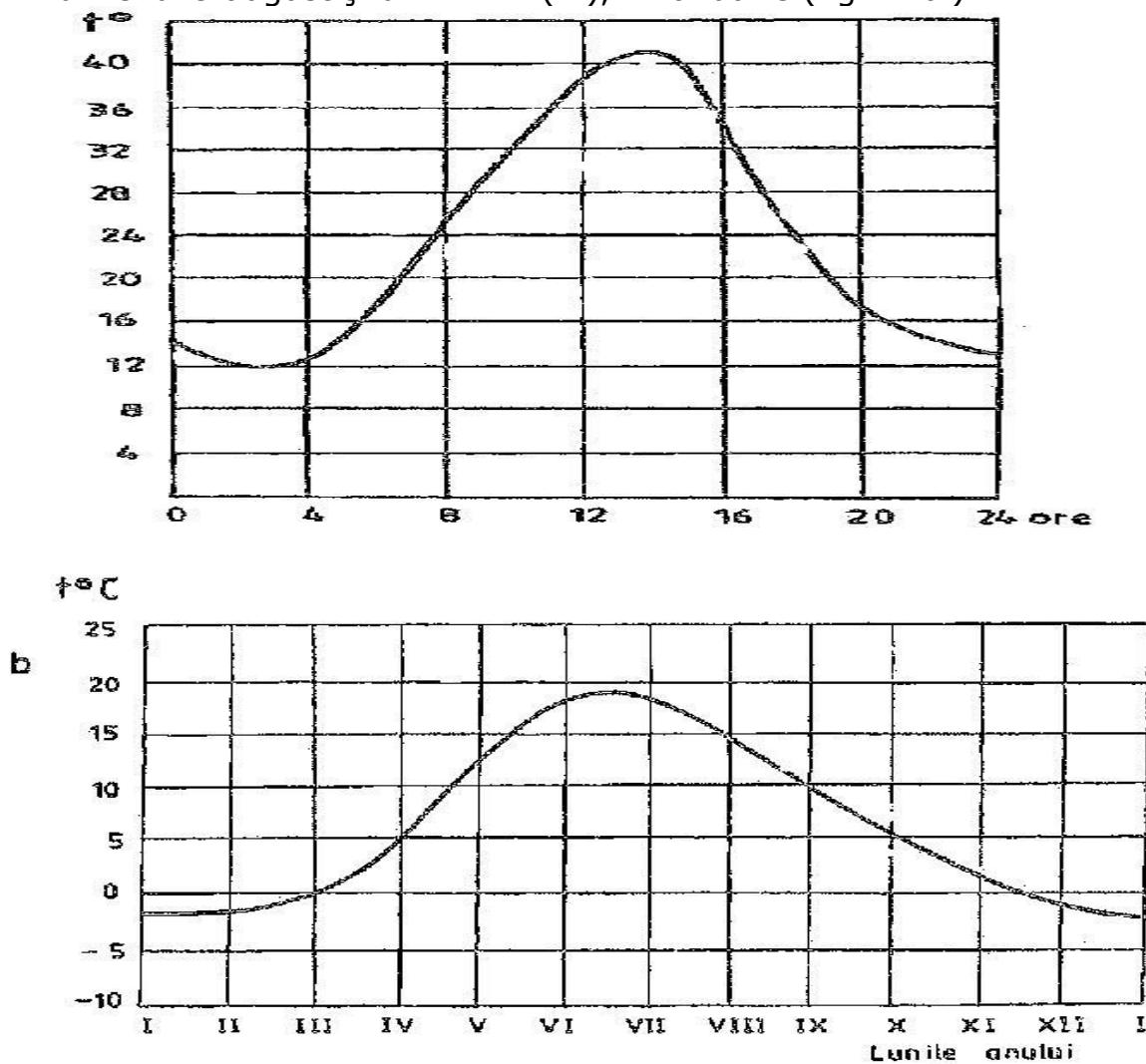
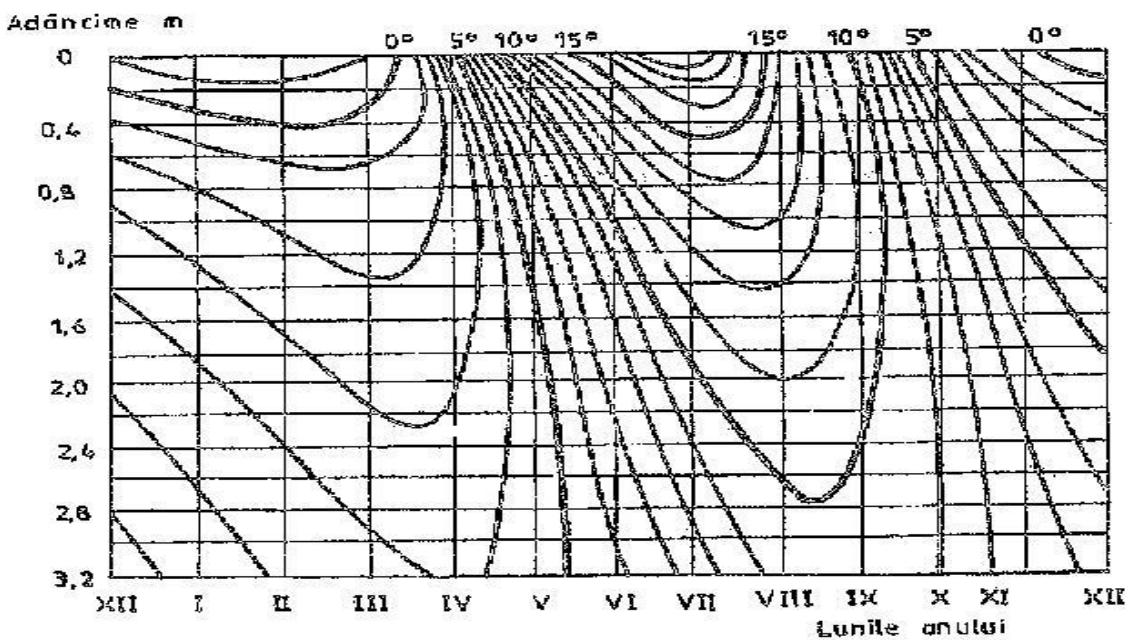
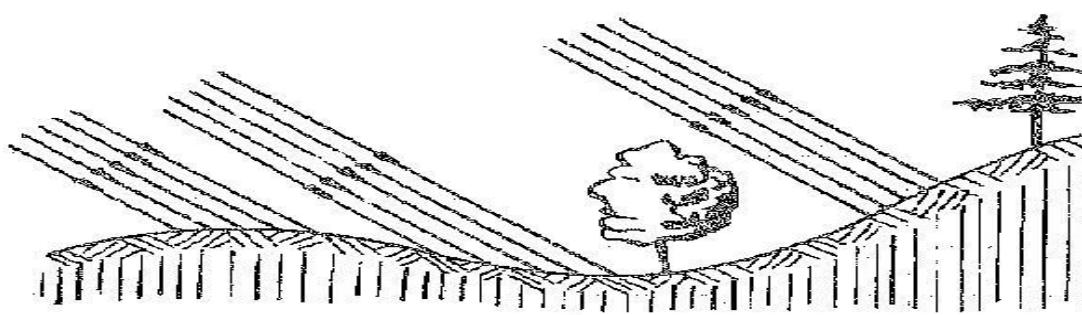


Fig. 11. Variația temperaturii solului, mersul diurn (a) și mersul anual(b)



a. Geoizotermă



b. Înfluența reliefului asupra insolației

Fig. 12. Variatia temperaturii solului redata de geoizotermă
a. geoizotermă
b. Înfluența reliefului asupra insolației

Există și un alt mod de reprezentare a variației temperaturii solului și anume: prin linii numite izoplete sau geotermoizoplete, linii care redau temperatura solului în raport cu timpul (ore, zile, luni, ani) și adâncimea solului. Aceste linii dău o orientare aproximativă cu privire la repartitia temperaturii solului pe glob, continent sau a unor regiuni mai mici, respectiv pentru zonele pentru care dorim să avem o reprezentare în timp a temperaturii solului (fig. 12a și b). Astfel putem afirma că încălzirea și răcirea solului prezintă variații mari chiar în aceeași zonă climatică. Într-o regiune cu mai multe tipuri de sol, efectul acestuia asupra temperaturii aerului se manifestă numai până la 1-1,5 m, asigurând condiții de microclimat. Într-o

regiune întinsă numai cu un anumit tip de sol (de exemplu, nisipos), efectul temperaturii aerului se manifestă peste 2 m înălțime, determinând condiții de macroclimă.

Vegetația și temperatura solului

Pentru procesele de *germinație, creștere și dezvoltare* a rădăcinilor în special și a plantei în general, temperatura solului, atât de suprafață cât și de profunzime, prezintă o importanță mare pentru agricultură. Temperatura solului este cea care indică momentul optim pentru efectuarea unor semănături de primăvară, mai ales pentru culturile pretențioase la căldură și, în general, pentru toate speciile termofile.

Oscilațiile zilnice de temperatură a solului favorizează schimbul dintre aerul din sol și cel din atmosferă permitând *circulația apei în sol* cu mai mare ușurință. Tot temperatura solului este cea care *mărește capacitatea* de absorbție a rădăcinilor plantei, influențând procesele de putrezire și descompunere organică a substanțelor din sol.

Răcirea și încălzirea solului este puternic influențată de prezența vegetației de pe sol precum și de prezența pădurii. Acestea fiind adevărate straturi izolatoare împotriva insolației și radiației. În pădure, vara, temperatura solului este mai coborâtă decât în câmp deschis. Diferențele de temperatură sunt determinate și de natură speciilor din pădure. Astfel, într-o pădure de strejar, primăvara temperatura solului este mai ridicată cu până la 2,5-3°C, iar vara cu până la 8°C. Iarna, coroana arborilor influențează temperatura solului din pădure, fiind mai ridicată cu câteva grade decât în câmp. În pădure stratul de sol care îngheată este mai mic decât în câmp deschis (O. Vasilovski- (1968).

În concluzie, starea suprafeței solului, joacă rol esențial în pătrunderea înghețului la adâncime. Dacă solul este acoperit cu vegetație, cu pajiște, acesta este protejat contra înghețului, asemenea unui strat de pământ gros de 0,5 m. Stratul de zăpadă, de asemenea apără solul de îngheț, asemenea unui strat de nisip 2-3 ori mai gros.

Conductibilitatea termică și căldura specifică a solului

Coeficientul de conductibilitate termică (I), reprezintă cantitatea de căldură care parcurge unitatea de suprafață, exprimată în cm^2 , în unitatea de timp (secunda), pe un strat cu grosimea de 1 cm, astfel încât temperatura între limita superioară și inferioară a stratului să nu depășească 1°C. Acest coeficient se exprimă prin raportul dintre conductibilitatea calorică (K) și căldura specifică a solului (C), respectiv prin formula:

$$\lambda = \frac{K}{C}$$

Având formula coeficientului de conductibilitate termică, se poate stabili care este capacitatea solului de a transmite căldură de la pădurile mai calde spre cele mai reci. Acest coeficient este diferit de la sol la sol, fiind dependent de gradul de afânare al solului și de umiditatea acestuia. Astfel, solurile uscate au conductibilitate calorică mai mică decât cele umede, precum aerul care are conductibilitate calorică mai mică decât apa.

Cantitatea de căldură (Q) a unui corp transmisă într-un anumit timp (q) între două suprafețe plane A și B, care au temperaturile T și t , suprafețe care se află la o distanță x , este exprimată prin formula:

$$Q = \lambda S \frac{(T - t)}{x} \theta$$

în care α este coeficient de conductibilitate calorică și S = suprafața străbătută de energia calorică perpendiculară.

Conductibilitatea calorică se exprimă deci în kcal/cm S grd. Pentru solurile frecvent întâlnite valoarea acesteia este următoarea:

- sol nisipos = 0,0028 kcal/cm S grd;
- sol umed = 0,0042 kcal/cm S grd;
- sol argilos = 0,0044 kcal/cm S grd;
- sol granitic = 0,0097 kcal/cm S grd;
- gresie = 1,0107 kcal/cm S grd.

Căldura specifică este factorul care exprimă cantitatea de căldură necesară unui gram sau centimetru cub de sol, pentru o variație de temperatură cu 1 °C. Căldura specifică poate fi o mărime gravimetrică sau volumetrică, între aceste mărimi existând o relație exprimată de formula: $C = p*c$ unde: C = căldura specifică; c = căldura specifică gravimetrică; p = densitatea.

Solurile uscate se vor încălzi și se vor răci mai repede decât solurile umede dar, acestea din urmă se încălzesc la suprafață mult mai puțin decât cele uscate, care au conductibilitatea calorică și căldura specifică mai mare decât la solurile uscate, cantitatea de umezeală influențând considerabil căldura specifică a solului.

UMIDITATEA AERULUI

Cauzele principale care favorizează pătrunderea apei în pădurile superioare ale atmosferei sunt convecția și turbulenta aerului. Acestea determină amestecul vertical al maselor de aer. Vântul este cel care transportă pe orizontală, la mare distanță, cantități mari de vaporii de apă care, în anumite condiții, se pot condensa, dând precipitații solide și lichide. Cantitatea vaporilor de apă oscilează în limite foarte largi, aceștia constituind cei mai variabili elemente meteorologice.

Higrometria și mărimile higrometrice

Higrometria se ocupă cu măsurarea umidității adică cu vaporii de apă și cu apa în stare gazoasă.

Vaporii de apă sunt rezultatul evaporării marilor suprafețe de apă, al evaporării altor suprafețe mai mici, al evaporării apei din sol, precum și al transpirației plantelor sau animalelor. Atmosfera conține 95% apă sub formă de vapor, iar 5% sub formă de picături de apă și cristale de gheăță. Conținutul în vapori al atmosferei crește odată cu temperatura și variază în funcție de latitudine. Astfel, la latitudinea de 70° Nord, conținutul de vapor este de 0,2% (în volum), la latitudinea de 50° Nord conținutul crește până la 0,9%, pentru că la Ecuator, conținutul de vapor de apă să ajungă la 2,6%.

Mărimile higrometrice cele mai frecvent întâlnite sunt: - umiditatea absolută (a); - umiditatea absolută maximă sau de saturatie (A); - tensiunea vaporilor de apă (e); - tensiunea maximă sau de saturatie (E); - umiditatea relativă (R); - umiditatea specifică (q); - deficitul de-saturatie (D); - gradul de uscăciune (U) și punctul de rouă (T). Dintre acestea, tensiunea vaporilor de apă, umiditatea relativă, deficitul de saturatie și punctul de rouă sunt cele mai importante pentru practica agricolă.

Tensiunea vaporilor (e) se definește ca fiind presiunea pe care o exercită vaporii existenți la un moment dat în atmosferă, fiind dată de următoarea formulă: $P = p + e$, fiind considerată forța elastică a vaporilor și o componentă a presiunii atmosferice (P). Mersul diurn și anual al tensiunii vaporilor de apă depinde de o mulțime de factori, dintre care cel mai important este temperatura aerului.

Variația zilnică a tensiunii vaporilor prezintă două tipuri: - primul, caracteristic perioadei calde - vara -, cu două maxime de temperatură, unul principal, între orele 9-10 și altul secundar, între orele 21-22, când tensiunea vaporilor crește. Acest tip mai înregistrează două minime ale temperaturii, unul principal, dimineața înainte de răsăritul soarelui și altul secundar la între orele 15-16; - al doilea tip este caracteristic anotimpului rece - iarna -, care are un maxim de temperatură, ziua între orele 14-16 și un minim înainte de răsăritul soarelui, între orele 6-7. Figura 13 a redă variația zilnică și anuală a temperaturii vaporilor de apă la Cluj-Napoca, după G. Pap și R. Bozac - (1982). Variația anuală a tensiunii vaporilor este analoagă cu variația anuală a temperaturii aerului, atingând minimul iarna și maximul vara (fig. 13 b)

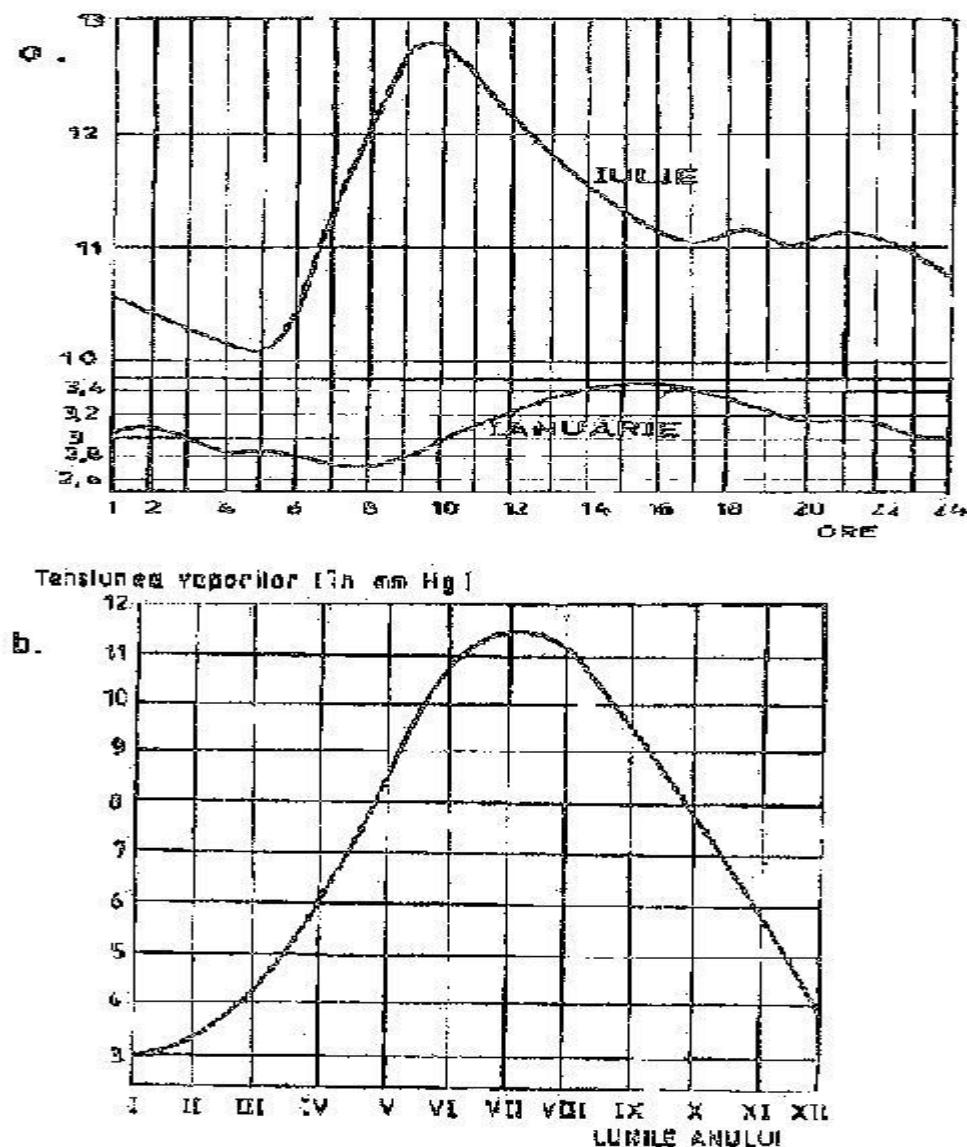


Fig.13. Variația tensiunii vaporilor la Cluj-Napoca

a- variație zilnică

b- variație anuală (după Pop G., Bozec R.-1982)

Umiditatea relativă (R) este mărimea higrometrică care se definește prin formula $R = e/E \cdot 100$, unde E = tensiunea maximă a vaporilor la aceeași temperatură iar e = tensiunea actuală a vaporilor. Formula exprimă procentual cât de aproape este aerul uscat de starea de saturatie.

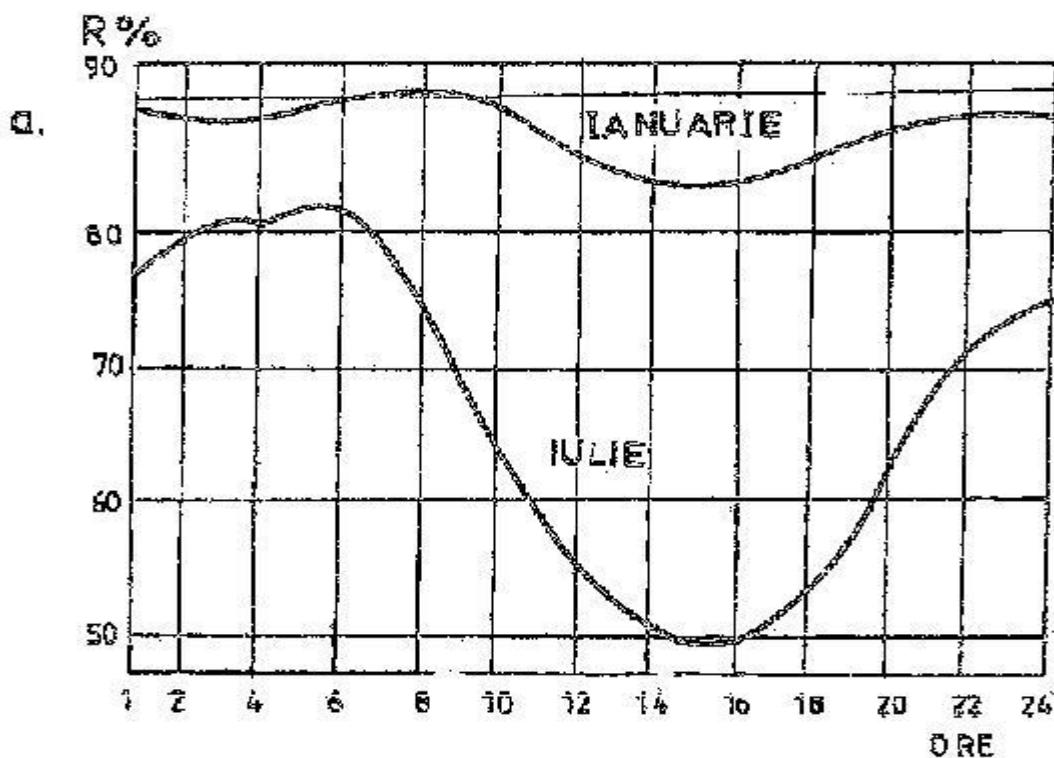
Variația zilnică a umidității relative depinde de temperatura aerului, având o evoluție inversă acesteia, înregistrând astfel un maxim (M), aproape de răsăritul soarelui și un minim (m) între orele 14-15. Amplitudinea variației zilnice a umidității relative este mai mare vara, pe timp senin, și mai mică iarna, pe timp noros. Variația anuală are o evoluție contrară temperaturii atmosferice, atingând un maxim (M) iarna și un minim vara, însotit de unui

secundar (ms) la sfârșitul lunii aprilie, datorită transportului de aer uscat din nordul continentului.

Forma curbelor variației zilnice a umidității atmosferice ia Cluj-Napoca, pentru lunile ianuarie și iulie este redată în fig.14 a , iar variația anuală în fig. 14 b (după G. Pap și R. Bozac -1977).

Deficitul de saturație (D) se definește prin diferența dintre tensiunea maximă a vaporilor (E) și tensiunea actuală (e) la un moment dat, exprimat prin formula $D = E - e$. Deficitul de saturăție caracterizează starea de saturăție a aerului în vapori, la o anumită temperatură, când $e = E$, $D = 0$. Această mărime influențează în mare măsură evaporația și evapotranspirația, factori cu o implicație majoră în agricultură.

Punctul de rouă sau de saturăție (T) redă temperatura la care vaporii de apă din atmosferă devin saturati, în urma scăderii temperaturii. Dacă aerul saturat continuă să se răcească sub valoarea punctului de rouă, surplusul de umiditate se condensează sub formă de picături de apă sau sub formă de cristale de gheăță.



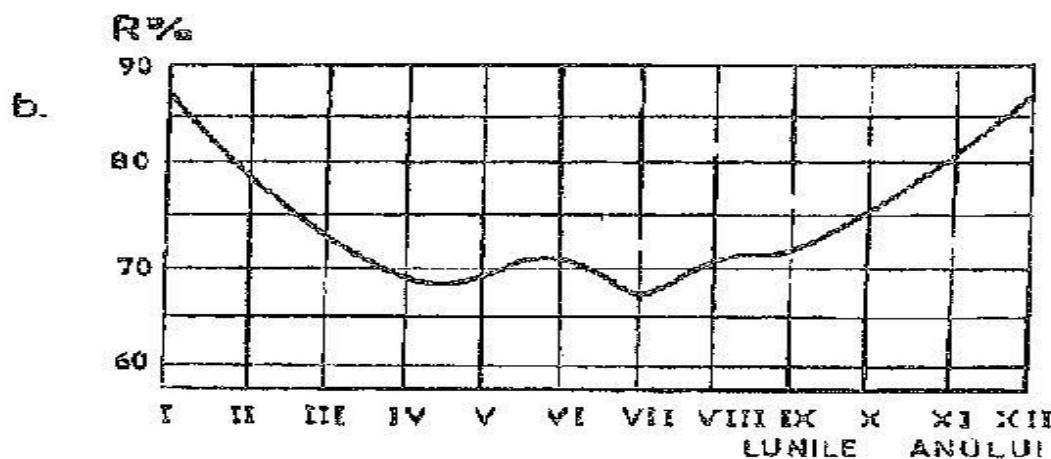


Fig. 1.4. Variatia umiditatii relative la Cluj-Napoca
 a. variatia zilnica
 b. variatia anuala (dupa Pap G, Bozuc R - 1982)

Fenomenele de evaporatie și evapotranspiratie

Evaporatie. Fenomenul de trecere al moleculelor de apă din stare lichidă în stare gazoasă se numește evaporatie, iar energia consumată se exprimă prin căldura de evaporare.

Căldura de evaporare (Q_t) este cantitatea de energie calorică necesară lichidului respectiv pentru a se transforma la 0°C , din stare lichidă în stare gazoasă. Unitățile de măsură în care se exprimă căldura de evaporare sunt: cal/g sau kcal/ Kg. Pentru apă, căldura de evaporare se exprimă prin formula $Q_t = 597 - 0,61$, deci Q_t scade odată cu temperatura.

Cantitatea de lichid evaporat de pe unitatea de suprafață și în unitatea de timp ne dă viteza sau intensitatea de evaporare. Unitățile de măsură pentru această viteză sunt: $\text{g/cm}^2 \cdot \text{s}$; $\text{l/m}^2 \cdot \text{zi}$; mm/zi etc. Legea lui Dalton explică intensitatea de evaporare (I) de pe suprafața apei în contact cu aerul, prin formula $I = A \cdot (E-e)/p$. unde: A = factor de proporționalitate dependent de viteza vântului; $E-e$ = deficitul de saturatie (E = tensiunea maximă a vaporilor și e = tensiunea reală sau actuală a vaporilor de apă; p = presiunea atmosferică exercitată asupra suprafeței de apă. Valoarea A crește odată cu viteza vântului, dacă $E = e$, deficitul de saturatie este anulat ($D = 0$) și intensitatea evaporării va fi zero ($I = 0$).

Cantitatea de apă evaporată (Q) din formula: $(S = 1.8.1)$, unde S = suprafața de evaporare și t = timpul. Cantitatea de apă evaporată variază în funcție de: - latitudine, scăzând odată cu creșterea acesteia; - timp, cantitatea de apă evaporată fiind minimă la răsăritul soarelui și maximă între orele 12 -

15; - natura suprafeței subiacente, cantitatea de apă evaporată fiind mai mare pe un sol afânat (datorită transpirației plantelor) și micșorată în pădure. Vaporii de apă se răspândesc în atmosferă prin difuziune gazoasă, curenți verticali de convecție și orizontali de advecție.

Evapotranspirația. Evaporația de pe suprafața terestră, sol, întinderi de apă etc, plus evaporația din transpirația plantelor, formează evapotranspirația. Evaporația fiziologicală a plantelor și animalelor este fenomenul de transpirație care nu trebuie să fie confundat cu evaporația apei din precipitații sau cu evaporarea depunerilor (rouă, chiciură, ceată etc.) de pe plantă.

Plantele consumă și evaporă cantități mari de apă. Cantitatea medie de apă evaporată se exprimă în mm și atinge anual cca. 540,3 mm. În cele douăsprezece luni ale anului, cantitatea de apă evaporată variază între 7,7 mm, în ianuarie (cantitatea cea mai mică) și, 86,7 mm în luna iulie (cantitatea cea mai mare).

La fel ca și consumul de apă evaporată, pierderile anuale de apă prin evaporare sunt diferite, în funcție de natura plantelor. Astfel, pe un sol cu ierburi și plante de cultură se pierd anual cca. 229 - 254 mm; arborii forestieri mari pierd prin evaporare cca. 203 - 305 mm/an, iar cei mici și arbustii pierd cca. 154 - 203 mm/an. Dintre speciile forestiere, coniferele pierd cea mai mică cantitate de apă, respectiv 102 - 154 mm/an. În concluzie, evaporarea este mai intensă pe un sol acoperit cu vegetație decât pe un sol lipsit de aceasta.

Coeficientul de transpirație pentru obținerea unui gram de substanță uscată vegetală, rezultă din cantitatea de apă evaporată exprimată în grame. Valoarea acestui coeficient, în general, este de 300 până la 400 g de apă la 1 gram de substanță uscată. Din aerul uscat, o plantă reține doar 1 gram din fiecare kg de apă absorbită de sistemul radicular. În schimb, din aerul umed planta reține 2-3 g la fiecare kg de apă absorbită.

Implicațiile umidității aerului în viața plantelor

Umiditatea atmosferică are un rol esențial în viața plantelor mai ales pentru metodele de prevenire și combatere a înghețului, prin determinarea punctului de rouă.

In ceea ce privește *prevenirea înghețului* raționamentul de bază este: - noaptea în timpul depunerilor precum rouă, bruma, chiciura etc. se degajă căldură de vaporizare cca. 600 cal/gram, ceea ce duce la diminuarea sau chiar la stoparea fenomenului de răcire, întrucât în stratul de deasupra solului, punctul de rouă este apropiat de limita inferioară a răcirii nocturne, deci de temperatură minimă nocturnă. Punctul de rouă, de regulă, se determină seara, fapt care ne poate orienta asupra posibilităților de apariție a înghețului peste noapte.

Apariția înghețului este indicată de valorile unor fenomene ca: -dacă seara, tensiunea vaporilor de apă e = 4,58 mmHg, aceasta va determina

scăderea temperaturii punctului de rouă sub 0,0°C. Corelată cu anumite coordonate din timpul nopții (cum ar fi cerul senin și lipsa vântului), pericolul de îngheț este iminent, deoarece condițiile sus menționate determină până în zori o coborâre a temperaturii aerului până la 0°C sau chiar -1°C sau -2°C.

Dacă tensiunea vaporilor de apă este mai mare de 4,58 mmHg ($e > 4,58$ mmHg), pericolul înghețului este înălțat deoarece la această valoare a tensiunii vaporilor de apă corespunde o valoare a punctului de rouă mai mare de 0°C. În schimb, dacă valoarea acestuia este mai mică de 4,58 mmHg ($e < 4,58$ mmHg), pericolul înghețului este și mai mare întrucât valoarea punctului de rouă va atinge temperaturi negative.

Această metoda de prevenire a înghețului calculată în funcție de valoarea tensiunii vaporilor și a punctului de rouă trebuie corelată cu valoarea nebulozității. Astfel, cu cât pătura de nori este mai groasă și mai joasă cu atât temperatura minimă de peste noapte va fi mai mare -cu 1-2°C -, decât valoarea punctului de rouă măsurată în timpul serii.

Dintre celelalte mărimi higrometrice, umiditatea relativă (R) are implicații serioase în păstrarea materialului biologic. Dacă într-un depozit cu semințe sau în care s-au depozitat unele produse agro-alimentare umiditatea relativă este ridicată - peste 80% -, are loc răspândirea bolilor criptogamice și compromiterea în final a materialului biologic sau a produsului alimentar. Dacă umiditatea din depozit este scăzută și este însotită de insolație mai îndelungată, condițiile sunt propice apariției unor insecte dăunătoare. Deci, corelarea umidității din depozitele cu ceilalți factori higrometric este condiția esențială pentru o bună păstrare a alimentelor sau a colecțiilor de semințe elită, care vin să asigure producția anului următor.

Dacă umiditatea relativă este sub 50% acest fapt indică secetă, care poate dura câteva săptămâni, creându-se condiții ce pot duce la creșterea pericolului de incendii, în câmp sau în pădure, aerul uscat propagând mult mai rapid focul.

Umiditatea aerului influențează în mare măsură evapotranspirația plantelor. Din punct de vedere al valorii umidității relative (R) a aerului există următoarele categorii:

- aer foarte uscat, unde: $R \leq 30\%$;
- aer uscat, unde: $31\% \leq R \leq 50\%$;
- aer normal, unde: $51\% \leq R \leq 80\%$;
- aer umed, unde: $81\% \leq R \leq 90\%$;
- aer foarte umed, unde: $91\% \leq R \leq 99\%$;
- aer saturat, unde: $R = 100\%$.

Umiditatea relativă pentru organismele vii este cuprinsă între 55% și 85%, condiție necesară pentru ca acestea să supraviețuiască. Pentru om, valoarea optimă a umidității relative este de cca. 60%.

Umiditatea aerului are o implicatie climatologică majoră care constă în faptul că norii și precipitațiile atmosferice se formează din vaporii de apă din atmosferă care, deși se află în procent mic, au importanță mare. Valoarea umidității aerului este dependentă de cantitatea de precipitații care cad, nu de

cele discontinui ci mai ales de cele cu caracter continuu, care determină natura umedă sau uscată a climei.

PRESIUNEA ATMOSFERICĂ

Atmosfera se menține în jurul pământului datorită forței de gravitație, ceea ce înseamnă că aerul are greutate și că exercită o apăsare asupra corpurilor cufundate în ei. Efectul greutății aerului pe suprafața pământului se exprimă prin presiunea aerului sau presiunea atmosferică. Aceasta se poate defini ca fiind forța sau greutatea cu care aerul apasă pe unitatea de suprafață și se poate exprima prin formula:

$$p = \frac{F}{S} \text{ dyne/cm}$$

Unități de măsurare a presiunii atmosferice

In anul 1643 este definită noțiunea de presiune atmosferică de către Torricelli, tot el fiind cel care găsește instrumentul pentru măsurarea acesteia, respectiv barometrul cu mercur. Unitățile de măsură pentru presiunea atmosferică pot fi prezentate astfel: - presiune de 1 dynă/ cm² poartă în fizică denumirea de *barye*. Aceasta însă, fiind prea mică s-a folosit o unitate de 1 milion de ori mai mare, unitate numită *bar* sau *megabarye*. La rândul ei aceasta s-a dovedit prea mare și, în concluzie s-a luat o parte dintr-un bar, unitatea care poartă numele de *milibar*. În afară de milibar presiunea atmosferică se poate exprima și în milimetri coloană de mercur (*mmHg*), iar presiunea exercitată de 1 mmHg pe o suprafață de 1 cm² la o temperatură de 0°C, poartă de numirea de *torr*.

