II. STRUCTURA SI FUNCTIILE FUNDAMENTALE ALE ORGANISMELOR VII

II.1. FUNCŢII DE NUTRIŢIE

A.NUTRIŢIA

Ştiţi deja că toate fiinţele îndeplinesc funcţii *de nutriţie, de relaţie şi de reproducere.*

În sens larg, prin *funcţii de nutriţie* se înţeleg toate activităţile prin care organismele prelucrează şi transportă substanţe: *hrănire, respiraţie, circulaţie şi excreţie.* În sens restrâns, nutriţie înseamnă numai hrănire.

Amintiţi-vă că toate fiinţele se hrănesc, dar o fac in moduri atât de diferite încât devine foarte dificilă descoperirea acelei proprietăţi comune care dă însăşi definiţia nutriţiei. *Ea este construirea de sine a organismelor pe seama substanţelor preluate din mediu. Nutriţia este de fapt asimilaţia (anabolismul), latura constructivă a metabolismului.*

Înţelegem că substanţele nu pot fi utilizate în starea în care se găsesc ele în hrană. Ştim că o plantă se hrăneşte cu CO_2 dar nu este formată din CO_2, aşa cum o oaie mănâncă iarbă, dar nu este formată din ţesuturi vegetale. Deci, organismele trebuie să transforme substanţe străine în substanţe proprii. Vă propunem să descoperiţi diferite moduri în care organismele rezolvă această problemă.

Ca să înţelegeţi datele problemei, amintiţi-vă că materia vie este formată în mod esenţial din substanţe organice care sunt combinaţii ale carbonului. Deci, pentru a se construi pe sine, toate organismele preiau din mediu o sursă de carbon. În funcţie de sursa de carbon, distingem în natură două moduri fundamentale de nutriţie:

A. **Nutriţia autotrofă** *constă în sinteza substanţelor organice pornind de la carbon anorganic, de la* CO_2.

B. **Nutriţia heterotrofă** *constă în hrănirea cu substanţe organice produse de alte organisme.*

A.1. NUTRIŢIA AUTOTROFĂ

Organismele autotrofe produc substanţe organice mai bogate în energie chimică decât CO_2 iniţial. Hrănirea autotrofă este un proces chimic endoterm, aşa că este nevoie de o sursă externă de energie. După sursa de energie utilizată, distingem două tipuri de nutriţie autotrofă :

1. **Fotosinteza**, cu utilizarea energiei luminii;

2.**Chemosinteza**, cu utilizarea energiei rezultate din oxidarea unor substanţe anorganice din mediu. Acest mod de nutriţie există la unele specii de bacterii.

În ecosisteme, organismele autotrofe au funcţia de producători.

FOTOSINTEZA

Ştiţi că fotosinteza constă în sinteza substantelor organice, pornind de la apă, dioxid de carbon şi săruri minerale, cu ajutorul energiei luminii, cu eliminare de oxigen. Această definiţie descrie chiar ecuaţia chimică generală a fotosintezei:

$$CO_2 + HO_2 + \text{săruri minerale} \xrightarrow{\text{energia luminii}} \text{substanţe organice} + O_2\uparrow$$

Pot realiza fotosinteza numai organismele care au pigmenți asimilatori. Aceştia captează energia luminii şi o convertesc în energie chimică. Amintiți-vă că se hrănesc prin fotosinteaza cianoficeele, algele şi plantele verzi.

Organul vegetal specializat in fotosinteză este frunza, deşi mai există țesut asimilator şi în alte organe expuse la lumină.

FRUNZA – STRUCTURĂ ŞI ROL

• *Amintiți-vă structura frunzei pe care ați studiat-o recent. Identificați (în fig. 5 şi pe un preparat microscopic): epiderma superioară, epiderma inferioară, stomatele, țesutul palisadic, țesutul lacunar, spațiile intercelulare, poziția țesuturilor în nervuri (lemons, liberian, mecanic). Precizați rolul fiecăreia din aceste structuri.*

• *Alcătuiți o colecție de frunze cu forme cât mai diferite(fig. 24). Observați teaca, peţiolul, limbul şi nervurile (fig.25). Ce importanță are forma turtită a limbului? Dar poziția lui pentru utilizarea luminii? Desenați diferite frunze: simple (cu limbul dintr-o singură bucată), compuse (cu limbul cu mai multe "foliole"). Identificați speciile mai comune după forma frunzelor. Puteți organiza şi un concurs pe această temă.*

