

## DETERMINĂRI PRIVIND SCHIMBUL DE GAZE FOLIAR LA PUIEȚI DE *MAGNOLIA* ÎN VÂRSTĂ DE DOI ANI, CRESCUȚI ÎN SERĂ

MARIAN ONEAȚĂ

Institutul de Cercetări și Amenajări Silvice, București, România

### Abstract

#### FOLIAR GAS EXCHANGE MEASUREMENTS IN 2 YEARS OLD *MAGNOLIA SP.* SEEDLINGS GROWN IN GREEN HOUSE

This paper presents the research results conducted on three species of magnolia (*Magnolia x soulangiana*, *Magnolia macrophylla* and *Magnolia kobus*), in 2 years old seedling plant grown in green houses, regarding the influence of atmospheric CO<sub>2</sub> and PAR variation on basic physiological process (photosynthesis, respiration, perspiration).

Determinations have been made with CIRAS-2 gas analyse, testing the physiological processes through CO<sub>2</sub> variation from 0-2000 ppm, and PAR values from 0-2000 μmolm by means of a LCD lamp.

Measurements have proved that both the concentration of atmospheric CO<sub>2</sub> and PAR affect the studied physiological process. The biological answer curve has been determined for each species, taking into account the analysed elements (i.e. CO<sub>2</sub> and PAR), establishing the saturation points. In this way, it has been established that an enrichment in CO<sub>2</sub> of the atmosphere until saturation point has favorable effects on physiological processes evolute at plants level and lead to an increase value of photosynthesis rate. A favorable influence was certifiable also in the case of PAR addition.

**Key words :** *Magnolia sp.*, photosynthesis, stomatal conductance, transpiration rate, CO<sub>2</sub> concentration, PAR (photosynthesis active radiation).

### Rezumat

În această lucrare sunt prezentate rezultatele cercetărilor efectuate la trei specii de *Magnolia* (*Magnolia x soulangiana*, *Magnolia macrophylla* și *Magnolia kobus*), pe puiți de 2 ani crescuți în sere, cu privire la influența variației CO<sub>2</sub> atmosferic și PAR (radiația fotosintetic activă), asupra proceselor fiziologice de bază (fotosinteza, respirația, transpirația).

Determinările s-au făcut cu ajutorul analizorului de gaze foliar CIRAS-2 și s-au testat procesele fiziologice prin variația CO<sub>2</sub> de la 0 la 2000 ppm cu ajutorul unei surse artificiale de CO<sub>2</sub>, iar valorile PAR de la 0 la 2000 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> cu ajutorul unei lămpi LCD.

Măsurătorile efectuate evidențiază faptul că atât concentrația de CO<sub>2</sub> atmosferic cât și PAR influențează în mod semnificativ procesele fiziologice luate în studiu. Pentru fiecare specie s-au determinat curbele de răspuns biologic față de cei doi factori analizați și s-au stabilit punctele de saturație.

S-a demonstrat că o îmbogățire a atmosferei în CO<sub>2</sub> pînă la punctul de saturație are efecte benefice asupra proceselor fiziologice ce se desfășoară la nivelul plantelor ducînd la valori sporite ale ratei fotosintezei. O influență favorabilă s-a constatat și în cazul creșterii intensității luminii, realizându-se sporuri ale ratei fotosintezei semnificative.

**Cuvinte cheie:** *Magnolia sp.*, fotosinteză, conductanța stomatală, transpirația, concentrația CO<sub>2</sub>, PAR (radiația fotosintetic activă).

## 1. INTRODUCERE

Magnoliile sunt specii de arbori și arbuști care prin organizarea florii, anumite trăsături anatomice ale lemnului (traheide areolate), prezintă analogii cu structura gimnospermelor. Sunt cultivate în special în spații verzi, avînd o deosebită valoare ornamentală prin florile mari, viu colorate, care de regulă apar înaintea înfrunzirii.

Genul *Magnolia*, originar din Asia, America de Nord și Centrală, cuprinde cca 77 specii. În România sunt cultivate numai o parte dintre acestea, în special în parcuri, grădini botanice și alte categorii de spații verzi.

În această lucrare au fost studiate trei specii de magnolia, provenind din zone geografice diferite - *Magnolia x soulangiana* Soulange-Bodin originară din China, *Magnolia macrophylla* Mich. din SE Americii de Nord și *Magnolia kobus* D.C. din Japonia, urmărindu-se comportamentul acestora față de variația concentrației CO<sub>2</sub> atmosferic și PAR (radiația fotosintetic activă).

Acțiunea factorilor de mediu este deosebit de importantă pentru creșterea și dezvoltarea plantelor, iar prin dirijarea acestora se pot realiza sporuri în ce privește acumularea de biomasă. Controlul temperaturii și umidității se realizează în sere în mod frecvent prin intermediul instalațiilor de climatizare, însă dirijarea luminii și a concentrației de CO<sub>2</sub> atmosferic este destul de rar efectuată. Se cunoaște că concentrația medie de CO<sub>2</sub> din aer, de 360 ppm, este suboptimală față de posibilitățile de folosire a lui în fotosinteză. Spre exemplu, în cazul molidului optimul pentru fotosinteză ar fi concentrația de 1500 ppm, adică de patru pînă la cinci ori mai mare decît valoarea normală a CO<sub>2</sub> din aer (Mitscherlich, 1975), în general CO<sub>2</sub> fiind nelimitativ pentru fotosinteză.

Mărirea producției vegetale este posibilă prin îmbogățirea artificială în CO<sub>2</sub> a aerului, acțiune care se poate realiza cu succes în condiții de seră. Prin îmbogățirea până la 1 000 ppm a concentrației CO<sub>2</sub> din atmosfera incintei, după patru luni puietii de *Pinus strobus* și-au mărit fotosinteza, realizând creșteri de două ori mai mari decât la martor (Funsch et al., 1970).

Scopul acestor cercetări este de a stabili în ce măsură concentrația CO<sub>2</sub> atmosferic și a PAR influențează procesele fiziologice în cazul celor trei specii de magnolia, având în vedere importanța ornamentală a acestor specii. În această lucrare sunt prezentate rezultatele cu privire la influența creșterii concentrației CO<sub>2</sub> în atmosfera spațiilor de creștere, precum și a suplimentării luminii, până la punctul de saturație, asupra ratei fotosintezei și implicit asupra acumulărilor de biomasă, respectiv asupra creșterii și dezvoltării puietilor de *Magnolia sp.* crescuți în sere.