Trecerea de la milibar la mmHg se face lesne cunoșcând că 750,8 mmHg = 1000 mb și că raportul dintre 750/1000 = 3/4, iar raportul dintre 1000/750 = 4/3, pentru transformare înmulțim valoarea respectivă cu 4 și o împărțim la 3, iar pentru cazul contrar procedăm invers. Pentru stabilirea cu eficiență a unităților presiunii atmosferice fiecare stație meteo este înzestrată cu tabele dinainte calculate.

Deci, barometrul sau tubul lui Torricelli este primul instrument de măsurare a presiunii atmosferice. Sunt folosite două tipuri de barometre, cu mercur și barometru metalic sau aneroid, iar cele cu mercur, la rândul lor, pot fi de trei feluri: cu sifon, cu fund mobil de tip Fortin și cu fund fix de tip Fues. Amintim și barometrul lui Gay-Lussac, sau cu sifon, alcătuit dintr-un tub îndoit în formă de U cu ramuri inegale. Se mai utilizează barometrul aneroid sau metalic, care nu funcționează pe bază de lichid, iar piesa sensibilă la variațiile de presiune este alcătuită din câteva cutii sau capsule Vidi. Un alt tip de barometru aneroid este

altimetru. Acesta servește și determinarea altitudinii în funcție de presiune. Pentru înregistrarea variațiilor de presiune se utilizează barograful. Aparatul este format dintr-o parte sensibilă, receptoare, alcătuită din 4-12 capsule Vidi; - un sistem de pârghii; - partea înregistratoare, peniță și mecanismul de ceasornic cu cilindrul barogramei.

La toate aparatele de măsurare a presiunii atmosferice se impun corecții de temperatură, de latitudine, de altitudine și chiar corecția datorată tehnologiei de fabricație, cum ar fi: vidul imperfect sau chiar diametrul tubului modificat. Având în vedere variația pe verticală a accelerării gravitaționale și de scădere densității aerului cu înălțimea, se face corecția de altitudine, abaterile fiind mici, aproape neglijabile. Se fac calculele valorilor mijlocii, exact la orele când se fac normale observațiile, respectiv orele 1,7,13 și 19, după aplicarea corecției citirilor se face media aritmetică, obținându-se valoarea mijlocie zilnică a presiuni. În același mod se calculează și valorile mijlocii ale presiunii lunare, anotimpuale și anuale. De regulă, citirile se fac cu barometrul cu mercur Fuess și cu barometrul aneroid.

Corecția de temperatură se face scăzând din înălțimea coloanei de mercur (H), citită cu vernierul, dilatarea termică a mercurului fată de 0°C (D_0), valoare găsită în tabelul anexat la barometrul Fuess.

Formula este:

$P_0 = H - D_0$; considerând P_0 presiunea redusă la 0°C .

Altitudinea redusă la nivelul mării se corectează prin scădere din presiunea redusă la 0°C (P_0), a presiunii suplimentare (ΔP_0), numită și adițională. Formula este:

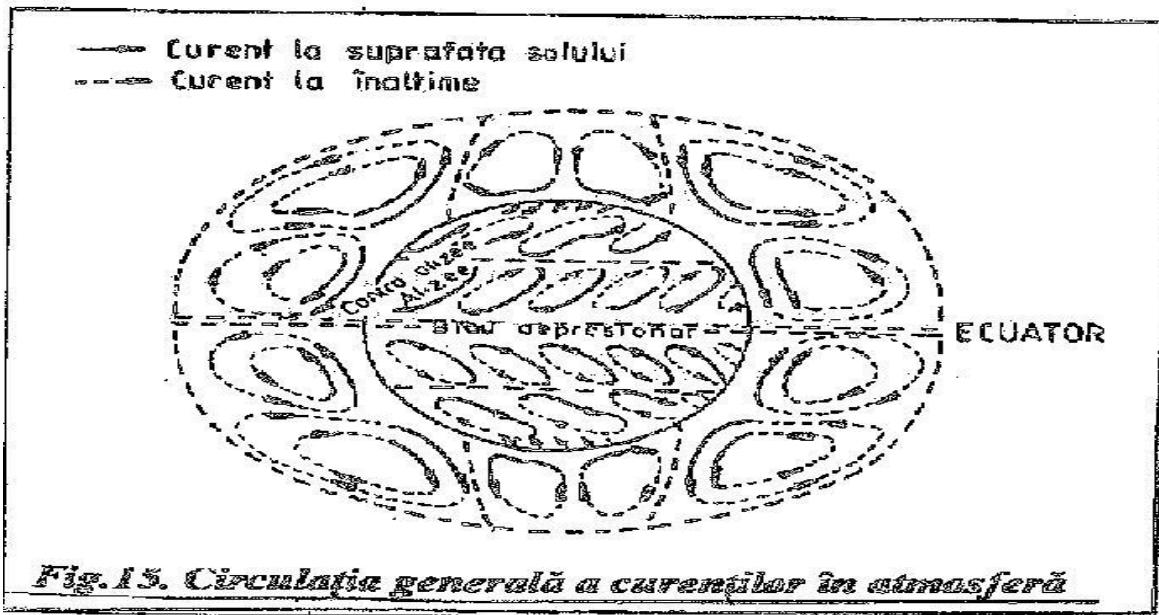
$P_n = P_0 + \Delta P_0$, unde P_n este considerată presiunea redusă la nivelul mării.

Valoarea lui ΔP_0 se scoate din tabelul anexat la barometrul, datele trecându-se într-un alt tabel. Corecția se face cu ajutorul formulei:

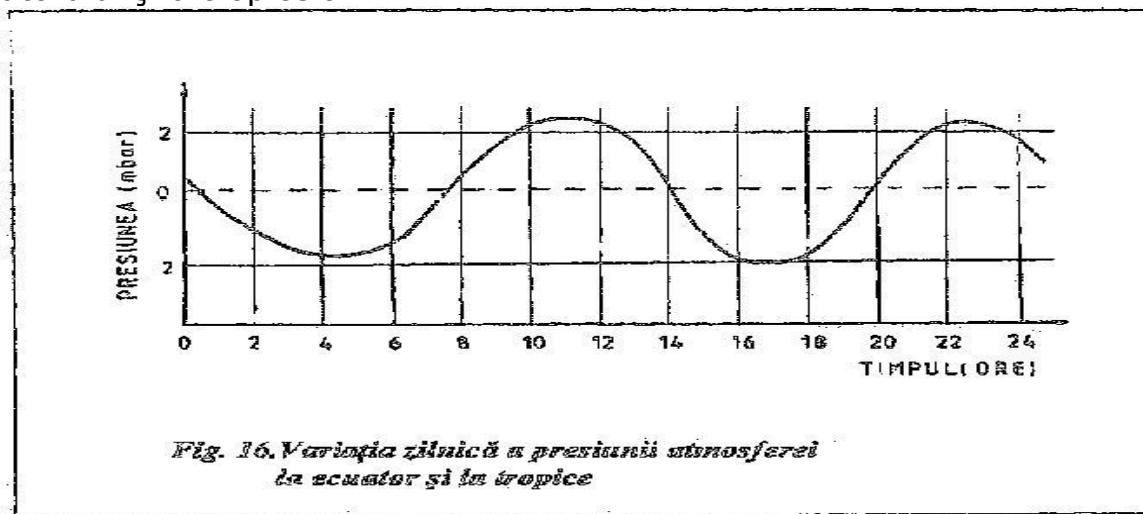
$$\varepsilon = \frac{\Delta P}{P} \cdot 100\% \quad \text{unde} \quad \frac{\Delta P}{P} = \text{presiunea relativă.}$$

Variația presiunii atmosferice

Circulația generală a curenților de aer la suprafața solului și la înălțime, raportată față de ecuator este prezentată în fig. 15. Variația presiunii atmosferice are loc în funcție de: accelerări, gravitațională, latitudinea geografică și altitudinea, variația fiind slab reprezentată față de celelalte elemente meteorologice. Astfel, variația zilnică (diurnă) are două maxime (M) între orele 7-11 și 22-24 și două minime (m) între orele 4-6 și 15-18. Dacă valoarea presiunii atmosferice scade și după intervalul 15-18, ne putem aștepta la schimbarea vremii, la precipitații în ziua respectivă sau cei mai târziu în ziua următoare.



Pentru a scoate în evidență variația zilnică a presiunii atmosferice la latitudini mari și mijlocii avem nevoie de valorile mijlocii orare ale presiunii dintr-un număr considerabil de ani. Cunoașterea aproximativă a valorilor presiunii atmosferice în următoarele 24 de ore (în următoarea zi), joacă un rol foarte important pentru prevederea locală a vremii și întâmpinarea, dacă este posibil, a unor pericole aduse de schimbarea vremii. Figura 16 redă variația diurnă a atmosferice la latitudinea ecuatorului și a tropicelor.



Variația anuală a presiunii atmosferice se produce direct proporțional cu variația temperaturii aerului, fiind influențată de latitudine. La ecuator variația anuală este slab reprezentată, datorită faptului că aici anotimpurile se diferențiază foarte puțin. Ea este reprezentativă, în schimb, la latitudini mijlocii și înalte. Astfel, pe continent atinge un maxim (M), iarna și un minim (m) vara. Pe ocean, evoluția este inversă (maximul are loc vara, iar minimul iarna), fenomenul datorându-se încălzirii excesive a soiului în anotimpul de vară și a răciriilor acestuia în anotimpul de iarnă. Deasupra mărilor, oceanelor și pe litoral

variația anuală a presiunii aerului atinge o valoare maximă vara și una minimă iarna sau toamna târziu. Variațiile periodice ale presiunii atmosferice constituie factorul esențial pentru prevederea vremii, acestea apărând datorită mișcărilor de turbulentă ale aerului precum și proceselor de încălzire și răcire ale acestuia în troposferă.

Polul maxim al presiunii atmosferice s-a înregistrat în anul 1900, în nordul Siberiei (localitatea Barnaul), a fost de 808,8 mmHg cca. 1078 mb. Polul minim al presiunii s-a înregistrat în anul 1927, de către un vas, în timp ce trecea printr-un ciclon puternic, în vestul Oceanului Pacific, presiunea aerului fiind de 665,3 mmHg, cca. 887 mb.

Presiunea atmosferică scade odată cu înălțimea, deoarece se micșorează greutatea coloanei de aer care apasă pe unitatea de suprafață. Variația presiunii atmosferice raportată la înălțime se enunță prin legea lui Laplace. Astfel, dacă altitudinea crește în progresie aritmetică, presiunea atmosferică descrește în progresie geometrică.

Variația presiunii atmosferice în raport cu înălțimea are două caracteristici și anume: gradientul baric vertical (gb) și treapta barică (h_b). Gradientul baric vertical redă scăderea presiunii pe unitatea de înălțime. Presiunea se exprimă în mmHg, iar altitudinea în 100m. În troposferă, la 1000m înălțime gradientul baric vertical $gb = 8,7 \text{ mmHg/100m}$, la temperatura $f = 5-10^\circ\text{C}$. Gradientul baric poate fi de două feluri: gradient mijlociu sau absolut și gradient local sau relativ.

Presiunea atmosferică este exprimată prin ecuația $p = r \cdot g \cdot h$ unde: p = presiunea aerului; r = densitatea; g = accelerația gravitațională; h = înălțimea coloanei de aer. Presiunea este aşadar direct proporțională cu densitatea aerului, accelerația gravitațională, și înălțimea coloanei de aer.

Inălțimea la care trebuie să urcăm sau să coborâm pentru ca presiunea atmosferică să varieze cu 1mm Hg se numește treapta barică. Treapta barică (h_b), se definește prin formula:

$h_{bm} = \Delta z / \Delta p$, formulă care dă treapta medie și unde Δp = variația presiunii (medie); Δz = unitatea de înălțime (z); și $h_b = -dz/dp$, care redă treapta reală.

-Stațiile meteorologice dispun de posibilități prin care se pot face observații asupra presiunii atmosferice pe hărți speciale. Unind puncte care relevă o aceeași presiune atmosferică cu linii curbe, numite *izolinii*, pe hartă se formează astfel zone cu presiune ridicată și zone cu presiune scăzută.

Zonele cu presiune ridicată se numesc *maxime barometrice* sau *anticicloni*. În aceste zone, presiunea scade de la centru la periferie. Zonele cu joasă presiune se numesc *depresiuni* sau *cycloni*. În aceste depresiuni presiunea crește de la centru spre periferie. Activitatea ciclonilor, în unele regiuni de pe glob, primesc denumiri diferite. Astfel, în India, aceștia se numesc uricane; în China, taifunuri; în Golful Mexic, tornado iar în Insulele Antille, uragane.

Totalitatea maximelor barometrice și a minimelor sau depresiunilor dintr-o regiune, formează *relieful baric*, relief care se aseamănă cu relieful geografic al unei suprafețe de pe Glob. Relieful baric conține: -forme principale și, - forme secundare. Reprezentarea pe glob a reliefului baric, cu formele lui principale și secundare este prezentată în fig. 17.

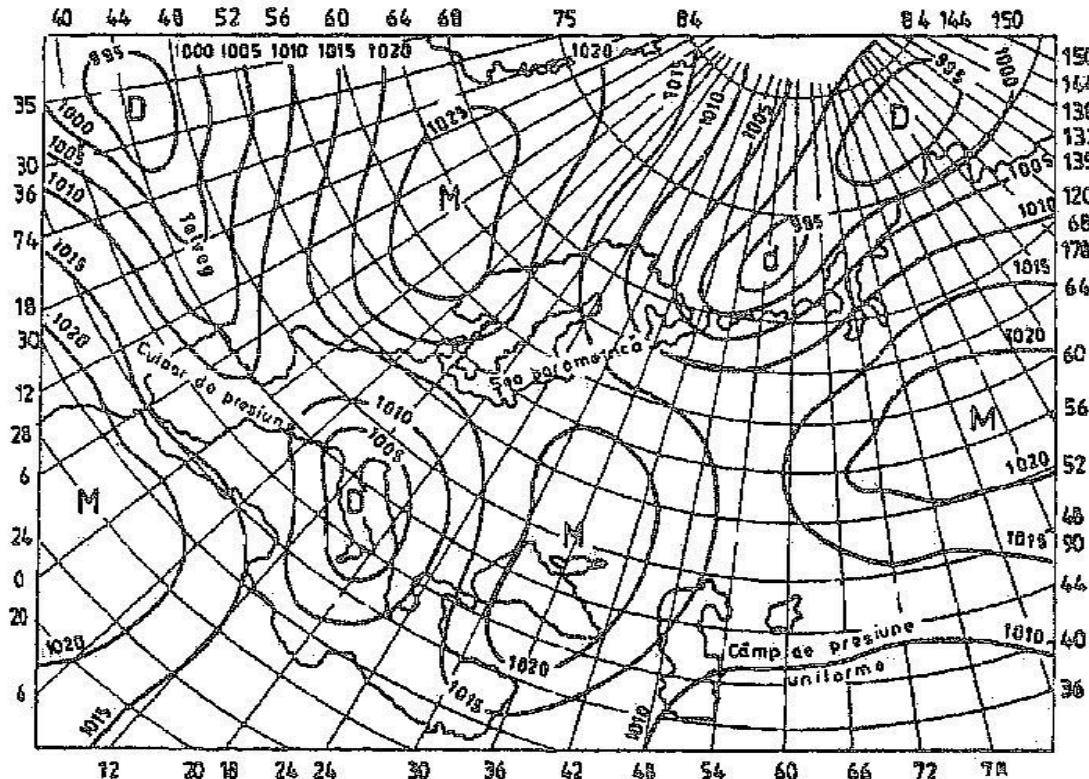


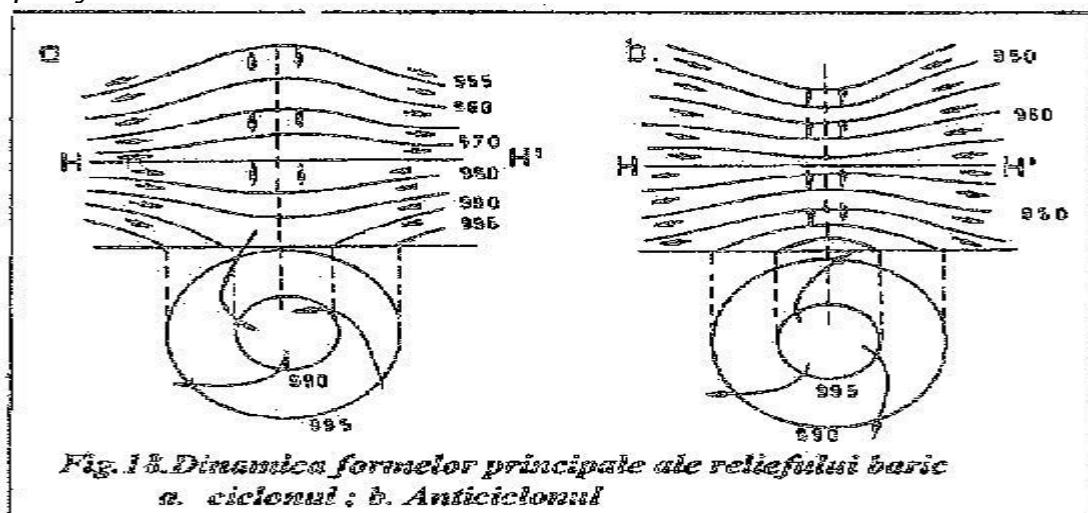
Fig.17. Reprezentarea formelor barice pe o hartă

Formele principale ale reliefului baric sunt *anticiclonei* și *ciclonei* care, după rolul pe care-l au în atmosferă, se mai numesc și centri de acțiune ai atmosferei. Modul de formare și dinamica formelor barice principale este prezentat în fig. 18 a și b, iar a formele secundare în fig. 19.

Anticiclonul sau contra-ciclonul se notează pe hartă cu litera M sau MB și se caracterizează prin: - presiune ridicată la centru; - mișcare rotativă-turbionară, în sensul acelor de ceasornic în emisfera nordică și, în sens contrar acelor de ceasornic în emisfera sudică; - curenții din anticiclon sunt descendenți în zona centrală, divergenți la suprafața terestră și convergenți în regiunea superioară; - mișcarea curenților translatorie și rotatorie lentă, față de ciclon; - norii se destramă și stabilesc timpul frumos. *Anticiclonul este purtătorul timpului frumos, fără precipitații.*

Ciclonul, depresiunea barică sau minimul barometric, se notează pe hartă cu litera D și se caracterizează prin: - presiune scăzută în centrul lui; - mișcare rotațională - turbionară în sens contrar acelor de ceasornic, în emisfera nordică și în sensul acelor de ceasornic, în emisfera sudică; - curenții sunt ascendenți - în zona centrală, convergenți - la suprafața terestră și divergenți - în regiunea superioară; - mișcarea translatorică și rotatorică este

rapidă, față de cea a anticicloului. Ciclonul este purtătorul timpului urât, cu precipitații.



Formele secundare ale reliefului baric. Se cunosc câteva forme secundare dintre care amintim: - *talvegul depresionar*, care este o prelungire a unui ciclon în formă literei V, cu presiune crescută de la interior spre exterior; - *culoarul depresionar*, regiune de joasă presiune care leagă doi cicloni principali, fiind mărginită de presiune ridicată; - *dorsala anticiclonică*, o prelungire a unui maxim barometric în formă de U; - *șaua barică*, o regiune cu presiune ridicată, mărginită de doi cicloni și doi anticloni în formă de cruce.

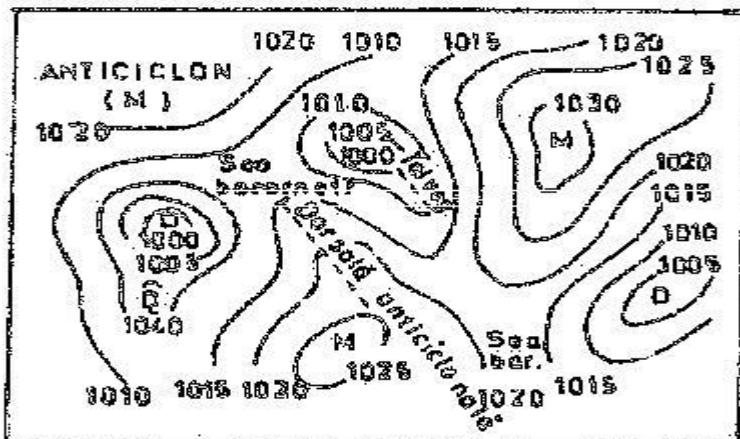


Fig. 19. Formele secundare ale reliefului baric

Caracterul și cauzele formelor barice. Formele barice pot avea caracter permanent, menținându-se în tot timpul anului, sau sporadic când se formează numai în anumite anotimpuri, împărțindu-se în:

- centrii cu acțiune permanentă, care se mențin în tot cursul anului, cum ar fi: zona ecuatorială de joasă presiune, maximele barometrice subtropicale, depresiunea din Islanda și Insulele Aleutine, precum și maximele din Arctica și Antarctica;

- centrii de acțiune, sezonieră sau temporari, care apar numai în anumite

perioade ale anului, cum ar fi: anticicloul canadian și siberian, depresiunea asiatică de vară etc.

Cauzele formelor barice sunt de natură diferită și pot avea caracter termic și dinamic. Caracterul termic este imprimat suprafeței terestre de natură, iar cei dinamic de particularitățile locului, de rotația Pământului etc. Exemplu pentru Europa este anticicloul asiatico-siberian care apare iarna, este de natură termică, la fel ca și depresiunea asiatică care apare vara. În schimb, anticicloul azoric și depresiunea islandică este de natură dinamică.

Distribuția presiunii atmosferice pe glob

Distribuția presiunii atmosferice se face cu ajutorul unor hărți speciale, cu valori mijlocii plurianuale reduse la nivelul mării, tipice lunilor ianuarie și iulie. Liniile care unesc puncte cu aceeași presiune într-o hartă climatologică se numesc *izobare*. Aceste linii pot fi izobare mijlocii, lunare, anotimpuale și anuale și stau la baza construirii hărtilor sinoptice și a celor climatologice.

În regiunea ecuatorului, în luna ianuarie, se formează un brâu de joasă presiune, de cca. 1010 mb, care dă naștere la aşa numitul ecuator baric. Formarea izobarelor lunii ianuarie sunt redate în fig. 20. În luna iulie, presiunea joasă se menține, deplasându-se puțin spre nord. La fel, maximele barometrice subtropicale se deplasează mai spre nord (depresiunea Islandă), slăbește în iulie (având la centru valoare de 1009 mb), iar depresiunea din Insulele Aleutine dispare treptat. Repartiția izobarelor lunii iulie sunt reprezentate în fig. 21

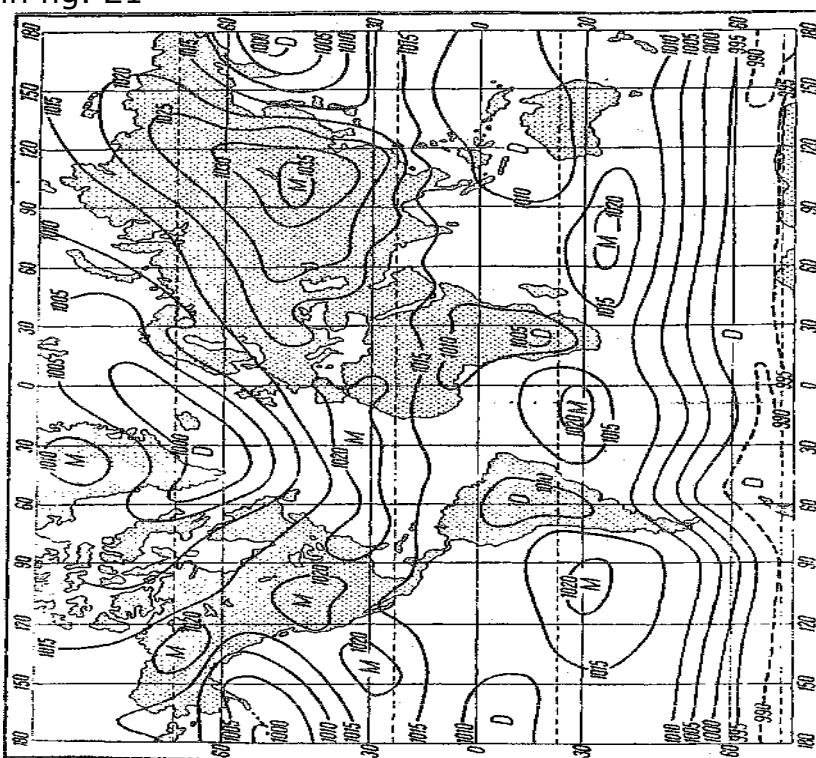


Fig.20 Harta de reprezentare a izobarelor lunii ianuarie

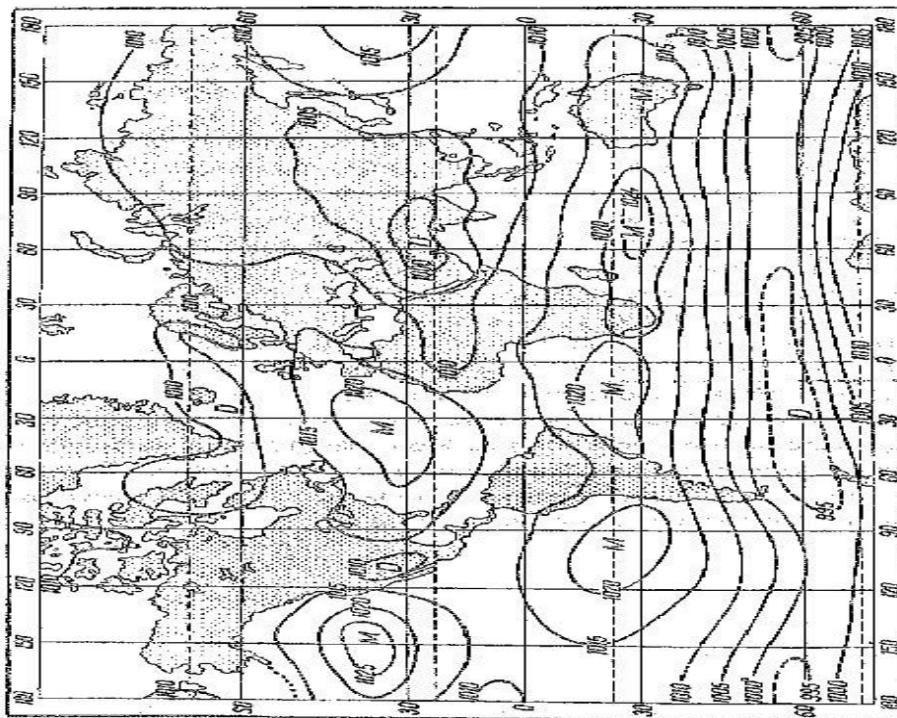


Fig.21. Hartă de reprezentare a izobarelor presiunii la 1000 mb

In regiunea latitudinii de 35° , presiunea crește la valoare maximă, formându-se un brâu de mare presiune, anticiclone care formează acest brâu sunt maximele barometrice subtropicale, cele mai cunoscute dintre acestea fiind: anticiclonele Azoric (aproape de insulele Azore) și maximul barometric din Insula Hawaii.

In emisfera sudică s-au remarcat trei maxime barometrice: în sudul Oceanului Indian; în sudul Oceanului Atlantic și în sudul Oceanului Pacific. De la subtropice până la latitudinea de 65° , presiunea scade, izobarele având un sens aproape zonal, ca apoi spre emisfera nordică și spre Antarctica, presiunea să crească din nou prin câteva maxime barometrice slab conturare. Tot în emisfera sudică anticiclonele subtropicale se extind, cuprinzând și continentul.

In emisfera nordică, deasupra oceanelor, presiunea scade formând două minime barometrice, unul în depresiunea din Islanda (997mb), iar al doilea este în depresiunea din Insulele Aleutine (1000mb). Deasupra ușcatului în emisfera nordică presiunea începe să crească, determinând formarea marelui anticiclone asiatico-siberian, deasupra Asiei, centrul acestuia aflându-se deasupra podișului Mongoliei (1035mb). In America de Nord se formează anticiclonele canadiene (1027mb). In această emisferă, iarna se formează maxime barometrice, iar vara minime de presiune, evidentă fiind depresiunea asiatică.

Reprezentarea formelor barice

Acțiunea termică datorată încălzirii sau răcirii uscatului și acțiunea datorată circulației generale a atmosferei au dus la distribuirea presiunii atmosferice pe suprafața Pământului.

Așa cum formele de relief de pe o hartă topografică sunt redate de curbele de nivel (vezi fig. 22 - ciclonul și fig.23- anticiclone), tot așa și izobarele de pe hărțile izobare redau relieful spre formele barice.

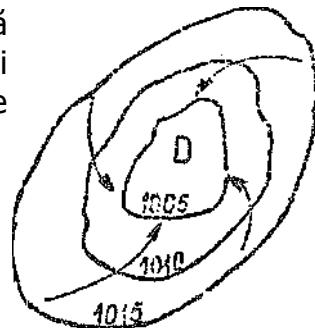


fig.22 Ciclonul (D)

Delimitarea formelor barice pe hărțile sinaptice pentru prevederea stării timpului este

foarte importantă deoarece aceste forme caracterizează

o anume stare a vremii. Deci, în formele barice, starea vremii este determinată de fenomenele meteorologice ce au loc și de frecvența cu care se succed.

Procesul de formare a ciclonului se numește ciclogeneză și are loc în 3 etape, cu următoarea succesiune: - prima etapă constă în formarea frontului staționar; - în cea de-a doua etapă, frontul format suferă o ușoară curbare datorită deplasării aerului

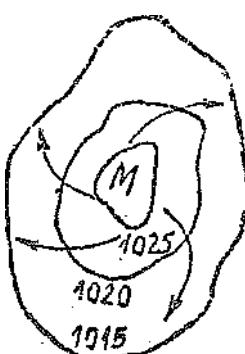


Fig.24-Anticiclomul(M)

cald, iar în ultima are loc formarea undei care se deplasează în direcția aerului暖. Fazele de formare a depresiunii sunt prezentate în fig. 24 , aceste etape ulterior evoluției ciclonului capătă formele

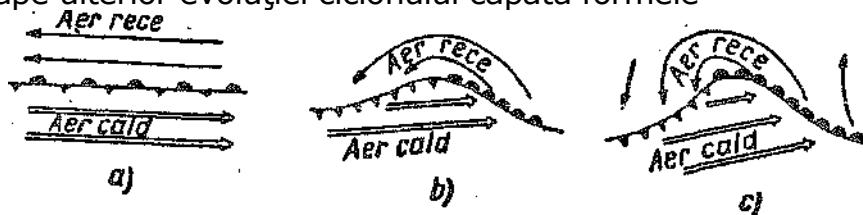


Fig.24.Fazele formării depresiunii(cyclonului)

prezentate în fig. 25 . În general, ciclonul sau depresiunea nu apare numai ca o undă, ci ca o serie de unde din care rezultă o

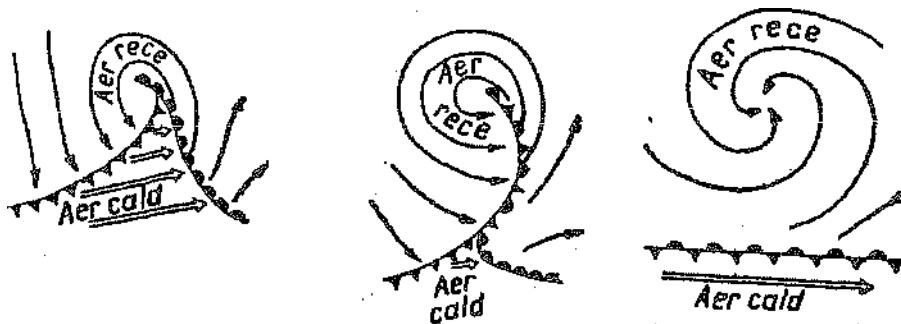


Fig. 25. Fazele Intermediare de dezvoltare a depresiunii

familie de depresiuni, reprezentată în fig. 26. La începutul secolului al XX-lea teoria ciclogenezei a fost înlocuită cu teoria undelor frontale, care explică condițiile atmosferice ce duc la formarea ciclonului și anticiclonei.

Ciclonul și anticiclonele au o acțiune stabilă în tot cursul anului și se numesc centri de acțiune ai atmosferei aceștia imprimând un anumit caracter climei în regiunile unde se formează. Cei mai importanți centri care influențează Europa sunt: - anticiclonele azorice (este dinamic și cu acțiune pe toată durata anului); - depresiunea islandică (acționează tot anul); - anticiclonele

siberiene (care se formează iarna); - depresiunea din golful Persic (care se formează vara), în interiorul unui ciclon, aerul cald se mișcă ascendent și se răcește devenind saturat, vaporii de apă se condensează rezultând nori și, în final, duc la precipitații.

Deci, ciclonul se caracterizează prin nebulozitate mare, precipitații crescute, vântul bate în sens invers celor de ceasornic, datorită forței Coriolis, care deviază spre dreapta direcția vântului. Forța de frecare produce curbarea masei de aer în mișcare. Vântul, în centrul ciclonului, este slab sau nu bate deloc, temperatura fiind mai ridicată în est decât în vestul ciclonului.

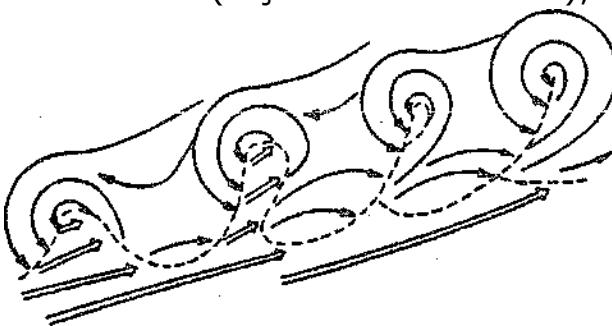


Fig. 26 familie de depresiuni

Starea vremii în formele barice

In anticiclone, vremea este frumoasă, în centrul lui aerul are o mișcare descendente, pe verticală. Prin încălzire nu atinge saturația, nu formează nici nori, nici precipitații, cerul este senin și nebulozitatea mică. Vântul bate în sensul acelor de ceasornic aşa cum arată săgețile. În estul anticiclonei, temperatura este mai mică (vântul bate din nord), fiind mai mare în vest (vântul bate din sud). Cerul senin aduce insolație ziua și radiație mai puternică noaptea, vara predominând insolația. Zilele sunt lungi, cu temperatură ridicată iar noptile răcoroase. În schimb, iarna predomină insolația, zilele fiind mai

scurte, anticicloul aduce ger mai ales noaptea și numai dacă solul este acoperit cu zăpadă.