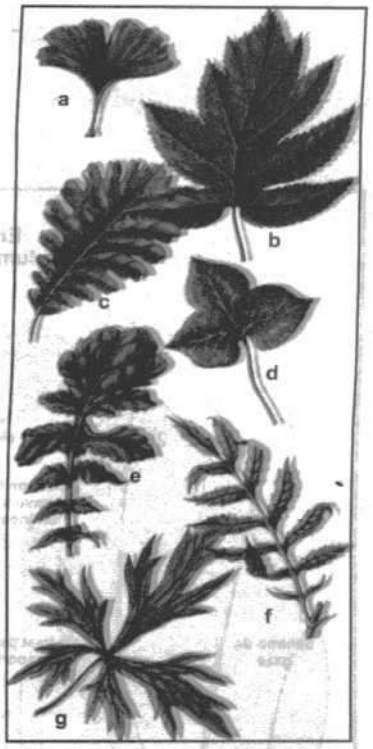


Fig. 24. Tipuri de frunze
a) *Ginkgo biloba*;
b) *Sorbus torminalis*;
c) *Quercus frainetto*;
d) *Hepatica nobilis*;
e) *Brassica napus*;
f) *Valeriana officinalis*;
g) *Ranunculus acer.*

Aşa cum ştiți din studiul celulei, sediul fotosintezei este cloroplastul.

Desenați un cloroplast, identificând membrana externă, membrana internă cu tilacoizii şi grana (fig. 26).

Pigmenții asimilatori sunt plasați pe membrana internă unde sunt asociați cu alte substanțe, mai ales cu proteine. Plantele conțin două tipuri de clorofilă : a şi b împreună cu două tipuri de pigmenți carotenoizi : caroten (portocaliu) şi xantofila (galben).

Pentru a constata în ce condiții se formează clorofila mutați o plantă câteva zile la întuneric. Ce constatați? De ce se înverzesc tuberculii de cartof lăsați la lumină? De ce se decolorează frunzele din mijlocul căpățânii de varză?

Evidențiati prezența pigmenților clorofilieni în organele verzi ale plantelor astfel:

- Puneți într-un balon Erlenmeyer frunze (preferabil de urzică sau spanac) proaspete şi fierbeți-le într-o cantitate egală de alcool concentrat, la flacără mică (şi cu gâtul balonului acoperit cu o sticlă de ceas, ca să nu se aprindă vaporii de alcool). Când frunzele s-au decolorat, filtrați soluția verde de clorofilă obținută. Puneți soluția într-o eprubetă. Priviți-o în zare şi veți observa că, văzută dintr-o anumită direcție, clorofila nu mai pare verde. Ați descoperit fluorescența, proprietatea unor substanțe de a emite lumină de o anumită culoare. Ce culoare are lumina pe care o emite clorofila?

Adăugați peste soluția de clorofilă benzină şi câteva picături de apă. Lăsați eprubeta în repaus. Veți descoperi că clorofila este însoțită şi de alți pigmenți. Ce culoare au?

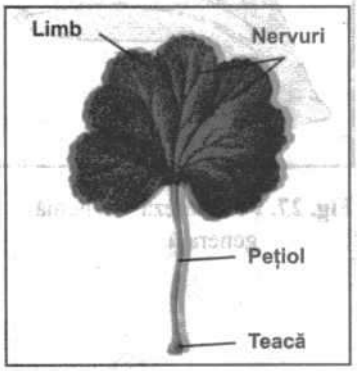


Fig. 25. Alcătuirea unei frunze

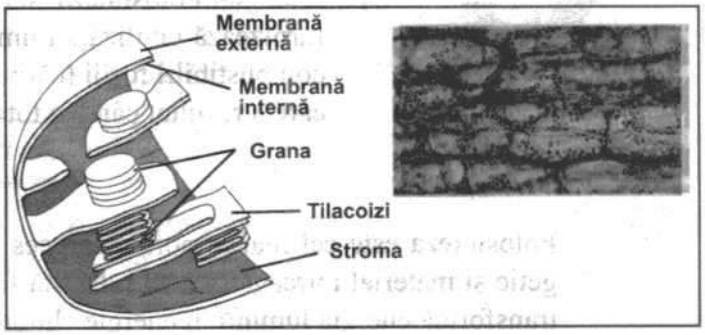


Fig. 26. Cloroplastul

2

Rolul pigmenților asimilatori în fotosinteză. Fazele fotosintezei.