## 2. MATERIAL ȘI METODĂ

Cercetările s-au desfășurat în serele pepinierii ICAS Ștefănești din Voluntari - Ilfov, lângă București. Materialul de studiat este alcătuit din puietii de *Magnolia sp.* (*Magnolia x soulangiana*, *Magnolia macrophylla* și *Magnolia kobus*), în vârstă de 3 ani, obținuți pe cale generativă și crescuți în vase de vegetație, în sere dotate cu instalație de climatizare care asigură un regim constant de umiditate și căldură (T = 20°C, umiditatea atmosferică >80%, solul permanent reavăn). Substratul de înrădăcinare este alcătuit din humus de tei 75% și nisip de râu 25%. Măsurătorile s-au efectuat în luna martie a anului 2007, când frunzele celor trei specii au fost pe deplin formate și ajunse la maturitate.

Metoda folosită este nedistructivă (frunzele nu sunt detașate de pe plantă) și utilizează un analizor de gaze foliar (CIRAS-2) care determină simultan mai mulți indicatori fiziologici și de mediu: rata fotosintezei (PN,  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ); rata transpirației (T,  $\text{mmolm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ); conductanța stomatală (GS,  $\text{mmolm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ); concentrația de CO<sub>2</sub> substomatal (Ci, ppm), deficitul presiunii vaporilor de apă (Vpd, mb); radiația fotosintetic activă (PAR,  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ); temperatura mediului (Tc, °C); temperatura frunzei (Tl, °C), evapotranspirația (EVAP,  $\text{mmolm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) etc.

Analizorul de gaze foliar CIRAS-2 este un analizor de tip IRGA, portabil, cu cameră de asimilație cu expunere de material biologic de 2,5 cm<sup>2</sup>, cu CO<sub>2</sub> și PAR strict controlate. Cantitatea de PAR incidentă este controlată cu mare precizie printr-o lampă rece, LCD, care poate asigura valori ale PAR cuprinse între 0 –2000  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , iar concentrația CO<sub>2</sub> din camera de asimilație se poate fixa la valori cuprinse între 0 și 2000 ppm cu ajutorul unei surse artificiale de CO<sub>2</sub>.

Durata de măsurare a fost în funcție de durata de adaptare a țesuturilor în camera de asimilație (5-7 minute). Reacția la CO<sub>2</sub> și lumină a fost testată prin expunerea țesuturilor foliare la valori crescânde ale CO<sub>2</sub> (0- 2000 ppm) și PAR (0 –2000  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), aparatul permițând controlul precis al celor 2 parametrii.

### 3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Pe baza măsurătorilor efectuate la cele trei specii de magnolia s-a stabilit influența pe care o joacă variația celor doi factori de mediu CO<sub>2</sub> și PAR asupra proceselor fiziologice.

*Magnolia x soulangiana*. Rezultatele obținute în urma măsurătorilor efectuate la *Magnolia x soulangiana* sunt prezentate în tabelul 1 și tabelul 2. S-a constatat că la *Magnolia x soulangiana* în condiții de atmosferă normală (CO<sub>2</sub> = 360 ppm) iar PAR variabil (fig. 1), fotosinteza crește mai întâi direct proporțional cu mărirea intensității PAR, până la PAR = 400 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>, peste această valoare procesul urmează o curbă logaritmică până la PAR = 1000 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>, care reprezintă punctul de saturație al luminii, după care intensitatea fotosintezei rămâne relativ constantă. În ce privește punctul de compensație, acesta este atins la valori ale PAR = 50 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>.

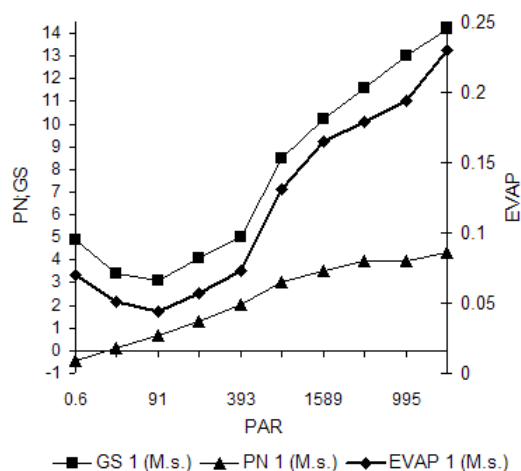
**Tabelul 1.** Dinamica parametrilor schimbului de gaze foliar la *Magnolia x soulangiana*, în condiții de atmosferă normală (CO<sub>2</sub> = 360 ppm) și îmbogățită în CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> = 700 ppm), iar PAR variabil.

The dynamics of foliar gase exchange parameters at *Magnolia x soulangiana*, in normal CO<sub>2</sub> concentration (CO<sub>2</sub> = 360), enriched CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> = 700 ppm), and with variable PAR conditions

CO2R	PAR	TC	Tr1 (M.s.)	GS 1 (M.s.)	TL	PN 1 (M.s.)
360	0,6	16,92	0,07	4,9	17	-0,42
360	45	16,98	0,051	3,4	17,17	0,09
360	91	16,81	0,044	3,1	17,05	0,68
360	203	16,8	0,057	4,1	17,1	1,28
360	393,4	16,62	0,073	5	17,13	2,06
360	792	16,85	0,131	8,5	17,7	3,01
360	994,8	16,6	0,194	13	17,58	3,99
360	1197	16,52	0,179	11,6	17,7	3,96
360	1588,8	16,48	0,165	10,2	18,03	3,51
360	1986,6	16,41	0,23	14,2	18,28	4,31
700	1,2	16,49	0,178	12,5	16,52	0,03
700	45	16,56	0,148	10,3	16,7	0,27
700	91	16,59	0,107	7,3	16,73	1,22
700	200,2	16,66	0,055	3,5	17	2,29
700	393,8	16,7	0,047	3	17,26	2,87
700	792	16,58	0,071	4,4	17,5	3,25
700	992,8	16,54	0,06	3,8	17,66	3,7
700	1192	16,53	0,073	4,3	17,83	4,18
700	1588	16,39	0,098	5,7	18,03	4,64
700	1993,4	16,41	0,114	6,4	18,58	5,27

**Tabelul 2.** Dinamica parametrilor schimbului de gaze foliar la *Magnolia x soulangiana*, în condiții de PAR de saturație ( $1000 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) și  $\text{CO}_2$  variabil (0-2000 ppm)  
The dynamics of foliar gas exchange parameters to *Magnolia x soulangiana*, in PAR saturation conditions ( $1000 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) and variable  $\text{CO}_2$