In taivegul depresionar starea vremii este asemănătoare cu cea din ciclon, aici se produce fenomenul de vijelie, datorită vântului din NV, mai rece, care scade în intensitate sub influența aerului cald adus de vântul de SE care este mai violent. Viteza vântului crește până la 30m/s, vijelia aduce precipitații intense, cu fenomene oragioase (fulgere, tunete), uneori aduc chiar grindină în anotimpul cald și măzăriche în cel rece. Temperatura și umiditatea aerului cresc.

La fel ca în anticiclone și în dorsala lui vremea este frumoasă, dar de scurtă durată, vânturile sunt divergente cu direcția de la centru spre exterior. În șaua anticiclonei, vântul este în schimbare permanentă, vremea fiind frumoasă vara, cu temperaturi ridicate dar, în unele după-amizeze, se formează fenomenele oragioase.

Asemenea maselor de aer și fronturilor atmosferice, formele barice sunt în permanentă mișcare și transformare, viteza de deplasare a lor atingând uneori chiar 50 km/h, explicând schimbările vremii și a stării timpului, uneori cu o repeziciune și o imprevizibilitate de neimaginat.

Noțiuni generale pentru prevederea timpului

Pentru prevederea timpului, trebuie clarificate o serie de noțiuni importante:

- frontul cald al ciclonului aduce precipitații de mică intensitate și de lungă durată, ploi - în anotimpul cald și ninsori - în anotimpul rece;

- frontul rece al ciclonului aduce precipitații de mare intensitate și de scurtă durată, averse de ploaie și descărcări electrice, măzăriche și grindină - în anotimpul cald, zăpadă și lapoviță - în anotimpul rece;

- presiunea scăzută aduce precipitații datorită curenților ascendenți care formează norii și a umidității atmosferice mari;

- presiunea ridicată este o caracteristică a timpului frumos și se datorează curenților descendenți care distrug norii și a umidității atmosferice scăzute. Presiunea este cea care determină în mod hotărâtor inclusiv regimul vânturilor.

Prevederea timpului poate fi de două tipuri: - de scurtă durată și anume 24-36 ore și se face cu ajutorul hărților sinoptice și cu diagramele aerologice; - de lungă durată respectiv, de la 48 de ore până la câteva luni. Prevenirea se bazează pe variația numărului de pete solare, variația fazelor de lumină ale lunii, periodicitatea variației anuale și valorile de probabilitate ale unor elemente climatice. Aspecte legate de prevederea vremii la Cluj-Napoca și în împrejurimile Transilavaniei sunt prezentate de/. Fărcaș- (1988).

VÂNTUL SI EVOLUȚIA LUI

Atmosfera nu este un mediu staționar mobil, ci este alcătuită din mase de aer care se deplasează atât pe verticală cât și pe orizontală. O masă de aer este un volum de aer întins pe kilometrii, omogenă ca însușire și capabilă să imprime vremii anumite caracteristici: o anume temperatură relativă, umiditate, volum al precipitațiilor, intensitatea vântului, atunci când acionează asupra altelor mase (Gh. Măhăra -1979, 2001). Primind caracteristicile regiunii în care s-a format, masa de aer imprimă în deplasarea ei însușirile fizice ale regiunii unde s-a format, transportând vremea dintr-un loc în altul.

Deplasarea maselor de aer în direcție orizontală se numește vânt. La fel ca toate celelalte elemente meteorologice, vântul este foarte important, acesta fiind legat de advecția căldurii și a umerezii din alte regiuni. Mișcările verticale ale maselor au rol deosebit de important în răcirea aerului și condensarea vaporilor de apă însotită de risipirea produselor de condensare, deci a norilor.

Vântul - elemente și structură

Forța care determină formarea vântului se numește forță de gravitație. Caracteristicile vântului sunt: direcția (sensul) și intensitatea. Direcția vântului este sectorul orizontal de unde suflă vântul. În practică, direcția vântului se determină cu ajutorul rozei vântului, care conține 16 sectoare cardinale.

Intensitatea este viteza cu care suflă vântul și se exprimă în m/s sau km/h. Aceste unități se află în următoarea relație:

$$1\text{m/s} = 3,6 \text{ km/h}; 1\text{km/h} = 0,278 \text{ m/s}.$$

Tăria vântului se determină în grade Beaufort, luându-se în considerare efectul pe care îl are vântul asupra diferitelor obiecte aflate pe suprafața pământului. Între gradele Beaufort și unitățile obișnuite, m/s și km/h, se poate stabili o legătură redată din următoarele date:

Grade	Viteza
0	0- 0,5
1	0,5- 1,7
2	1,8- 3,3
3	3,4- 5,2
4	5,3- 7,4
5	7,9- 9,8
6	9,9-12,4
7	12,5-15,2
8	15,3-
9	18,3-21,5
10	21,6-

11	25,2 -
12	>29,0

De obicei, vântul nu păstrează în decursul timpului aceeași intensitate; uneori suflă continuu, cu aceeași viteză și din aceeași direcție, alteleori își schimbă intensitatea de la o clipă la alta, înregistrând viteze de la 1 -2 m/s până la 10-15 m/s. Vântul este cel care face legătura între cele două centre de acțiune

D = Depresiune
(minim barometric)

- ciclonul și anticicloul -, dând sensul mișcării lor (fig. 27).

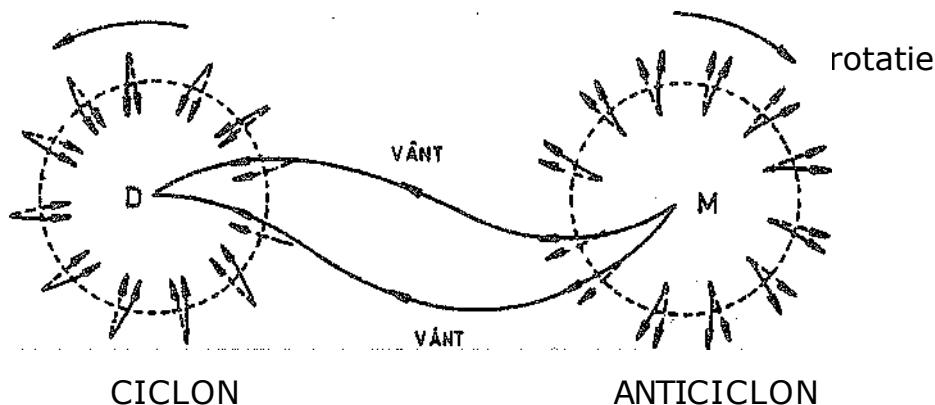
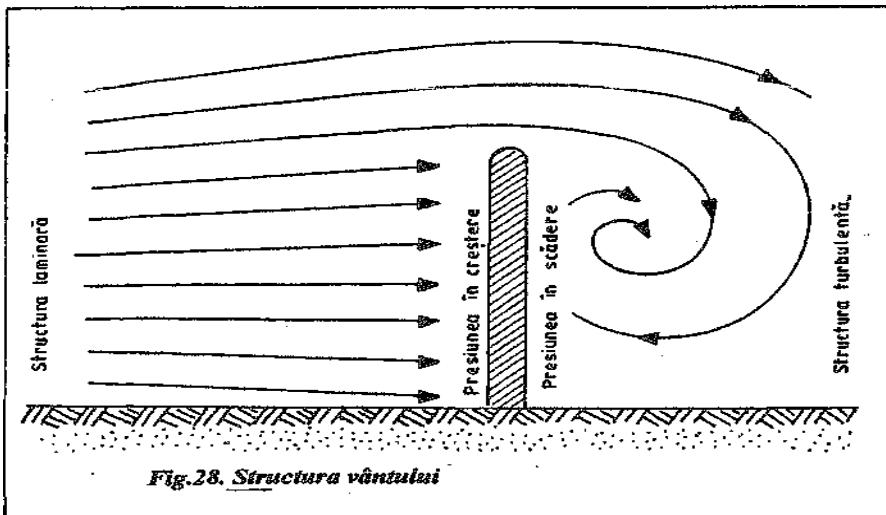


Fig27. Vântul ca formă de legătură între cele două forme barice

Structura vântului. Din punct de vedere al caracterului mișcării aerului, structura vântului poate fi: - *laminară*, când aerul se deplasează uniform, fără a-și modifica direcția și intensitatea; - *turbulentă*, când direcția și intensitatea vântului variază foarte mult dintr-un moment în altul și, - *în rafale*, când viteza vântului prezintă mari variații într-un interval scurt de timp de cea. 5-10 min., acestea având efecte distrugătoare asupra vieții și obiectelor de pe pământ. În fig. 28 este redată structura complexă a vântului. În jurul obstacolelor și deasupra pădurilor, datorită forțelor de frecare care iau naștere, vântul este neregulat din punctul de vedere al direcției și a intensității, având în figură aspect pulsatoriu. Acest aspect este influențat, pe lângă obstacole, pădure și de caracterul maselor de aer, anotimp și de momentul zilei. Astfel, înregistrându-se un maxim al pulsațiilor primăvara, în preajma amiezilor (când convecția este maximă), iar minimul se înregistrează vara, în cursul nopților.



Polii vântului. Polul vântului își are originea în Antarctica respectiv în țara Adelei, australianul Douglas Mawson fiind cel care a stabilit existența și originea polului vântului. Exploratorul australian a fot silit să ierneze doi ani în această zonă (1911-1913), constatănd atunci că din cele 365 de zile ale unui an, în 340, vântul suflă cu o intensitate de peste 36 m/s, în multe din aceste zile, viteza depășind 65 m/s, ajungând chiar la 90 m/s, deci la peste 300 km/h. Aceste vânturi sunt mult mai puternice decât ciclonul tropical. În zona polului vântului, stâncile munților sunt șlefuite de parcă ar fi modelate de mâna omului.

Alte locuri de pe Pământ unde vântul atinge viteze mai mari sunt în America de Nord, unde viteza vântului atinge valori apropiate de cele ale vântului din Australia, în Canada, Alaska, (viteza este de cca. 80 m/s), în Golful Mexic și în SE Statelor Unite ale Americii, viteza fiind de peste 60 m/s.

În România, puncte de maximă viteză a vântului s-au atins în 6 ianuarie 1966, în Moldova și Bărăgan (cca. 55 m/s). În 31 ianuarie 1962, viteza vântului a atins 38 m/s. Însă, cea mai mare viteză s-a înregistrat la vârful Omul, la 2507 m altitudine, valoarea maximă fiind de 60 m/s, direcția vântului fiind din N-NE.

Clasificarea vântului

Din punct de vedere al manifestării vântului în timp și în spațiu, acesta se clasifică în patru mari grupe: a) Vânturi constante; b) Vânturi periodice; c) Vânturi neregulate; d) Vânturi locale.

a) *Vânturile constante* (regulate), după cum sugerează denumirea acestora, bat constant, sistematic, în tot timpul anului. Dintre acestea fac parte: contraalizeele, alizeele, vânturile de vest și vânturile de est.

Contraalizeele sunt vânturi care bat regulat în regiunile ecuatoriale, ajungând până la latitudinea de 35° atât în emisfera nordică cât și în cea sudică. Sunt vânturi care bat din direcția nord-vest, formându-se datorită forței Coriolis.

Alizeele au aceleași caracteristici ca și contraalizeele dar bat din direcția sud-est. În emisfera nordică și emisfera sudică, atât sistemul de alizee cât și cel de contraalizee sunt separate de un brâu ecuatorial depresionar de presiune joasă.

Vânturile de vest sunt vânturi care bat în regiunile temperate, iar *vânturile de est* în regiunea polilor, dar există și vânturi care bat în ambele emisfere, curenții având un caracter mai puțin regulat.

b) Vânturile periodice sunt vânturi care bat numai într-o anumită perioadă din an, într-o anume regiune. Dintre acestea fac parte: - brizele de mare și de uscat; - brizele de vale și de munte; - și musonul.

Brizele de mare și de uscat sunt vânturi cu periodicitate zilnică, care se formează în urma încălzirii și răcirei inegale a apei mării și a uscatului (fig. 29 a -). Ziua aerul se mișcă dinspre uscat, formându-se briza de mare sau de zi, iar noaptea aerul circulă contrar, dând naștere la briza de uscat sau de noapte.

Briza de vale și de munte prezintă tot periodicitate zilnică și se formează în urma răcirei văilor și a munților (fig. 29 b -). Acest tip de vânturi influențează puternic regimul higrometric, nefic, termic, mersul în general al vremii pe spații mici, generând condițiile de microclimat sau mezoclimat, caracteristice muntelui și al văii.

Musonul este considerat un vânt de dimensiuni continentale care are o periodicitate anuală generată de încălzirea și răcirea inegală a întinderilor de apă (oceane, mări) și a uscatului. Musonul poate fi de iarnă și de vară. Musonul de iarnă, (fig. 30 a -) suflă dinspre uscat spre mare, transportând mase de aer uscate și reci. Musonul de vară (fig. 30 b -) suflă invers (dinspre mare spre uscat) determinând formarea precipitațiilor de lungă durată și abundente. Musonii generează astăzi numitul climat al musonilor, caracteristic zonelor din sud, sud-est și est ale Asiei. Pe continentul nostru, musonul de vară bate dinspre Oceanul Atlantic, aducând ploi abundante și evident răcirea vremii. Musonul de vară, pe teritoriul României, se resimte în luna iunie prin astăzi numitul „Medard” aducători de ploi, de cele mai multe ori bogate și de lungă durată.

c) Vânturile neregulate apar la intervale de timp inegale și, de regulă, în regiuni diferite. Ele se numesc furtuni sau „vijelii” și ating uneori viteza de peste 10 m/s. Dintre acestea, mai des întâlnite sunt: *tornadele* a căror denumire rezidă din cuvântul spaniol „tornado” care înseamnă răsturnare și *uraganele tropicale* care sunt vânturi mari, cum spune cuvântul din limba chineză „tai-fung”.

Tornadele durează una până la două ore și sunt furtuni foarte puternice care generează vârtejuri cu diametrul cuprins între 20 și 500 m. Ele apar în zona temperată a emisferei de nord. Viteza lor, în mișcare de translație atinge până 30 m/s, iar în mișcare de rotație până la 500 m/s. Temperaturile foarte ridicate, încă de la orele dimineții, de cca. 30°C, prevestesc apariția tornadelor, aducând ploi torențiale însotite de descărcări electrice, grindină, distrugând adăposturi, case. dezrădăcinând copaci, răsturnând mașini,

cărute sau chiar trenuri. Distrugerile pot avea loc pe un diametru de peste 100 km. Tara noastră se află la o latitudine geografică unde aceste tipuri de vânturi neregulate găsesc condiții de formare la intervale mari de timp (de peste 10 ani). Uraganele tropicale generează vârtejuri cu diametrul de până la 300 m, viteza de rotație a curenților fiind mai mică decât a tornadelor, respectiv de abia 50 m/s. Pagubele mari generate de aceste vânturi se datorează duratei lor, care este de la câteva ore, până la câteva zile, periclitând atât aşezările omenești de pe litoral cât și navegația din zona de desfășurare.

d) Vânturile locale sunt cele care bat numai în anumite regiuni.

Dintre vânturile locale amintim câteva mai cunoscute: - foenul; -bora; - nemira; - vânturile de desert; - buranul; - coșava.

Foenul este un vânt foarte cunoscut care-și exercită influența și asupra tipului de climă de pe teritoriul României. Este un vânt uscat și foarte cald, care suflă dinspre crestele încălzite ale munților spre vale (fig. 31). Aceasta se poate manifesta în tot cursul anului, dar mai frecvent bate iarna și primăvara. Foenul se produce atunci când de o parte și de alta a versanților muntoși există diferențe de presiune, condiții care determină deplasarea aerului dinspre regiunea cu presiune ridicată spre regiunea cu presiune joasă. Curenții de aer cu temperatura ridicată de peste 12°C și umiditatea relativă de 100%, trebuie să urce un munte cu înălțime de 2000 m. Astfel, masa de aer se va răci cu 0,6°C la fiecare 100 de m escaladată, răcire vaporilor ducând la condensare și micșorarea umidității masei de aer. Datorită procesului adiabatic, aerul care se va scurge va fi uscat și cald.

Foenul se manifestă foarte frecvent în Munții Alpi, Altai și pe crestele sudice ale Munților Stâncosi din SUA, în anotimpul de iarnă provocând avalanșe în munți

Nemira este un vânt analog foenului care, iarna bate în Carpații Orientali.

Bora, spre deosebire de foen (care este un vânt cald, de munte), este un vânt rece de munte, viteza curenților putând atinge 40 m/s. În coborârea lor din munți spre zonele mai puțin înalte determină condensarea vaporilor de apă, formarea poleiului - în strat gros - și a chiciurei.

Din grupa *vânturilor de desert* amintim: Charmattan - bate în vestul Africii, Samum - în desertul Sahara, iar în valea Nilului - Chamzin. Sunt vânturi calde care răscolesc nisipul și praful.

Buranul, vara este călduros și iarna geros, fiind caracteristic stepelor asiatici și Siberiei.

Vânturile locale. Vânturi care bat în România

Vânturile locale sunt cele favorizate de condițiile locale ale unei regiuni și au importanță mare în regiunile unde apar.

Briza de mare - sau de zi - este vântul local care se formează în urma încălzirii diferite a uscatului și a apei în timpul zilei, fiind un vânt răcoros, care creează o atmosferă plăcută pe coasta mărilor. Noaptea, diferențele de temperatură sunt inversate dinspre uscat spre mare luând naștere brizele de

uscat sau de noapte care suflă noaptea, până la primele ore ale dimineții. Ziua, când versanții sunt încălziți de Soare, aerul se ridică spre înălțimi, fiind înlocuit cu aerul mai rece din fundul

văilor, se formează briza de munte și de vale. Aerul umed ce vine dinspre văi determină creșterea nebulozității și la prânz. În timpul verii încep să cadă averse de ploaie cu descărcări electrice. Ploile sunt locale și de scurtă durată. Imediat după ce acestea se produc, norii se risipesc iar Soarele strălucește din nou. Noaptea, prin răcire, vântul se deplasează de pe culmea muntelui spre vale, aerul rece aşezându-se pe fundul văilor și depresiunilor determinând temperaturi minime, uneori mai coborâte decât pe vârful muntelui.

Aerul rece și dens se adună pe platourile înalte de unde se revarsă spre văile și câmpurile învecinate, dând astfel naștere la alte tipuri de vânturi locale, numite catabatice spre descendente. Bora este un vânt dependent care se formează pe țărmul Mării Negre, pe coasta Adriatică, pe malul Baikalului (în Siberia). Bora siberiana este denumită Sarma, în Marea Adriatică, Bora se manifestă foarte brutal, astfel încât în numai câteva minute face să înghețe cretele valurilor, datorită răcirii bruște a temperaturii. Bora din zona Novorosisk este și mai pustiitoare. Aici, suflă cu peste 40 m/s, producând un uragan pe țărmul Mării Negre, temperatura în mai puțin de o oră scăzând până la -20°C, grosimea gheții ajunge la o dimensiune de chiar 4 m, vântul manifestându-se uneori timp de 3-4 zile.

În sudul Franței, în Provence, în timpul iernii și al primăverii se formează un vânt local, distrugător, numit *mistral*. Curenții de aer rece pornesc pe Ron până în golful Lyon, aducând un vânt ce suflă cu 200 km/h, răsturnând vapoare și blocând circulația rutieră.

În Antarctica și Groenlanda suflă un vânt dependent numit „stock' foarte violent.

Vânturile calde din ținuturile muntoase se formează la fel ca și Foehnul elvețian. În câmpia Lombardiei (Italia de Nord) se formează un maxim barometric, iar în centrul Europei un minim. Toate acestea duc la formarea aerului dens care traversează Alpii și coboară spre Elveția și Tirol. Astfel, vremea va deveni închisă și ploioasă, iar pe vârfurile înalte va ningea. Aerul în mișcare dependentă, sărac în vaporii de apă, se încălzește, drept urmare foehnul - vânt uscat, cald -, determină brusc schimbarea vremii pe versanții muntoși, ceea ce duce la declanșarea avalanșelor de zăpadă. Apoi, în câteva zile, zăpada din podișul Elveției se topește și, în același timp, pomii încep să înmugurească. Datorită acestui vânt (deși generator de pagube), pe Rin și Ron se poate cultiva viața de vie, iar în cantoanele elvețiene, primăvara vine cu 2-3 săptămâni mai devreme.

În Munții Stâncosi bate *chinookul*, vânt mai violent decât foehnul. Numele acestuia vine de la un trib de amerindieni care sălăsluiesc în acești munți. Se formează la fel ca foehnul în estul Munților Stâncosi și în văile fluviului Missouri. În câteva zile, în regiune temperatura crește de la -10°C la +20°C, zăpada trecând direct în stare de vaporii de la o zi la alta. Tot în câteva zile pomii

înmuguresc, apar frunzele, florile și iarba, temperatura ajungând chiar până la +30°C.

In Argentina, vântul de tip foehn poartă numele de *zonda* și suflă în Anzii Cordilieri, aducând temperaturi ridicate, vreme frumoasă și uscată.

In marile deserturi se formează vânturi pustiitoare care bat cu până la 40 m/s, transportând nisipul la mare distanță, distrugând vegetația, erodând solul. *Simum* este un astfel de vânt de deșert care bate în pustiul Arabiei, aducând furtuni de nisip. Viteza cu care suflă este de 150 km/h. In deșertul Libian, pe valea Nilului, bate un alt vânt denumit *Chamzinul* - vânt pustitor și fierbinte. Tot în acest deșert bate și *Habbobul*, în direcția SV, tot cu efecte pustiitoare. In Tunisia, Algeria și Maroc suflă un vânt de deșert numit *Siroco*, care are diferite denumiri în fiecare dintre cele trei țări. El se formează deasupra Saharei, suflând cu o intensitate de 50 m/s, transportând nisip fierbinte până în Marea Mediterană, traversând-o uneori și ajungând astfel până în Grecia, India sau Spania. Tot dinspre Sahara, în zona Senegalului, bate un vânt numit *Charmattan* care aduce nisipul deșertului până la țărmul oceanului. Dinspre deșertul Asiei bate *Suhoveiul*, un vânt uscat și fierbinte care afectează uneori și pământurile Ucrainei, Kazahstanului și bazinile Donului și Volgăi.

In Australia suflă dinspre deșert către țărm, cel mai fierbinte vânt, numit *vântul negru*, care aduce aer închis și temperaturi care ating peste 55°C - la umbră.

Vânturi care bat în tară noastră. Intrucât clima țării noastre este influențată de cea a Europei Centrale și de Est cât și de cea a bazinului Mediteranean, a rezultat formarea unui număr mare și variat de vânturi locale. Dintre acestea amintim:

Crivățul - care bate în Moldova, în estul Munteniei și în Dobrogea. Intensitatea lui este mult mai mare iarna, la naștere ca vânt puternic cu direcția NE - SV, suflând cu viteze ce depășesc 30-35 m/s, aducând viscol. Vara, frecvența lui este mai redusă, fiind un vânt cald, uscat și păgubitor, care, de regulă, compromite culturile agricole.

Austrul- formarea acestuia este influențată de Peninsula Balcanică și de unele maxime barometrice din Câmpia Tisei și din Transilvania. El ajunge la noi dinspre Mediterană prin Crișana, Banat și Oltenia, fiind un vânt cald, uscat, aducător de secetă. In popor poartă numele de "Săracei". Iarna este rece, lipsit de precipitații și generator de ger.

Specific depresiunii Brașovului este *Nemira* - o continuare a crivățului, care aduce - la poalele Munților Carpați (Orientali) - viscole iarna, viteza acestuia depășind 20-25 m/s.

Băltărețul - bate în sudul Munteniei și are o răspândire restrânsă. Aduce ploi bogate fiind în consecință prielnic agriculturii.

Vântul mare - este considerat foenul românesc care se formează datorită diferenței de presiune ce există între versanții munților. Suflă din Munții Făgăraș spre depresiunea Oltului. Este un vânt uscat, cald care topește cu repeziciune zăpezile și se extinde până spre podișul Tânărașelor.

Cosava, amintit ia vânturile locale - este considerat, mai recent, tot un foen care suflă în SE țării, de-a lungul defileului Dunării de la Cazane și până în Banat. Se formează ia noi datorită unui maxim barometric. Direcția dominantă este SE - NV sau EV și are o intensitate de 25-30 J m/s. Este un vânt cald, uscat, care topește rapid zăpada.

Vântul negru - este un vânt care bate în Dobrogea, este uscat și fierbinte și usucă semănăturile. Dobrogenii în numesc "Traistă-goală".

Cauzele formării vântului - variația acestuia în timp

Cauzele care determină apariția vântului sunt distribuția neuniformă a presiunii atmosferice precum și particularitățile termice și dinamice ale atmosferei. Deci, principala cauză a apariției vântului o constituie diferența de presiune de la suprafața pământului, datorată încălzirii diferite a aerului. În regiunile calde, datorită încălzirii neuniforme a aerului, presiunea atmosferică scade, iar în regiunile reci presiunea atmosferică crește. Diferența neuniformă determină deplasarea aerului mai rece către golul creat de urcarea aerului cald în straturile superioare ale atmosferei.

Această diferență de presiune se numește *gradient baric* și reprezintă un vector perpendicular pe izobare, situat de partea presiunii scăzute. Vântul care se formează datorită forței gradientului baric se numește *vânt de gradient*. Viteza vântului este direct proporțională cu mărimea gradientului baric orizontal, fiind mai mică de 6 mb. În cazuri foarte rare aceasta poate atinge 10 mb, iar în timpul uraganelor peste 25 mb.

Asupra aerului aflat în mișcare acționează două forțe: - forța de abatere datorită mișcării de rotație a pământului și - forța de frecare.

Forța de abatere (W) se datorează rotației pamântului în jurul axei sale și se mai numește și forța Coriolis. Aceasta acționează perpendicular pe direcția de mișcare a aerului, spre stânga. Forța schimbă numai direcția fără să modifice viteza. Mărimea acestei forțe este dată de formula: $W = 2 \omega v \sin \phi$ în care:

- ω = viteza unghiului de rotație a pământului ($0 = 0,000073$);
- ϕ = latitudinea geografică;
- v = viteza vântului.

La ecuator, aerul se deplasează totdeauna în direcția gradientului, indiferent de viteza vântului, forța de abatere fiind egală cu zero, deci $j = 0$. La poli, unde latitudinea geografică este de 90° , deci $\phi = 0$, forța de abatere este maximă și egală cu $2\omega v$.

Forța de frecare (R) este determinată de natura suprafetei pământului, fiind aproximativ proporțională cu viteza vântului, având sens invers direcției vântului. Deci $R = Kv$ unde:

- v = viteza vântului;
- K = coeficientul de frecare, valoarea lui depinzând de natura suprafetei pământului.

Vântul atinge viteza cea mai mare în straturile inferioare ale atmosferei, imediat după amiază, iar viteza cea mai mică noaptea sau în orele dimineții. *Variatăția anuală a vitezei vântului cunoaște unele particularități determinate de condițiile locale și de circulația aerului în atmosferă.*

Astfel, valoarea maximă a vitezei vântului se atinge în lunile de vară, iar valoarea minimă în lunile de iarnă.

Viteza diurnă a vântului atinge un maxim în cursul nopții (la miezul nopții, de regulă), iar minimul în timpul amiezei. Înălțimea la care se produc aceste valori variază în funcție de anotimp, de ora zilei și de intensitatea vântului.

Efectele vântului și influența vegetației asupra acestuia

Vântul influențează în mare măsură mersul vremii, având fie o influență folositoare în viața omului fie, cel mai adesea, având efectele dăunătoare, influențele acestuia fiind în general determinate de intensitatea curentilor de aer.

Efectele folositoare ale vântului. Sunt în număr mai mic, dar absolut necesare, în situațiile date. Astfel, vânturile pot: - atenua efectul umezelii, în zilele toride; - contribui la formarea precipitațiilor de relief pe timpul perioadelor de secetă; - asigura polenizarea anemofilă la unele plante; - pune în mișcare roțile și motoarele morilor de vânt (eoliene) etc.

Efectele dăunătoare. Acestea sunt în număr mai mare și pot fi considerate următoarele: - vântul produce acumularea de zăpezi pe câmp, periclitând semănăturile, care, rămase fără stratul de zăpadă protector pot fi compromise; - produce deflația de nisip și de sol nisipos, acoperind plantele de cultură; - vântul contribuie la imprăștirea semințelor unor buruieni, a microorganismelor sau a sporilor unor ciuperci, al căror efecte dăunătoare pentru culturi sunt cunoscute; - contribuie la micșorarea secreției de nectar a plantelor melifere, în acest fel influențând în mod negativ producția de miere; - vânturile puternice produc cădereea lanurilor de grâne, favorizând scuturarea semințelor cerealelor coapte; - vântul îngreunează zborul albinelor care culeg și adună nectarul etc.

Influența vegetației asupra vântului. Vegetația în drumul vântului contribuie la diminuarea vitezei lui. În interiorul unui spațiu cu vegetație vântul este mai slab decât în câmp deschis.

Dintre toate tipurile de vegetație, pădurea are cea mai mare influență asupra vitezei vântului, schimbând atât direcția maselor de aer cât și viteza lor. O masă de aer care întâlnește o pădure, coboară în partea neexpusă continuându-și drumul cu intensitate mai mică, intensitate care va crește apoi treptat cu cât vântul se îndepărtează de pădure, pentru ca, ia cca. 500 m de pădure să atingă din nou viteza inițială. Deci, pădurea întâlnită în drum diminuează intensitatea vântului pe o întindere considerabilă.

Influența pădurii asupra vântului se poate simți pe o distanță de până la 10-15 ori înălțimea pădurii. Influența acesteia depinde de natura speciilor care

alcătuiesc pădurea. Speciile de conifere, sau pădurea de răsinoase, reduc aproape la zero viteza vântului. Pentru a stabili exact viteza medie a vântului, observațiile trebuie să se facă în diferite puncte ale pădurii deci a coronamentului arborilor. Observațiile se fac deasupra coroanei, la limita superioară a acesteia, în coronament, la partea superioară a trunchiului și deasupra solului, mediile vor corespunde abia după circa 180 de ore de observații.

Plantarea unei păduri în *stepă*, sub formă unor fâșii de arbori, duce la modificarea vitezei vântului, determinând astfel protecția culturilor agricole împotriva uscăciunii produse de vânturile uscate, diminuând seceta. Aceste plantații sunt, de fapt, perdele forestiere de protecție împotriva vântului.

Plantațiile forestiere contribuie, acolo unde este cazul, la fixarea nisipurilor mișcătoare, cauze care contribuie la micșorarea fertilității solurilor. În țara noastră s-au fertilizat nisipurile din sudul Olteniei, localitatea Ciuperceni și din sudul Moldovei, la Hanul-Conacrii, prin plantații de salcâm care au dus la fixarea terenurilor nisipoase din acele zone.

Vântul, în unele cazuri, poate condiționa forma și productivitatea pădurii. Prin procesele de evaporare a apei și de transpirație a frunzelor, vântul sărăceaște solul din pădure.

PRODUSELE DE CONDENSARE ȘI SUBLIMARE A VAPORILOR DE APA

Cauzele care determină condensarea vaporilor de apă

Trecerea vaporilor din stare gazoasă în stare lichidă se numește *condensare*, iar trecerea lor direct în stare solidă, fără a mai trece prin starea lichidă se numește *sublimare*. Aceste transformări au loc numai în următoarele situații: - când tensiunea actuală a vaporilor de apă (notată cu e) atinge valoarea stării de saturatie (notată cu E), adică: $e = E$, sau când tensiunea vaporilor este mai mare decât starea de saturatie adică: $e > E$, când se atinge valoarea de suprasaturatie.

Saturarea vaporilor de apă se realizează atunci când aerul se răcește până la temperatura *punctului de rouă*, iar când temperatura aerului scade sub cea a punctului de rouă se obține starea de suprasaturatie.

Răcirea aerului sub valoarea punctului de rouă este una dintre cauzele condensării. Această răcire se realizează numai în următoarele condiții:

- răcirea solului și a straturilor de aer, precum și a maselor de aer umed din cauza procesului de radiație;
- prin contactul unei mase de aer caid cu o suprafață rece;
- amestecul a două mase de aer saturat;
- prin mișcarea ascendentă a aerului care produce răcirea, adică prin presiunea adiabatică.

Rolul esențial în condensarea vaporilor de apă îl au *nucleele de condensare*, care cuprind totalitatea particulelor solide și lichide pe care se

depun moleculele vaporilor de apă atunci când se condensează. Aceste particule higroscopice pot fi: - săruri marine și oceanice, - produse ale arderilor industriale, - anhidrida sulfurică, - molecule de amoniac, -particule din eruptiile vulcanice etc.

Nucleele de condensare ajung în atmosferă fie prin vânt, fie prin turbulentă atmosferei, turbulentă care are loc în troposferă, acolo unde are loc și procesul de condensare a vaporilor de apă.

Produsele condensării (ceață și norii)

Condensarea determină formarea particulelor fine de ceață și a cristalelor de gheăță, care sunt elementele constituente ale cetei și norilor principali produși ai condensării. Norii și ceața au un caracter unic care, schematic, este prezentat de E. Dragomirescu -1988 în fig. 33 .

Ceața se formează când condensarea vaporilor are loc în apropierea suprafetei solului fiind alcătuită din particule fine de apă. Cauza formării cetei este răcirea unei mase de aer umed care vine în contact cu suprafața subiacentă rece. Ceturile se clasifică după:

- după *temperatura particulelor* ceața poate fi:
 - a) - *apoasă*, care se formează în condiții de temperatură pozitivă(+);
 - b)- de *gheăță*, care apare când temperatura atmosferei este negativă între 0°C până la -30°C (-).

-după *turbulența aerului* ceața este:

- a) - de *radiație*, care se formează toamna și primăvara; noaptea pe cer senin, când soiul se răcește prin radiație, temperatura aerului scade până la temperatura punctului de rouă (t), temperatură la care vaporii devin saturați. Vaporii de apă, pe vânt calm, se condensează dând naștere la ceață de radiație care la răsăritul soarelui dispare.

b) - de *advecție*; se formează toamna târziu, iarna, când devine foarte densă, primăvara devreme și chiar vara, pe mare și în apropierea țărmurilor. Se formează în urma deplasării aerului umed și caid deasupra suprafeței răcite a Pământului.

c) -de *amestec*; se formează în regiuni unde apar două mase de aer diferite, una umedă și rece și alta rece și uscată, apărând, de regulă,

în regiunea fronturilor atmosferice, fapt pentru care a primit și denumirea de cete frontale.

Norii sunt un conglomerat de produse de condensare și sublimare a vaporilor de apă, care se formează în atmosferă, la anumite înălțimi.

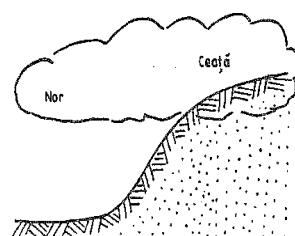


Fig 33. Caracterul unic al norilor și al cetei(E.Bragomirescu-1998)

Formarea norilor de datorează răcirea adiabatică a aerului, pe de o parte, și răcirei aerului prin radiație, pe de altă parte

Norii. Structură și clasificare

Norul, la fel ca și ceața, apare în atmosferă și rămâne în suspensie un anumit timp. El se caracterizează prin anumite nivele care se găsesc în masa norului - un conglomerat de produse de condensare și sublimare a vaporilor de apă.