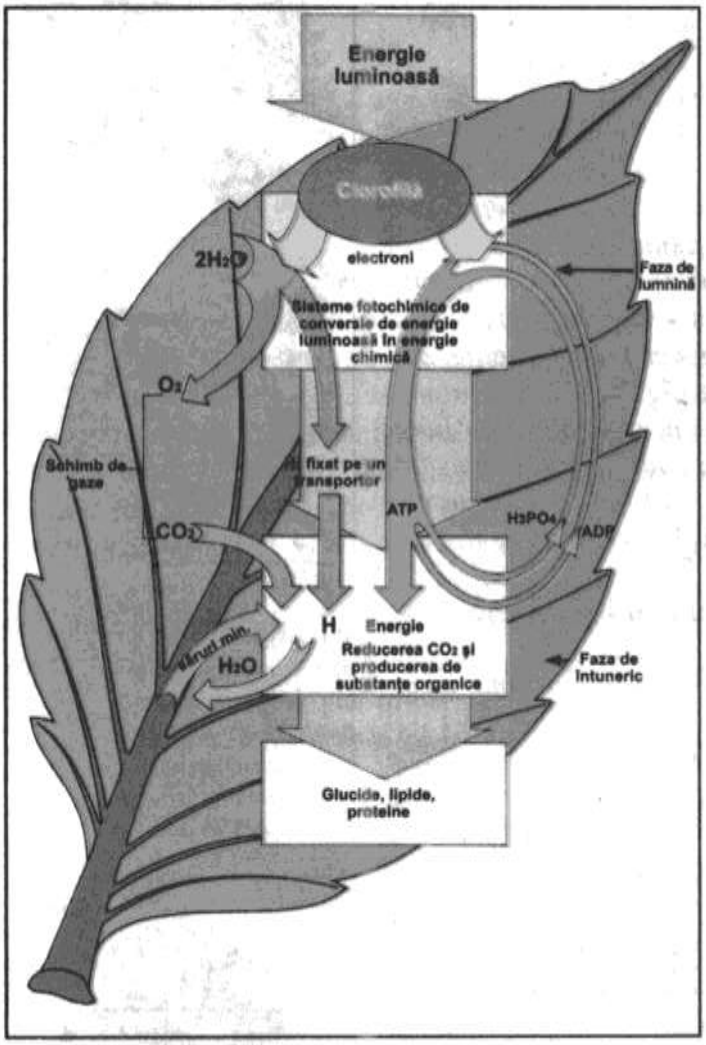


Fig. 27. Fotosinteza – schemă generală

Sub influența luminii, molecula de clorofilă eliberează un electron. Energia luminii a fost transferată acestui electron liber, deci a devenit energie chimică. În cloroplast, energia este apoi folosită pentru:

a) descompunerea (fotoliza) apei în oxigen și hidrogen. Oxigenul va fi pus în libertate iar hidrogenul va fi acceptat de substanțe organice, cu energia pe care o conține;

b) producerea unei substanțe speciale purtătoare de energie chimică numită ATP (acid adenozintrifosforic).

Clorofila recuperează un electron revenind la starea inițială.

Evenimentele descrise până acum formează *faza de lumină* a fotosintezei. Urmează *faza de întuneric* (numită așa nu pentru că necesită întuneric, ci pentru că nu mai necesită lumină). Acum hidrogenul și CO_2 sunt încorporate independent în substanțele organice. Rezultă o mare varietate de molecule organice noi: glucide, lipide, proteine etc. (fig. 27).

Importanța fotosintezei

• Fotosinteza este sursa principală de substanțe organice, hrană pentru organismele heterotrofe din ecosisteme.

• Datorită fotosintezei, biosfera este racordată la o sursă inepuizabilă de energie care o menține în funcțiune: energia solară. Planeta noastră poate astfel să stocheze o parte din energia solară primită.

• Prin fotosinteză se menține constantă compoziția atmosferei, în echilibru cu reacțiile consumatoare de oxigen: respirație și arderi.

• Fotosinteza stă la baza producției agricole și silvice. Ea furnizează civilizației umane hrană, materii prime și energie. Chiar și combustibilii fosili (cărbune, petrol, gaze naturale) provin din biomasa care a rezultat cândva tot din fotosinteză.

Reține!

Fotosinteza este cel mai important proces metabolic de pe planetă. Ea susține energetic și material întreaga biosferă. Există fotosinteză acolo unde există clorofilă, care transformă energia luminii în energie chimică.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE:

1. Un cercetător din secolul al XVIII-lea a demonstrat că un șoarece ținut împreună cu o plantă sub un clopot de sticlă supraviețuiește, dar fără plantă moare asfixiat. Explicați aceste fapte.