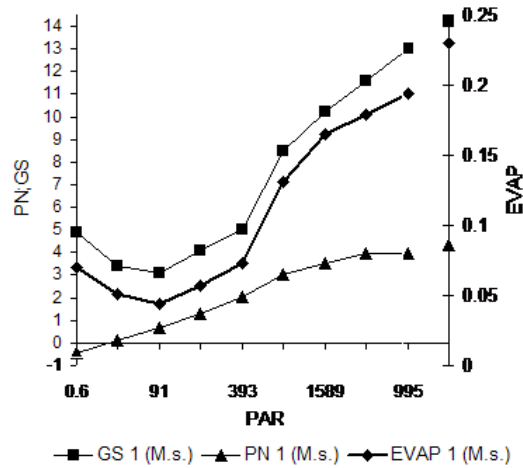
CO2R	PAR	TC	TR3 (M.s.)	GS 3 (M.s.)	TL	PN 3 (M.s.)
12,06	1000	17,05	0,05	3	18,25	-0,84
46,79	1000	16,78	0,056	3,1	17,91	-0,28
101,85	1000	16,78	0,097	5,9	17,87	0,05
201,87	1000	16,61	0,145	8,9	17,63	1,29
361,65	1000	16,7	0,17	10,7	17,7	2,57
1501,52	1000	16,98	0,181	11	18	4,58
2001,03	1000	17,2	0,121	7	18,3	5,23



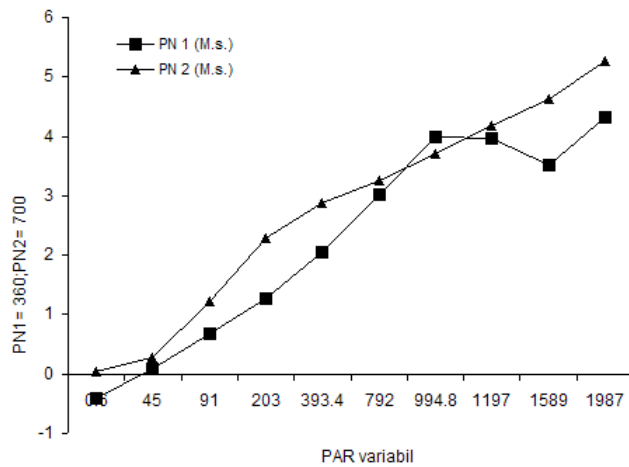
**Fig. 1.** Dinamica parametrilor schimbului de gaze foliar la *Magnolia x soulangiana*, în condiții de atmosferă normală ( $\text{CO}_2 = 360 \text{ ppm}$ ), iar PAR variabil  
The dynamics of foliar gas exchange parameters at *Magnolia x soulangiana*, in normal atmosphere conditions ( $\text{CO}_2 = 360 \text{ ppm}$ ), and with variable PAR

La dublarea concentrației de  $\text{CO}_2$  ( $\text{CO}_2 = 700 \text{ ppm}$ ) și PAR variabil (fig. 2) se constată că punctul de compensație este atins la valori mai mici ale  $\text{PAR} = 10 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , iar punctul de saturație nu este atins la  $\text{PAR} = 1000 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , rata fotosintezei continuând să crească odată cu creșterea intensității luminii, însă creșterea este mai puțin activă.

Comparând rata fotosintezei (PN) la *Magnolia x soulangiana* pentru  $\text{CO}_2 = 360 \text{ ppm}$  și  $\text{CO}_2 = 700 \text{ ppm}$ , în cazul în care intensitatea luminii crește de la 0 la  $2000 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (fig. 3), se constată că la aceleași valori ale PAR, pentru  $\text{CO}_2 = 700 \text{ ppm}$ , PN realizează valori mai mari, fapt ce demonstrează că creșterea concentrației  $\text{CO}_2$  în atmosferă, în aceleași condiții de lumină, determină o intensificare a fotosintezei.



**Fig. 2.** Dinamica parametrilor schimbului de gaze foliar la *Magnolia x soulangiana*, în condiții de atmosferă îmbogățită în CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> = 700 ppm), cu PAR variabil  
The dynamics of foliar gas exchange parameters at *Magnolia x soulangiana*, in normal atmosphere conditions (CO<sub>2</sub> = 700 ppm), and with variable PAR



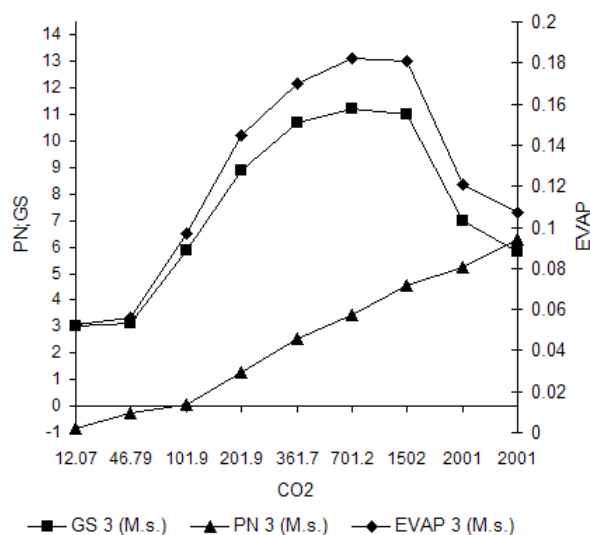
**Fig. 3.** Dinamica ratei fotosintezei (PN) la *Magnolia x soulangiana*, în condiții de atmosferă normală (CO<sub>2</sub> = 360 ppm) și îmbogățită în CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> = 700 ppm), iar PAR variabil  
The dynamics of photosynthesis rates at *Magnolia x soulangiana*, in normal atmosphere conditions (CO<sub>2</sub> = 360 ppm), enriched (CO<sub>2</sub> = 700 ppm) and with variable PAR

În ce privește conductanța stomatală (GS), se observă că în condiții de atmosferă normală (CO<sub>2</sub> = 360 ppm), aceasta parcurge o ușoară scădere odată cu creșterea PAR de la 0 la 100 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>, unde realizează un minim, după care urmează o curbă ascendentă, maximum conductanței stomatale înregistrându-se la valorile maxime ale intensității luminii.

Nu aceeași comportare are GS în cazul îmbogățirii atmosferei în CO<sub>2</sub>, prin

dublarea concentrației acestuia, când maximul conductanței stomatale se înregistrează la întuneric, valoarea acesteia scade pe măsură ce intensitatea luminii crește, până la  $PAR = 400 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , când se realizează și minimul GS, după care aceasta crește o dată cu intensificarea luminii.

Transpirația urmează aceeași curbă ca și conductanța stomatală, indiferent de concentrația  $\text{CO}_2$ . În cazul în care plantelor li se asigură lumina de saturație ( $PAR = 1000$ ), iar  $\text{CO}_2$  variază de la 0 la 2000 ppm (fig. 4), se constată că la o concentrație a  $\text{CO}_2$  mai mică de 100 ppm (punctul de compensație), rata fotosintezei este negativă, peste această valoare a  $\text{CO}_2$ , fotosinteza se intensifică odată cu creșterea concentrației  $\text{CO}_2$  din atmosferă urmând o creștere lineară, maximul PN se realizează la  $\text{CO}_2 = 2000$  ppm.



**Fig. 4.** Dinamica parametrilor schimbului de gaze foliar la *Magnolia x soulangiana*, în condiții de PAR de saturație ( $1000 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) și  $\text{CO}_2$  variabil (0-2000 ppm).