În funcție de poziția lor, nivelele principale din atmosferă sunt prezentate în fig. 34, acestea sunt:

- nivelul de condensare (1); care este baza norului, adică limita lui inferioară;
- nivelul de sublimare (2); acesta conține la rândul lui două seminivele:
 - a) nivelul picăturilor de apă lichide sau nivelul izotermic, de zero grade;
 - b) nivelul de înghețare sau sublimare a picăturilor lichide sau nivelul cristalelor de gheată, situat între izoterma de -120°C până la -150°C ;
- nivelul de convecție (3); care corespunde cu limita superioară a norului.

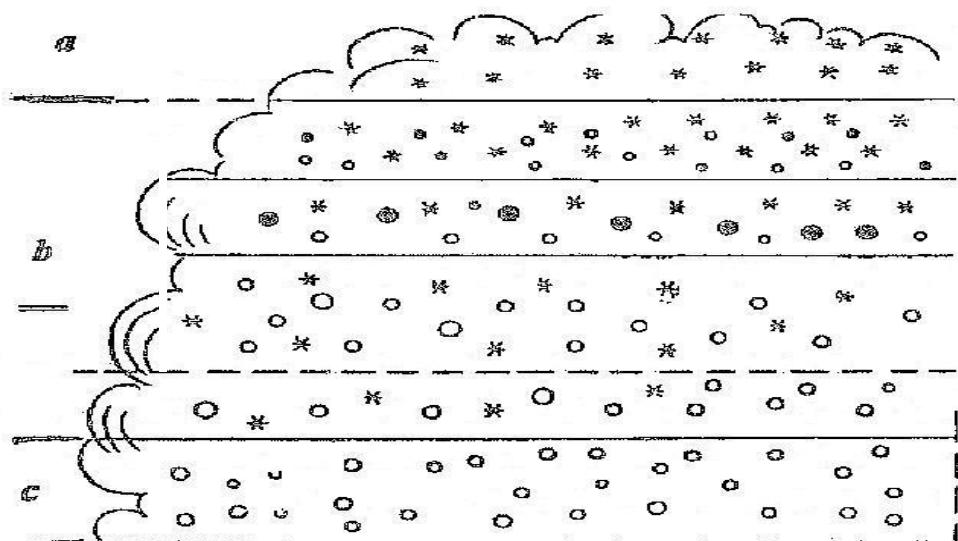


Fig34. Nivelele unui nor

- a-Nivelul de **condensare**
- b — Nivelul de sublimare c — Nivelul de convecție

- Nivelul de condensare, limita inferioară sau baza norului (1), este stratul format din picături de apă care ajung la suprafața solului. Deasupra acestui nivel, până la izoterma de 0°(a) , se găsesc picături de apă lichide, iar mai sus de această izotermă se găsesc picături de apă suprarăcite (2), care se întind până la nivelul cristalelor de gheată, care se găsesc la o temperatură cuprinsă

între -12°C și -15°C. Imediat deasupra acestui seminivel are loc sublimarea vaporilor de apă sau înghețarea picăturilor suprarăcite, transformându-se în cristale de gheată (b). Într-un nor nu există o separație exactă a diferitelor stări de agregare. Nivelul de convecție (3) este limita superioară a norului. Aceste nivele nu se găsesc într-o stare de repaus, ele urcă sau coboară, în anumite limite, în masa norului. La periferia norului se produc continuu fenomene de evaporare și umezală a atmosferei, deoarece aerul nu este saturat în vaporii de apă. Existența și dezvoltarea norului se explică prin mișările ascendente, care aduc noi cantități de umezală.

Clasificarea internațională a norilor

Prima clasificare datează din anul 1803, ulterior aceasta perfectându-se, s-a adoptat o clasificare internațională a norilor, după două mari criterii: *forma și înălțimea la care aceștia se formează*.

A. După *forma exteroară* norii pot fi:

- *cumuliformi* - cu aspect de grămezi izolate;
- *ondulării* - cu aspect de grămezi compacte, aspect de valuri;
- *stratiformi* - cu aspect de pânze continue, uniforme.

B. După *înălțimea la care se formează* deasupra solului. Înălțimea este un element care dă valori orientative, deoarece aceasta variază în funcție de latitudinea, anotimpul și natura reliefului. Clasificarea după înălțime cuprinde patru grupe:

- nori superiori;
- nori mijlocii;
- nori inferiori;
- norii cu dezvoltare pe verticală.

I. Grupa *norilor superiori* se formează la o înălțime de peste 6 km. Au o structură fină de cristale, culoare albă și defie, soarele și luna se pot distinge printre ei. Când soarele este la orizont, pe cer apar irizații roșii, galbene sau cenușii. Acest tip de nori nu dau precipitații, ci prevestesc *timpul frumos*. Din această grupă fac parte următoarele tipuri de nori:

- *Cirrus* (Ci), cu structură fibroasă, fără umbre, formați din cristale de gheată;
- *Cirrocumulus* (Cc), structură ciriformă, elemente mici, albe, rotunjite, fără umbre, formați din cristale și picături subrăcite;
- *Cirrostratus* (Cs), în formă de voal subțire, albicioși, produce halouri, formați din cristale.

II. Grupa *norilor mijlocii* se găsesc între 2-6 km. Sunt nori cu o structură complexă, compactă, de culoare albă strălucitoare, uneori cenușiu închis, conturul soarelui și a lunii nu se distinge printre ei. Pot fi opaci sau transparenti. Ei aduc precipitații slabe, prevestind *schimbarea vremii*. Din această grupă amintim:

- *Altocumulus* (Ac), sub formă de bolovani rotunzi, uneori umbriți, formati din picături;

- *Altostratus* (As), aspect de nor Cirrostratus, dens, cenușiu, format din cristale în partea superioară și din picături suprarăcite în partea inferioară, aduc precipitații și umezeală slabă;

- *Altocumulus lenticularis, castelanul și floccus*;

III. Grupa norilor *inferiori* întâlniți la altitudini de sub 2 km. Au aspect diferit, de la aspectul unei pânze continuă compactă, până la grămezi izolate. Sunt norii care aduc precipitații de lungă durată și continue, deci *timpul ploios*.

- *Nimbostratus* (Ns), o pătură joasă întunecată, formată din picături subrăcite, din cristale și fulgi, aduc precipitații abundente și continue, aduc ploaie, lapoviță și ninsoare;

- *Stratocumulus* (Sc), aspect ondulat, conțin elemente de dimensiuni mari sub formă de bolovani, aduc precipitații sub formă de burniță;

- *Status* (St), o pătură joasă, uneori ruptă, este format din picături, iar la temperaturi joase, din cristale de gheăță.

IV. Grupa norilor *dezvoltați pe verticală* se întind între 1 până la 2 km. Acești nori au conturul net, bine delimitat, vârful norului conține cristale de gheăță. Sunt nori instabili care aduc precipitații sub formă de averse însotite de descărcări electrice. Din această grupă amintim:

- *Cumulus* (Cu), nor cu baza dreaptă, partea superioară rotundă, format din picături;

- *Cumulonimbus* (Cb) se aseamănă cu masele de nori mari, cu aspect de nicovală și prezintă două derivate *Cumulonimbus calvus* și *Cumulonimbus incus*.

Nebulozitatea și insolatia

Nebulozitatea. Gradul de acoperire a cerului cu nori se numește nebulozitate. Determinarea acestui fenomen se face vizual, apreciindu-se zona din cer acoperită cu nori, fiind considerată o pătură continuă. Dacă cerul este senin, nebulozitatea are valoarea zero, iar când este acoperit valoarea crește până la 10. Nebulozitatea mai poate fi determinată și indirect, avându-se în vedere numărul de ore cât strălucește Soarele. Durata de strălucire a Soarelui poate fi: posibilă (D), când cerul este complet senin, durata de strălucire fiind egală cu intervalul din momentul răsăritului și apusului Soarelui. Valoarea duratei posibilă se găsește în tabele astronomice, numite efemeride.

Durata mai poate fi: efectivă (d) și are toc atunci când este întreruptă de un nor, fază în care durata de strălucire se va micșora. Aprecierea nebulozității se face pe fiecare tip de nor, pe norii vizibili, atunci când pot fi observați concomitent.

Variația diurnă a nebulozității este un element complex care depinde de temperatura și umiditatea aerului, precum și de tipul de nor care o generează. Astfel, în anotimpul cald, în luna iulie se înregistrează două maxime ale nebulozității, unul secundar dimineața și altul principal după amiază. În

anotimpul rece, în luna ianuarie se înregistrează un singur maxim înainte de ora 12 și un minim noaptea între orele 13 și 2 noaptea. Nu este posibilă stabilirea unui tip unic de nebulozitate, deoarece acest fenomen în evoluția lui zilnică este influențat, în cea mai mare măsură, de condițiile locale.

Variatația anuală este influențată de zonele de climă. Astfel, în condițiile de climă de la noi, nebulozitatea are un maxim (M), iarna și un minim, vara. În timpul iernii, starea de acoperire a cerului este puternic determinată de formarea și răspândirea cetejilor. Reprezentarea pe harta sinoptică a nebulozității este redată de *izonefe*, linii care unesc pe hartă puncte cu aceeași grad al nebulozității.

S-a instituit o clasificare a zilelor după gradul nebulozității și anume:

- zile *senine*, cu valoarea nebulozității cuprinsă între 0 - 3,5;
- zile *noroase*, cu nebulozitatea cuprinsă între 3,6 - 7,5;
- zile *acoperite*, cu nebulozitatea cuprinsă între 7,8 - 10.

Insolația. Durata de strălucire a soarelui se numește insolație și este un fenomen strâns legat de nebulozitate, între cele două fenomene existând o relație invers proporțională. Când nebulozitatea este mare, insolația este mică și invers.

Insolația este de trei feluri:

- absolută sau efectivă (d);
- maximă sau posibilă (D);
- relativă, aceasta numindu-se și fractie de insolație (F).

Insolația efectivă exprimă numărul de ore și zecimi de ore cât a strălucit Soarele într-un interval de timp și spațiu.

Numărul de ore și zecimi de ore cât ar fi strălucit Soarele tot timpul zilei, de la răsărit la apus, ne dă *insolația absolută* sau posibilă (D). Dacă cerul este senin, valoarea acesteia este constantă pentru fiecare zi din an.

Insolația este dată de raportul dintre durata de strălucire efectivă (d) și durata posibilă (D), obținându-se astfel funcția de insolație (F), sau de

$$F = \frac{d}{D};$$

insolația relativă, deci:

Relația dintre fractia de insolație și nebulozitate (N) este dată de formula:

$$F + \frac{N}{10} = 1; - \text{ unde: } N = (1-F) \times 10$$

unde:

Cunoscând fractia de insolație se poate calcula nebulozitatea zilnică sau lunată. În general, fractia de insolație are mers contrar nebulozității și mers paralel cu insolația efectivă.

Insolația efectivă sau absolută (d), la latitudinea mijlocie are un *mers zilnic* (diurn), care înregistrează un maxim (M), între orele 9-15 și un *mers*

anual, care înregistrează un maxim (M), vara și un minim (m), iama cu variații contrare nebulozității.

In concluzie, se poate spune că nebulozitatea influențează puternic radiația solară și terestră și se corelează cu precipitațiile, asigurând un efect benefic pentru agricultură.

PRECIPITAȚIILE ATMOSFERICE

Procesul de condensare sau sublimare a vaporilor din atmosferă care are loc, fie pe suprafața soiului și a obiectelor aflate pe sol, fie în atmosferă liberă, de unde, prin condensare ajung la suprafața Pământului se numește precipitații

Mecanismul formării precipitațiilor (teorie lui. Tor Bergeron)

După mecanismul de formare, precum și după locul unde se formează, precipitațiile pot fi:

- a)- precipitații formate la sol sau pe obiectele de pe soi, acestea fiind precipitații lichide sau solide;
 - b)- precipitații formate în atmosferă liberă, deci provenite din nori;
- a) Din precipitațiile *formate la sol* fac parte:
- 1) rouă și bruma:
 - *rouă* se formează pe cer senin, vânt slab și în condiții de temperatură pozitivă;
 - *bruma* se formează la temperaturi negative, asemenea unor produse cristaline care apar noaptea. Ambele dau în general cantități mici de precipitații. De ex: într-o noapte cad 0,1-0,3 mm, iar într-un an 10-30 mm, precipitații din rouă.
 - 2) chiciura și poleiul:
 - *chiciura* este o depunere solidă, albă, formată pe părțile ascuțite ale diferitelor obiecte, pe conductorii aerieni, pe arbori etc, care se formează pe ceată, la orice oră din zi sau noapte;
 - *poleiul* este o depunere transparentă de gheăță pe sol, la temperatura cuprinsă între 0°C și - 6°C, datorită căderii picăturilor de apă suprarăcite în contact cu solul. Poleiul se formează în condițiile unei ploi obișnuite și în condiții de ceată, la temperaturi negative.
 - b) Precipitații *provenite din nori*. Căderea precipitației din nori este posibilă numai când dimensiunea picăturilor este suficient de mare pentru a înfrângă forțele care le rețin. De aceea este necesară *creșterea picăturilor* lichide. Aceasta se realizează prin contopirea lor, având loc astfel coagularea lor și apoi, prin condensare sau sublimarea vaporilor. *Căderea* precipitațiilor depinde de dimensiunea picăturilor apă și a cristalelor de gheăță (care formează norul), precum și de grosimea verticală a norului.

Norii de ploaie conțin picături lichide de diferite dimensiuni din care rezultă ploaia. Norii formați din cristale de gheăță dau precipitații în cantități mici sau deloc. Norii micști, în fază lichidă și solidă au condiții optime de formare a precipitațiilor. Norii cu dezvoltare pe verticală (Cumulonimbus), în anotimpul călduros, dau naștere la grindină. Greutatea unei bucăți de grindină poate ajunge până la 0,5 kg și chiar mai mult. Norii cu dezvoltare pe verticală, dacă conțin cristale să o temperatură de 0°C se transformă în fulgi de zăpadă dând naștere la ninsoare.

Teoria lui Tor Bergeron de formare a precipitațiilor. T. Bergeron susține că pentru a se formă precipitațiile, norul trebuie să fie mixt, format din picături de apă și cristale de gheăță, obținute din sublimarea directă a vaporilor de apă. Acest tip de nor se formează la o temperatură a masei de aer de - 10°C și în condiții de suprasaturare a atmosferei. Cristalele de gheăță, în funcție de viteza lor de creștere, capătă forme diferite, rezultând fulgii de zăpadă cu forme hexagonale, de piramidă, steluțe etc. Primăvara și toamna, ploaia se amestecă cu zăpada formând lapoviță, iarna, în schimb, fulgii se mențin și precipitațiile cad la sol sub formă de zăpadă.

Această teorie confirmă posibilitatea provocării ploilor artificiale, fenomen foarte important pentru agricultură. Fenomenul urmărește atât grăbirea căderii ploii, când procesul este încet cât și declansarea ploii din norii care, în mod natural nu ar declanșa ploaie. Acest fenomen, al ploilor artificiale, se realizează prin împrăștierarea deasupra unui nor de iodură de argint sau zăpadă carbonică cu ajutorul avioanelor, rezultând nucleele de sublimare care provoacă odată cu răcirea aerului și celelalte fenomene necesare producerii precipitațiilor.

Metoda provocării ploilor artificiale are însă și unele neajunsuri. Este economicoasă încă, prezentând unele deficiențe tehnice, cheltuielile de producere a ploilor artificiale depășind cele mai mari pagube produse de seceta datorată lipsei ploilor.

Clasificarea precipitațiilor

Prezența cristalelor de gheăță, ca nuclee de condensare într-un nor, cu conținut de picături suprarăcite, favorizează producerea celor mai mari cantități de precipitații. Precipitațiile, împreună cu depunerile formate din rouă, brumă, chiciură, polei, depunerile lichide, formează "hidrometeorii" sau meteoriști apoși.

Precipitațiile se clasifică astfel: A) - după sinodul de formare sună:

a) - precipitații de convecție care se formează din mișcarea ascendentă a curenților de convecție, în urma răcirii maselor de aer, formându-se de regulă în după-amiezile de vară;

b) - precipitații frontale (ciclone) care se formează din mișcările

ascendente ale fronturilor. Astfel, fronturile calde dau precipitații liniștite și de durată, iar fronturile reci dau precipitații turbulente, care cad pe zone înguste și sunt de scurtă durată. Aceste precipitații se numesc ciclonice întrucât fronturile termice se întâlnesc în interiorul ciclonului, fiind întâlnite frecvent la latitudinea mijlocie, în zona temperată. Trebuie făcută distincție între precipitațiile căzute la latitudinea mijlocie și precipitațiile cauzate de ciclonul tropical (taifun, uragan, hurican), care provoacă distrugeri mari;

c) - precipitații *de relief* (orografice) care au loc când masele de aer umed, în deplasarea lor orizontală întâlnind un versant muntos sau un alt relief accidental, se condensează și formează precipitații.

B) - după durată și cantitatea de apă căzută precipitațiile sunt:

a) - precipitații *de lungă durată care dau cantități mari* toamna și la altitudine mare, care se numesc ploi mocănești, fiind rezultatul norilor de tip Nimbostratus. Durata lor poate fi de până la 6 ore, iar cantitatea de 0,5 l/oră;

b) - precipitații *de lungă durată care dau cantități mici*; din această grupă fac parte *burnițele*, care apar în anotimpul rece și sunt generate de nori de tip Stratus sau Stratocumulus;

c) - precipitații *de scurtă durată care dau cantități mari* numite averse, generate de nori de tip Cumulonimbus;

d) - precipitații *de scurtă durată care dau cantități mici* numite bure de ploaie sau *fulguieri* și care se produc pe suprafețe mici.

C)- după starea de agregare, precipitațiile pot fi de trei feluri:

- precipitații lichide, ploaia și burniță;
- precipitații solide, zăpada, măzărichea și grindină;
- precipitații mixte, lapoviță.

D)- după intensitatea ploii, precipitațiile pot fi:

- torențiale
- netorențiale.

Intensitatea ploii se măsoară în mm/oră sau mm/sec, exprimându-se prin formula:

$i = q/t$; unde i = intensitatea ploii; q = cantitatea de apă căzută iar t = durată de timp.

Variația precipitațiilor în timp

Cantitatea de precipitații prezintă o variație *diurnă* care diferă de la o regiune la alta, distingându-se în mare două tipuri:

- tipul continental;
- tipul maritim.

Valoarea *maximă* a precipitațiilor pe tipul continental înregistrează un maxim principal (M_p) în orele după amiezei și unul secundar (M_s), în orele dimineții. *Minima* cantității de precipitații înregistrează minimul principal (m_p), aproape de miezul nopții și unul secundar (m_s), înainte de masă. În timpul maritim,

maxima precipitaților are loc noaptea sau dimineața iar minima în orele după amiezii.

Variația anuală diferă de la un anotimp la altul și de la o regiune la altă. Astfel:

- variația anuală a precipitațiilor la ecuator este analoagă variației temperaturii aerului, având două valori maxime la sfârșitul lui martie și în septembrie, după echinocții și cu două valori minime la sfârșitul lui iunie și decembrie, după solstiții. Deci, cele mai mari cantități de precipitații se înregistrează în lunile aprilie și noiembrie, iar cele mai mici în Iulie și ianuarie;

- în zona tropicală există patru luni de vară ploioase, în rest, secetă, iar în cea subtropicală, în pustiuri, cantitatea de precipitații care cad anual sunt foarte reduse;

- la latitudini mijlocii și mari, deasupra oceanelor, cantitatea maximă de precipitații se produce iarna, iar cea minimă vara, pe continent fiind invers.

Repartiția precipitațiilor pe glob

Repartiția precipitațiilor pe glob ne interesează sub raportul prezenței izohietelor, a valorii coeficientului pluviometric al unei luni, a regimului pluviometric, al regimului zilnic al precipitațiilor, precum și a întregii cantități de precipitații căzute.

Cantitatea de precipitații căzute într-un an într-un anumit loc împreună cu repartitia precipitațiilor pe glob constituie regimul pluviometric.

Valorile acestui regim sunt foarte importante pentru vegetație întrucât modul în care precipitațiile sunt distribuite pe glob, în final, hotărăsc producția culturilor.

Izohietele sunt linii care unesc, pe o hartă-climatică, puncte cu aceleași valori ale precipitațiilor, redând repartiția lunară, anuală și anotimpuală a precipitațiilor.

Repartiția precipitațiilor în zonele de climă se prezintă astfel:

- în zona temperată media anuală este de 250-1.500 mm, variind în funcție de relief;

- în zona subtraopicală media anuală este de 0 mm până la 1.500mm, cuprinzând zone aride, calde, savane, deserturi, locuri unde precipitațiile pot chiar lipsi;

- în zona ecuatorului media anuală este cuprinsă între 700 și 5.000mm, între cele două tropice fiind climă tropicală;

- în zona polară între Antarctica și Artica, datorită uscăciunii și temperaturii ascăzute, precipitațiile sunt abundente, media anuală fiind egală cu câteva zeci sau chiar sute de mm;

- în zona litoralului, spre continent, precipitațiile scad în cantitate.

Coeficientul pluviometric al unei luni (k), este exprimat de formula:
 $k = 365 \times q / IQ \times n$; unde: q = cantitatea de precipitații care cad în

luna respectivă; n = numărul de zile ale lunii; Q = cantitatea de precipitații care ar fi trebuit să cadă în luna respectivă, dacă ar fi fost repartizată uniform. Coeficientul este egal cu unitatea, exprimând caracterul mai mult sau mai puțin ploios al unei luni, în funcție de cantitatea de precipitații căzute într-un an.

Regimul pluviometric cuprinde numărul de zile cu precipitații din fiecare lună. Zilele cu sau fără precipitații se grupează în perioade astfel:

- perioadă *ploioasă* este perioada în care plouă în fiecare zi sau în majoritatea zilelor;
- perioadă *de uscăciune*, perioada cu intervale de cca. 5 zile în care nu sunt semnalat precipitații;
- perioada *de secetă*, perioada cu cel puțin 10 zile consecutive fără precipitații, în lunile calde (aprilie - septembrie) și cel puțin 14 zile fără precipitații, în lunile reci (octombrie - martie).

Regimul zilnic al precipitațiilor împreună cu temperatura atmosferei (aerului) și cu evaporarea determină caracterul climei din punct de vedere al precipitațiilor. Acest caracter poate fi, uscat, ploios și secetos, cele trei caractere ajutând la orientarea asupra stării vremii.

Cantitatea de precipitații care cade pe suprafața globului este, în medie, de 16 milioane tone de precipitații pe secundă, fenomen care se produce de mii de ani, fără ca suprafața întinderilor de apă să crească. Umiditatea aerului rămâne în general aceeași încărcând există o compensație între apa căzută pe suprafața subiacentă din precipitații și apa evaporată în atmosferă. Deci, procesul de evaporare este în echilibru dinamic cu procesul de condensare.

Cantitatea totală de precipitații care cad într-un an pe Pământ este de 511.100 km^3 , din care, 99.500 km^3 cade deasupra uscatului și 411.600 km^3 , deasupra mărilor și a oceanelor, anual evaporându-se 511.100 km^3 de apă. Pe Glob, într-un an, cea mai mare cantitate de precipitații cade în India, la altitudine de 1.250 m, respectiv o cantitate de 12.655 mm. Cea mai mică cantitate de precipitații cade în podișuri, de exemplu în Sahara media precipitațiilor este de 5 mm pe an, iar în Chile de 1 mm pe an.

Caracteristicile vremii funcție de precipitații

Caracteristicile lunare a vremii funcție de cantitatea de apă căzută din precipitații, sunt în număr de nouă și se exprimă în procente. Astfel

- 1)- caracteristica de vreme excesiv de *ploioasă* este dată de procentul de ploii de peste 50%;
- 2) - vremea *foarte ploioasă* este dată de procentul 31-50%;
- 3) - vreme *ploioasă*, între 21-30%;
- 4) - vreme mai puțin *ploioasă*, între 11-20%;
- 5) - vreme *normală*, între 10 și -10%;

- 6) - vreme puțin mai secetoasă, între -11 și -20%;
- 7) - vreme secetoasă, între -20 și -30%;
- 8) - vreme foarte secetoasă, între -31 și -50%;
- 9) - vreme excesiv de secetoasă, de ce! puțin -50%.

Pentru calcularea caracteristicilor anotimpuale și anuale se ține seama de faptul că abaterile în aceste intervale sunt mai mici decât cele lunare, limitele reducându-se la jumătate. Astfel

- timpul *normal* este dat de abaterea între -5 și +5%;
- timpul puțin *mai ploios* este dat de abatere între 6 și 10%, 11 și 15 %, 16 și 25%;
- timpul *ploios*, foarte ploios și *excesiv*, este dat de abateri mai mari de 25%;

Experimental, calculul total lunar al precipitațiilor se stabilește prin următoarele etape:

- citirea cantității de apă obținută din ploaie la eprubeta pluviometrică;
- calcularea înălțimii stratului de zăpadă care este dat de raportul dintre volum și suprafață, prin formula:

$$h = V/S; \text{ unde: } S = 200\text{m}^2;$$

- determinarea intensității mijlocii, în urma citirii pluviogramei după o oră de funcționare a pluviografului. Această intensitate este dată de raportul dintre înălțimea stratului de apă (h), obținută într-un anumit, timp (t), deci:

-caracterizarea unei luni, din punct de vedere pluviometric pe baza datelor din Anuarele meteorologice, prin reprezentare grafică.

Importanta precipitațiilor în viața plantelor

Precipitațiile, în funcție de modul în care sunt distribuite pe suprafața Pământului, determină producția culturilor agricole. Fenomenul precipitațiilor se produce de mii de ani într-un anume echilibru întrucât, în urma cantităților mari căzute, nu au avut loc creșteri spectaculoase a întinderilor de apă.

Cantitatea de precipitații asigură viața și perpetuarea speciilor de plante și animale, influențând repartiția acestora pe Glob. La rândul ei vegetația este cea care influențează, în mare măsură, cantitatea de precipitații care cade pe suprafața Pământului.

Dintre ecosistemele care influențează regimul de precipitații, pădurea își imprimă caracterul cel mai pregnant. Solul din pădure primește o cantitate redusă de precipitații, cantitate care variază în funcție de natura speciilor lemninoase care alcătuiesc pădurea. Astfel, pădurea din foioase reține cca. 9 % din precipitații, iar pădurea de conifere reține peste 25 %. Pădurea din pineturi

și molidișuri reține peste 35 %. Pădurea reține o anumită cantitate de apă și din zăpada căzută care, de asemenea, variază în funcție de natura speciilor care alcătuiesc pădurea. Astfel, pădurea de foioase reține cca. 4-5 % din cantitatea de zăpadă căzută, pineturile 37 % iar molidișurile până la 50-60 %.

Dacă o cultură nu a primit apă timp de cca. două săptămâni, o ploaie de câteva ore sau de câteva zile nu schimbă efectele fiziologice ale secetei. Lipsa apei asociată cu o temperatură ridicată și cu vânt este cei mai greu de suportat de către plante, deoarece este intensificată evapotranspirația.

FENOMENELE ELECTRICE ȘI OPTIC DIN ATMOSFERĂ

Fenomenele electrice

Datorită proprietăților electrice ale atmosferei, fenomenele care se produc în interiorul ei au o mare importanță pentru biometeorologie și pentru activitatea de zi cu zi a omului. Aceste fenomene electrice se datorează proprietății atmosferei, de bună conducătoare de electricitate și prezenței unor particule de ioni (încărcate pozitiv sau negativ), care dău densitatea ionică a atmosferei. Particulele ionice sunt diferite în funcție de mobilitatea și dimensiunea lor. Astfel, acestea sunt mari, mici sau ușoare și mijlocii.

In straturile superioare ale atmosferei, prezența radiațiilor ultraviolete contribuie la ionizarea atmosferei, concentrația de ioni fiind foarte variată. Numărul ionilor variază în funcție de locul unde se află. Când ionii se găsesc deasupra uscatului, ei totalizează în medie un număr de 750 de ioni pozitivi, și 650 negativi, la cca. 1 cm^3 de aer. Numărul acestora deasupra oceanului sunt de 600 ioni pozitivi și 500 negativi. Observăm că cei negativi sunt în totdeauna mai mulți, iar raportul dintre ionii pozitivi și cei negativi este în totdeauna mai mare decât unitatea.

Câmpul electric

Câmpul electric al atmosferei este format din totalitatea sarcinilor electrice, comparabil cu câmpul unui condensator sferic, cu polul inferior format de suprafața pământului, încărcată negativ, iar cel superior format de ionosferă, încărcată pozitiv. Între acești doi poli există o diferență de potențial, care creează câmpul electric al atmosferei, caracterizat printr-un potențial, datorat sarcinilor aflate la sol și în atmosferă.

O caracteristică esențială a câmpului electric este gradientul de potențial, care reprezintă variația potențialului, exprimată în volți pentru fiecare metru (ca unitate a distanței). Câmpul se măsoară cu ajutorul unor colectoare legate

la un electrometru, determinându-se astfel care este diferența de potențial în diferite puncte.

Toate formele de precipitații conțin sarcini electrice, atât pozitive cât și negative, dar cea mai mare cantitate o are zăpada și cea mai mică, precipitațiile sub formă lichidă. În primul stadiu de dezvoltare al norului, valoarea câmpului electric este mai redusă, în procesul de electrificare a ionilor rol important jucându-l adiția ionilor de către picături. Apoi, în următoarele faze ale dezvoltării norului au loc procese de inducție prin care picăturile se încarcă electric. Aceste sarcini electrice ale particulelor din nor nu sunt repartizate uniform în masa norului.

Norul orajos, este denumirea norului de furtună, noțiune folosită doar în meteorologie. Cuvântul derivă de la francezul orage care înseamnă manifestare electrică. Sensul cuvântului este dat de fenomene cum ar fi intensificări de vânt, care duc la formarea norilor de praf, sau de furtuni pe mare sau ocean. Manifestările cu descărcări electrice și averse de ploaie, produse de norii Cumulonimbus, se deosebesc de

furturile clasice. Primele fiind punctul de studiu și de referință a climatologiei sinoptice, cu protecție asupra navegației aeriene.

Norul de furtună conține cea mai mare cantitate de sarcini electrice, care sunt repartizate relativ, după modul prezentat în fig. 35. Electrificarea acestui nor are loc datorită a două procese distincte. Unul

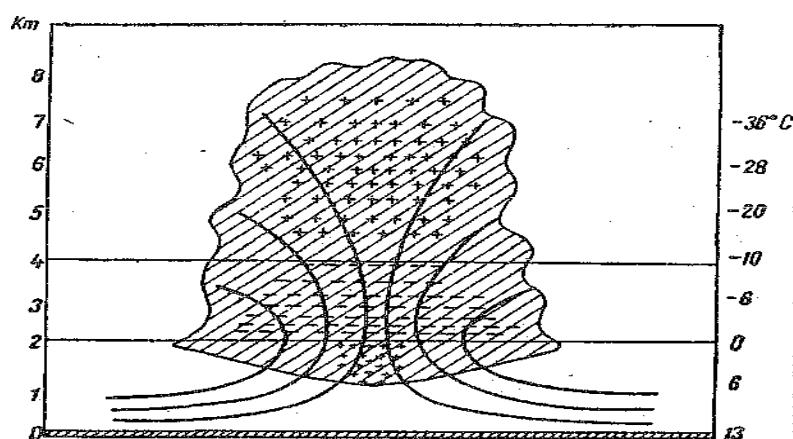


Fig.35. Norul de furtună(structura)

se desfășoară în partea superioară a norului, unde predomină cristalele de gheăță, deasupra izotermei de -10° , iar celălalt, în partea inferioară, unde predomină picăturile de apă, deci sub izotermă de 0° .

Particulele de gheăță mai fine, deci mai mici electrizează și se încarcă pozitiv deplasându-se în sus, iar cele mai mari se încarcă negativ și în final se topesc. Aceste particule mici ocupă o poziție mijlocie în

nor, timp în care cele mari, încărcate pozitiv, formează la baza norului orajos, o zonă cu un plus de încărcătură pozitivă, numită centru activ al norului.

Fulgerul (descărcările electrice)

Descărcările electrice care au loc între diferite puncte dintr-un nor, sau între nor și suprafața pământului au primit numele de *fulgere*. Prin concentrarea și separarea sarcinilor electrice pozitive și negative în diferite părți ale norului orajos se formează câmpuri electrice intense atât în interiorul lui cât și la exterior. Aceste descărcări au diferite forme, după care fulgerele se împart în:

- fulger liniar (fig. 36);

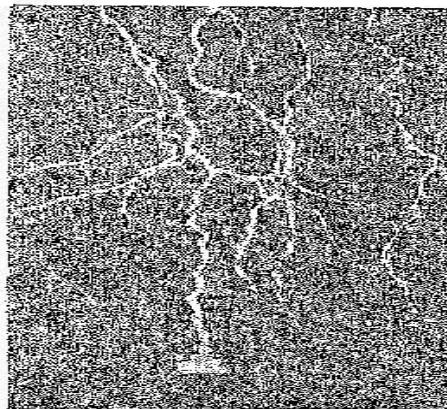


Fig. 36. Fulgerul liniar



Fig. 37. Fulgerul globular

- fulger plat sau difuz;
- fulger sub formă de boabe;
- fulger sub formă sferică sau globulară (fig. 37). Urmărind fig. 36, constatăm că fulgerul liniar se prezintă sub forma

unei fâșii luminoase mari, care brăzdează cerul încărcat cu nori. Lungimea fâșilor luminoase poate fi de 2-3 km și uneori chiar 15-20 km, fiind alcătuită din impulsuri de descărcări consecutive. Aceste impulsuri au loc succesiv, diferența de timp între două impulsuri fiind de câteva sutimi de secunde, durata fulgerului fiind de abia 0,2 secunde. Impulsul nu este altceva decât o descărcare inițială de intensitate mai mică, care pleacă de la nor, apoi printr-un canal de descărcare, se descarcă puternic, venind de la pamant spre cer (nor) cu o mare viteza. Prin descărcare are loc ionizarea mediului înconjurător și umplerea canalului de descărcare cu sarcinii negative, canal care în momentul în care atinge pământul, produce descărcarea luminoasă.

Fulgerul sferic este prezentată în fig. 45, unde se prezintă asemenea unui glob de foc ușor alungit, glob care apare de regulă după un fulger linear puternic. Dimensiunile fulgerului sferic este cca. 10–20 cm, rar de un metru, iar viteza lui este de 2m/s, cu o durată de câteva minute, în cazul în care în drumul lui nu întâlnește obstacole, se dezagregă printr-o explozie în spațiu, lăsând în urma lui un miros de aer ozonificat.