2. Alegeți răspunsurile corecte:

2.1. Primele substanțe produse în procesul fotosintezei sunt :

a. glucide
b. O_2
c. clorofila
d. ATP
e. un electron

2.2. Oxigenul produs de plante rezultă din :

a. CO_2
b. H_2O
c. clorofila
d. substanțe organice

3. Demonstrați că o bucată de pâine este o "conservă" de energie solară.

4. Definiți noțiunea de nutriție.

LUCRARE PRACTICĂ:

EVIDENȚIEREA PROCESULUI DE FOTOSINTEZĂ

Pornind de la ecuația generală a fotosintezei, se pot imagina diferite procedee de evidențiere a acestui fenomen.

1. ***Procedee bazate pe evidențierea producerii de O_2***

Amintiți-vă cum ați urmărit în clasa a V-a degajarea bulelor de oxigen dintr-o plantă acvatică expusă la lumină (fig. 28).

Refaceți experiența.

Secționați oblic o rămurică de plantă acvatică și plasați-o în apă cu secțiunea în sus. Intensitatea fotosintezei poate fi apreciată după numărul de bule degajate pe minut. Pentru a dovedi că gazul degajat este O_2 ridicați eprubeta și introduceți rapid în ea vârful unui băț de chibrit incandescent. El se va reaprinde.

Reduceți lumina până la limita vizibilității. Ce se întâmplă cu degajarea de bule? De ce?

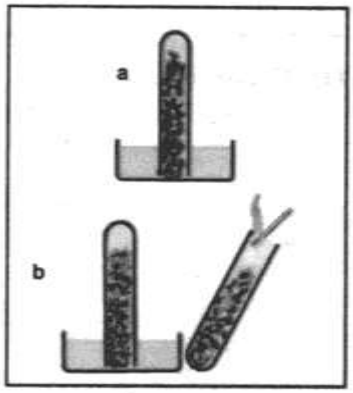


Fig. 28. Evidențierea fotosintezei

2. ***Procedee bazate pe evidențierea consumului de CO_2***

Înlocuiți apa din experiența anterioară cu apă fiartă și răcită. Planta nu va degaja bule nici dacă va fi expusă la lumină puternică deoarece prin fierbere a fost înlăturat CO_2 din apă.

Introduceți apoi în apa fiartă și răcită o cantitate mică de carbonat acid de sodiu. Va reîncepe degajarea de bule deoarece apa conține acum CO_2 rezultat din reacție:

$$2NaHCO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O + Na_2CO_3$$

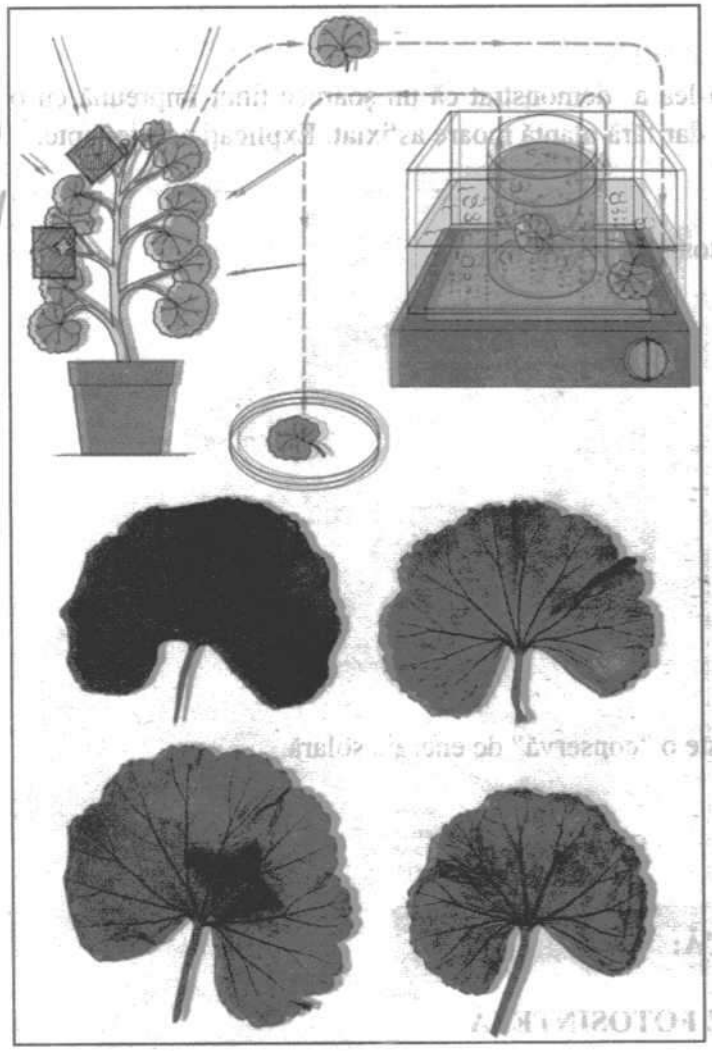


Fig. 29. Evidențierea fotosintezei - producerea de substanțe organice

3. ***Procedee bazate pe evidențierea substanțelor organice sintetizate***

Dintre numeroasele substanțe organice produse prin fotosinteză, amidonul poate fi identificat folosindu-se iodul ca indicator.

Acoperiți parțial o frunză cu staniol și lăsați-o câteva ore la lumină. Apoi desprindeți frunza de plantă, opăriți-o cu apă și apoi fierbeți-o în alcool până se decolorează. Scufundați-o în soluție de I_2 în IK. De ce unele zone se albăstresc și altele nu (fig. 29)?

Se mai pot compara masele a două jumătăți de frunze sau rondele (de frunze) egale ca suprafață (unele expuse la lumină și altele nu), considerându-se că diferența reprezintă cantitatea de substanțe organice produsă prin fotosinteză. Se ține seama ca rezultatul să nu fie viciat de respirație sau de conținutul de apă diferit al celor două probe.

INFLUENȚA FACTORILOR DE MEDIU ASUPRA INTENSITĂȚII FOTOSINTEZEI

Știți că factorii de mediu influențează toate funcțiile organismelor, inclusiv fotosinteza. Cunoscând aceste influențe, putem interveni în mod conștient în viața plantelor pentru a mări intensitatea fotosintezei și a crește astfel producția vegetală.

Vă propunem să aprofundați aceste aspecte și să vă familiarizați cu tehnicile specifice de investigație experimentală.

Influența luminii

Lumina reprezintă sursa de energie pentru fotosinteză. Graficul din fig. 30 reprezintă variația intensității fotosintezei la plante iubitoare de lumină, în funcție de intensitatea luminii.

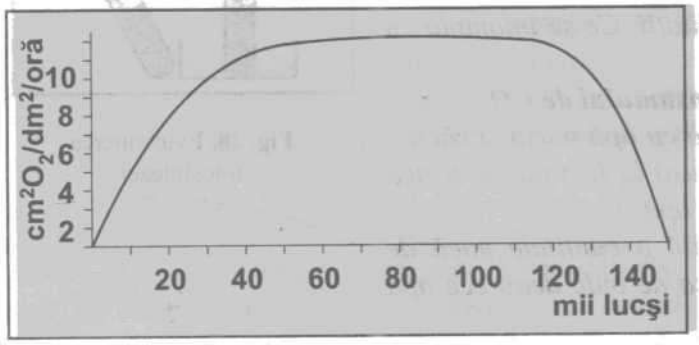


Fig. 30. Influența luminii asupra fotosintezei

Observați că fotosinteza are loc chiar și la lumină foarte slabă. În realitate, la lumină minimă plantele nu elimină O_2 deoarece consumă O_2 prin respirație, de aici rezultând impresia că fotosinteza nu are loc.

Înțelegeți de ce relația fotosinteză – respirație trebuie avută în vedere în interpretarea rezultatelor experimentale?

Pe măsură ce intensitatea luminii crește, crește și fotosinteza, la început mai rapid, apoi mai lent, până la o valoare a iluminării

de circa 50.000 de lucşi. Între 50.000 şi 100.000 de lucşi fotosinteza rămâne constantă. Peste 100.000 de lucşi, fotosinteza scade din cauza leziunilor celulare produse de lumina în exces.

Fig. 31. Spectrul luminii

Plantele adaptate la umbră ating platoul de maxim al fotosintezei la intensităţi mai mici ale luminii. Ele au frunze mai subţiri, cloroplaste mai mari şi mai multă clorofilă.

Culoarea luminii corespunde lungimii de undă a radiaţiei luminoase (fig. 31). Ea influenţează fotosinteza deoarece clorofila absoarbe cel mai bine radiaţia corespunzatoare luminii roşii. Algele brune şi cele roşii sunt adaptate la viaţa în adâncuri. Ele au pigmenţi care absorb mai bine radiaţia corespunzatoare luminii verzi şi albastre care pătrunde până la acest nivel.