The dynamics of foliar gas exchange parameters at *Magnolia x soulangiana*, in saturation PAR conditions ( $1000 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), and variable  $\text{CO}_2$

Conductanța stomatală se menține la valori minime până la  $\text{CO}_2 = 50$  ppm, peste această valoare crește direct proporțional cu creșterea concentrației  $\text{CO}_2$  până la 200 ppm, după care creșterea urmează o curbă logarimică până la  $\text{CO}_2 = 800$  ppm și apoi se menține constantă până 1500 ppm. Dacă concentrația  $\text{CO}_2$  crește peste această valoare conductanța stomatală scade foarte activ. Transpirația urmează aceeași variație ca și conductanța stomatală.

*Magnolia macrophylla*. Rezultatele obținute în urma măsurătorilor efectuate la *Magnolia macrophylla* sunt prezentate în tabelul 3 și tabelul 4.

**Tabelul 3.** Dinamica parametrilor schimbului de gaze foliar la *Magnolia macrophylla*, în condiții de atmosferă normală (CO<sub>2</sub> = 360 ppm) și îmbogățită în CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> = 700 ppm), iar PAR variabil

The dynamics of foliar gase exchange parameters at *Magnolia macrophylla*, in normal atmosphere conditions (CO<sub>2</sub> = 360 ppm) enriched CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> = 700 ppm) and with variable PAR

CO2R	PAR	TC	TR1 (M.m.)	GS 1 (M.m.)	TL	PN 1(M.m.)
360	1,5	18,6	0,2	11,62	18,63	-1,76
360	45	18,22	0,16	9,5	18,3	-0,96
360	199	17,83	0,23	14,5	18,1	1,19
360	407	17,73	0,21	13	18,3	1,37
360	804	17,84	0,20	11,3	18,9	0,93
360	1187,7	17,7	0,18	10	19,24	1,08
360	1987,4	17,54	0,23	12,2	19,99	1,43
700	1,2	17,4	0,13	8,5	17,48	-1,28
700	45	17,38	0,11	6,8	17,5	-0,4
700	91	17,5	0,11	6,6	17,7	-0,38
700	199	17,41	0,09	6	17,7	-0,18
700	391,4	17,39	0,11	7	17,85	1,26
700	803,2	17,55	0,21	12,5	18,58	2,94
700	1188	17,6	0,17	9,6	19,02	2,99
700	1553,6	17,6	0,15	8,16	19,52	1,95
700	1989	17,5	0,15	8	20,01	2,01

**Tabelul 4.** Dinamica parametrilor schimbului de gaze foliar la *Magnolia macrophylla*, în condiții de PAR de saturație (1000 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>) și CO<sub>2</sub> variabil (0-2000 ppm).

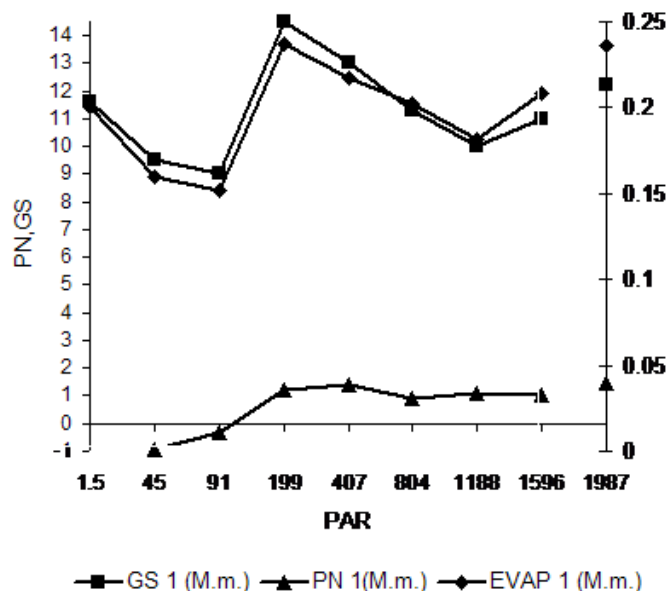
The dynamics of foliar gase exchange parameters at *Magnolia macrophylla*, in saturation PAR conditions (1000 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>), and variable CO<sub>2</sub> (0-2000 ppm).

CO <sub>2</sub>	PAR	TC	TR3 (M.m.)	GS 3 (M.m.)	TL	PN 3(M.m.)
13,28	1000		0,36	18,5		-1,29
47,49	1000	17	0,36	23	18,1	-0,69
95,86	1000	17,08	0,37	23,3	18,17	
201,8	1000	17	0,32	20	18,2	0,65
362,17	1000	17	0,22	13,7	18,31	1,59
700,46	1000	16,96	0,15	9	18,31	2,27
1501,77	1000	16,94	0,13	7,8	18,25	4,15
2000,18	1992	17	0,11	5,9	19,6	4,07

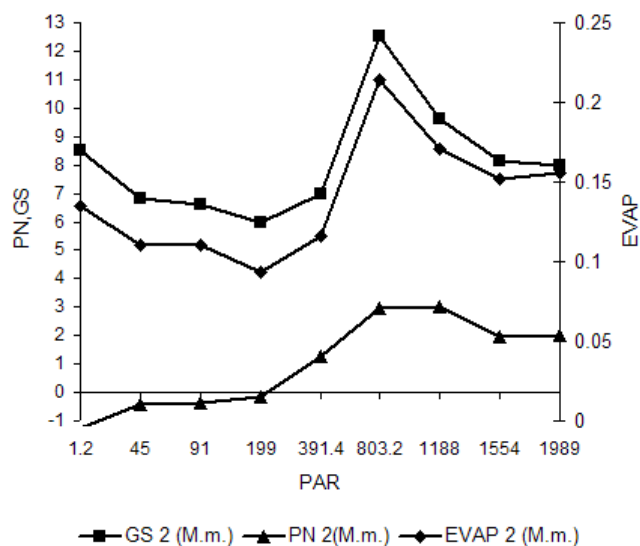
La *Magnolia macrophylla* se constată că la o concentrație normală a CO<sub>2</sub> în atmosferă și lumină variabilă (fig. 5), rata fotosintezei devine pozitivă la intensități ale luminii mai mari de 100 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>, apoi are loc o creștere activă până la 400 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> când se atinge punctul luminii de saturație. Creșterea intensității luminii peste această valoare nu mai determină o intensificare a fotosintezei, aceasta menținându-se constantă la valori ale PAR cuprinse între 400 și 2000 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>.

Prin dublarea concentrației de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>= 700ppm), în condiții de lumină variabilă (fig. 6), se constată o creștere a ratei fotosintezei (PN=2,99 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>), iar punctul de compensație este atins la valori mai mari ale PAR (PAR= 800 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>). Dacă intensitatea luminii crește peste punctul de saturație (PAR=1200 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>), se constată o scădere a ratei fotosintezei.