Fulgerul sub formă plată se dătoarează unei descărcări electrice scurte care au loc în interiorul norului. Fulgerul sub formă de boabe, cunoscut în termen

popular fulgerul mătănii, are loc rar, făcând trecerea dintre fulgerul linear și sferic. El se prezintă sub forma unui sir de mărgele luminoase, apărând asemenea unei iluzii optice, datorită intensității luminoase.

Focurile lui Elm, sunt cunoscute în meteorologie ca descărcări prin vârfurile ascuțite ale obiectelor aflate pe sol. Acestea se datorează intensității mari a câmpului electric din atmosferă, care de cele mai multe ori se pot asemăna cu afluxuri de electroni mai puțin luminoase.

În general, descărcările electrice din atmosferă sunt însotite și de zgomote puternice, produse de dezagregarea canalului principal. Aceste zgomote se numesc tunete care se definesc ca rezultat al, propagării undelor sonore rezultate din dezagregarea canalului de descărcare.

Un alt fenomen sonor remarcă în urma formării norului de furtună și datorat intensității mari a câmpului electric este trăsnetul, care se datorează scânteii formate în urma contactului undelor sonore propagate prin dezagregarea canalului.

In zona tropicelor, la ecuator și mai cu seamă deasupra pământului continental, se formează cele mai numeroase furtuni sau oraje. Zilnic, pe Terra au loc cca. 1800 de furtuni (oraje), astfel în fiecare secundă se produc cca. 100 de fulgere. Astfel, în Insula Java au loc cca. 200 de zile cu furtuni pe an, în Africa centrală cca. 150 de zile, în sudul Mexicului peste 140 de zile cu furtuni, în Panama, 135 de zile și în centrul Braziliei peste 100 de zile orajoase pe an. Acestea sunt considerate regiunile de pe Glob cu cele mai numeroase zile cu furtuni pe an.

Aurora polară

Aurora polară este un fenomen electric al atmosferei de o frumusețe coloristică și luminozitate unică. După forma lor și după culoare ele se împart în, aurore cu structură neradială și aurore cu structură radială.

Cele cu structură neradială sunt de lungă durată, se prezintă ca o iluminare difuză în formă de fâșie alb-albăstruie sau galben-verzuie pe întreaga boala cerească. Acest tip de auroră polară de cele mai multe ori nu este însotită de furtuni magnetice.

Aurora polară cu structură radială, se prezintă sub forma unor franjuri care oscilează, foarte iluminate, variante ca intensitate și culoare. Astfel, uneori predomină culoarea galbenă-verzuie, uneori culoarea roșie, portocalie sau chiar violetă. Ele sunt foarte mobile fiind însotite de puternice furtuni magnetice și perturbații ionosferice

Numărul acestor frumoase fenomene electrice pot ajunge până la un număr de 100 pe an, mai ales la pol unde sunt observate cu precădere, de aici și numele de polare, înaltele la care se formează aurorele sunt cuprinse între 80 km până la 1200 km.

Există o mulțime de teorii care au încercat să explice formarea aurorelor polare, dar nici una nu s-a dovedit suficient de elocventă. Dintre toate, teoria lui Birkeland este ce mai utilizată, explicând fenomenul recurge la rolul și proprietatea pe care o are fotosfera (stratul din compoziția Soarelui), de a elibera fluxuri de particule sau corpusculi. Aceștia, corpusculii, susține Birkeland, specialist în fenomene electrice din atmosferă, apropiindu-se de pământ sunt deviați de câmpul magnetic ai acestuia, ajungând la pol. Aici se ciocnesc cu atomii și moleculele atmosferei rarefiate, determinând iluminarea polilor. Fenomenul se poate asemăna cu iluminarea care se produce în tuburile catodice, când particulele electrice bombardează gazul rarefiat.

Optica atmosferei

Știința care se ocupă cu fenomenele optice care au loc în atmosferă se numește optica atmosferei Particulele din atmosferă difuzează sau absorb în mod diferit radiațiile solare. Astfel, în anumite condiții și în urma unor procese fizice, în atmosferă apar unele fenomene optice care pot fi observate chiar cu ochiul liber. De regulă, aceste fenomene sunt strâns legate de procesele care au loc în atmosferă, iar unele dintre acestea sunt semne locale ale schimbării timpului.

Fenomenele optice pot fi grupate în trei categorii:

- fenomene optice datorate *refracției razelor* de lumină, cum ar fi; mirajele, refracția astronomică, licăritul stelelor etc;
- fenomene optice datorate *refracției și reflexiei razelor luminoase*, care au loc prin picăturile de apă sau cristalele de gheăță ce formează norii, cum ar fi halourile și curcubeul;
- fenomene optice datorate *difracției razelor* de lumină prin nori și ceată, cum sunt coroanele, gloriile etc.

Fenomenele de refracție ale atmosferei

Razele de lumină care străbat atmosfera fiind distribuite neuniform ca densitate suferă fenomenul de refracție. Dacă razele luminoase se găsesc în afara atmosferei refracția se numește astronomică, iar dacă ele se găsesc în atmosferă refracția se numește terestră.

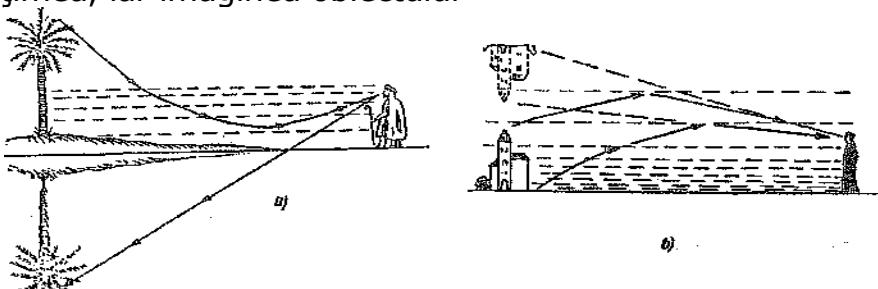
Pozitia reală a soarelui și a lunii este văzută numai la zenit, datorită refracției astronomice care modifică poziția lor. De aceea acești astrii sunt vizibili și după apusul lor și pot fi observați și chiar înaintea răsăririi lor. Datorită fenomenului de refracție, în apropierea orizontului, se modifică chiar și forma discului solar și lunar, partea inferioară a discului solar datorită refracției se ridică cu 35', iar partea superioară numai cu 28', astfel discul solar pare ușor turtit, iar diametrul lui ne apare mai scurt. La orizont discul

aștrilor poate căpăta diferite forme datorită unor particularități ale densității straturilor de aer.

Fenomenul de schimbare a culorii și a intensității luminoase a stelelor, se numește *licăritul stelelor*, care este legat de o anume stare a atmosferei, care este de asemenea determinată de refracția și dispersia luminii în atmosferă. Cercetările astronomice au demonstrat că atunci când licăritarea stelelor este intensă, atmosfera se găsește într-o stare de turbulentă activă. În timpul licăritului stelelor, culoarea stelelor se schimbă în funcție de prezența sau absența vaporilor de apă. Astfel, când licăritul albăstrui, indică prezența vaporilor de apă în atmosferă, iar când este verzui, indică prezența aerului uscat, deci lipsa vaporilor de apă.

Fenomenul optic prin care imaginea unui obiect îndepărtat apare multiplicată sau răsturnată se numește *miraj*. Mirajele se datorează refracției luminii prin straturile de aer ale atmosferei care au densități diferite. După felul cum sunt dispuse straturile de aer, mirajele sunt: inferioare, superioare sau laterale.

In fig. 38a, este redată imaginea mirajului inferior, când imaginea se formează chiar sub obiect, straturile inferioare ale aerului se încălzesc puternic, iar densitatea aerului crește cu înălțimea. Figura 38b redă imaginea mirajului superior care apare când densitatea aerului scade foarte mult cu înălțimea, iar imaginea obiectului



se observă de regulă pe fondul boiții cerești. La poli mirajul superior este favorizat de fenomenul de inversiune termică de la sol.

Când densitatea straturilor de aer este distribuită anormal, observăm o complexitate de miraje care au imagini schimbătoare în timp și în spațiu. Aceste miraje complexe sunt denumite în optică *Fata Morgana*, formându-se atunci când straturile de aer cu aceeași densitate au o mare înclinație fată de Pământ.

Fenomenul de refracție și reflexie din atmosferă

Ca rezultat ai refracției și reflexiei razelor luminoase prin picăturile de ploaie s-a format *curcubeul*. Este fenomenul optic cel mai cunoscut și des întâlnit și este format din linii multicolore dispuse pe fondul norilor de ploaie și situat opus soarelui.

Condițiile favorabile apariției curcubeului sunt atunci când pe cer există o perdea de picături de ploaie, iar opus ei se găsește soarele. Liniile multicolore care formează curcubeul sunt de fapt cele șapte culori de bază ale spectrului solar, la exterior având culoarea roșie, iar în interior cea violetă. Celelalte culori interpunându-se între ele. Când soarele se află aproape de orizont curcubeul atinge mărimea maximă, fiind considerat principal, dar odată cu el pot să apară altele mai mici, secundare concentrice cu primul, având culorile dispuse invers.

Acest spectru al culorilor care formează curcubeul poate fi întâlnit și în cazul lunii, dar culorile sunt mai deschise, mai albicioase datorită intensității slabă a razelor luminoase.

Prima explicație oarecum științifică asupra curcubeului a fost dată în secolul al XIV-lea (1637) de către Descartes. În fig. 39 este explicat modul de formare a curcubeului principal. Urmărind figura remarcăm mersul unei raze de lumină (S) printr-o picătură de apă (A).

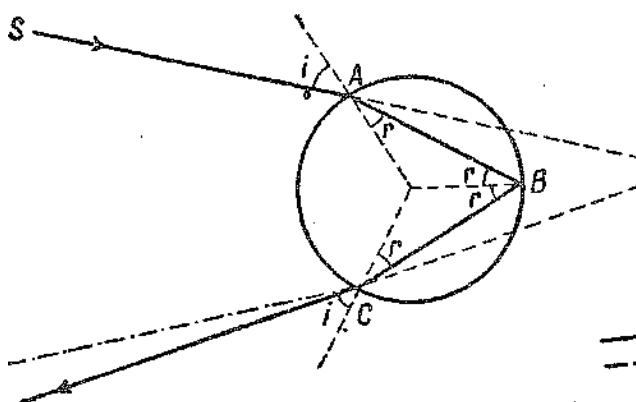


Fig.39. Formarea curcubeului(mersul razei de lumina S) A-picătura pe care cade raza B-punctul pe care se reflectă picătura C- al doilea punct de reflectare a picăturii (1 = raza roșie; 2 = raza violetă)

Raza căzând pe picătură în punctul A și pătrunzând în picătură, se va reflecta. Pe față inferioară se va reflecta în punctul B, iar la ieșire din picătură în punctul C, raza se va reflecta din nou. Raza se va reflecta cu anumite unghiuri (i = unghi de incidentă și r = unghi de refracție). Raza luminoasă ieșind din picătură se va descompune în cele șapte culori ale spectrului solar. Când se formează și curcubeul secundar, raza luminoasă suferă o dublă reflexie și o dublă refracție.

Datorită fenomenului de refracție și reflexie se formează și *haloul*. El apare dacă între ochiul privitorului și soare (sau lună), se interpune o perdea subțire de nori Cirrus (formată din cristale fine de gheăță), datorită reflexiei și refracției, apare în jurul soarelui sau al lunii un cerc distinct colorat, acesta se numește halou. Aceste formațiuni pot fi colorate, în culorile curcubeului, având culoarea roșie dispusă de partea soarelui sau a lunii și se datorează refracției razelor luminoase prin cristalele de gheăță. Halourile pot fi și incolore, albe datorate reflexiei razelor luminoase pe suprafața cristalelor de gheăță.

Difracția luminii din atmosferă

Cele mai cunoscute fenomene optice produse de difracția luminii în atmosferă sunt, coroanele și gloriile.

Coroanele sunt cercuri luminoase în jurul soarelui și al lunii, formându-se atunci când acești astrii au în față pături subțiri de nori. În jurul lunii sunt cele mai vizibile cercuri luminoase, fiind alcătuit dintr-un cerc albăstrui-alb, terminat la exterior cu o culoare roșiatică. Coroanele se formează, mai ales, prin norii de cristale de gheăță, mărimea lor fiind invers proporțională cu mărimea cristalelor de gheăță. Pentru acest considerent prezența coroanei nu ne dă indicații privind schimbarea vremii. Totuși, putem afirma că atunci când coroanele scad în dimensiune, crește dimensiunea particulelor de apă sau a cristalelor de gheăță, ceea ce mărește premisa căderii ploilor; când corona crește în dimensiune, dimensiunea particulelor scade, deci venirea ploii este exclusă.

Deși există asemănări între coroană și halou, privind forma lor, totuși există deosebiri în ceea ce privește distribuția culorilor spectrului și intensitatea luminoasă a cercurilor formate în jurul soarelui și a lunii.

Difracția luminii poate să producă și fenomenul de irizare a norilor.

Gloria este fenomenul datorat tot difracției luminii în condiții de ceață, cu proiecțarea imaginii unui obiect aflat pe suprafața Pământului, pe fondul de ceață de la orizont. Ea se formează de regulă în munți, pe mare și de obicei la latitudinile nordice.

CLIMA SI CLIMATUL

Noțiuni generale de climă și climat

Cuvântul clima provine de la grecescul *klima*, care înseamnă "înclinare" și se referă la unghiul sub care cad razele solare pe suprafața Pământului. Până în secolul al XVII-lea ideea se reducea la noțiunea astronomică a unghiului de înclinare a razelor Soarelui pe suprafața Terrei. *Prin climă se înțelege succesiunea proceselor meteorologice determinate de condițiile fizice-geografice și exprimate prin regimul timpului, pe o durată de mai mulți ani, sub influența bilanțului de radiație și a suprafetei Pământului.*

Climatologia este știința care se ocupă cu studiul climei și constituie una dintre principalele ramuri ale meteorologiei. Este strâns legată de geografie. Urmărește formarea climei și a climatelor din diferite zone și se ocupă cu

descrierea climatului diferitelor regiuni ale globului (G.J. Pop - 1988). Substituirea unui termen prin celălalt (climă-climat) nu este o greșeală, deoarece atunci când pentru un același termen definim un singur climat, el poate să se numească și climă. Clima poate să conțină, raportat la un teritoriu mai vast, o mulțime de climate, înțelegând prin acesta particularitățile climei din locul considerat. Numai totalitatea climatelor sau a mai multor particularități ale climei poate defini clima zonei respective. Climatul este specific fiecărei regiuni - sau *landschaft*

(care este un ținut sau o regiune) -, caracterizate de: altitudine, floră, faună, sol și rețea hidrografică similară (G. Pap, L Orban - 1960).

Climatologia exprimă, prin valori numerice, fiecare element. Prin metoda statistică, valorile medii reprezintă, pentru fiecare element, media măsurătorilor făcute într-o zi, o lună, un an sau pe mai mulți ani. Valorile medii sunt valori aritmetice lunare, trimestriale, anuale, plurianuale, care privesc fiecare element meteorologic în parte. Valorile medii permit reprezentarea simbolică prin grafice și hărți a caracterului climatologic specific unei regiuni, permitând comparații cu valori ale altor zone fizico-geografice ce prezintă alte valori numerice. În cazul mai multor climate, a mai multor particularități ale climei, numai totalitatea acestora pot defini clima zonei respectivă climatul fiind specific fiecărei regiuni.

Pentru înlăturarea subiectivității se folosesc metode de analiză sinoptică și aerologică, apărând astfel climatologia dinamică, ce are la bază teoria maselor de aer, a fronturilor atmosferice și a structurii atmosferei.

Elementele componente ale climei

Factorii care influențează clima sunt grupați în două grupe :

-factorii genetici ai climei:

- factorii climatologici. A. *Factorii genetici ai climei* sunt: bilanțul radiativ, suprafața subiacentă și circulația generală a atmosferei.

-*bilanțul radiativ al Soarelui* este esențial deoarece radiația solară este cauza majorității fenomenelor din atmosferă. Ecuatorul și tropicele primesc cea mai mare cantitate de energie solară, aici predominând clima caldă tropicală, pentru că la poli să se formeze climatul rece, polar.

-*suprafața subiacentă* imprimă un caracter diferit maselor de aer. Astfel, climatul alpin sau cel de deal se deosebește de cel de pe câmpie. La fel cel maritim de cei continentali. Însă, curentii oceanici calzi sau reci pot să modifice caracterul climatului local.

-*circulația generală a atmosferei*, prin particularitatea ei imprimă un caracter diferit climatelor de pe glob.

B. *Factorii climatologici* cuprind totalitatea fenomenelor meteorologice a căror acțiune comună definesc climatul unei regiuni.

Principalii factori sunt: radiația solară, presiunea atmosferică, temperatura aerului, umiditatea aerului, precipitațiile, viteza și direcția vântului, relieful (șes, deal, munte, depresiune, vale, mare, ocean, sol, zăpadă, gheată), vegetația și obiectivele create de munca omului (Marcu H. -1983).

Valori climatice

Valorile climatice se obțin prin prelucrarea datelor dintr-o perioadă mai lungă sau mai scurtă - cel puțin 30 de ani -. Cele mai importante valori climatice sunt:

a) - *Suma* (totalul) este valoarea cea mai simplă prin care se calculează elementele climatice discontinue. Ex.: suma lunară a precipitațiilor, totalul lunar orelor de strălucire a soarelui într-o localitate.

b) - *Valoarea medie* (mijlocie) se calculează pentru elementele continue, prin metoda mediei aritmetice, mediile putând fi: orare, zilnice, decadale, lunare, anotimpuale, anuale.

c) - *Valorile extreme* (maxime și minime) completează lacunele care rezultă prin calculul mediilor. Elementele poate fi medii sau absolute.

d) - *Amplitudinea* este diferența extremelor; cu cât amplitudinea este mai mare, cu atât mersul vremii are un caracter mai excesiv.

e) - *Frecvența* este numărul care arată de câte ori figurează o anumită valoare în mulțimea de valori studiate. Ex.: la Cluj, frecvența medie anuală a zilelor de vară este de 70 (V Belozerov - 1972).

f) - *Probabilitatea* (f) este frecvența procentuală dată de formula: $f = n/N \cdot 100$; unde: n = numărul cazurilor reale; N = numărul cazurilor posibile.

Ex.: probabilitatea anuală a zilelor de vară la Cluj, $f = 70/365 \cdot 10 = 19\%$.

g) - *Variabilitatea* este diferența valorilor a două intervale consecutive. Se calculează astfel: valoarea intervalului următor se scade din valoarea intervalului precedent. Aceasta poate fi:

- *interperiodică*; ex.: la Cluj, temperatura medie a zilelor de 11 și 12 august 1971 a fost de $19,1^{\circ}\text{C}$ și $21,1^{\circ}\text{C}$, variabilitatea interperiodică se calculează făcând diferența dintre cele două temperaturi, respectiv rezultatul ar fi de 2°C ;

- *mijlocie*; care este dată de media aritmetică a variabilității interperiodice.

h) - *Normală* (valoarea normală), etc. valoarea obținută dintr-o perioadă lungă, de cca. 30 de ani situație în care valorile sunt medii, neputând fi calculate întrucât nu există decât un maxim și un minim.

i) - *Anormală* (D) este abaterea față de cea normală: $D = V-N$; unde: V = valoarea elementului în perioada respectivă, de ex. temperatura mijlocie a lunii iunie; N = normală, care se exprimă procentual; ex.: în cazul

precipitațiilor $D = V/N \cdot 100 - 100$, normala poate fi: pozitivă (+), negativă (-) și nulă (0), aceasta din urmă este foarte mică.

j) - *Valorile combinate* rezultă din aplicarea a două metode de calcul, astfel se obține suma mediilor, maximul mediilor, minimul mediilor etc. Importanța valorilor climatice constituie baza cunoașterii climei în spațiul respectiv, făcând posibilă orientarea în mulțimea datelor de observații care se acumulează an de an în stațiile meteorologice.

Clasificarea climatelor

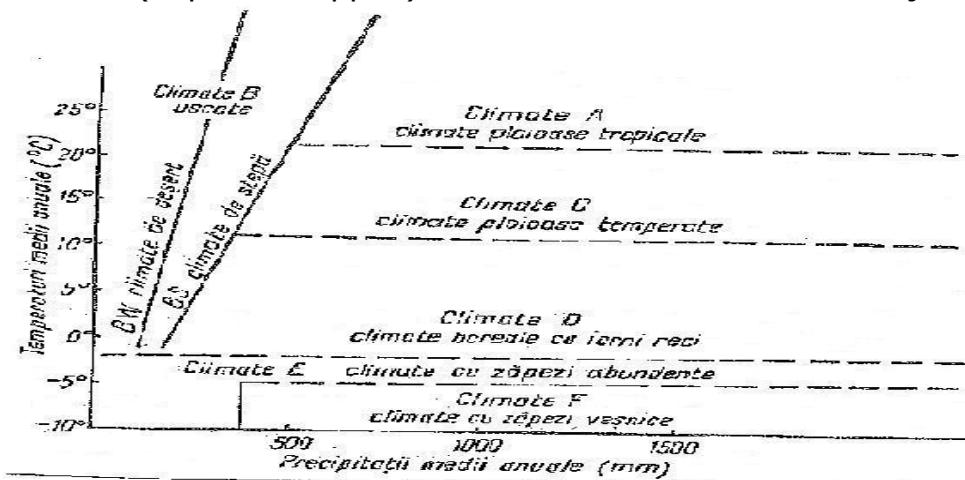
Cu scopul de a stabili tipurile importante de climă, limitele de întindere și posibilitatea găsirii de climate analoage pe Pământ, clasificarea se face pe baza unor sistematizări care iau în considerare numai caracterele esențiale. Clasificarea climatelor este greu de realizat datorită unor factori precum:

- *scopul practic urmărit*; de exemplu, în agricultură, prin clasificare se urmărește să se indice raportul dintre condițiile de climă și cerințele plantelor; în pedologie se urmărește legătura dintre condițiile de climă și modul de formare a solului etc, motive pentru care stabilirea unui criteriu unic, care să satisfacă toate punctele de vedere, este dificilă;

- *valorile medii ale elementelor meteorologice* sunt greu de comparat între ele, fiind nevoie de multe studii climatice comparative;

- *căutarea elementelor meteorologice de bază ale căror valori medii*

- *normale să fie aproximativ aceleași*; astfel dacă ne interesează condițiile de climă dintr-o regiune restrânsă, se studiază microclima, iar în cazul în care ne interesează clima unei regiuni întinse, se studiază elementele de macroclimă. Cu toate acestea, s-a încercat depășirea greutăților întâmpinate în clasificarea climatelor. Dintre clasificările propuse de climatologi prezentăm aici numai pe cele mai recente și care se folosesc în prezent. Clasificarea climatelor (după V. Koppen) stă la baza clasificării internaționale a climatelor (fig. 41).



Deci,
criteriile
folosite în
prezent
sunt:

Fig. 41. Clasificarea schematică a climatelor după Koppen

A. *Criteriul astronomic*; avem climat: *tropical, cald, temperat și polar*.

B. Criteriul geografic; avem climat: *oceanic* (maritim) și *continental*, de la care desprindem climatul de litoral, câmpie, deal și munte.

C. *Criteriul fizic*; cuprinde: climatul *excesiv*, și *moderat*; cald, temperat și glacial

D. *Criteriul termo - udometric*: climate *umede, semiaride, aride*.

E. După gradul de *continentalism* (C), care este dat de formula lui Gorczynski, din care rezultă caracterul oceanic sau continental al climei:

$C = 1,7A/\sin\phi - 10,4$ - pentru emisfera nordică și, $C = 1,6A/\sin\phi - 14,4$ - pentru emisfera sudică; unde: C = gradul de continentalism exprimat în procente; A = amplitudinea anuală a temperaturii, ϕ – latitudinea geografică. Dupa acest indice climatele se împart în:

- climat *oceanic* $0\% < C < 33\%$; -climat *continental* $34\% < C < 66\%$;
- climat *excesiv* $67\% < C = 100\%$.

Astfel, la Cluj-Napoca, la o amplitudine (A) de $19,3^{\circ}\text{C}$ - $(-4,5^{\circ}\text{C}) = 23,8^{\circ}\text{C}$; la o latitudine geografică de $46^{\circ}46'$, rezultă un grad de continentalitate (C) = 38,67%, deci, climă continentală (V. Soltuz-1971, 1972).

F. După *indicii de ariditate*, dintre care îl amintim pe cei ai lui De Martonne (I) care se calculează cu formula:

$i = P//T+10$; unde: P - normala anuală a precipitațiilor și, T = normala anuală a temperaturii aerului. După acest indice climatele sunt:

- *uscate sau aride*, când $I < 25$;
- *semiaride*, când $I = 25$;
- *umede*, când $I > 25$.

De exemplu, la Cluj, normala anuală a precipitațiilor (P) = 590,7 mm, normala anuală a temperaturii aerului (T) = $8,3^{\circ}\text{C}$ indicele de ariditate i = 32,3, climatul este unul umed.

Sistemul și categoriile de clasificare

- Sistemul de clasificare cuprinde cinci tipuri *principale* de climate, respectiv: torid (tropical), arid (uscat), temperat, boreal și rece și, mai multe tipuri *secundare*.

- *Tipurile secundare*, după Koppen, au fost notate cu literă mică, stabilindu-se următoarele tipuri de climă secundare:

- a) - temperatura medie a lunii celei mai calde depășește 22°C ;
- b) - temperatura medie a celei mai calde luni, rămâne sub 22°C , cel puțin 4 luni ea depășește 10°C ;
- c) - temperatura medie lunară peste 10°C , timp de 1-4 luni, iar temperatura celei mai reci luni nu scade sub $-3,8^{\circ}\text{C}$;
- f) - precipitații suficiente în fiecare lună;

k) - iarnă rece, temperatură sub 10°C , temperatura medie a lunii celei mai calde peste 18°C și cel puțin 4 luni temperatura medie lunară peste 7°C ;

k') - iarnă rece, temperatura medie anuală sub 18°C , temperatura medie a lunii celei mai calde sub 18°C ;

s) ~ vara uscată, iarna umedă cu precipitații suficiente;

w) ~ iarna uscată, vara umedă;

x) - maximul de precipitații este la sfârșitul primăverii sau la începutul verii, minimul de precipitații la sfârșitul verii sau începutul toamnei.

După clasificarea dată de Koppen se disting 11 tipuri sau categorii de climă:

Af = *caldă și umedă*, caracteristică pădurilor tropicale veșnic verzi unde temperatura medie a lunii celei mai reci este 18°C până la 30°C ; toate precipitațiile anuale sunt de 750 mm până la câteva mii de mm. Aici, crește vegetația arborescentă de fofioase, liane, plante epifite. Regiuni specifice: Africa ecuatorială, bazinul Amazoanelor etc.

Aw = *climat de savane*, cald cu ierni secetoase, temperatura medie depășește 18°C în fiecare lună. Vegetație a savanelor cu plante erbacee, grupuri de arbori aflate în: o parte din Africa, o mare parte din India, nordul Australiei, sudul Braziliei, Venezuela.

Bs = *climat de stepă*, cu perioade ploioase scurte $P < 2T$ (în cazul ploilor de vară) și $P < 2(T+14)$, în cazul ploilor de vară, P = totalul anual al precipitațiilor în cm., și T = temperatura medie anuală în $^{\circ}\text{C}$. Predomină vegetația spinoaselor, arborescente sărăcăcioase. Specifică regiunii interioare a Spaniei, nordului Mării Negre, sudului Africii, podișului Iranului, podișului Mexicului etc.

Bw = *climatul deșertului*, cu limita de ariditate $P < T$ și $P < T + 14$, cu precipitații foarte reduse, care lipsesc ani în sir. Exemplu: deșertul Atacama (Chile). Temperatura oscilează între $70-80^{\circ}\text{C}$, de la un minim nocturn de $0-5^{\circ}\text{C}$ până la un maxim diurn de $65-80^{\circ}\text{C}$. Vegetație sărăcăcioasă, ierburi, tufe, plante suculente, cactuși. Regiunile deșertului Sahara, interiorul Africii și Australiei, Patagonia etc.

Cs = *climat temperat cu valori secetoase*, temperatura lunii cea mai rece este între -3 și 18°C , prezentă în latitudinea mijlocie. Oscilațiile de temperatură sunt destul de mari, iar iernile sunt blânde. Vegetația este formată din păduri și tufișuri veșnic verzi, *ficus*, *Olea*, *Citrus*, *Amygdalus*, *Castanea*, *Laurus*, *Myrtus*. Se găsește într-o parte a litoralului Mării Mediterane, în sudul Africii, într-o parte din Irak și Iran, în marginea sudică a Australiei de vest.

Cw = *climat temperat cu iernile secetoase*, unde temperatura medie a lunii celei mai reci este situată între -3 și 18°C , caracteristic regimului musonic, este climatul podișurilor de la latitudinea de $20-40^{\circ}$. Vegetația este formată arbuști din *Macchia* și ierburi bine dezvoltate. Regiunile acestui climat sunt: o parte a Etiopiei, Rhodesiei, nordul Indiei, sudul Brasiliei, Paraguay etc.

Cf. = *climat temperat umed*, unde temperatura este aceeași ca în Cw dar, în plus, cu precipitații repartizate uniform; este climatul temperat, partea cea mai cultivată a Pământului, în regiuni ca: Europa Centrală și de Vest, America de Nord, sudul Australiei, Noua Zeelandă etc.

Df = *climat boreal cu iarnă rece și umedă*, cu veri călduroase, temperatura medie a lunii calde, sub -3°C, iar a celei mai reci 10°C. Predomină pădurile de fag, mesteacăn, conifere. Regiunea Alpilor, Carpaților, Balcanilor, Nord-Vestul Rusiei, Finlanda, Scandinavia, Asia-Mică, nordul SUA, sudul Canadei etc.

Dw = *climat boreal cu iarnă rece și secetoasă*, este clima continentală excesivă, cu temperaturi situate iarna între -3 și -50°C, iar vara este acoperită, ploioasă și noroioasă. Sunt frecvente inundațiile din cauza ploilor abundente. Vegetația pădurii de conifere de talie mare, se cultivă și cereale. Regiunile caracterizate de acest climat sunt: Siberia de Est și China de Nord.

Et = *climat rece, fără îngheț veșnic*, unde temperatura lunii celei mai calde este situată între 0-10°C, subsolul fiind înghețat. Nu cresc arbori ci doar ierburi, licheni și arbuști, respectiv vegetație de tundră, păsuni alpine precum cele din vecinătatea zăpezilor veșnice. Cuprinde regiunea litoralelor, zonele alpine ale Anzilor și Alpilor, podișul Boliviei și Tibetul, sub limita zăpezilor eterne.

Ef = *climatul rece cu îngheț veșnic* al zăpezilor și înghețului veșnic, cu temperatura sub 0°C în fiecare lună a anului, caracterizat de vijelii frecvente, climă aspră. Vegetația lipsește complet, fauna este sporadică și temporară. Regiunile sunt: Groenlanda, Antarctica, la peste 5000 m altitudine.

După clasificarea lui Koppen există categorii, clase, și zone. Pe hartă sunt reprezentate de pete mai mari sau mai mici de climă, potrivit arealului de răspândire a vegetației și a faunei. Conform conceptului acestuia, fiecare climă este reprezentată de un *grup de litere simbolice*, așezate în ordinea importanței climatice.

Astfel, formula climatică pentru București este D f a x, iar pentru Cluj este D f b x unde: Df = climă boreală cu ierni reci și umede; a = temperatura medie a lunii celei mai calde, 22°C; b = temperatura medie a lunii celei mai calde, 22°C, dar mai mult de 4 luni peste 10°C; x = maximul de precipitații, la sfârșitul primăverii și începutul verii.

Climatul continental și maritim (caracteristici)

Între climatul continental și maritim există deosebiri evidente din punct de vedere al regimului termic și pluviometric. Pentru exemplificare s-au analizat localități situate pe puncte foarte diferite ale globului, respectiv o localitate din nord-estul Siberiei, care se găsește într-un climat subarctic continental, iar o alta situată în sud-estul Groelandei, în același tip climatic, dar maritim. De asemenea s-a considerat o altă localitate situată în mijlocul Asiei, într-un climat continental temperat și o a doua, situată pe țărmurile vestice ale Islandei, într-un climat maritim temperat. Concluziile observațiilor au relevat valori comparative ale elementelor meteorologice pentru climatul maritim și continental. Dintre elementele observate amintim: temperatura celei mai calde luni, temperatura celei mai reci luni, temperatura mijlocie a anului, cantitatea medie anuală de precipitații (mm). Din aceste date s-au stabilit pentru fiecare tip de climat următoarele caracteristici:

- pentru climatul *continental*
 - vară excesiv de caldă, iarnă rece;
 - primăvară caldă, toamnă rece;
 - amplitudinea temperaturii aerului mare;
 - umezeala relativă scăzută;
 - nebulozitatea mică;
 - cantitatea maximă de precipitații vara;
 - vânt destul de intens, datorită asperității suprafeței pământului care mărește frecvența.
 - pentru climatul *maritim* sunt:
 - vară răcoroasă, Iarnă caldă;
 - primăvară răcoroasă, toamnă caldă;
 - temperatura aerului foarte mică, crește odată cu pătrunderea pe continent;
 - umezeală relativ mare;
 - nebulozitate mare;
 - cantitate maximă de precipitații toamna și vara;
 - cantitate mică de precipitații vara;
 - vânt mai slab, iar în apropierea țărmurilor se produc regulat brize.
- Producerea maximului de precipitații vara, în climatul continental nu este întotdeauna valabil. Dacă aerul maritim mai rece pătrunde pe uscatul mai cald, se înregistrează o cantitate mai mică de precipitații, deoarece aerul maritim fiind mai rece, în contact cu solul cald se îndepărtează de starea de saturatie. În zonele cu musoni, iarna cade o cantitate redusă de precipitații, predominând vânturile dinspre uscat, ceea ce împiedică pătrunderea pe continent a vaporilor de apă oceanică.

MICROCLIMA

Clima spațiilor mici prezintă variații foarte mari de la un loc la altul. Pentru agricultură este important, în special, studiul *straturilor de aer clin apropierea solului* care constituie în fapt spațiul de existență a plantelor. Spațiul microclimatic este considerat până la înălțimea de 2 m dar, în unele locuri, diferențele de microclimat sunt accentuate și depășesc 2 m. Datorită variațiilor mari a tipurilor de microclimat este foarte greu de realizat cartarea microclimatică după harti (cum ar fi, de exemplu, hărțile lui Koppen), în context folosindu-se aparate înregistratoare, la care se aplică calculele potrivite.

Obiectul și metodele microclimatologiei

In funcție de teritoriul asupra căruia se fac observațiile, climatologia se împarte în *macroclimatologie, mezoclimatologie și microclimatologie*.

Macroclimatologia, sau clima spațiilor întinse, se definește prin totalitatea observațiilor meteorologice și climatologice efectuate pe suprafața unui teritoriu întins. Însă, de cele mai multe ori, nevoile agricultorilor nu pot utiliza în bune condiții observațiile făcute pe teritoriu

întins, deoarece caracteristicile stratului vegetal de la sol până la înălțimea plantelor imprimă climei caracteristici diferite.