Influenţa temperaturii

Observând fig. 32 constataţi că la cele trei specii fotosinteza are loc la temperaturi minime puţin peste 0°C. Peste temperatura optimă (*aflaţi-o din grafic!*), fotosinteza scade din cauza alterării enzimelor şi structurii cloroplastelor.

Diferite specii sunt adaptate la regimuri termice diferite, caracteristice regimurilor geografice de origine. Astfel, molidul şi grâul continuă fotosinteza chiar şi la temperaturi uşor negative.

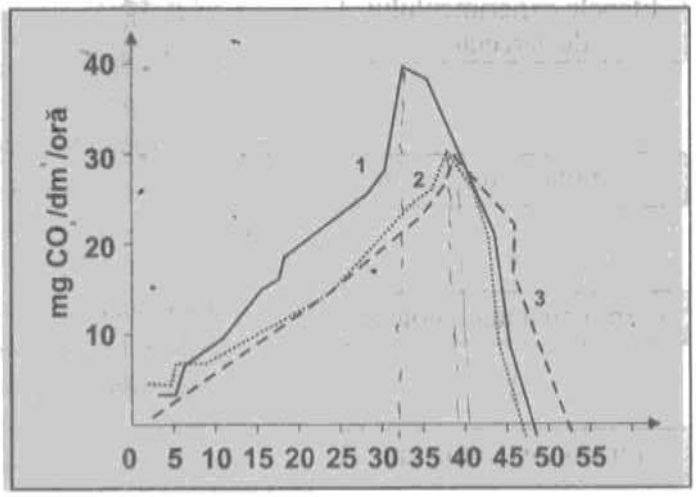


Fig. 32. Influenţa temperaturii asupra fotosintezei
1 - cartof
2 - tomată
3 - castravete

Influenţa umidităţii

Deficitul de apă creşte vâscozitatea citoplasmei, încetinind circulaţia moleculelor necesare fotosintezei. La plantele ofilite, stomatele se închid împiedicând pătrunderea CO_2 în frunze. Excesul de apă măreşte volumul celulelor micşorând spaţiile intercelulare, limitând circulaţia gazelor în frunze şi scăzând fotosinteza. Hidratarea optimă este de 70 – 80 % din capacitatea de reţinere a apei.

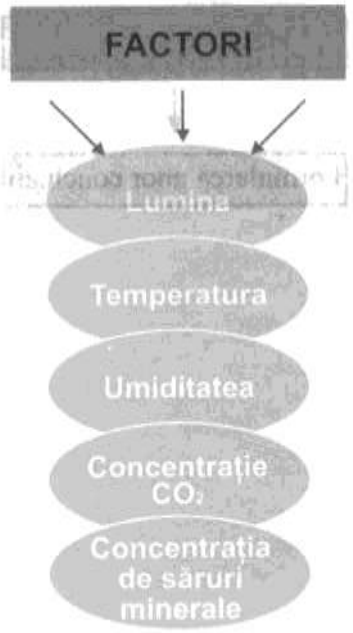
Influenţa concentraţiei CO_2

Limita inferioară a concentraţiei CO_2 la care fotosinteza poate avea loc este in jur de 0,01 %. Creşterea concentraţiei CO_2 peste valoarea medie atmosferică (0,03%) duce la sporirea fotosintezei. Peste 2 – 5%, CO_2 devine toxic. Concentraţii mari nu se pot obţine decât în spaţii închise.

Influenţa sărurilor minerale

Ionii minerali participă direct sau indirect la sinteza substanţelor organice. De exemplu, fără ioni azotaţi nu se pot sintetiza proteine, fără fosfaţi nu se pot produce acizi nucleici etc.

Plantele extrag din sol cantitaţi mari de N, P şi K, moderate de S, Ca, Mg, Na, Fe şi infime din alte elemente: Cu, Zn, Mn, B, etc. Când unul sau altul dintre elementele necesare este insuficient, apar boli fiziologice specifice (chiar dacă necesarul este uneori foarte mic). Carenţele minerale scad fotosinteza şi implicit, recoltele. Agricultura modernă presupune analiza ofertei minerale a solurilor pentru a o completa prin fertilizare numai cu substanţele necesare.



LUCRARE PRACTICĂ:

EVIDENȚIEREA INFLUENȚEI LUMINII ȘI TEMPERATURII ASUPRA FOTOSINTEZEI

Lucrarea vă va iniția în tehnicile experimentului de cercetare.