**Fig. 5.** Dinamica parametrilor schimbului de gaze foliar la *Magnolia macrophylla*, în condiții de atmosferă normală (CO<sub>2</sub> = 360 ppm), iar PAR variabil  
 The dynamics of foliar gas exchange parameters at *Magnolia macrophylla*, in normal atmosphere conditions (CO<sub>2</sub> = 360 ppm), and variable PAR



**Fig. 6.** Dinamica parametrilor schimbului de gaze foliar la *Magnolia macrophylla*, în condiții de atmosferă îmbogățită în CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> = 700 ppm), iar PAR variabil  
 The dynamics of foliar gas exchange parameters at *Magnolia macrophylla*, in normal atmosphere conditions (CO<sub>2</sub> = 700 ppm), and variable PAR

Comparând mersul fotosintezei pentru valori ale  $\text{CO}_2$  de 360 și 700 ppm (fig. 7), se constată că o concentrație dublă a  $\text{CO}_2$  ( $\text{CO}_2 = 700$  ppm) duce la o creștere a ratei fotosintezei (PN) față de concentrația normală a  $\text{CO}_2$ , dar numai la valori ale PAR mai mari de  $400 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Sub această valoare intensitatea fotosintezei se menține mai scăzută decât în cazul  $\text{CO}_2 = 360$  ppm. De asemenea, în acest caz și punctul de compensație în raport cu lumina se realizează la valori ale PAR mai mari de  $200 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ .

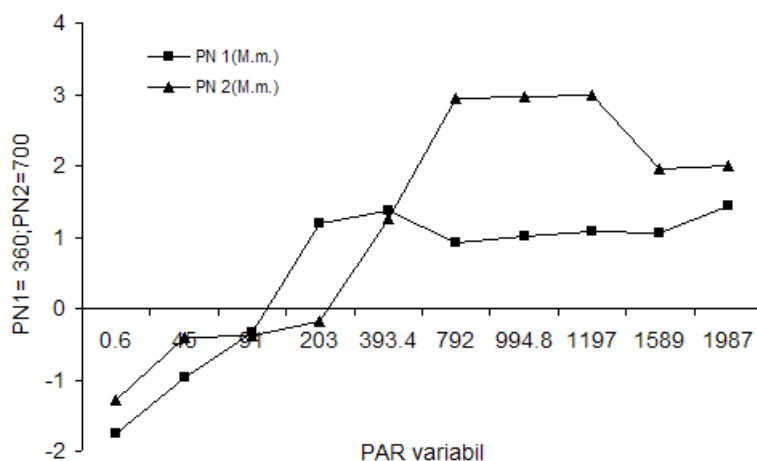


Fig. 7. Dinamica ratei fotosintezei(PN) la *Magnolia macrophylla*, în condiții de atmosferă îmbogățită în  $\text{CO}_2$  ( $\text{CO}_2 = 700$  ppm), iar PAR variabil

The dynamics of photosynthesis rates at *Magnolia macrophylla*, in normal atmosphere conditions ( $\text{CO}_2 = 360$  ppm) and  $\text{CO}_2$  enriched ( $\text{CO}_2 = 700$  ppm) conditions and variable PAR

În ambele situații se constată că maximum fotosintezei se realizează la intensități ale luminii de  $400 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  și respectiv de  $1000 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , iar după aceste maxime intensitatea fotosintezei nu se mai menține constantă ca la *Magnolia x soulangiana*, ci urmează o descreștere lineară, și numai după aceea se stabilizează la o intensitate relativ constantă.

Acest lucru demonstrează că *Magnolia macrophylla* are un temperament mai delicat comparativ cu *Magnolia x soulangiana*, lumina peste punctul de saturație nu numai că nu conduce la o intensificare a fotosintezei, dar duce la diminuarea acesteia. În practică s-a constatat că expunerea în lumină directă, în zilele însorite de vară, poate conduce la pârlirea frunzelor tinere.

Conductanța stomatală la *Magnolia macrophylla*, în cazul  $\text{CO}_2 = 360$  ppm, ca și la *Magnolia x soulangiana*, parcurge o ușoară scădere odată cu creșterea PAR până la  $100 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  când și valorile PN sunt negative, după care înregistrează o creștere puternică până la  $\text{PAR} = 200 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , când GS realizează și valoarea maximă.

Dacă PAR crește peste această valoare, GS intră pe o curbă descendentă și scade până la o intensitate a luminii de  $1200 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , când înregistrează o nouă creștere dar mai puțin activă.

În cazul  $\text{CO}_2 = 700$  ppm (fig. 6), GS urmează o curbă descendentă pentru valori ale PAR cuprinse între 0 și  $200 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , după care parcurge o curbă ascendentă până la valori ale  $\text{PAR} = 800 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ . La această valoare a PAR se realizează maximul atât pentru GS cât și pentru PN. Peste această valoare a PAR, GS scade în mod continuu până la  $\text{PAR} = 1600 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , după care se menține constantă.

Se poate remarca că curba PN urmează același mers ca și GS, fapt ce demonstrează că între fotosinteză și conductanța stomatală există o corelație directă. Acest lucru ne ajută să stabilim intensitatea luminii pentru care fotosinteza înregistrează valori maxime. Pentru  $\text{CO}_2$  variabil (0-2000 ppm) și PAR de saturație ( $1000 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) s-au obținut următoarele rezultate, prezentate în tabelul 4.

**Tabelul 4.** Dinamica parametrilor schimbului de gaze foliar la *Magnolia macrophylla*, în condiții de PAR de saturație ( $1000 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) și  $\text{CO}_2$  variabil (0-2000 ppm).

The dynamics of foliar gase exchange parameters at *Magnolia macrophylla*, in PAR saturation conditions ( $1000 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), and variable  $\text{CO}_2$  (0-2000 ppm).

$\text{CO}_2$	PAR	TC	TR3 (M.m.)	GS 3 (M.m.)	TL	PN 3(M.m.)
13,28	1000		0,36	18,5		-1,29
47,49	1000	17	0,36	23	18,1	-0,69
95,86	1000	17,08	0,37	23,3	18,17	
201,8	1000	17	0,32	20	18,2	0,65
362,17	1000	17	0,22	13,7	18,31	1,59
700,46	1000	16,96	0,15	9	18,31	2,27
1501,77	1000	16,94	0,13	7,8	18,25	4,15
2000,18	1992	17	0,11	5,9	19,6	4,07

Ca și în cazul speciei precedente, dacă se asigură lumina de saturație ( $\text{PAR} = 1000$ ), iar concentrația  $\text{CO}_2$  variază de la 0 la 2 000 ppm (tabelul 4), se constată că la o concentrație a  $\text{CO}_2$  mai mică de 100 ppm (punctul de compensație), rata fotosintezei este negativă, peste această valoare, fotosinteza are o ușoară creștere, odată cu creșterea concentrației  $\text{CO}_2$  din atmosferă până la 700 ppm, urmând o creștere lineară, între 700 și 1500 ppm creșterea PN se intensifică, realizându-se și punctul de saturație. Peste această valoare intensitatea fotosintezei rămâne relativ constantă.