Microclima, sau clima spațiilor restrânse, cuprinde studiul climei regiunilor mici și a stratului de aer din imediata apropiere a suprafeței solului, existând microclima pădurii, a poienilor a orașelor etc.

Mezoclima, numită și clima locală, se încadrează între celelalte două tipuri de climă, și cuprinde clima unei regiuni restrânse, care diferă de macroclimă și nu prezintă micile variații caracteristice microclimei. *Microclima* se definește prin caracterul factorilor locali ce influențează direct elementele meteorologice. În ultima perioadă de timp, microclima a luat o mare dezvoltare, utilizând în rezolvarea problemelor metoda observației microclimatice efectuată în stratul de aer din imediata apropiere a suprafeței pământului. (H. Jones -1992). *Măsurările microclimatice* se fac cu și prin:

- aparatură specială, sensibilă și precisă;
- prin ridicarea microclimatică, adică observarea microclimei în același timp, într-o serie de puncte anterior alese, cuprinzând descrierea unor particularități ale elementelor meteorologice dintr-o regiune sau landschaft.
- prin *experiențe fizice* pentru măsurarea caracteristicilor fizice ale mediului cercetat (termoconductibilitate, căldură specifică etc);
- cu *barocamerele*, camerele de climă artificială care permit reproducerea unor fenomene fizice din atmosferă la scară mică, cercetând particularitățile acestor fenomene fizice.

Microclima suprafețelor lipsite de vegetație (stratul de aer de la sol)

Microclima stratului de aer de la sol cuprinde: bilanțul termic, repartitia vântului și a turbulentei, condițiile determinate de asperitatele scoarței (relieful), caracterul suprafeței subiacente. *Bilanțul termic* constituie schimbul de căldură dintre sol și straturile de aer situate deasupra solului. Bilanțul termic depinde de:

- albedoul suprafeței cercetate (cantitatea de radiații reflectate în raport cu cele primite pe unitatea de suprafață);
- densitatea căldurii specifică solului;
- evaporare, știut fiind faptul că în toate anotimpurile, exceptând iama, pierderile de căldură prin evaporare sunt mult mai mari decât cele câștigate prin condensarea vaporilor de apă.

Repartitia vântului și a turbulentei. Microclima este influențată de caracterul și intensitatea amestecului turbulent din apropierea solului, amestec care poate fi cauzat de o turbulentă dinamică sau termică. Turbulenta determină distribuția temperaturii și umezelii aerului. Iar distribuția vântului crește în intensitate odată cu înălțimea.

Relieful influențează microclima în funcție de natura lui, fiind diferit la munte, șes, câmpie, deal, pe pante sau văi.

Caracterul suprafeței subiacente. În general, pătura vegetală reduce încălzirea solului în timpul verii, iar stratul de zăpadă, iarna apără solul de o

răcire puternică, datorită efectului de radiație. Cercetările microclimatice au stabilit ca limita superioară a stratului activ să fie de 1,5 -2 m, întrucât la această înălțime, pe de o parte, se remarcă cele mai mari variații ale elementelor meteorologice, iar pe de o parte, la această înălțime încetează turbulentă termică.

Microclima suprafețelor acoperite de vegetație

In funcție de condițiile climatice locale, microclima poate fi *independentă* - determinată exclusiv de particularitățile suprafeței solului (landschaft) și, *dependentă* - caz în care, de exemplu, advecția aerului are un rol predominant, iar suprafața solului, un rol secundar.

Factorii care influențează microclima suprafețelor acoperite cu vegetație sunt, în general, următorii:

- *relieful* (podisuri, depresiuni, dealuri, şes, munte etc);
- *vegetația, stratul de zăpadă și orașele.*

Relieful exercită cea mai puternică influență asupra microclimei. Temperatura este repartizată neuniform pe versanți. Pe cei cu expoziție vestică, cantitatea de căldură primită este mult mai mare, iar temperatura este mult mai ridicată decât pe pantele estice. Pe *podisuri și depresiuni*, ziua se acumulează o cantitate mai mare de căldură decât pe versanți datorită amestecului turbulent intens. Noaptea, temperatura este mai scăzută în vale decât pe versanți datorită acumulării aerului rece în văi. In *nopțile senine* intr-o depresiune sau vale, prin răcire, aerul devine mai dens, pe fundul depresiunii producându-se o acumulare de aer rece, fenomen denumit „*gaură de frig*” (fig.42).

Se desprinde astfel o concluzie generală: cunoașterea acestor particularități orografice, permite să se ia unele măsuri de protecție a culturilor horticole și pepiniere și să se indice exact care este specia recomandată să fie cultivată. Astfel pe pante se pot face împăduriri, în văi se pot înființa anumite culturi, existând astfel posibilitatea înălțării apariției găurii de frig (fig.43). Asperitatele scoarței terestre

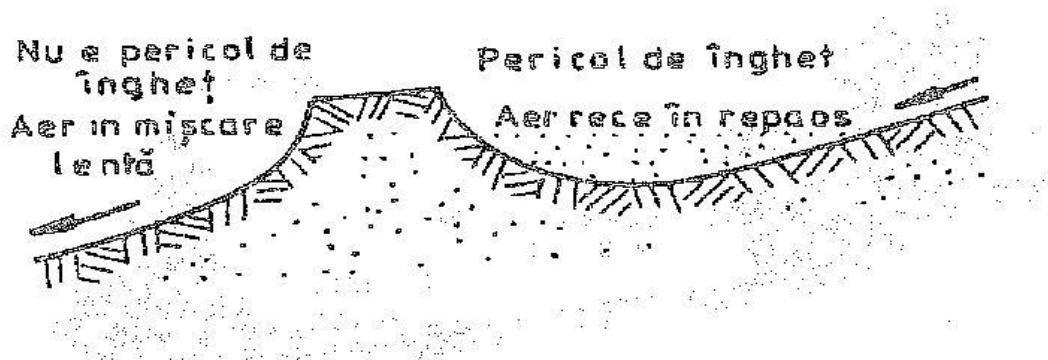


Fig.42. Formarea unei „găuri de frig”.

influențează mult vântul determinând formarea vârtejurilor, prin urmare o turbulentă complexă.

Precipitațiile au următorul regim: pe pantele expuse curentilor cad mai puține precipitații decât pe pantele adăpostite. Acest lucru este valabil

numai în ceea ce privește microclimatului, în cazul macroclimatului situația este inversă.

Vegetația imprimă microclimei anumite particularități, prezența vegetației făcându-se simțită asupra majorității elementelor meteorologice. Câteva exemple pot demonstra acest lucru. Astfel, iarba absoarbe mult mai multă energie solară în comparație cu soiul dezgolit (lipsit de iarbă), determinând creșterea umezelii prin reducerea procesului de evaporare.

Versant SE sau S sau SW

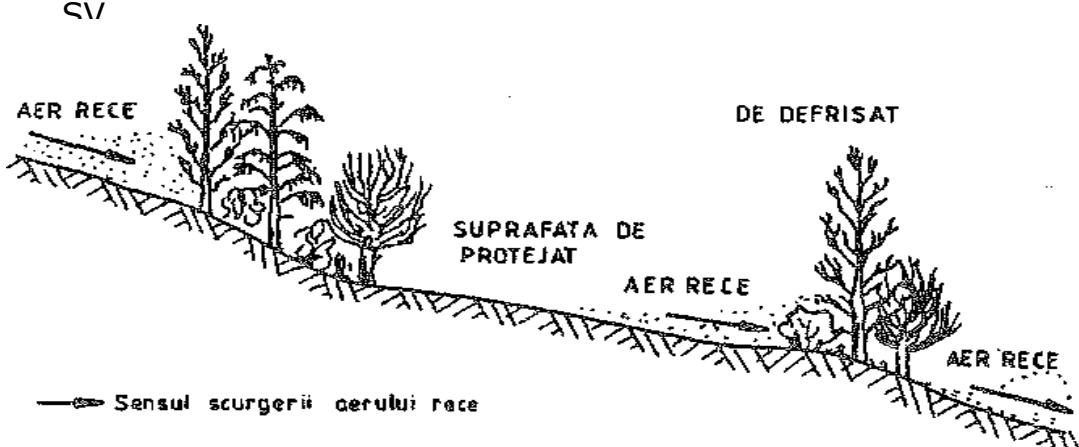


Fig43. Înlăturarea „găurii de frig” (E.Dragomirescu-1992)

Speciile forestiere formează două straturi active, deasupra coronamentului și la sol. Astfel, temperatura aerului deasupra coronamentului este mai ridicată ziua și mai coborâtă noaptea. Iarna, în pădure este mai暖 cu cca. 0,2°C decât în câmp deschis și vara invers. Viteza aerului este mai ridicată în pădure, atât datorită proceselor de evapotranspirație cât și faptului că pădurea reține 25-30 % din cantitatea de precipitații (pădurea tropicală chiar până la 60%). Stratul de zăpadă. La liziera pădurii se acumulează un strat de zăpadă mai mare decât în interiorul acesteia sau în câmp. Procesul de topire a zăpezii este mai lent în lizieră decât în câmp deschis, de aici rezultă că pădurea posedă o microclimă proprie.

Perdelele de protecție forestiere a culturilor agricole ameliorează condițiile microclimatice și pot înlătura eroziunea solului. Rolul principal al perdelelor de protecție este de-a apăra culturile de vânturile dăunătoare și de a ordona circuitul apei din aer și sol. Fenomenele de microclimă nedorite, dar care apar frecvent sunt:

- înghețul timpuriu de toamnă;
- înghețul târziu de primăvară.

Aceste fenomene pot fi prevenite prin fumigări ale zonelor în care se presupune că radiația este mai intensă. Stratul de zăpadă influențează puternic temperatura aerului, zăpada nepermittând răcirea solului, mai ales în condițiile radiației nocturne intense. Sub stratul de zăpadă înghețul este foarte redus sau poate lipsi.

Orașele, datorită caracterului lor industrial exercită o puternică influență asupra microclimei prin:

- reducerea intensității radiației solare în așezările urbane până la 20%
- temperatura aerului, este mai ridicată în oraș cu cca. 1°C decât în împrejurimi; datorită formării ceței, în orașe, înghețul de toamnă și primăvară se produce mai târziu decât în alte locuri;
- în zilele senine și calme, caracteristicile microclimatului din orașe sunt evidente;
 - temperatura în așezările urbane este mai ridicată, fapt pentru care, aici, umezeala relativă este mai scăzută decât în împrejurimi;
 - vara, datorită încălzirii, deasupra orașului se formează o mică depresiune barică, ce are rolul de a împrospăta mereu aerul orașelor;
 - precipitațiile pot fi mult mai mari deasupra orașelor; faptul se datorează atât nucleelor de condensare (pulbere, praf), cât și turbulenței ridicate.

Una dintre problemele practice ale microclimatologie este *modificarea climei după necesități*. Acest lucru se poate realiza în proporții reduse într-o clădire, seră, adăpost, etc. cu ajutorul unor instalații de climă artificială numite și instalații de condiționarea aerului. Sistemul prin care funcționează acestea sunt: filtrare, încălzire, răcire, ventilație, având posibilitatea de a utiliza și produce o gamă variată de condiții climatice, de la cele polare până la cele asemănătoare zonelor ecuatoriale. Climatele artificiale pot crea în orice loc de pe Pământ, Cosmos, adâncul apelor etc. condiții favorabile desfășurării vieții.

Reflexia de absorbție din seră diminuează uneori radiația solară până la 35 %, procent care poate să crească de la anotimp la anotimp, în funcție de orientarea zonei, de arhitectura serelor, geografia zonei etc. Astfel, pentru realizarea condițiilor corespunzătoare iluminatului serelor, în lunile de iarnă, ele trebuie orientate în direcție est-vest, cu unghiuri bune ale pantei acoperișurilor, iar pentru a sigura fotosinteza, în lunile cu mică intensitate a radiației solare este nevoie să se depășească valoarea de 100Wh/m². În schimb, în lunile de maximă iluminare, este necesară umbrarea interioarelor serei sau a greamurilor prin metode specifice. Microclima artificială, prin avantajele multiple prin care le asigură, este necesară pentru orice activitate umană.

CLIMA ROMÂNIEI

Situată între meridianele 20°15'44"E și 29°41 '24"E și între paralelele 43°37'07"N și 48°15'06"N, România se găsește într-o zonă temperată, în concluzie, clima țării noastre este de tipul *general continentală*.

Factorii care determină clima României

Aceștia sunt grupați în două categorii: *factori climatici generaliza* așezarea geografică, radiația solară și terestră, cantitatea de precipitații, circulația generală a aerului cu centrele de acțiune ale atmosferei) și *factorii climatici specifici* (locali) cum ar fi: relieful, fenomenul de Foen, Munții Apuseni și Marea Neagră.

Factorii generali:

Radiatia solară și temperatura determină o climă preponderent boreală (D), cu influențe aride (B) și temperate (C). Iernile sunt foarte reci iar verile, foarte calde. Anotimpurile de trecere, respectiv primăvara și vara, sunt foarte scurte deci, primăverile, din punct de vedere meteorologic, sunt mult mai scurte decât toamnele.

Cantitatea precipitațiilor în țara noastră, este mai mare la munte și, în general suficientă, în restul regiunilor țării.

Circulația aerului în țară este preponderent determinată de trei mari centri de acțiune:

- depresiunea islandică, cea care imprimă climei României cu caracter oceanic:

- anticiclronul Azoric și depresiunea Mediteraneană, care aduce influență mediteraneană climei țării noastre:

- anticiclronul Siberian, centrul Asiei-Centrale, care determină caracter continental climei României.

Factorii specifici (locali):

Relieful influențează clima României prin: *altitudine, configurația formelor de relief-* (cum ar fi: șesurile, dealurile, podișurile, depresiunile, munții, văile) și *expoziția versanților*. Astfel, influența Carpaților determină un caracter răcoros, dar fără zăpadă veșnică, determinând umiditate relativ ridicată, nebulozitate mare și multe precipitații. Varietatea reliefului influențează *circulația aerului*, așa încât în anotimpul rece avem invazie de aer rece din NE (Moldova, Dobrogea, Muntenia, Oltenia) și mai puțin în Transilvania, datorită lanțului Carpațic. Influența perioadei reci în Transilvania se simte doar în sudul țării datorită influenței Carpaților Meridionali.

Fenomenul Foen determină caracterul mai puțin ploios în NV, E, S și în centrul Transilvaniei, iar în Carpați imprimă un efect ploios.

Apusenii - efectul de foen este aici mai atenuat, dar influențează centrul Azoric și Mediteranean, determinând ploi, fapt care duce la un climat mai puțin răcoros.

Marea Neagră exercită un efect relativ redus asupra climei României, care se manifestă. În principal, prin moderarea temperaturii litoralului, fenomenul de brize și antibrize, ceată frecventă etc. Litoralul nu determină o climă ploioasă, ci una de stepă, aridă.

Elementele climatice

Radiatia solară este dependentă de: altitudine, regimul nefic (nori, ceteuri), condițiile meteorologice și de cele fizico-geografice.

- *Radiatia globală* este repartizată astfel: 128 kcal/cm² în S și SE, 115 kcal/cm² în V și E, 107 kcal/cm² în N și S și 100 kcal/cm² la altitudinea muntelui.

- *Sumele lunare ale acestora* sunt mai mici în luna decembrie (cca 3400 cal/cm² la Afumați); mari în iulie (cca. 18.800 cal/cm² tot la Afumați, când nebulozitatea este scăzută) și cca. 17.500 cal/cm², în iunie, când nebulozitatea este mare.

- *Media zilnică* variază între cea. 100 cal/cm² în decembrie și de cea. 600 cal/cm² în iulie.

- *Intensitatea radiației globale* atinge maximul în 21 iulie (ziua

solstițiului de vară), la amiază, fiind de 1,4 - 1,6 cca cal/cm²-min.

- *Variatia anuală a bilanțului radiativ este cuprinsă între 45-48 kcal/ cm² în sud și 38-40 kcal/cm² în nord, la altitudine de peste 2000 m, valoarea acestuia este negativă, aproape de zero, datorită zăpezilor persistente.*

- *Valorile lunare* - în perioada martie - octombrie sunt pozitive în nord iar în perioada februarie - noiembrie sunt negative în sud și sud-est. Pe toată durata anului, din cauza aerului impur, are loc creșterea cantității radiației difuze pe seama radiației directe.

Regimul termic are oscilații semnificative datorită caracterului boreal - continental al climei țării noastre (Gh. Piesa - 1968). Temperatura aerului prezintă diferențe de 3°C între sud și nord și de 1 °C între vest și est. Valoarea izotermei cea mai ridicată este de 11 °C în sud și sud-est, iar spre nord valoarea acesteia scade -în regiunile de deal și munte izotermă anuală de 0°C aflându-se la altitudinea de 2000 m în sud și de 1800 m în nord. Media anuală a temperaturii țării noastre este de 9,5°C.

Iarna, izotermele au 2°C pe litoral și -5°C în munți. În schimb, vara acestea variază între 22°C, în sudul țării, și 12,5°C, în regiunile muntoase. *Luna cea mai căldă* este iulie, când se ating 23°C în sudul țării (Bărăgan) și vestul țării și 14°C la Predeal. *Luna cea mai rece* este ianuarie, cu temperaturi de 0-1 °C la Mangalia și -8°C la Vatra - Dornei.

Media temperaturilor aerului variază între 20°C la munte și 26°C la câmpie. *Maxima absolută* a temperaturii aerului a atins 44,5°C - în anul 1951, în data de 10 august, la stația Ion-Sion din județul Brăila iar, *minima absolută*, de -38,5°C a fost înregistrată la Bod, județul Brașov în 1942, la 25 ianuarie. Primul îngheț variază în limite destul de largi, fiind calculată durată media a intervalului de zile fără îngheț, când temperatura este mai mare de 0°C.

Regimul hidrometric este dat de valoarea tensiunii vaporilor de apă și de umiditatea relativă. Media anuală a *tensiunii vaporilor de apă* este de 3-6 mmHg, în regiunea de munte, de 6-8 mmHg la deal și șes și de peste 9 mmHg, pe litoral. Iarna, tensiunea este de 2-4 mmHg iar, vara crește până la 8-9 mmHg la munte și 10-13 mmHg la câmpie, ca pe litoral să ajungă la 14-16 mmHg. *Umiditatea relativă anuală* este, la podiș, deal și șes de 70-75%, iar pe litoral și zonele alpine ajunge până la 95%. Iarna, umiditatea relativă este mare datorită temperaturii scăzute, în schimb, vara predomină umiditatea absolută, datorată temperaturilor ridicate și ploilor abundente. În fig.44 este prezentată raionarea climatică a României în funcție de umiditate.

Regimul nefic este determinat de *nebulozitate*, adică de durata

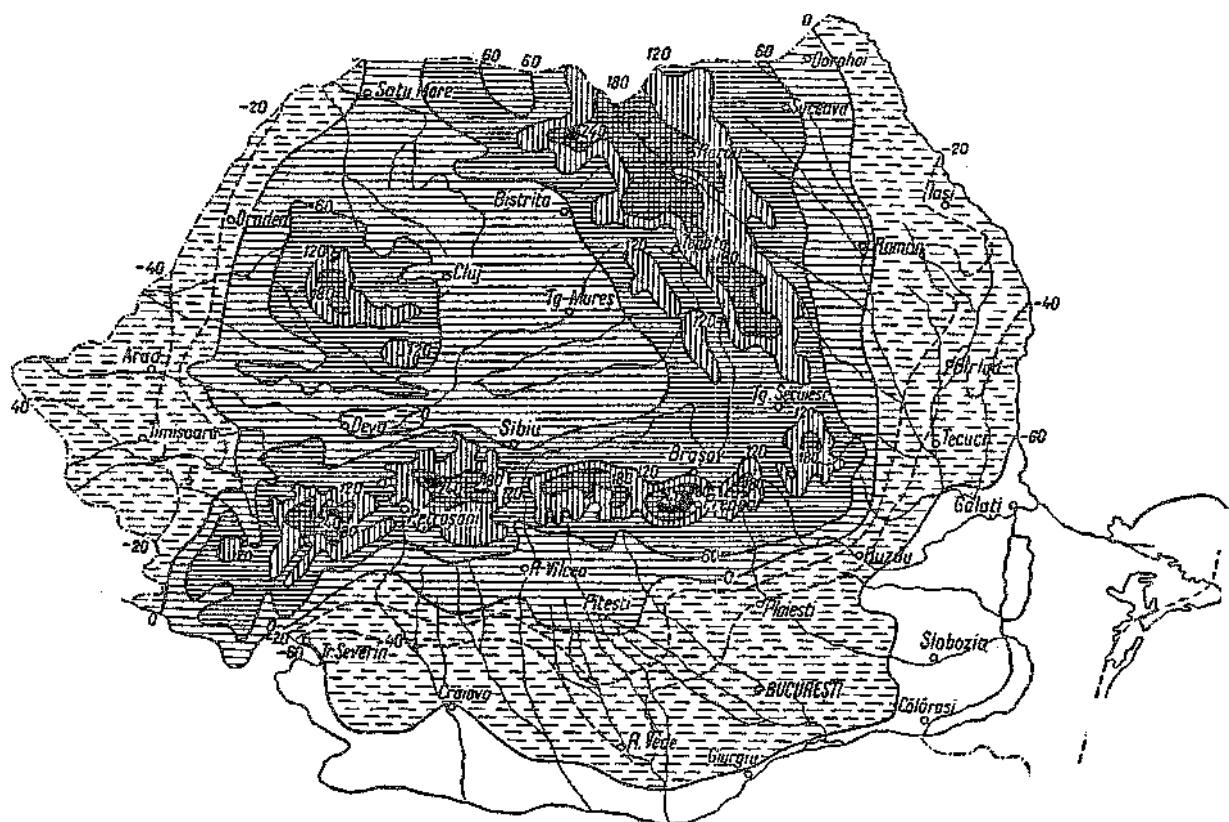


Fig.44. Raionarea climatică a României funcție de umiditate

de strălucire a Soarelui. Aceasta are valoarea sub 5, pe litoral și în sudul Olteniei și al Munteniei, și de 5,5 -6,5 în regiunea dealurilor și Câmpia Tisei. La munte, nebulozitatea este cea mai ridicată și înregistrează valoarea de 7, în luna august și valori peste 7, în luna decembrie. Media anuală a insolației efective este de 2250 - 3000 ore la câmpie și litoral și de 2000 - 2250 ore în restul regiunilor de câmpie, ca la munte să atingă 1400-1500 ore.

Regimul precipitațiilor - Din fig.45 se desprind izohietele anuale, de unde media anuală a precipitațiilor este de 638 mm, repartizată pe teritoriu în funcție de relief; - de la 250 mm, în Deltă, până la 1400 mm, în nordul Maramureșului. În cursul unui an, repartiția este neuniformă, lunile cele mai ploioase sunt mai-iunie iar cele mai secetoase, februarie - august.

Repartiția lunară a precipitațiilor înregistrează pe teritoriul României trei tipuri: *tipul ploilor de vară sau tipul continental* se regăsește în cea mai mare parte a țării, cu un maxim în Iunie și cu un minim în ianuarie sau februarie. *Tipul mediteranean*, cu un maxim principal în mai și un maxim secundar în octombrie, apoi un minim principal în februarie și unul secundar în august - septembrie. *Tipul de tranziție*, caracteristic vestului țării și litoralului (Oradea, Timișoara, Constanța), care atinge un maxim principal în iunie și unul secundar în toamnă sau la începutul iernii, apoi două minime în februarie - martie și în septembrie - octombrie.

Repartiția precipitațiilor în funcție de zonele de vegetație se prezintă astfel: - la stepă este de 250-500 mm, aici predominând vegetația ierboasă și arbustiferă; - la silvostepă 500-550 mm, aici vegetația fiind formată din stufăriș, ierburi, și grupe mici de arbori; - dealurile înalte cu 550-700 mm, fiind zona inferioară a pădurilor; - regiunea montană cu 700-1400 mm, aici fiind zona pădurilor mari și compacte, până la altitudine de 1600 m, cu vegetație compusă din arbori mici, ierburi, arbuști, licheni și mușchi. Cantitatea maximă de precipitații căzute în țara-noastră, în 24 de ore, s-a înregistrat la 29 august 1924, în Delta Dunării (localitatea Letea), cca. 690 mm de apă care au rezultat din ploi torrentiale.

Zăpada - durata medie a stratului de zăpadă este de 50 de zile în Transilvania și Moldova, de 40 de zile în Bărăgan și Câmpia Tisei, de 30 de zile pe litoral, de 100 de zile în regiunile munțioase și de peste 200 de zile pe vârfurile de mare altitudine. Primele ninsori apar în octombrie-decembrie, în funcție de latitudine, iar grosimea stratului de zăpadă atinge o medie de 70 cm în regiunile de sud-est și în zona munților.

Presiunea atmosferică - este mai mare la șes și mai mică la dea! și munte. Într-un an, este mai mare iarna și mai mică vara. Repartiția locală dă naștere la brize și vânturi locale, iar repartiția ei pe suprafețe întinse dă naștere la vânturile continentale.

Vânturile - Pe teritoriu! României predomină *vânturile dominante* și *vânturile locale*. Cele *dominante* sunt:

- *crivățul*, care bate în NE sau V și mai ales în SE în Muntenia și Moldova. Bate sporadic, în principal iarna și este un vânt uscat, rece și vijelios aducând geruri puternice și viscoliri de zăpadă. Vara este cald și uscat și are o intensitate mică. Acest vânt, iarna, transportă mase de aer rece care dau naștere la ninsori abundente și cu durată de câteva zile (8-10 zile);

- *nemira* este o ramificație a crivățului care bate în estul Transilvaniei, fiind un vânt rece, uscat și vijelios;

- *austrul* provine din Azore și bate în sud și sud-vest, atât vara cât și iama, transportând mase de aer calde și uscate. Popular se numește „*sărăcilă*”, iar când bate vara, usucă și distrugе tot;

- *coșava* este un vânt cald și secetos care bate dinspre sud-est, sud, sau sud-vest și este întâlnit la noi, mai ales în Banat;

- *vântul negru* este un vânt fierbinte și uscat întâlnit în Bărăgan și Dobrogea, fiind cunoscut ca un vânt aducător de secetă mare;

- *băltărețul* suflă în Muntenia dinspre sud-est aducând, în general, precipitații slabe;

- *vântul mare* este un vânt călduros care suflă dinspre munții Meridionali spre Transilvania, manifestând fenomenul de „foehn”. Primăvara acesta favorizează topirea zăpezilor.

Vânturile locale sunt determinate de: condițiile fizico-geografice dintre care, tipice sunt: brizele de mare-uscat și cele de vale-munte, caracterizate prin mișcarea lentă sau chiar prin staționarea maselor de aer.

Viteza vântului este repartizată astfel încât iarna, vitezele medii sunt mai mari decât vara. Viteza maximă la sol este de 20 - 50 m/s, la înălțimea girupei (8-10m de sol), viteza maximă este de 2-3 m/s. Viteza maximă a

vântului s-a înregistrat pe Vârful Omul și anume 43 m/s la înălțimea giruetei.

Zonele de climă ale României (după Koppen)

Acste zone cuprind cinci regiuni de climă, bine delimitate, fiecare cu diviziuni specifice.

I. Regiunea climei uscate cuprinde:

a) - stepele calde, sud-estice (Bs a x), din Bărăgan și Dobrogea;

b) - stepele reci, nordice (Bs b x), cuprind estul Moldovei și nordul țării.

Se caracterizează prin lipsa pădurilor, vegetație ierboasă fiind reprezentată de graminee, arbuști și grupe mici de arbori. În luna iulie începe perioada secetoasă, odată cu terminarea perioadei de vegetație a gramineelor.

II. Regiunea iernilor blânde cuprinde:

a) - veri foarte călduroase (Cf a x), în șesurile sud-vestice (Arad, Timișoara), sudul Olteniei, Valea Oltului, de-a lungul Dunării și în sudul și nord-vestul Dobrogei. Clima este favorabilă culturii orezului, bumbacului, tutunului și viței de vie;

b) - veri călduroase (Cf b x), întâlnite în regiunile deluroase din vestul Transilvaniei și nordul Olteniei, unde se cultivă vita-de-vie și pomi fructiferi (cais, prun, nuc, migdal și castan);

c) - climat mai excesiv (Cf c x), primat caracteristic zonei Munților Apuseni și a dealurilor din Banat, favorabilă pomilor fructiferi și a pădurilor de foioase.

III. Regiunea iernilor aspre și a verilor foarte calde (Df a x), cuprinde Câmpia Dunării (cu excepția Olteniei și a Bărăganului) și sudul Moldovei, regiune corespunzătoare culturii porumbului, legumelor și cerealele păioase.

IV. Regiune iernilor aspre și a verilor calde (Df b x), cuprinde centrul Transilvaniei, colinele și dealurile Munteniei și ale Moldovei. Atinge 200 m până la 500 m altitudine, zonă favorabilă culturii cerealelor, legumelor, cartofului, plantelor tehnice, pomilor fructiferi și a viței de vie.

V. Regiune iernilor reci și a verilor răcoroase sau a climatului montan, care cuprinde dealurile mai înalte de 500 m, precum și Munții Carpați:

a) - Zona fagului (500 -800 m): (Df b k), zonă cuprinsă în majoritate de pădure și foarte rar cultura plantelor cum ar fi: ovăz, secară, cartof, sau cea dintre pomi fructiferi ca mărul și prunul;

b) - Zona coniferelor (800-1000 m): (Df k'), zonă mult mai răcoroasă decât cea a fagului, favorabilă vegetației alpine și zootehniei alpine. Datorită precipitațiilor este bine dezvoltată vegetația păsunilor și a ierburiilor, ceea ce asigură baza furajeră a zootehniei;

c) - Zona coniferelor peste 1000 m: (Df c k'), cu păduri intense de conifere, până la 1600 m altitudine. Este prezentă vegetația alpină (tufe mici, ierburi, licheni, mușchi pe sol și pe stânci), fiind zonele superioare ale silviculturii și zootehniei.

Clima României este foarte variată în spațiu, aceasta fiind influențată, pe de-o parte de factorii constanti cum ar fi așezarea geografică și relieful, iar pe de altă parte de factorii variabili (fenomenele meteorologice) dar, nu în ultimul rând, de cele cinci centre de acțiune care imprimă caracterul mixt, oceanic - mediteranean - continental, predominant continental. Astfel, mersul vremii capătă un caracter temporar, caracteristic tipului de climă cu veri ploioase sau foarte ploioase. Aceste anomalii ale mersului vremii, de la an la an, nu reprezintă schimbări esențiale, ci numai oscilații mai mici sau mai mari.

Zonele climatice ale României (după St. Stoinescu)

Sistemul lui Koppen stă la baza raionării soiurilor și raselor de animale, dar pentru țara noastră acesta prezintă câteva deficiențe, printre care amintim: folosirea acelorași criterii, atât la zonarea în altitudine cât și în latitudine. Astfel, St. Stoinescu stabilește pentru țara noastră zone climatice reflectate mai mult pe verticală și condiționate de relieful nostru, stabilind următoarele tipuri de climă:

1 *Climatul continental - moderat*, întâlnit în centrul și vestul României, unde predomină curenții de aer din sud-vest și nord-vest, care aduc aer umed determinând umiditatea și nebulozitatea caracteristică, precum și cantitățile mari de precipitații.

2 *Climatul continental*, din Câmpia Română și o parte din Dobrogea, Podișul Getic, Podișul Moldovei și Subcarpați, caracteristic maselor de aer arctice din iarnă și aerului tropical din vară, determinând mai ales veri secetoase și uscate. Precipitațiile anuale sunt puține, cca. 400 mm vara, în averse, și iarna producând troiene de zăpadă.

3 *Climatul litoralului marin*, din estul Dobrogei și de-a lungul Mării Negre pe o fație de 25 km. Vara, aici sunt frecvente mișările descendente ale aerului, care determină timp frumos și precipitații puține, temperatura aerului atingând valori scăzute datorate influenței brizelor marine. Iarna, brizele împiedică scăderea excesivă a temperaturii aerului, regiunile fiind supuse viscolelor.

4. *Clima de munte*, de la 500 m altitudine în sus, caracterizată prin creșterea nebulozității și a frecvenței precipitațiilor, cu temperaturi medii lunare și anuale scăzute. Variațiile rapide ale temperaturii, presiunii etc. se datorează în principal altitudinii și se reflectă prin reprezentare pe harta climatică a unor izolinii dense în regiunile de munte.

Datorită factorilor constanți (relief, așezare geografică etc.) și a celor variabili (regim radiativ, mase de aer etc), clima României este foarte variată în spațiu. Apoi, datorită influenței preponderente a unuia dintre centrii de acțiune, mersul vremii din țară capătă, temporar, un aspect caracteristic. Astfel, verile ploioase sunt o manifestare a climei oceanice sub influența centrului de acțiune Icelandic. Anomalia semnificativă a mersului vremii pe teritoriul României, de la un la altul sau chiar de la o perioadă multianuală la alta (perioade marcate de încălzire sau răcire, de

perioade ploioase sau secetoase), nu sunt schimbări semnificative, esențiale, ci doar oscilații mai mari sau mai mici ale climei.

Pericolul unei crize climatice

Inainte de marea industrializare atmosfera conținea cca. 550 miliarde tone de carbon, sub formă de CO₂ în aer, adică cca. 280 părți per milion sau 0,028%. Odată cu anii 1850 începe era industrializării, conținutul de CO₂ crescând continuu, în atmosferă existând peste 700 giga tone carbon. Rata actuală anuală a creșterii emisiei totale de carbon continuă să se mențină peste 2%. Emisiile de carbon exprimate per cap de locuitor, de la un stat industrializat la altul, are variații de peste 20 de ori, care afectează serios orice strategie a climei și creează dispute între state. După M. Berea -2000, Statele Unite ating o emisie de carbon de 5,26 tone/cap de locuitor; Japonia 2,39 tone/cap de locuitor și India 0,24 tone/cap de locuitor.

Efectele emisiei de carbon se manifestă prin creșterea temperaturilor. Efectele directe ale emisiei de carbon par minime, în schimb cele indirecte, riscă să aducă schimbări esențiale în deceniile care vin (J. C. Duplessy, P. Morel-1990). Este deja cunoscut aşa numitul „efect de seră” care, în mediu, în biosferă se manifestă prin schimbări climatice cum ar fi: creșterea temperaturii, modificarea regimului precipitațiilor, modificarea geografic - glaciарă și schimbări în dinamica și structura ecosistemelor. Calculele estimează posibilitatea dublării conținutului de bioxid de carbon la fiecare 50 de ani care urmează. Temperatura biosferei ar urma să crească cu cca. 5°C. Vor avea loc și modificări chimice ale atmosferei, ale căror efecte vor fi frâname de inertie termică a oceanelor și ghețurilor polare.