Începeți prin *formularea unui scop*. În cazul de față ne propunem să aflăm ce se întâmplă cu intensitatea fotosintezei în diferite condiții de viață.

Pasul următor este *formularea unei ipoteze*. Spunem, de exemplu, că probabil la 0°C fotosinteza nu are loc.

Urmează *întocmirea unui plan* în care se propune ca obiectul cercetării să fie pus în anumite situații pentru a verifica ipotezele. Cel mai bine pentru cazul nostru este să folosiți "metoda bulelor", deja descrisă. Stabiliți în ce ordine veți modifica, pe rând, condițiile de mediu pentru a constata urmările.

Etapele experimentului de cercetare

- Formularea unui scop
- ↓
- Formularea unei ipoteze
- ↓
- Întocmirea unui plan
- ↓
- Experimentul propriu-zis
- ↓
- Prelucrarea datelor
- ↓
- Formularea unor concluzii

Atenție: Din ansamblul condițiilor experimentale numai una să fie variabilă iar toate celelalte să fie constante. Explicați de ce.

Etapa centrală este *experimentul propriu-zis*. Acum notați cât mai exact ce modificări ați făcut și care a fost frecvența bulelor în fiecare situație creată.

Apropiați sau depărtați sursa de lumină, notând distanțele. Dacă nu aveți instrumente pentru măsurarea intensității luminii, vă veți da seama că, la suprafața plantei, ea variază proporțional cu pătratul distanței până la sursa punctiformă de lumină. (Ca să înțelegeți de ce, apelați la cunoștințele de geometrie).

Plasați folii transparente între plantă și sursa de lumină pentru a constata influența culorii luminii.

Modificați temperatura apei. (Aveți nevoie de un mijloc de încălzire și de un termometru).

Dacă un experiment durează prea mult, este posibil ca datele să fie viciate de modificările fiziologice ale plantei sau de schimbarea compoziției apei (apar variabile în plus). În acest caz, reluați experimentul cu altă plantă.

Activitatea experimentală continuă cu *prelucrarea datelor* obținute. Concentrați-le și sintetizați-le în tabele, scheme sau grafice. În acest caz datele pot fi grupate sugestiv într-un grafic în care pe abscisă apar temperaturile sau distanțele iar pe ordonată frecvența bulelor.

Activitatea nu trebuie să se încheie înainte de *formularea unor concluzii*. Ele exprimă ce ați aflat de fapt. Trebuie formulate în scris, cu confirmarea sau infirmarea ipotezelor și cu alte precizări care se impun.

În cercetarea de performață, când se merge pe teren necunoscut, nu se formulează totdeauna ipoteze precise ci se poate merge încercând, cu speranța că întâmplarea și spiritul de observație al cercetătorului vor conduce la descoperiri științifice.

Reţine!

Pentru fiecare specie şi fiecare factor de mediu există intensităţi minime (sub care fenomenul nu are loc), optime (la care intensitatea fotosintezei este cea mai mare) şi maxime (peste care fotosinteza nu este posibilă).

Factorii de mediu acţionează împreună. Cultivatorii de plante dirijează factorii de mediu. S-a constatat că recolta este limitată de factorul cel mai deficitar. De exemplu, pe timp de secetă fotosinteza se poate reduce drastic chiar dacă toţi ceilalţi factori de mediu au valori optime.

VERIFICAŢI-VĂ CUNOŞTINŢELE:

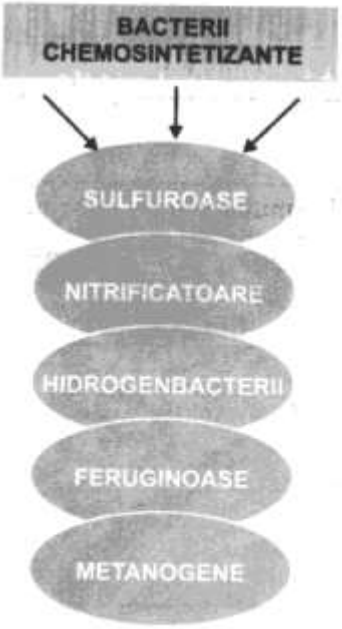
1. Examinând graficul din fig. 32, precizaţi care din cele trei specii s-a format într-un mediu mai rece.

2. Explicaţi ce legatură au cu fotosinteza:
a) arderea gazului metan direct în sere;
b) semănatul castraveţilor în câmp după plantatul cartofilor;
c) asigurarea unui anumit raport dintre înălţimea plantelor şi distanţa dintre ele.