Conductanța stomatală are valori ridicate chiar și la o concentrație foarte scăzută a  $\text{CO}_2$  atmosferic, realizând un maxim al conductanței stomatiale la valori ale  $\text{CO}_2$  cuprinse între 50 și 100 ppm, după care urmează o curbă descendentă odată cu creșterea concentrației  $\text{CO}_2$  atmosferic.

Se constată că în cazul  $\text{CO}_2$  variabil (0-2000 ppm) și PAR de saturație ( $1000 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ )(fig. 8), pe măsură ce concentrația  $\text{CO}_2$  crește, se intensifică fotosinteza, iar conductanța stomatală scade. Și în acest caz, transpirația urmează aceeași variație ca și conductanța stomatală.

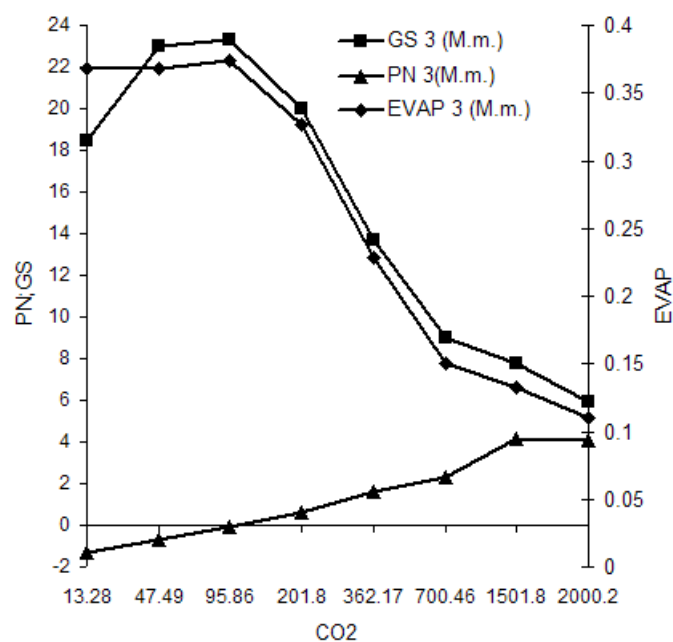
*Magnolia kobus*. Rezultatele obținute în cazul măsurătorilor efectuate la *Magnolia kobus* sunt prezentate în tabelul 5 și tabelul 6. La *Magnolia kobus* se constată că pentru  $\text{CO}_2 = 360$  ppm și PAR variabil (fig. 9), rata fotosintezei are valori

negative pînă la intensități ale luminii de peste  $150 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , când se realizează și punctul de compensație. O dată cu creșterea intensității luminii, crește și intensitatea fotosintezei la început linear, apoi după o curbă logaritmică pînă la atingerea punctului de saturație  $1200 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , peste această valoare intensitatea fotosintezei se menține relativ constantă.

În cazul dublării concentrației  $\text{CO}_2$  atmosferic (fig. 10), rata fotosintezei realizează valori pozitive chiar și sub  $50 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , fapt ce dovedește că o creștere a concentrației  $\text{CO}_2$  atmosferic poate suplini o intensitate mai slabă a luminii.

Prin analiza comparativă a mersului fotosintezei în raport cu variația PAR, în condiții de  $\text{CO}_2$  atmosferic normal și dublu (fig. 11), se constată că la aceleași valori ale intensității luminii, rata fotosintezei realizează valori duble în cazul dublării concentrației  $\text{CO}_2$  atmosferic. Acest fapt demonstrează că o dublare a concentrației  $\text{CO}_2$  atmosferic, în aceleași condiții de iluminare, determină o dublare a ratei fotosintezei și implicit a acumulărilor de biomasă.

Conductanța stomatală are valori reduse ca și fotosinteza pînă la  $\text{PAR} = 400 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , după care se intensifică odată cu creșterea intensității luminii în cazul  $\text{CO}_2 = 360 \text{ ppm}$ . Pentru  $\text{CO}_2 = 700 \text{ ppm}$ , conductanța stomatală are valori maxime la o iluminare slabă, scade odată cu creșterea intensității luminii, realizând un minim la  $\text{PAR} = 200$ , apoi urmează o creștere ușoară pe măsură ce crește valoarea PAR.



**Fig. 8.** Dinamica parametrilor schimbului de gaze foliar la *Magnolia macrophylla*, în condiții de PAR de saturație ( $1000 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) și  $\text{CO}_2$  variabil (0-2000 ppm).

The dynamics of foliar gas exchange parameters at *Magnolia macrophylla*, in PAR saturation conditions ( $1000 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), and variable  $\text{CO}_2$

**Tabelul 5.** Dinamica parametrilor schimbului de gaze foliar la *Magnolia kobus*, în condiții de atmosferă normală (CO<sub>2</sub> = 360 ppm) și îmbogățită în CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> = 700 ppm), iar PAR variabil

The dynamics of foliar gase exchange parameters to *Magnolia kobus*, in normal atmosphere conditions (CO<sub>2</sub> = 360 ppm) and enriched CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> = 700 ppm) with variable PAR

CO2R	PAR	TC	TR1 (M.k.)	GS 1 (M.k.)	TL	PN 1 (M.k.)
360	2,7	17	0,14	9,3	17,1	-0,97
360	45	16,87	0,11	7,4	16,97	-0,29
360	91	16,89	0,11	7,4	17,01	-0,07
360	199,8	16,9	0,12	8	17,17	0,13
360	391,8	16,9	0,12	8	17,43	0,75
360	1585,9	17,1	0,23	13,2	19,04	3,07
360	1992,5	16,88	0,28	16	19,35	3,94
700	1,5	16,9	0,2	13,6	16,82	-0,32
700	45	16,72	0,14	9,9	16,81	0,92
700	91	16,84	0,13	9	16,91	2,02
CO2R	PAR	TC	TR1 (M.k.)	GS 1 (M.k.)	TL	PN 1 (M.k.)
700	199,4	16,65	0,11	8	16,95	2,57
700	399,6	16,9	0,14	9,1	17,4	2,88
700	805,2	16,8	0,14	8,9	17,89	4,02
700	1585,6	16,91	0,17	10	18,91	5,67
700	1997	16,83	0,19	10,5	19,37	6,46