Sunt și alte gaze, cum ar fi bioxidul de azot (NO₂), a cărui concentrație-în atmosferă crește îngrijorător, contribuind din ce în ce mai mult la efectul de seră. Este un produs de degradare naturală, care apare în ciclul azotului, în cantități din ce în ce mai mari, odată cu intensificarea aplicării îngrășămintelor cu azot. Alte gaze sunt: metanul, CH₄, hidrocarbura primară, compuși clorofluorocarbonați etc.

Astfel, s-au semnalat dereglații majore în climatul plantelor, încă la începutul anilor 1980, începând cu seceta persistentă care a provocat mari incendii pe glob. În alte zone de pe glob au fost, în schimb, prezente inundațiile. Amintim doar câteva catastrofe: în Australia au ars 350000 ha. de păduri; în centrul Pacificului, ploile au distrus o colonie de 17 milioane de păsări; în Botswana, de-a lungul graniței, mlaștinile râului Okovanga s-au redus cu 1/3 etc.

Toate marile catastrofe s-au asociat cu un fenomen meteorologic numit de spanioli „El Nino” (micul băiat), legat de numele lui Cristos, deoarece s-a declanșat în perioada Crăciunului cînd curentii calzi au pătruns în apele reci ale Coastelor Ecuatorului și Peru-ului. Acestea pot modifica o mare parte din clima Globului (P. Duplessy J.C. și Morel -2000). În anul 1996 s-a examinat fenomenul la computer și s-a ajuns la concluzia că nu numai „El Nino” este vinovat de aceste catastrofe ci și modificările semnificative din compoziția chimică a biosferei.

In ultima perioadă sunt abandonate regulile privind distribuția precipitațiilor. Schimbările de temperatură au condus în Africa, Europa, și alte zone, la răspândirea sechetei, fenomen simțit și în România, în ultimii 2-3 ani, înregistrându-se perioade lungi de secetă, care conduc la compromiterea agrosistemelor și a unor ecosisteme naturale. Specialiștii din țara noastră pun acest fenomen pe seama defrișării unor suprafețe mari de păduri și pomi, de peste 400.000 ha. în cca. 10 ani. Clima din țară a anului 1999 ne-a întărit convingerea că regimul pluviometric foarte bogat în unele zone (Banat, Mehedinți, Maramureș, Alba, Hunedoara, Bihor și alte zone din Moldova), este legat de puternica circulație de gaze dinspre Jugoslavia spre România, care au provocat încălziri puternice, prin efectul de seră, urmate de concentrări de apă cu valori pluviometrice abundente. Fenomenul a determinat la noi alunecări de teren și eroziuni fară precedent moartea a mii de oameni, distrugerea unui imens număr de gospodării și a unor segmente importante de ecosistem. Se pare că aceste dezastre din România se datorează pe de o parte războiului din Jugoslavia, care prin distrugerea întregii industrii chimice a acestei țări, a aruncat în aer sute de mii de tone de gaze toxice, iar pe de altă parte, datorită gospodăririi defectuoase a teritoriului țării, prin distrugerea pădurilor și plantațiilor de pomi și viță-de-vie de pe pante. Toate acestea au creat condiții propice pentru producerea unor mari dereglații ecologice.

Politicienii susțin că această încălzire nu reprezintă altceva decât o manifestare naturală. Însă, măsurările atmosferic conduce la concluzia existenței unei legături între atmosferă, oceane și alte elemente climatice ale biosferei. La întrebarea firească ce se ridică în context, respectiv *cum este efectul concentrației mari de CO₂ din atmosferă?*, computerul este cel care a răspuns prin observații directe, concluzionând existența clară a corelației între modificările climatice și conținutul de CO₂ sau alte gaze din atmosferă și că fenomenul, sau conținutul, va fi stopat prin intervenții energice și costisitoare.

Schimbările mai sus prezentate determină modificări fiziologice îndeosebi asupra metabolismului plantelor, animalelor și chiar a omului. Este demonstrat că, în condițiile de laborator, condiții bune de temperatură și umiditate (ușor mai ridicate), permit plantelor să crească mai repede și să producă o cantitate mai mare de biomasă. Acest lucru nu se confirmă în natură, în ecosisteme, unde temperatura arăturilor, ridicate, corelate cu optimul celorlalți factori, favorizează dezvoltarea insectelor și a bolilor în astfel încât parazitismul și concurența interspecifică vor avea efecte dezastruoase asupra plantelor.

In pădurile din Canada și Alsacia, anii calzi au determinat invazia de insecte, în pădurile de conifere din Canada semnalându-se invazia viermelui conurilor de molid, care provoacă mari pagube. Cresterea temperaturii numai cu cca. 3°C, ar putea produce 7200 miliarde de viermi de con, cantitate practic imposibil de combatut (după Bright C. -1997).

In perioada anilor 1990 existau preocupări privind efectele pe care le are răcirea și încălzirea masivă din ultimul secol, pe teritoriul României, în acest sens preocupările lui E. Niculescu -1993 sunt demne de remarcat.

La animale, temperaturile mari ar putea modifica raportul între sexe, la broasca testoasă temperaturile mai ridicate ar putea induce apariția mai

multor femele decât masculi, raportul dintre sexe poate fi modificat chiar până la amenințarea existenței speciei. Bright C. Indică faptul că apele Canadei s-ar putea încălzi cu 2°C până în 2070 ceea ce ar reduce speciile de vară de somon din Pacific, cu 50% și ar elibera toate speciile de iarnă, specia fiind forțată să-și modifice ruta pe care migrează normal (către Nord sau Marea Bering).

Circuitul apei în natură va dezvolta un volum mare de apă în precipitații, care nu va fi distribuit uniform, multe regiuni continentale pot deveni mai secetoase (mai ales cele lipsite de precipitații), iar altele umede, pot deveni și mai umede. Astfel, se creează dezechilibre mari care modifică decisiv structura și dinamica ecosistemelor, în general compoziția biosferei. Studii făcute în 1996 de CISC au stabilit că schimbările climei vor elibera 85% din zonele mlăștinoase existente în Grecia și Spania și că nivelul mediu global al mărilor s-a ridicat în secolul al XX-lea cu 18 cm față de secolul XIX-lea.

Toate fenomenele menționate nu trebuie neglijate; dimpotrivă, ele trebuie monitorizate, măsurate și mobilizate pentru a ie face față. Nu trebuie să uităm o clipă, după cum afirmă M. Berea - 2000, că viața noastră depinde de relația de întrepătrundere a trei elemente esențiale: apa, aerul și soiul, pe care-i numește triunghiul vieții.

Deci, pentru viitorul umanității solul este resursa care asigură în viitor elementele și energia necesară menținerii sistemelor economice. În anul 1981 suprafața de sol cultivată a fost de 732 milioane ha., ca în anul 1995 să scadă cu 7,6%, diferență explicată prin faptul că după anul 1981 începe o nouă eră agricolă, determinată de gradul ridicat al intensificării tehnologiilor agricole. Cel mai mare pericol pentru sol este însă, degradarea pădurilor, cauzată fie de tehnologizarea agriculturii, a activităților umane, fie de fenomenele naturale de erodare, salinizare, compactare, contaminare, înmlăștinare, deșertificare etc.

Dintr-un studiu realizat în anul 1991 de Națiunile Unite reiese că, de la sfârșitul celui de-al doilea Război Mondial și până în prezent cca. 38% din suprafața Globului (cca. 552 milioane hectare), a fost degradată de o administrare agricolă necorespunzătoare. Astfel, perspectiva unui viitor degradat ar trebui să reprezinte un serios semnal de alarmă pe care noi, trebuie să-i tragem tuturor responsabililor lumii, interesați de salvarea biosferei.

Problemele speciale ale agrometeorologiei

Inghetul, tipurile de inghet

Coborârea temperaturii aerului din imediata apropiere a soiului la 0°C sau sub această valoare în timpul vegetației plantelor se numește îngheț. Scăderea temperaturii suprafeței solului sub 0°C, în timp ce temperatura, la înălțimea de 1,8-2 m, rămâne superioară celei de 0°C, se numește îngheț la sol, acesta datorându-se, în principal, radiației nocturne a suprafeței subiacente.

Clasificarea înghețurilor:

I. După origine sunt:

a) - *înghețul de advecție* se datorează transportului de aer polar, rece,

cu temperatura sub 1°C, chiar și ziua. Este înghețul care are loc rar, dar este foarte periculos pentru că invadează suprafețe mari și provoacă daune;

b) - *înghețul de radiație* este un îngheț local, care se formează în noptile senine și liniștite, datorită răciorii prin radiație a suprafeței solului, fiind mai puțin periculos din cauza întinderii mici;

c) - *înghețul mixt* are loc în urma Invaziei maselor de aer reci cu temperaturi de 5 -15 °C din nordul Europei. Aerul răcoros se datorează condițiilor favorabile înghețului cum ar fi: aer calm, uscat, cer senin, care duc la răcirea nocturnă prin radiație. Se poate extinde pe suprafețe mari, fiind păgubos.

Înghețurile pot avea caracter *microclimatic* sau *macroclimatic*. Aerul răcoros și uscat, timpul calm și cerul senin imprimă caracter macroclimatic înghețului. Pe un spațiu restrâns, în aceeași noapte, pe unele suprafețe înghețul este intens, iar pe altele este atenuat sau chiar lipsește. De aici rezultă caracterul microclimatic al înghețului radiativ, deoarece răcorea prin radiație nocturnă este cea mai intensă în apropierea solului.

II. După *intensitate* sunt: *înghețuri slabе* când temperatura minimă este între 0 - 2°C; *intense* între -2°C - 4°C. și *foarte intense* peste -40°C. Iarna, datorită stării de repaus și a protecției zăpezii, vegetația rezistă relativ ușor înghețului. Primăvara în schimb, vegetația fiind activă, plantele sunt mult mai sensibile la îngheț.

a) - *înghețul târziu* este destul de frecvent și apare prin creșterea și scăderea alternativă a temperaturii. Înghețurile din martie - aprilie produc pagube numai în cazul când vegetația a pornit în dezvoltare prea timpuriu. Cel mai periculos îngheț este cel din mai, datorită stării avansate de dezvoltare a plantelor, probabilitatea înghețului apărând în primele zile ale lunii, fiind perioada critică pentru vegetație. În acest caz suferă toate plantele, dar mai ales legumele, pomii fructiferi și viața de vie;

b) - *înghețurile timpurii* sunt mai puțin periculoase fiindcă până la apariția lor majoritatea plantelor își termină perioada de vegetație, iar semănăturile de toamnă sunt rezistente la asemenea înghețuri.

După o iarnă blândă, probabilitatea înghețului târziu este mal mare fiind și înghețurile cel mal aspre, datorită faptului că vegetația este prea dezvoltată din cauza Iernii blânde și a desprimăvărării timpurii. Pe hărțile sinoptice prevederea înghețului poate apărea sigur pentru perioade scurte de 1 - 3 zile. Prezentăm mai jos condițiile care pot favoriza apariția înghețului și care-i pot exclude.

Temperatura aerului, a solului, lumina, valorile umidității, stratul de zăpadă (cu diferite grosimi protectoare sau dăunătoare), cristalele de gheață etc, sunt factori puternic implicați în rezistența la ger și în capacitatea de iernare a plantelor (Gh. Bandici - 2001). Același autor susține nevoia de temperaturi joase, numite *temperaturi joase pozitive*, la unele specii, pentru dezvoltarea organelor de reproducere, cu rol în ieșirea din repaus a mugurilor și a semințelor, deci pentru postmaturația semințelor.

Condițiile care contribuie la apariția înghețului sunt: temperatura coborâtă, umiditatea scăzută, aerul curat, calmul atmosferic, nebulozitatea

mică, structura afânată a solului, terenurile depresionare „găurile de frig”, vegetația ierboasă densă, evaporarea intensă.

Condițiile care exclud înghețul sunt: temperatura ridicată, umiditatea mare, aerul poluat, vântul, vremea cețoasă, nebulozitatea mare (cerul noros), sol mai puțin afânat, terenurile înclinate, vegetația arborescentă înaltă, evapotranspirația mică.

Prevenirea înghețului

A preveni înghețul înseamnă a lua măsuri eficiente care reduc la minim pericolul de îngheț. Acestea pot fi: înlăturarea „găurilor de frig”, cultivarea plantelor sensibile pe terenuri ferite de pericolul de îngheț, evitarea plantării sau însămânțării plantelor sensibile în zonele cu „găuri de frig” inevitabile, agrotehnica potrivită, plantarea răsadurilor cu întârziere și dezgroparea timpurie a viței de vie.

- *înlăturarea „gărilor de frig”* reduce sau exclude acumularea aerului rece pe suprafața culturii, acest lucru este posibil prin: scurgerea aerului rece de pe parcela de protejat, plantarea perdelelor vegetale, construirea gardului compact, înființarea digului de pământ, săparea canalului de scurgere. Astfel se ameliorează regimul termic, creându-se condiții mai bune plantelor termofile.

- *Cultivarea plantelor sensibile pe terenuri ferite de îngheț* se face având în vedere condițiile de macroclimat și de microclimat a regiunii, deci plantarea plantelor termofile pe terenuri care exclud pericolul de îngheț. Plantarea pomilor și a viței de vie pe terenuri potrivite, iar plantele sensibile trebuie cultivate pe versanti sud-estici, sudici, și sud-vestici (vezi fig. 43 cu privire la înlăturarea „găurii de frig”).

- *Evitarea plantării sau însămânțării plantelor sensibile în „găuri de frig”,* în depresiuni adânci, fundul văilor, terenuri prea reci.

- *Agrotehnica potrivită* constă în administrarea proporțională a îngrășămintelor NPK, afânarea solului, distrugerea buruienilor, care, toate duc la crearea unui regim geotermic ce reduce la minim pericolul de îngheț.

- *Plantarea răsadurilor cu întârziere* pentru a trece perioada cu cea mai mare posibilitate de îngheț.

- *Dezgropatul timpuriu al viței de vie* pentru a-i întârzi dezmuguritul. Este cunoscut că mugurii se dezvoltă mai bine în sol decât în aer, solul fiind mai cald. Dacă vița-de-vie se dezgroapă timpuriu, dezmugurirea și formarea primelor frunze au loc cu întârziere, deci într-o perioadă când plantele sunt mai puțin periclitate sau expuse pericolului.

Combaterea înghețului, metode de combatere

Combaterea înghețului constă în măsurile care se iau și prin care se urmărește atenuarea răcirii nocturne. Metodele de combatere ar fi:

- încălzirea solului și a aerului, fumigația și producerea cetei artificiale (brichete fumigen, utilizarea aparatelor generatoare de aerosoli);

- irigarea prin aspersiune și submersie;
- amestecarea aerului prin ventilație;
- adăposturi (răsaduri și sere, adăposturi temporare, folia, perdelele de protecție).

- **încălzirea** este o metodă eficace și sigură, dar și costisitoare. Poate fi asigurată prin: încălzirea solului cu abur și apă caldă care pot trece prin țevi la adâncimea de 30°C - 50 cm, încălzirea apei cu 15°C - 20°C crește temperatura solului cu 4°C - 5°C.

- **încălzirea aerului** se face folosind soluții emițătoare de radicali infraroșii sau combustibili solizi (lemn, huilă, cocs, turbă) arși în sobe sau grămezi aşezate pe sol. Cu ocazia încălzirii iau naștere curenți ascendenți locali, care fac ca temperatura aerului să scadă cu 2°C - 5°C. Datorită inversiunii, stratul de aer încălzit este ceva mai rece decât aerul la peste 10 m și astfel aerul încălzit rămâne pe terenul protejat. Încălzirea este eficace pe timp calm, fără vânt, deoarece aerul暖 se deplasează pe terenul de protejat astfel, chiar vântul atenuează sau exclude înghețul.

- **Fumigația și producerea cetei artificiale** prin generarea păturii protectoare de aerosoli. Prin aerosol înțelegem sistemul dispersat a cărui fază continuă a constituit un corp gazos. *Aerosolul cu fază dispersată lichidă* se numește ceață, iar cea cu fază dispersată solidă se numește fum. Fumigația este o metodă ieftină și eficace frecventă, prin care se generează acești complecși și duc la protejarea culturilor prin următoarele efecte: - *ecranul protector* atenuează radiația efectivă, arderea materiilor fumigene încălzind aerul.

- **Grămadă fumigenă** este formată din reziduuri ieftine (paie, vreascuri etc.) care se aşează în jurul unui par bătut. În noaptea în care înghețul poate apărea se aprind toate grămezile primare, fumigația ridicând temperatura cu 1°C - 2°C în spațiul protejat. Schema unei grămezi fumigene în secțiune verticală este redată în **fig.46**. Metoda nu este eficace dacă temperatura scade sub -4 °C sau viteza vântului este mai mare de 4 m/s. Pentru formarea grămezi fumigene

se mai folosesc: rumeguș, brichete fumigene diferite, substanțe chimice (praful de var, clorură de amoniu, etc). *Brichetele* de 1,8kg, în număr de

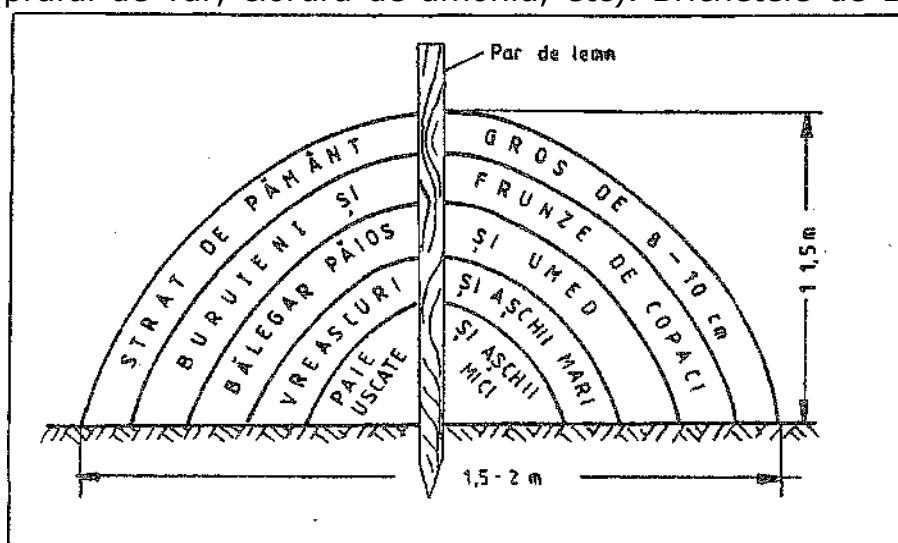


Fig.45. Straturile unei grămezi fumigene, (secțiune verticală)

12 -15 bucăți la hecitar pot fi amplasate pe sol și folosite în combinație cu grămezile fumigene.

- *Aparatele producătoare de aerosoli* produc fumul cu caracter de ceată, pe bază de sulfat de amoniu prin combinarea bisulfitului cu amoniacul. Un astfel de generator emite fum suficient pentru o suprafață de 400 ha. Dacă arderea este prea intensă, metoda devine dăunătoare sau, în cel mai bun caz, inutilă. Insuccesele se datorează, fie amplasării nepotrivite, fie arderii prea rapide a grămezilor.

- *Irigarea prin aspersiune* se poate aplica preventiv sau în mod curent. Aplicarea preventivă constă în irigarea soiului (pe care sunt plante de talie mică), dacă înghețul urmează peste 1-2 zile, făcându-se în orele cele mai calde ale zilei, pentru ca solul să poată înmagazina apă și în acest fel și conductibilitatea calorică este mai bună și capacitatea radiativă mai mică decât cea a solului uscat. Metoda este recomandată pentru înghețurile din aprilie - mai, dacă temperatura nu coboară sub -3°C și nu durează mai mult de 3 - 4 zile, continuu. Irigarea prea îndelungată produce un bilanț negativ datorită evaporării. *Irigarea curativă* se aplică la plantele cu talie mică dacă temperatura coboară sub -3°C și se începe în momentul când temperatura aerului coboară la 0°C. Irigarea are ca rezultat creșterea umidității aerului care determină ridicare punctului de rouă, micșorând radiația nocturnă, contribuind la atenuarea înghețului. Metoda este mai ieftină decât combaterea prin încălzire.

- *Irigarea prin submersie* se aplică tot la plantele de talie mică (ex. legumele), pe teren orizontal, plantele suportă submersia de câteva zile și cantitățile de apă pot fi evacuate în timp scurt. În această situație apa nu se răcește până la punctul de îngheț sau îngheță numai în stratul superficial, astfel plantele sunt protejate de către stratul de apă care le acoperă.

- *Amestecare aerului prin ventilație*. Noaptea face să se opreasă inversiunea de temperatură, amestecându-se aerul rece cu cel cald, reducând înghețul la minim. Metoda cere instalații mecanice speciale, elicoptere, ventilatoare și mare consum de combustibil. Eficiența economică este discutabilă, rezultatele nu sunt proporționale cu prețul de cost al instalațiilor și combustibilului folosit.

- *Adăpostirea* împiedică răcirea plantelor și a solului sau poate produce chiar încălzirea lui. *Răsadurile și serele sunt adăposturi permanente*, care asigură protecția totală a culturilor, în fața înghețului. Ele sunt mai mult transparente pentru partea vizibilă a spectrului și opace pentru radiațiile infraroșii. Astfel prin menținerea spectrului calorific ele își păstrează căldura înmagazinată datorită „efectului de seră”. Sunt și *adăposturi temporare*, care pot fi de forme diferite: foi, plăci, pături, conuri, fân, pai, hârtie, trestie, rogoz, crengi, carton, pânză de iută, sticlă, mase plastice. Oricum ar fi, metoda de acoperire și protecția plantelor este cu atât mai perfectă, cu cât stratul protector este mai gros. Surplusul de temperatură atinge 1 - 3°C la ecrane fără închidere laterală și cu 5 - 6°C la dispozitivele de acoperire închisă.

- *Folia de masă plastică* este transparentă nu numai pentru radiațiile din spectrul optic, ci și pentru cele din spectrul calorific. Transparenta față de radiațiile luminoase - vizibile este avantajoasă deoarece asigură iluminarea mai intensă a vegetației. Se recomandă pentru menținerea căldurii folosirea

combinată a foliei de mase plastice și acoperirea foliei cu rogojini.

- *Perdelele de protecție* sunt formate din plantații forestiere amplasate astfel ca să aibă orientare perpendiculară pe direcția vântului, iar pe pantă să ocupe loc în amonte de cultură. Protecția împotriva înghețului este cu atât mai eficace cu cât compoziția perdelei este mai perfectă, iar dispoziția este făcută spre zenit.

Rezistența plantelor la îngheț

Înghețul de scurtă durată, de circa 1 oră nu este dăunător, chiar dacă este de mare intensitate, dacă acesta se produce încet. Însă, de cele mai multe ori înghețul este foarte dăunător, chiar dacă este slab, plantele suferind mai tare de înghețul slab dar de lungă durată, decât de cel de scurtă durată. Sensibilitatea, afecțiunea și, deci, rezistența plantelor la îngheț depinde de: specie, soi, călire și fază de vegetație. Deci rezistența și sensibilitatea variază în funcție de faza de dezvoltare a plantei. Temperatura care produce vătămări, respectiv distrugerea plantelor se numește *temperatură critică fiziologică*.

Există o limită a rezistenței unor specii de plante sau a unor organe, în diferite faze de dezvoltare, de exemplu: frunzele salatei rezistă până la -6°C, în schimb mugurii florali ai unor pomi fructiferi rezistă doar până la -2°C. Bobocii rezistă chiar până la -4°C dacă această temperatură este de scurtă durată. La viața-de-vie frunzele, însă, pot fi distruse chiar la -2°C, iar mugurii florali la -0,5°C. În faza de înflorire plantele pot fi distruse începând chiar cu +1°C.

După limita de rezistență a plantelor la îngheț, ele se pot clasifica astfel:

-*plante foarte rezistente* care, pentru răsărire, rezistă la temperaturi cuprinse între -7°C până la -10°C, pentru înflorire o temperatură de -1°C până la -3°C, iar pentru coacere de -2°C până la -4°C. Dintre acestea fac parte; grâul de toamnă, ovăzul, orzul, mazărea, varza timpurie etc;

-*plante rezistente* care rezistă la temperaturi cuprinse între -5 până la -8 la răsărire, de -2°C până la -3°C pentru înflorire și de la -3°C până la -4°C pentru coacere. Plante rezistente la îngheț sunt; lupinul, bobul, floarea-soarelui, plantele textile, sfedla de zahăr și furajeră, salata, morcovul etc;

- *plante cu rezistență mijlocie* adică cele care rezistă la o temperatură pentru rasarirea semintelor cuprinsă între -3°C și -5°C, pentru înflorire între -1°C și -3°C, iar pentru coacere de ~2°C. Din această grupă fac parte următoarele specii: lupinul, soia, gulia, conopida, unele rădăcinoase etc;

-*slab rezistente la îngheț* care pot răsări la -2°C, -3°C, înfloresc la -1 °C și se coc la -2°C, -3°C. Amintim la această grupă ierburile pentru furaje, cartoful, porumbul, dintre pomii fructiferi caisul, piersicul, migdalul, iar dintre arbuștii fructiferi, coacăzul, zmeurul, căpșunul etc;

-*plante nerezistente* care au o limită de răsărire cuprinsă între 0°C și -1°C, o limită a înfloritului de -0,5°C până la -1°C și de coacere de -0,5°C până la -2°C. În această grupă putem enumera următoarele plante de

cultură; orezul, fasolea, bumbacul, castravetele, dovleceii, ardeiul, vinetele, tomatele, arahidele, tutunul, vița-de-vie etc.

CREȘTEREA ȘI DEZVOLTAREA PLANTELOR ÎN CORELAȚIE CU FENOMENELE METEOROLOGICE

Noțiuni de fenologie

Fenologia este știința care studiază limita dintre meteorologie și biologie cercetând cauzalitatea fazelor de evoluție precum și alte fenomene fiziologice care au loc cu o anumită periodicitate și în strânsă corelație cu condițiile meteorologice. Sub acest raport fenologia cuprinde două ramuri principale: fitofenologia și zoofenologia.

Fitofenologia sau fenologia plantelor studiază relațiile dintre fazele de dezvoltare ale plantelor și condițiile de climă. În cursul fazelor de vegetație planta trece printr-o serie de modificări de ordin morfologic și fiziologic datorate stadiilor de dezvoltare prin care planta este obligată să treacă. Acestea se mai numesc și faze de vegetație, faze fenologice sau fenofaze și depind în primul rând de mersul vremii (/. Burzo -1999). Fenofazele pot fi observate de specialiști ochiometric pe baza aspectului morfologic al plantei, aspect specific fiecărei faze de dezvoltare și creștere a ei.

Evoluția plantelor, procesele de creștere și dezvoltare a lor în dependență de factorii meteorologici este prezentată detailat de M. Zăpărțan - 2001.

Fenofazele plantelor agricole și horticole se cercetează în același timp cu anumite măsuri agrofitotehnice aplicate, cum ar fi: - efectuarea lucrărilor agrotehnice, aplicarea îngrășămintelor, aplicarea tratamentelor fitosanitare, etc., astfel această știință, *fonologia plantelor de cultură*, are legături cu alte științe ca: agrotehnica, fitotehnia și protecția plantelor. Cercetările și observațiile fitofenologice la culturile agricole și horticole se efectuează la un număr exact de plante tipice, pe același parcele și de regulă în prima jumătate a zilelor pare ale lunii. Acestea sunt date calendaristice ale începerii și terminării, în același timp, a fenofazelor a lucrărilor agrotehnice precum și a apariției unor boli. Astfel examinarea generală cuprinde următoarele etape:

- observarea la începutul fenofazei, când apare la 10% din plantele alese pentru observație;
- apariția în masă, când apare la 50% din lotul de plante;
- sfârșitul fenofazei, când apare la 75% din plantele luate în studiu;
- durată unei fenofaze, interval de timp din momentul apariției ei în masă până la apariția în masă a următoarei faze.

In general, ordine operațiilor de efectuare a observațiilor sunt: germinarea (încolțirea), răsăritirea, apariția primelor frunze, înfrățirea (apariția paniculului), și alungirea paiului, aceasta în cazul gramineelor și porumbului. La viața de vie ordinea observațiilor este următoarea: -plânsul,

înmuguritul, dez muguritul, formarea primei frunzei, formarea frunzei a treia. La pomii fructiferi ordinea observațiilor este următoarea: înmuguritul, dez muguritul, formarea și creșterea lăstarilor, coacerea lemnului, îngălbirea frunzelor și căderea lor.

Măsurările biometrice care se fac pentru aprecierea stării de vegetație a culturilor sunt: - determinarea densității plantelor (numărul lor pe metru pătrat); - măsurători biometrice propriu-zise (înălțimea plantei, diametrul tulipinii, diametrul capitalului, lungimea rădăcinilor); - determinarea elementelor de recoltă (înmugurirea, daune produse de condițiile nefavorabile, boli și dăunători), toate acestea duc la estimarea stării de vegetație prin bonitarea culturii, la stabilirea potențialului biologic al producției și analiza biologică a recoltei.

Toate modificările calitative ale plantelor, coordonate genetic, care determină filogenia speciilor și care conduc la înmulțirea lor sunt sub controlul permanent a factorilor ambientali, omul putând interveni rațional și exact pentru dirijarea și influențarea lor.

Procesele de dezvoltare din plantă au loc paralel cu cele ale creșterii, momentul culminant fiind formarea organelor de reproducere.

Factorii mediului ambiant au acțiune inductivă, deci astăzi numita inducție florală are loc sub acțiunea factorilor ambianți care determină modificări biochimice în plantă determinând înfloritul (*M. Trifu, I. Bărbat - 1973*). Acești factori ambianți inductivi sunt: temperatura coborâtă și ridicată (ex. grâul și bulboasele florifere), fotoperioade scurte sau lungi (loboda și porumbul).

Recepția factorilor ambianți diferă. De exemplu, temperatura este recepționată direct de meristem, în timp ce durată fotoperioadei este recepționată de frunzele mediu maturizate. Acești factori induc activitatea stimulilor chimici care influențează aparatul genetic, determinând înfloritul. Creșterea capacitatei de înflorire sub acțiunea temperaturilor coborâte sau pozitive se numește vernalizare. Procesul prezintă o curiozitate prin faptul că inducția florală se face în perioada rece a anului, iar efectul acestora manifestat prin înflorit are loc în anotimpul cald. Atât vernalizarea cât și repausul mugurilor sunt două manifestări determinate de factorii ambientali. Temperatura optimă pentru vernalizare este similară cu cea pentru inducerea repausului mugurilor sau cu cea de aclimatizare la temperaturi coborâte. În funcție de răspunsul plantelor la temperaturile termoinductive, plantele se clasifică în: plante care au nevoie obligatorie de vernalizare; plante fără expresie la vernalizare și plante indiferente.

Procesul prin care plantele dobândesc capacitate de înflorire, în urma tratamentului cu temperaturi ridicate se numește *termoperiodism*.

Creșterea plantelor este un proces morfologic, fiziolitic și biochimic complex, care se realizează în mai multe faze sau etape, de la germinare și până la moartea plantelor, fiind influențate de factorii meteorologici. Fenologia este știința care studiază etapele procesului de creștere și dezvoltare a plantelor sub influența factorilor meteorologici.

Procesul de creștere și maturare se urmărește cu ajutorul unor indicatori ca: germinația, răsăritul, înfloritul, înfrățirea, umflarea mugurilor, căderea petalelor, maturitatea în lapte, maturitatea deplină, îngălbirea și

căderea frunzelor etc. Ritmul parcurgerii acestor etape este influențat de factori externi, dintre care rol esențial îl are temperatura. Aceste faze pot fi parcuse numai în condițiile unei valori minime a pragului termic și desfășurarea în condiții bune se realizează doar la valori optime ale acestui parametru. Minimul și optimul de temperatură variază funcție de specie și soi.

Toți factorii ambianți influențează direct asupra proceselor de creștere. Seceta poate grăbi ritmul de desfășurare a fenofazelor scurtând perioada de creștere și maturare, deci factorii ambianți au o influență hotărâtoare asupra momentului de inițiere a unei fenofaze și asupra duratei acesteia.

Cele mai importante faze din viața plantelor sunt: tinerețea, maturitatea și senescența, fiecare desfășurându-se în mai multe etape. Trecerea de la o fenofază la alta se face prin acumulări calitative și cantitative, durată lor fiind programată genetic. Activitatea genelor și formarea ARNm este determinată de factorii externi, nu se știe însă care este „ceasul biologic”, care declanșează trecerea de la o fază la alta și parcurgerea acestora într-o perioadă de timp caracteristică pentru o specie sau chiar pentru un soi.

Natură fazelor fenologice se face în funcție de autor cu cifre sau litere. Noi prezentăm, clasificarea cerealelor, notare cu cifre de la 1 la 11. Astfel: 1 = răsăritul; 2 = începutul înfloritului; 3 = înfrățitul; 4 = sfârșitul înfrățitului; 5 = începutul alungirii pâiului; 6 = apariția primului nod; 7 = apariția nodului al doilea; 8 = apariția ultimei frunze; 9-10 = ligula vizibilă (10.1 = teacă desfăcută; 10.2. = 1/4 încipăt; 10.3 = 1/2 încipăt; 10.4. - 3/4 încipăt; 10.5 - toate spicile ieșite din teacă; 10.5.1. = începutul înfloritului; 10.5.2. = înfloritul mijlocului spicului 10..5.3. = sfârșitul înfloritului; 10.5.4. = formarea cariopselor; 11 = maturarea cariopselor; 11.1 = în lapte; 11.2. = în ceară; 11.3. = în pârg; 11.4. = deplină). Pentru pomii fructiferi și mugurii florali se notează cu litere, astfel: A = muguri de iarnă (repaus); B = umflarea mugurilor; C = apariția sepalelor (dezmuguritul); D = apariția petalelor; E = apariția staminelor; F = înflorirea; G = cădere petalelor; H = formarea fructului; I = fruct Tânăr; J = fruct matur.

Creșterea plantelor este influențată de factorii externi ca: temperatură, lumină, umiditate, substanțe minerale și oxigenul din sol, dar în corelație strânsă cu factorii interni reprezentați de substanțele hormonale endogene și substanțele de tipul vitaminelor. După Bandici Gh. - 2001, mecanismul creșterii plantelor este un proces fiziologic și biochimic complex, în dependență de acțiunea factorilor de mediu din sezonul sau anul respectiv. După aceiași autor ritmul de creștere ai plantelor este puternic dependent de aşa numitul *ritm sezonier*, care este influențat și de factorii de mediu externi, ritmul creșterii diurne fiind determinat de alternanța zilei și nopții. Dacă temperatura nu scade sub anumite limite, spune Bandici, creșterea în lungime este mai intensă noaptea decât ziua. Primăvara în schimb, ritmul de creștere este mai intens ziua.

Starea de vegetație a culturilor

Intârzierea fazei de vegetație în raport cu localitatea de referință se poate calcula cu ajutorul formulei:

$I = 4(Dj + DH)/100$: unde I = întârziere exprimată în zile, D = diferența de latitudine exprimată în grade, DH = diferența de altitudine exprimată în metri.