3. Alegeţi varianta corectă:
Cele mai indicate îngrăşăminte minerale sunt cele care:
a) conţin azot, fosfor şi potasiu;
b) conţin cele mai importante elemente chimice nutritive;
c) completează oferta minerală a solului;
d) sunt folosite de plante.

4. Caracterizaţi acţiunea factorilor de mediu asupra fotosintezei la plantele cultivate în solarii.

CHEMOSINTEZA



După substanţele pe care le prelucrează, bacteriile **chemosintetizante** pot fi: **sulfuroase, nitrificatoare, metanogene** etc.

Bacteriile sulfuroase activează pe fundul unor ape stătătoare. Unele oxidează hidrogenul sulfurat (H_2S) până la sulf. Altele duc oxidarea mai departe până la sulfaţi (ştiti că H_2SO_4 nu există liber în mediu). Astfel se elimină din mediu H_2S toxic şi se formează depozite geologice de sulfaţi, mai ales de gips.

Amintiţi-vă că în adâncul Mării Negre, mediul este toxic din cauză că, în absenţa oxigenului, H_2S nu poate fi oxidat.

Bacteriile nitrificatoare sunt răspândite în soluri şi în ecosistemele acvatice. Ele oxidează amoniacul (NH_3) rezultat din descompunerea substanţelor organice azotate. Unele duc oxidarea până la stadiul de nitriţi (sărurile acidului azotos HNO_2) iar altele în continuare produc nitraţi (săruri ale acidului azotic, HNO_3). Prin activitatea lor, bacteriile nitrificatoare contribuie la circuitul azotului în natură. În absenţa acestor bacterii amoniacul ar creşte toxicitatea mediului şi, în plus, o parte din azot s-ar pierde în atmosferă (Ştiţi că amoniacul este un gaz).

Bacteriile metanogene reduc CO_2 la CH_4 în absența O_2:

$$4H_2 + CO_2 => CH_4 + 2H_2O$$

Ele sunt prezente în stomacul rumegătoarelor și în nămolul de pe fundul unor ape stătătoare.

Până nu demult se credea că rolul bacteriilor chemosintetizante ca producători în ecosisteme este neglijabil. Recent au fost descoperite pe fundul oceanelor ecosisteme unde producătorii sunt bacterii care oxidează H_2S din emanațiile vulcanice submarine. Sunt și peșteri în care producătorii sunt sulfobacterii. Un asemenea ecosistem cavernicol a fost descoperit și în țara noastră, în Dobrogea.

Chemosinteza este considerată cel mai vechi mod de nutriție autotrofă.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE:

1. Comparați fotosinteza cu chemosinteza.
2. Apreciați ce importantă are absența curenților marini verticali în Marea Neagră.
3. Apreciați rolul geologic al bacteriilor chemosintetizante.
4. Ce rol au bacteriile chemosintetizante în agricultură?

A.2. NUTRIȚIA HETEROTROFĂ

Organismele heterotrofe se diferențiază în categorii care se deosebesc între ele prin sursa de substanțe organice și de modul de folosire a hranei.

NUTRIȚIA ORGANISMELOR SAPROFITE

Fig. 33. Ciuperci saprofite

Din categoria organismelor saprofite fac parte unele bacterii și ciuperci (fig. 33). *Ele absorb diferite substanțe organice dizolvate în apă.* Substanțele cu moleculă mare, insolubile, sunt descompuse în vederea absorbției în substanțe mai simple; acestea sunt solubile și pot fi absorbite. De exemplu, proteinele sunt descompuse în aminoacizi iar polizaharidele (celuloza, amidonul) sunt descompuse în glucide simple.

Unele saprofite se pot hrăni cu substanțe organice dintre cele mai variate, provenite din resturi vegetale sau animale. Este cazul mucegaiului alb. Altele pot folosi numai o anumită substanță (exemplu, specia *Mycoderma aceti* care transformă alcoolul etilic în acid acetic). Acționând împreună, diferitele saprofite descompun până la urmă în întregime resturile organice, mineralizându-le. Ele asigură în acest fel hrana minerală necesară plantelor verzi. De asemenea, ele îndeplinesc o acțiune igienică însemnată. Saprofite specializate și eventual transformate genetic pot fi folosite pentru distrugerea unor poluanți cum ar fi petrolul și masele plastice.

Anumite saprofite produc alterarea alimentelor și nutreturilor. Le combatem creându-le un mediu nefavorabil prin frig, deshidra-