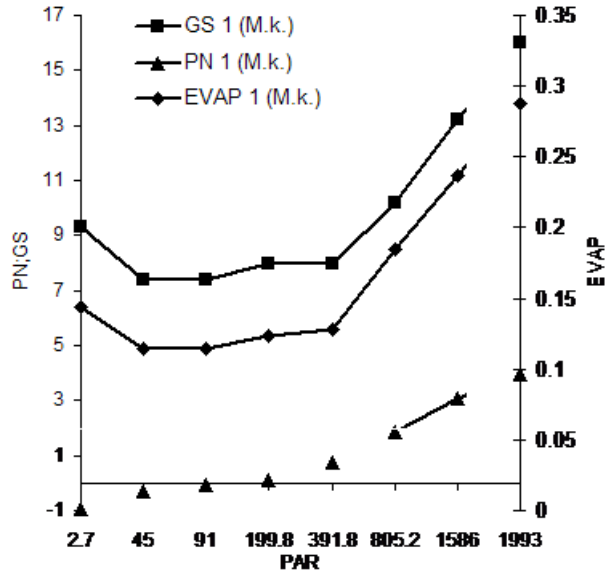
**Tabelul 6.** Dinamica parametrilor schimbului de gaze foliar la *Magnolia kobus*, în condiții de PAR de saturație (1000 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>) și CO<sub>2</sub> variabil (0-2000 ppm).

The dynamics of foliar gase exchange parameters at *Magnolia kobus*, in PAR saturation conditions (1000 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>) and variable CO<sub>2</sub>

CO2R	PAR	TC	TR3 (M.k.)	GS 3 (M.k.)	TL	PN 3 (M.k.)
12,78	1000	16,7	0,253	15,8	17,97	-0,81
49,04	1000	16,7	0,326	20,7	17,98	-0,34
102,38	1000		0,352	25,8		0,75
204,82	1000	16,66	0,394	25,4	17,8	2,52
361,94	1000	16,61	0,304	19,6	17,8	4,54
700,36	1000	16,7	0,216	13,5	17,9	7,01
1501,73	1000	16,77	0,183	11,2	18,01	10,13
2001,13	1000	16,77	0,159	9,8	18,04	10,73

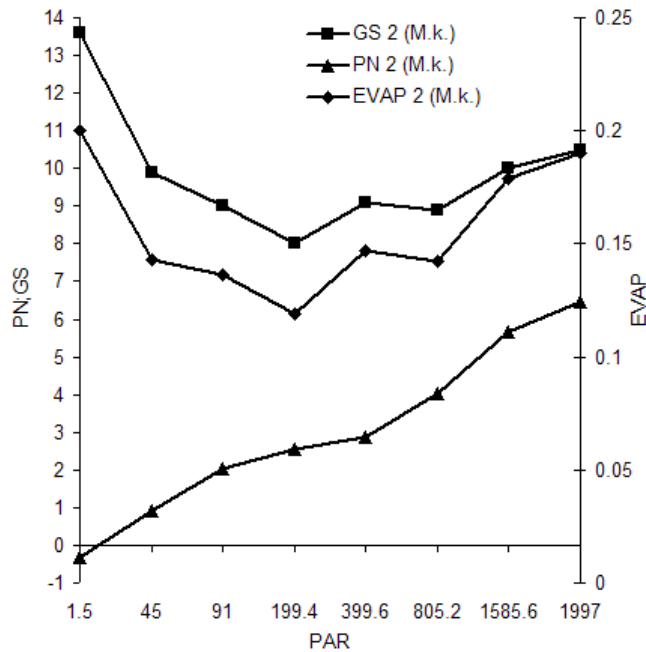
Transpirația urmează curba conductanței stomatale și se apropie foarte mult de aceasta la valori mari ale intensității luminii.

În cazul asigurării luminii de saturație (1000 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>) și CO<sub>2</sub> variabil (0-2000 ppm) (Fig. 12), la *Magnolia kobus* se constată că punctul de compensație al fotosintezei în raport cu concentrația CO<sub>2</sub> atmosferic este situat în jurul valorii de 70 ppm. Mărirea concentrației CO<sub>2</sub> peste punctul de compensație determină o creștere a fotosintezei după o curbă logaritmică, până la atingerea punctului de saturație (CO<sub>2</sub> = 1500 ppm), după care intensitatea fotosintezei se menține relativ constantă.



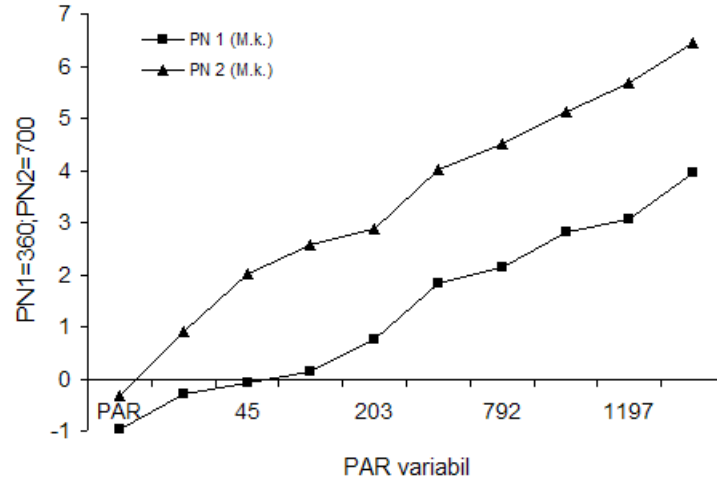
**Fig. 9.** Dinamica parametrilor schimbului de gaze foliar la *Magnolia kobus*, în condiții de atmosferă normală ( $CO_2 = 360$  ppm), iar PAR variabil.

The dynamics of foliar gas exchange parameters to *Magnolia kobus*, in normal atmosphere conditions ( $CO_2 = 360$  ppm), and PAR variability



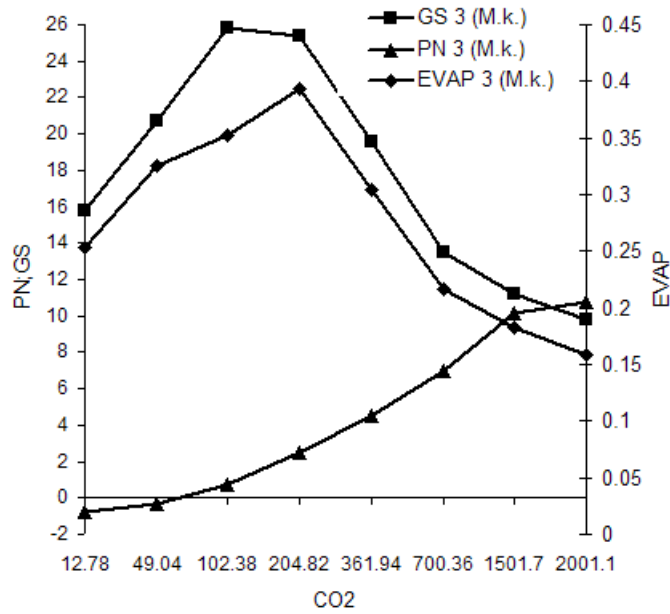
**Fig. 10.** Dinamica parametrilor schimbului de gaze foliar la *Magnolia kobus*, în condiții de atmosferă îmbogățită în  $CO_2$  ( $CO_2 = 700$  ppm), iar PAR variabil