Pe baza observațiilor de fenologie și a determinărilor biometrice se efectuează prognoze privind evaluarea producției în diferite faze din viața plantei. Putem să exemplificăm acest lucru la grâul de toamnă, sau la orzul de toamnă, la aceste culturi încă din primăvară se poate evalua recolta pe baza aspectului culturii și a formării paiului care are loc deja în luna aprilie. Dar toate aceste studii fitofenologice presupun cunoașterea temeinică a condițiilor de creștere și dezvoltarea a speciei respective a datelor calendaristice când se produc normal fenofazele, apoi prevederea de lungă durată a vremii prin cunoașterea multilaterală a climei. Pe lângă condițiile sus menționate, la baza unei perfecte evaluări anticipate a recoltei stă organizarea și planificarea corespunzătoare a muncilor agricole.

Relația plantelor cu factorii de mediu

Relația plantelor cu factorii ecologici are o mare importanță, deoarece viața organismelor indiferent de faza lor în evoluție se desfășoară într-un complex de factori ecologici. Cunoașterea și dirijarea acestor factori ajută la asigurarea echilibrului funcțiilor biologice ale plantelor. Cultura plantelor impune cunoașterea amănunțită a locului de origine a lor precum și cerințele acestora față de factorii de mediu. Factorii acționează în strânsă corelație asupra plantei, în aşa fel încât să-i asigure condițiile pe care le-a avut la locul de origine.

Plantele fiind primele organisme vii de pe planetă, sunt singurele în măsură să transforme elementele minerale în compuși organici, noi oamenii, fiind astfel dependenti funcțional de regnul vegetal, care este sursa tuturor alimentelor. Atât organele vegetale, cât și cele reproducătoare îndeplinesc funcții bine definite. Tulpina, mugurii, frunzele, rădăcinile, florile au funcții caracteristice. Astfel, mugurii sunt organe de reproducere, frunzele au rol în fotosinteză, rădăcinile sunt organe cu rol esențial în absorbția elementelor nutritive și a apei, florile sunt organe de reproducere etc. Absorbția apei și a substanțelor minerale de către rădăcinile plantelor este influențată de factorii *interni* ca: caracteristicile speciei, vîrstă plantei, intensitatea procesului de respirație și transpirație, fotosinteză etc. și *externi* ca: umiditatea și concentrația soluției solului, temperatura, valența și interacțiunea ionilor, lumina etc.

Lumina - plante

Nevoile de lumină a plantelor încep de la germinație când se hrănește singură, aceste nevoi cresc odată cu planta, ca fiind factorul care asigură energia pentru fotosinteză. Nevoia plantei față de lumină variază funcție de natură speciei, din acest punct de vedere plantele se clasifică în: - *plante heliofile*, care au nevoie de locuri însorite; - *plante intermediar*, care au nevoie de loc semiumbros, cu variații ale momentului de însorire; - *plante heliofobe*, care preferă locuri constant umbroase.

Atât *intensitatea* luminii cât și *durată ei* influențează cultura plantelor. Intensitatea, diferă în funcție de originea geografică, deci de condițiile de luminozitate în care s-au adaptat în timpul filogeniei speciile. Apoi, diferă și în funcție de: *vârsta plantei, starea vegetației, lucrările agrotehnice aplicate*.

Faza de vegetație. Până la înrădăcinare plantele au nevoie de lumină difuză, cerințele crescând apoi odată cu înaintarea în creștere fiind altele în faza de răsad a plantei sau în fazele de formare a bobocilor sau a florilor. Nevoile plantelor față de lumină diferă de asemenea sub raportul *lungimii zilei*, într-o zi lumină pentru desfășurarea fotosintezei plantele au nevoie de peste 2000 lucși iar pentru înflorire, intensitatea poate fi de 10000 până la 50000 de lucși. Acest coeficient de utilizare a radiațiilor luminoase stă la baza clasificării plantelor în: *-plante de lumină; plante de semiumbră; plante de umbră*.

Cantitatea de lumină necesară plantelor variază și în funcție de temperatură. Durată luminii trebuie corelată cu natură speciei și perioada de vegetație

In *funcție de reacția plantelor la durată zilei*, plantele se împart în:

a) *Plante de zi lungă*, cuprind plantele din zona temperată și tropicală înfloresc chiar dacă sunt ținute în perioada respectivă la întuneric. Aceste plante au nevoie de 14-16 ore pentru dezvoltarea normală, dar păstrate în condiții de zi scurtă nu înfloresc;

b) *Plante de zi scurtă* au nevoie pentru înflorire deci pentru producerea inducției florale de nopți lungi și zile scurte. Pentru înflorire aceste plante au nevoie de o durată a iluminării de sub 12 ore, deci inducția florală se produce în condiții de zi scurtă;

c) *Plante indiferente la durată luminii*;

d) *Plante intermediare*.

Folosirea în nopțile lungi a luminii artificiale de durată scurtă, poate face din noaptea lungă, scurtă, dar trebuie urmărită temperatura, cu care trebuie să fie în strânsă corelație. În cultura plantelor, mai ales a celor de seră, este foarte importantă cunoașterea comportamentului speciilor față de durată luminii, astfel să poată fi dirijată mai ales prin folosirea luminii artificiale sau prin reducerea luminii prin metode de umbrire, putându-se obține o înflorire mai timpurie sau mai târzie după cum dorim. În *culturile de seră*, lumina se realizează printr-o bună orientare a serelor, folosirea luminii artificiale pentru unele plante de zi lungă. Iluminatul artificial se poate face prin folosirea de becuri, tuburi aşezate deasupra plantelor. Pentru plantele de seră și floricele este foarte important momentul

aplicării fotoperioadei, care trebuie să coincidă cu o fază din ciclul anual de dezvoltare a speciei.

Factorul lumină influențează procesele fiziologice din plante cu ajutorul pigmentelor fotosensibili. Sunt semințe la care expunerea la lumină chiar și câteva secunde stimulează germinația (ex. salata), iar altele la care lumina inhibă germinația. În reglarea germinației intervine fitocromul, radiațiile roșii (660-760 nm) sunt cele care determină transformarea fitocromului inactiv în fitocrom activ, pe când radiațiile roșii îndepărțate, de 760-800 nm, inhibă procesele fiziologice.

Lumina influențează procesele de creștere prin: intensitate, durată și compoziție spectrală. Intensitatea variază în funcție de specie, în condiții de lumină insuficientă conținutul de clorofilă din frunzele plantelor scade având loc fenomenul de etiolare, în condiții optime, tulipa și frunzele plantelor sunt viguroase și colorate în verde intens. Durata luminii are o importanță legată de originea geografică a plantelor, plantele fiind adaptate exact fie la condițiile de zi scurtă, fie la condițiile de zi lungă. Neglijarea acestui aspect influențează negativ procesul de fructificare și în final este afectată producția.

Minimul de lumină necesar unor plante pentru înflorirea lor este prezentat de *H. Criveanu* - 2001, autorul specificând necesarul pentru unele culturi. Astfel, pentru măzăre sunt necesari 1100 Ix; pentru înfloritul grâului și a orezului cca. 1800-2400 Ix; pentru tutun 2.200 - 2.800 Ix, iar pentru porumb această nevoie de lumină pentru înflorirea poate varia între 1.800 până la 8.000 Ix. Aceste limite ale nevoii de lumină, spune autorul se datorează tipului de sol pe care sunt cultivate plantele.

Compoziția luminii influențează diferit procesele fiziologice din plantă. Astfel, lumina roșie stimulează creșterea tulpinilor și inhibă creșterea limbului foliar, care rămâne mic. Radiațiile ultraviolete stimulează fotooxidarea auxinei și biosinteza acidului ascorbic, inhibând creșterea și determinând apariția fenomenului denumit nanism. Lumina galbenă-verzuie determină creșteri asemănătoare cu cele care au loc în condiții de lumină a zilei.

Lumina are acțiune fotomorfogenă asupra plantelor, controlând creșterea, dezvoltarea și diferențierea plantelor. Cunoașterea acestui proces permite specialiștilor să dirijeze procesele de creștere ale plantelor, influențând o mulțime de procese: creșterea frunzelor, repausul seminal, formarea bulbilor și rizomilor, orientarea plantelor, germinația semințelor, inducția florală fotoperiodismul etc.

Fotomorfogeneza la plante. Fiziologul Sachs a fost primul care a arătat că întreaga viață a plantelor se află sub semnul luminii, descriind morfogeneza plantelor sub acțiunea luminii și a întunericului, că în fotomorfogeneza sunt implicați alți fotoreceptori decât în fotosinteză. Fotoreceptorul care acționează la nivelul plantelor se numește fitocrom și este o proteină,

Fotomorfogeneza se observă pe întreg cursul vieții plantelor, deci. în toate stadiile de dezvoltare. Reacțiile în care este implicat fitocromul, după Schopfer-1985, sunt numeroase, de exemplu: inhibiția creșterii internodiilor, stimularea creșterii frunzelor, creșterea numărului de stomate, creșterea conținutului de clorofilă în frunză; apo procese ca: -

desfășurarea frunzelor la graminee, mișcările nictinastice ale frunzelor, formarea frunzelor, creșterea mugurilor laterali (anularea dominației apicale), inducerea rezistenței la ger, coacerea fructelor și acumularea de carotenoizi, controlul parental al germinației semințelor, inhibiția senescenței cloroplastelor. O multime de alte procese sunt controlate de fotoperioadă, cum ar fi: înfloritul, legarea fructelor, formarea tuberculilor, înfrățirea la graminee, senescenta etc.

Controlul dezvoltării prin lumină, duce la reversibilitatea procesului la intervale scurte de timp, plantele trecând ușor de la fotomorfoză la scotomorfoză (etiolare), alternarea luminii cu întunericul ducând la rezultate intermediare. Dacă plantele sunt crescute exclusiv în unul din regimuri, lumina sau întuneric, pot căpăta forme diferite față de normal. În cursul vieții ei planta este dispusă alternativ la un regim de lumină (fotomorfogeneză) și la unul de întuneric (scotomorfogeneză).

Procesul de morfogeneză este de fapt realizarea genelor care influențează metabolismul determinând expresia fenotipică a acestuia. Reglarea genetică fiind baza morfogenezei determinată de formarea enzimelor sub acțiunea luminii.

Temperatura și plantele

Nevoile de temperatură a plantelor sunt în funcție de specie, soi, loc de origine, vârstă plantei etc, necesare pentru creșterea și dezvoltarea plantelor precum și pentru asigurarea desfășurării corespunzătoare a perioadei de repaus. Astfel, la *germinație*, este nevoie de o anume temperatură care trebuie scăzută după răsărire pentru a nu influența negativ dezvoltarea viitoare a plantei. Toate procesele din plantă, absorția, respirația, înflorirea etc. sunt strâns corelate cu o anumită temperatură. Pentru o bună dezvoltare a plantei, odată cu creșterea temperaturii aerului, trebuie corelată și temperatura din soi de unde se absoarbe hrana.

Cerințele plantelor față de temperatură sunt legate de *zona de proveniență a acestora*, astfel, plantele se împart în:

- *plante de climă caldă*, subtropicală sau tropicală, plante iubitoare de căldură;

- *plante din climatul temperat și rece*, plante puțin pretențioase la căldură.

Plantele cultivate în sere, în funcție de aceste cerințe și de modul de cultură al acestora sunt: - plante cultivate în sere reci, - plante pentru sere temperate, - plante pentru sere calde.

Nu există delimitări precise între limitele de temperatură atât în cadrul grupării cât și între grupări. Sunt *faze de dezvoltare* a plantelor în care acestea au nevoie de temperaturi mai ridicate, cum ar fi în timpul germinației, înrădăcinării butașilor, formării bobocilor, în timpul polenizării și maturării semințelor. Pe când, în fază de răsad în timpul înfloritului, este nevoie de temperaturi mult mai joase.

Variațiile de temperatură trebuie bine dirijate, să nu fie niciodată mai mari de 5°C. Ziua, datorită luminii funcțiile plantelor sunt mai active și nevoia de căldură mai mare. Noaptea, în zilele înnourate sau iarna când lumina este mai slabă, fotosinteza încetează iar celelalte funcții sunt încetinite, deci și nevoia de căldură scade.

Temperatura ridicată este dăunătoare plantelor, însă, plantele având un sistem propriu de autoreglare a temperaturii, datorită procesului de transpirație intensă, care determină o ușoară răcire cu condiția ca solul să aibă apă suficientă și aerul higroscopicitate redusă. Se știe că în orele însorite, temperatura frunzelor poate fi mai mare cu 8°C, decât temperatura mediului înconjurător. Speciile cu frunze lucioase se încălzesc mai greu deoarece absorb mai puține radiații termice decât cele păroase.

Rezistența plantelor la temperaturi scăzute este legată de specie și de condițiile în care au fost crescute speciile. Pentru a facilita acumularea căldurii la culturile de câmp, se fac plantări pe terenuri cu expoziție sudică și vestică, protejate natural sau artificial. Sar pentru a reduce efectul căldurii se aleg terenuri bine aerate, și se folosesc pentru plante sisteme de umbrire, mulcire, udări etc.

Rolul temperaturii și luminii în germinația și repausului seminal la unele plante

Semintele plantelor ies din repaus prin procesul de germinație și numai atunci când o impun condițiile de mediu. În general, ies din repaus când sunt condiții bune pentru germinație, de exemplu în condițiile climatului temperat, primăvara. Orice sămânță poate detecta schimbarea condițiilor de mediu și să reacționeze adekvat. Sunt situații când semintele pierd repausul prin păstrarea în stare uscată, în acest caz fenomenul depinde de temperatură. La temperaturi ridicate ieșirea din repaus se face mai rapid. La -15°C, sămânța își prelungescă repausul fără să-și piardă viabilitatea. Reacția depinde de specie și chiar de soi. Astfel, sunt unele soiuri de cartof care rămân în repaus 28 de săptămâni, iar altele încolțesc numai după opt săptămâni.

Variația diurnă a temperaturii joacă rol esențial în repaus, în special în stratul superior de sol, unde se găsesc de obicei semințe și unde germează, aici temperatura poate varia între 5-35°C. În procesul de stratificare a semintelor rol important îl joacă temperatura joasă și durată ei, aceasta variind după specie, putându-se stabili totuși o medie și anume de 5°C pentru 100 de zile. În general, semintele nu germează la temperatura de stratificare, fiind prea joasă, dar pot germina însă la temperaturi normale (mijlocii).

Este cunoscut faptul că temperatura ridicată poate întrerupe repausul, de cele mai multe ori provocă intrarea în repaus secundar, din careiese frecvent cu ajutorul luminii.

Din punct de vedere al reacției naturale a luminii, semintele se împart în: *fotoblastice*, care reacționează la lumină și *neofotoblastice*, care nu reacționează la lumină. Fotosensibilitatea nu se manifestă dacă germinația se face la temperaturi joase. Fotoperiodismul se aplică și la germinația

semințelor, deși sunt deosebiri remarcabile între fotoperiodism ca reacție la înflorit și fotoperiodismul semințelor. Aspectul influenței luminii se complică prin interrelație cu temperatura.

Repausul mugurilor are unele asemănări cu repausul semințelor, fiind de fapt o adaptare la alternanța de sezoane favorabile și nefavorabile pentru vegetația plantelor. Plantele perene trec peste sezonul nefavorabil din iarnă sau cel uscat la tropice, cu ajutorul mugurilor în stare de repaus (dorminzi).

Factorii externi influențează intrarea și ieșirea din repaus a mugurilor. Un rol important îl are durata zilei, ziua scurtă condiționând starea de repaus. Aici intervine și temperatura, regimul de apă, nutriția, care pot modifica intrarea în repaus, grăbind-o sau întârziind-o. Plantele ierboase perne din regiunile temperate se comportă asemănător arborilor, în zonele secetoase repausul corespunde acestui anotimp. O comparație făcută între ecotipurile de plante din clime diferențiate demonstrează o adaptare strictă la sezon. Deci, repausul este un mijloc de a supraviețui perioadei nefavorabile vegetației.

Fotomorfogeneza la plante. Viața plantelor se desfășoară sub influența luminii, dacă sunt crescute la întuneric trăiesc fenomenul de etiolare. Deci lumina are rol fotomorfogenetic, fiind implicați alți factori decât în fotosinteză.

Fotomorfogeneza se observă în toate stadiile de dezvoltare ale plantelor. Planta, în cursul vieții, este supusă la un regim de lumină (fotomorfogeneza) și la unul de întuneric (scotomorfogeneza). La nivel celular fotomorfogeneza are un aspect spațial și unul temporal, celulele răspunzând specific la factorii de mediu.

Implicațiile umidității asupra evoluției plantelor

In procesul de metabolism al plantelor, apa, alături de ceilalți factori joacă rol important. Conținutul în apă de care are nevoie sistemul subteran-rădăcina și cel aerian-tulpina, trebuie să fie optim ca ciclul biologic al plantei să se desfășoare normal. *Conținutul în apă*_variază în funcție de: specia, soiul, tehnica de cultură, starea de sănătate a culturilor, perioada de repaus, cerințele fazelor de creștere și dezvoltare ale ciclului anual. Nevoile de apă încep să crească cu germinația semințelor, înrădăcinarea butașilor și crește treptat odată cu creșterea în vegetație a plantei, până la înflorire, când nevoia de apă începe să scadă din nou.

Semințele, în faza de formare a lor, au nevoie de cantități sporite de apă ca în faza de maturitate pretențiile pentru apă să scadă. Absorbția apei din sol este corelată cu: - starea plantei, - textura solului, -concentrația în săruri a solului, - temperatura.

Atât surplusul cât și lipsa sunt dăunătoare. Surplusul produce acidificarea solului prin eliminarea oxigenului din sol, determină putrezirea rădăcinilor. Lipsa apei, duce la ofilirea plantelor și în final la moartea lor. Pentru dezvoltarea normală a plantelor atât umiditatea solului cât și

umiditatea atmosferică au rol important. O atmosferă ridicată este propice dezvoltării ciupercilor parazitare, dăunătoare culturilor.

Precipitațiile sunt principala sursă de umiditate pentru plante. Precipitațiile au multe forme, ploaie, zăpadă, brune, rouă etc. Ploaia, asigură cantitatea cea mai mare de apă. Zăpada din iarnă, protejează asemenea unei mantii împotriva gerului și favorizează înfiltrarea apei în sol. Bruma, se formează, de regulă, în zilele de toamnă și primăvară timpurie. Rouă, asigură o cantitate de apă neglijabilă dar sursa de umiditate pe care o asigură nu este de ioc neglijabilă mai ales în zilele foarte secetoasă. Cantitatea mare de apă o asigură precipitațiile, a căror repartiție nu este uniformă în timp. Toamna și primăvara cad cantități mult mai mari de precipitații. În consecință pentru obținerea de plante de calitate și la timp se recurge la stropiri și irigații, în funcție de nevoile plantei și de cantitatea de precipitații căzute în timpul vegetației.

Plantele și ecologia

Mediul este cadrul climatic și fizico-chimic în care evoluează o populație de plante, precum și alte populații care pot interacționa cu specia studiată, fie negativ în concurență pentru existență, fie pozitiv, în cooperare cu populația pentru ameliorarea uneia sau alteia dintre funcțiile vitale. Mediul are două componente nevii, numite și „biotopuri” alcătuită din substrat, rocă, sol, săruri minerale etc; și vii sau „biocenozele” formate din toate populațiile vegetale și animale care trăiesc în mediul natural. Modificarea factorilor de mediu față de nevoile plantelor pot degrada biotopul. Caracteristicile mediului astfel se pot defini prin: amplitudine, frecvență și previzibilitatea variațiilor. Mediile naturale nu sunt uniforme, heterogenitatea lor în spațiu și timp diferă de la organism la organism.

Factorii de mediu care intervin în evoluția populațiilor mai pot fi considerați, încă de două feluri: - factorii primari, care declanșează regulat sau perturbă unele procese biologice; - factorii finali care în cursul evoluției determină și mențin modificările proceselor biologice. Acțiunea acestor factori o putem exemplifica astfel: lungimea zilei și un anume prag termic pot fi considerați *factori primari* care declanșează, de exemplu, germinația semințelor de porumb, însă pentru dezvoltarea și evoluția culturii este nevoie de tipul final de factori care explică evoluția, în cazul semințelor de porumb factorii ultimi pot fi cantitățile de elemente nutritive, apa și o anume temperatură care să refacă semințele necesare începerii unui nou ciclu într-un sezon viitor. De cele mai multe ori cele două categorii de factori nu se diferențiază, ei devin complementari. Factorul termic intervine în ambele situații, dar, bineînțeles în scopuri diferite Astfel, germinatia semintelor de porumb se realizeaza la 8°C în sol, pentru realizarea acestei temperaturi fiind necesare 10 zile de temperatură peste

10°C, iar pentru reproducere sunt necesare cel puțin 10 zile de temperaturi de peste 20°C.

Pentru o dezvoltare armonioasă, plantele au nevoie de anumite condiții ecologice. În esență, aceasta înseamnă situația lor pe plan climatic, al altitudinii și orientării lor.

Implicațiile factorilor de mediu în plan climatic

Omul nu are puterea de a modifica climatul ci numai de a lua unele măsuri de localizarea a fenomenului meteorologic și schimbarea parțială a efectelor lui. Acestea se pot realiza prin: irigații, protecția contra înghețului, protecție contra insolației etc., măsuri care pot ameliora microclimatul unei regiuni sau al unei zone.

Rolul și importanța *sezoanelor* în evoluția și dezvoltarea plantelor se manifestă astfel: *iarna*, zăpezile abundente și gerurile pot avea efecte favorabile ori dezastruoase asupra evoluției și creșterii plantelor. *Primăvara*, condițiile de climă sunt decisive. Ideal ar fi ca stratul de zăpadă din iarnă să se topească progresiv asigurând o infiltrare treptată a apei în sol, în felul acesta evitându-se inundațiile de primăvară. În același timp, precipitațiile abundente din primăvară creează condiții de umiditate favorabile bunei dezvoltări a plantelor. Creșterea temperaturii trebuie să fie progresivă ca să nu existe mari diferențe între zi și noapte pentru a nu începe înmugurirea fatală în cazul unui ger târziu. *Vara*, prin existența unui raport echilibrat între umiditate și temperatură se asigură o creștere armonioasă a plantelor, determinând astfel o bună maturare a semințelor și a organelor vegetale perene iar, în final, al organelor reproducătoare. *Toamna*, scăderile repetitive de temperatură și temperaturile joase timpurii împiedică lemnificarea plantelor redându-le sensibilitatea la boli și slaba rezistență împotriva înghețului, acestea putând fi chiar distruse de acest ger timpuriu.

Expoziția terenului, orientarea plantelor la nord ori sud, determină anumite efecte favorabile în sensul protejării plantelor de vânt și de numite temperaturi nefavorabile. Terenurile expuse *sudic* se caracterizează printr-o maximă însorire, care favorizează creșterea plantelor dacă nu sunt prea mari căldurile care favorizează seceta. Versanții *estici* sunt bine însoriti asigurând un plus de soare și căldură deci, față de cei de sudici. În schimb versanții *nordici* sunt mai umede și friguroși. Zăpezile târzii frânează creșterea vegetației și provoacă mari suferințe plantelor cauzate de lipsa sau insuficiența luminii.

Deschiderea terenului are rol esențial în dezvoltarea plantelor. Când terenul este total expus vântului plantele vor suferi de secetă, de aceea pentru protejarea de vânturile din nord și sud se recomandă „perdele de protecție” care constă din: împăduriri, plantări de arbori și arbusti, prezența unor clădiri, a unor ziduri, parapeți, etc. Terenul ideal trebuie să aibă expoziție sudică, iar rândurile de plante să fie orientate spre nord.

Altitudinea influențează puternic valoarea unor factori climatici cum ar fi: temperatura, intensitatea strălucirii soarelui, umiditatea aerului și cantitatea de precipitații. Nivelul de altitudine în raport cu nivelul mării

poate fi: - de bază, între 0 - 250 m, - de altitudine mijlocie între 250 -450 m și altitudine de munte între 450 - 600 m. Cunoașterea climei și a expoziției terenului unde dorim să înființăm o cultură sunt condiții esențiale pentru reușita ei, la fel ca și alegerea speciei adecvate și a nevoilor acesteia.

După nevoile de apă ale plantelor speciile de plante se pot clasifica în:

- specii *higrofile* care au nevoie de cantități mari de apă;
- specii *xerofile*, perfect adaptate prin constituția lor la soiurile secetoase, deci la lipsa apei;
- specii *heliofile*, cuprind plante care pot suporta anumite grade a expoziției solului;
- specii *heliofobe*, care nu suportă soarele.

Deci, speciile trebuie alese în funcție de condițiile impuse de locul respectiv

Factorii climatici în ansamblul lor condiționează în sens favorabil sau defavorabil viața plantei în funcție de natură ei. Cei mai importanți

Cerințele plantelor față de volumul de aer este în funcție de: - vârsta plantei, - vigoarea plantei, - intensitatea respirației la plante și organisme. La plantele tinere respirația este mai intensă și este legată de temperatura aerului. Plantele mari au nevoie de un volum mai mare de aer față de cele mici. O circulație moderată de aer, o briză lejeră, usoară convine plantelor comparativ cu condițiile violente sau cu un vânt puternic în rafale sau furtuni, plantele putând fi rupte, dezrădăcinate și, în final, compromise. Vântul puternic deranjează zborul insectelor, favorizând totodată și poluarea. Culturile se pot proteja împotriva vânturilor dacă acestea vin, întotdeauna, din aceeași direcție. Pentru aerarea solului se procedează la distrugerea permanentă a crustei de ia suprafața solului compact adăugându-se nisip, mranită, turbă în compoziție care îmbunătățesc structura și, în acest fel, regimul de aer a solului.

Mecanismul de reacție a plantelor la schimbările de sezon

Cele mai importante mecanisme de reacție la schimbările de sezon sunt *fotoperiodismul* și *vernalizarea*. Prin fotoperiodism se înțelege reacția plantelor la durată zilei, iar vernalizarea este reacția de temperaturi scăzute. Ambele fenomene sunt adaptări complexe, care fac posibilă reproducerea uniformă într-o populație în sezonul favorabil în ce privește temperatura, apa, durată zilei. Trebuie evitată lipsa apei și temperaturile joase în timpul reproducерii. Datorită celor două factori de mediu sunt: *lumina*, sub raportul intensității și duratei *temperatura* și *umiditatea* ca raport al importanței și răspândi precipitațiilor precum și sub aspect al valorii umidității aerului.

Rolul atmosferei în viața plantelor

Aerul atmosferic este un amestec de diferite gaze și vaporii de apă. Pentru plante este sursa de oxigen și de bioxid de carbon, iar pentru organisme, care sunt capabile să sintetizeze azotul din aer, este o sursă de azot. Deci, prezența aerului în sol favorizează activitatea microorganismelor care prin descompunerea materiei organice, produc bioxid de carbon și captează azotul folositor plantelor. Astfel, solul trebuie să aibă o bună structură în care aerul ocupă 32-34% din volum.

Oxigenul este indispensabil atât în aer cât și în sol. În solul compact, nearat stagnează dezvoltarea plantelor, pe când într-un sol arat dezvoltarea sistemului radicular este foarte bună. La fel, germinația semințelor nu poate avea loc în lipsa oxigenului.

Boxidul de carbon din atmosferă este de 0,03% și are rol în intensificarea procesului de fotosinteză, dar nu are voie să depășească 1%. Schimbul de gaze din plantă se face prin frunze. În natură alături de gazele folositoare mai există și unele gaze toxice precum: clor, anhidridă sulfuroasă, fluor, praf, fum, cărbune, nori, care influențează negativ culturile, depunându-se pe frunze, reducând suprafața de asimilație etc.

Pentru evitarea poluării aerului, sursele trebuie construite departe de plantații. Deci, fabricile și uzinele sunt principalele surse de poluare și trebuie construite în zone izolate.

Fenomene, mecanismul înfloritului, în zona temperată are loc primăvara și vară.

Plantele depind de *starea de juvenilitate*, perioadă din viața lor când nu se reproduc. Fotoperiodismul se manifestă cu o precizie surprinzătoare, mai ales la plantele tropicale, care răspund la o variație de câteva minute în lungimea zilei, astfel diferența dintre durata zilei în cursul anului sunt mici, dar spre nord ele cresc și reacția devine mai puțin îngustă.

Vernalizarea este o caracteristică a regiunilor cu sezon rece și prin acest proces înfloritul nu are loc la începutul iernii, ci spre primăvară sau vară. Plantele depind de mijloace fiziológice, adică reacții de a nu înflori decât la o anumită vîrstă și într-un anumit sezon al anului, mai ales cel favorabil reproducерii și înmulțirii. Procesele de fotoperiodism și vernalizare se reflectă în distribuția latitudinală a plantelor de cultură.

In faza juvenilă, când plantele abia încep să crească, nu infloresc. La arbori perioada de juvenilitate poate dura de la 40 de ani până la câțiva ani (5-6 ani), în funcție de specie sau soi. La plantele ierboase însă, perioada durează câteva zile sau săptămâni.

Faza de maturitate de înflorire este însoțită de schimbări morfológice cum ar fi: formă și grosimea frunzelor, formarea spinilor, cădere frunzelor, formarea pigmentelor, capacitatea de înrădăcinare, înfloritul are loc numai în anumite perioade ale anului de vegetație. Această reacție față de schimbarea sezonului este determinată de durată zilei, mai bine zis de raportul dintre zi și noapte. Sunt specii care pentru înflorit cer zi scurtă: creșterea rădăcinilor, formarea pigmentelor, tuberizarea, abscisiunea organelor și intrarea în repaus a organelor. Deci, fotoperiodismul este

reacția plantelor la lungimea zilei, care asigură adaptarea la variația duratei zilei. Hillman - 1969, definește fotoperiodismul ca timpul de expunere la lumină și la întuneric. Pragul de energie a luminii poate fi scăzut și lumina nu reacționează prin procesul de fotosinteză, ci printr-un semnal de schimbare a proceselor morfologice și fiziologice din plantă.

Un rol important îl joacă raportul dintre zi și noapte. După reacția la fotoperiodă plantele se grupează în: - plante cu înflorirea numai în condiții de zi scurtă, numite *plante de zi scurtă*; - plante care infloresc numai dacă ziua este mai lungă, numite *plante de zi lungă* și *plante indiferente* la durată zilei.

Vernalizarea care este o reacție a înfloritului la temperaturi scăzute, se deosebește de influența frigului asupra repausului semințelor și mugurilor. Fenomenul se întâlnește mai ales la plantele de zi lungă ca: cereale de toamnă, mazărea (anuale); bianuale (morcovul, sfecla), perene etc. Necesitatea de frig depinde de specie și chiar de soi, ca durată tratamentului cu frig să varieze de la 10 zile chiar până la 100 de zile. Temperaturile eficace sunt între câteva grade sub zero la + 10°C și un optim între 1°C și 7°C. Vernalizarea se stabilizează treptat, o dată cu durată de frig și de devernalizare (deci anularea vernalizării devine tot mai greu de efectuat). Factorul de devernalizare cel mai comun este temperatura de 30°C, uneori este ziua scurtă. Un fapt important este că odată stabilizată, vernalizarea se menține în tot cursul vegetației, până la înflorire.

Fenomenul vernalizării este asociat cu fotoperiodismul. Uneori vernalizarea poate înlocui reacția fotoperiodică. O altă situație este înlocuirea frigului prin zi scurtă, ziua scurtă sau temperaturile joase trebuie să preceadă ziua lungă. Sunt plante la care temperaturile joase duc la înflorire, ele putând fi înlocuite cu ziua scurtă.

Ritmurile circadiene sunt mișcări ale plantelor, ca înfloritul și unele procese fiziologice, care au o anumă variație a intensității într-un ritm de 24 de ore. Astfel, este explicată mișcarea diurnă a frunzelor și petalelor care fiind în dependență de ciclul zilnic de lumină și întuneric, ci doar este sincronizată cu acesta. Aceste cicluri diurne pot continua mai multe zile, de aici și denumirea de ritmuri endogene, existând ipoteza că ritmurile au la bază un „ceasornic celular”. În desfășurarea unui ritm circadian putem distinge sincronizarea cu ciclul diurn de 24 de ore (lumină și întuneric), apoi ciclul care decurge liber și care nu coincide cu ciclul diurn de 24 de ore.

Mișcările plantelor determinate de factorii externi. *Gravitropismul* este determinat de acțiunea gravitației asupra creșterii plantelor. Gravitația determină rădăcinile să se îndrepte spre sol și lăstariul cu frunze în sus spre lumină (indiferent de poziția semințelor). Tot gravitația regleză creșterea rizomilor și plantelor de graminee căzute, care se ridică și cresc vertical. După orientarea organelor creșterea poate fi: *ortogravitropică* (verticală); *plagiogravitropică* (lăstarii și rădăcinile cresc lateral), și *diagravitropică* (creștere pe orizontală). În cazul gravitropismului nu avem o acțiune unilaterală a unui factor extern, cum este de exemplu fototropismul, sub acțiunea luminii, schimbarea unilaterală implică schimbări în organizarea celulei. Timpul după care organul acționează la acțiunea gravitației este timpul de reacție, timpul de exercitare până la apariția curburii tropice.

Fototropismul este mișcarea plantelor provocată de iluminarea inegală a organelor, care se orientează în direcția luminii. Mișcarea constă în curbură fototropică a organelor datorită creșterii inegale a părților luminate și umbrite. Un caz aparte de iluminare unilaterală a plantelor este floarea-soarelui.

BIBLIOGRAFIE

1. P.T. Frangopol, Biofizica-Probleme Actuale, Ed. Edimpex-Speranța, București, 1992.
2. A.I. Popescu, Fundamentele biofizicii medicale, Ed. All, București, 2001.
3. D.G. Mărgineanu, M.I. Isac, C. Tarba, Biofizică, Ed. Didactică Pedagogică, București 1980.
4. Anca Dumitrescu - Comunicarea riscului pentru sănătate generat de mediu, Ed. Institutului de Sănătate Publică București, 2000
5. G. Cristea, Biofizica cu orientare medicală, vol.I., ISBN: 973-664-111-2, Univ. Vasile Goldiș, Arad, 2005.
6. Daniela Ciorba, Biofizica Mediului, Cluj-Napoca, EFES, 2008.
7. H. Criveanu, Fizică Lucrări practice, Ed. Rizoprint, Cluj-Napoca, 2001
8. Georgeta Taralunga, Biofizică și meteorologie-Curs, Ed. Todesco, Cluj-Napoca, 2003
9. H. Criveanu, Agrometeorologie clasic și modern, Ed. Digital Data, Cluj-Napoca, 2004
10. H. Criveanu, Georgeta Taralunga, Elemente de fizica și meteorologie aplicate la biosisteme, Ed. Digital Data, 2004
11. Olimpia Mintas, Biofizica și agrometeorologie, note de curs, 2011
12. Olimpia Mintas, Meteorologie, Climatologie, Ed. Universitatii Agora, 2010
13. Maria Zapartan, Olimpia Mintas-Agrometeorologie, Ed. Academic Pres, 2003