The dynamics of foliar gas exchange parameters to *Magnolia kobus*, in normal atmosphere conditions ( $CO_2 = 700$  ppm), and PAR variability



**Fig. 11.** Dinamica ratei fotosintezei(PN) la *Magnolia kobus*, în condiții de atmosferă îmbogățită în  $\text{CO}_2$  ( $\text{CO}_2 = 700$  ppm), iar PAR variabil

The dynamics of photosynthesis rates at *Magnolia kobus*, in normal atmosphere conditions ( $\text{CO}_2 = 360$  ppm), and enriched ( $\text{CO}_2 = 700$  ppm) atmosphere conditions and variable PAR



**Fig. 12.** Dinamica parametrilor schimbului de gaze foliar la *Magnolia kobus*, în condiții de PAR de saturație ( $1000 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) și  $\text{CO}_2$  variabil (0-2000 ppm).

The dynamics of foliar gas exchange parameters at *Magnolia kobus*, in PAR saturation conditions ( $1000 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), and variable  $\text{CO}_2$

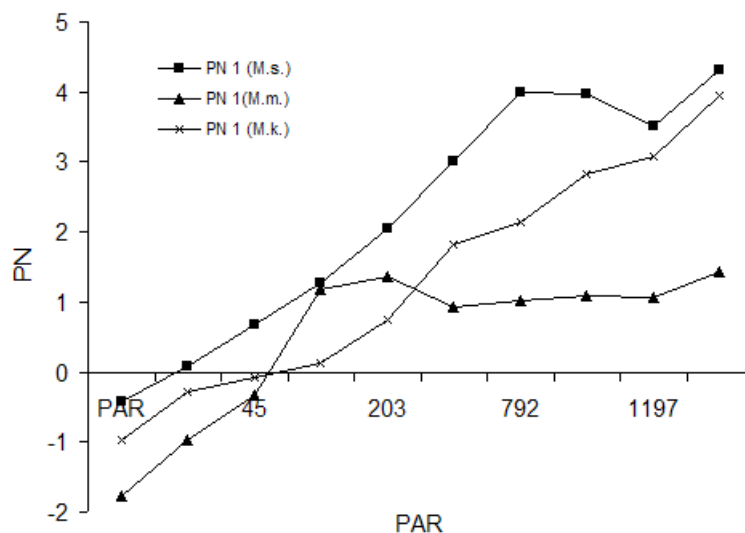
Conductanța stomatală urmează o creștere lineară până la  $\text{CO}_2=100$  ppm, până la 200 ppm o ușoară descreștere, apoi descreșterea se intensifică pe măsură ce crește concentrația  $\text{CO}_2$ . În acest caz nu se constată o corelație între fotosinteză și conductanța stomatală.

Urmărind comparativ dinamica fotosintezei la cele 3 specii de magnolia în raport cu variația  $\text{CO}_2$  și PAR (fig. 13-16) s-au constatat o serie de aspecte.

La  $\text{CO}_2 = 360$  ppm și PAR variabil (fig. 13), se constată că la aceeași intensitate luminoasă cele trei specii realizează rate ale fotosintezei diferite. Astfel *Magnolia x soulangiana* realizează cea mai intensă creștere, urmată de *Magnolia kobus*, iar cea mai redusă creștere se înregistrează la *Magnolia macrophylla*.

La o iluminare slabă ( $200 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), *Magnolia macrophylla* realizează o rată a fotosintezei crescută, de aceeași valoare cu *Magnolia x soulangiana* și mai mare decât la *Magnolia kobus*. Pe măsură ce intensitatea luminii crește, la *Magnolia x soulangiana* și *Magnolia kobus* fotosinteza se intensifică, iar la *Magnolia macrophylla* se constată o ușoară descreștere după  $400 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , apoi devine constantă, fără a mai atinge pragul realizat la  $400 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ .

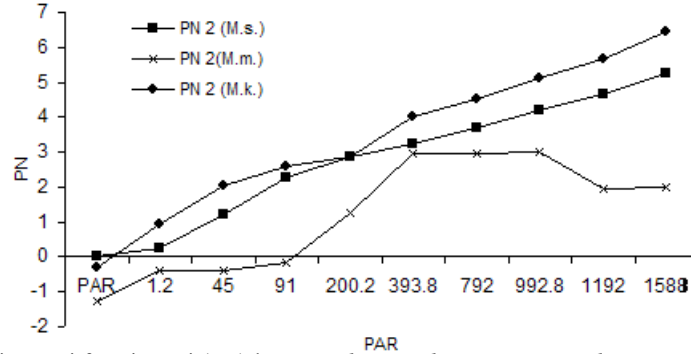
La o dublare a concentrației  $\text{CO}_2$  atmosferic (fig. 14) se constată că fotosinteza realizează alte curbe de variație la cele trei specii, care diferă de cele realizate la  $\text{CO}_2 = 360$  ppm. În acest caz cea mai intensă rată a fotosintezei o realizează *Magnolia kobus*, urmată de *Magnolia x soulangiana*. Creșterea concentrației  $\text{CO}_2$  atmosferic influențează în cea mai mare măsură fotosinteza la *Magnolia kobus*, la celelalte două specii influența nu se manifestă atât de pregnant. La *Magnolia macrophylla* dublarea concentrației  $\text{CO}_2$  atmosferic determină un alt punct al luminii de saturație ( $\text{PAR} = \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ).



**Fig. 13.** Dinamica ratei fotosintezei (PN) la *Magnolia x soulangiana*, *Magnolia macrophylla* și *Magnolia kobus*, pentru  $\text{CO}_2 = 360$  ppm și PAR variabil.

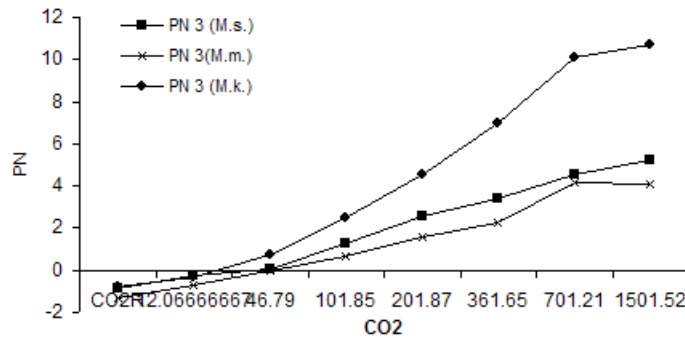
The dynamics of photosynthesis rates at *Magnolia x soulangiana*, *Magnolia macrophylla* and *Magnolia kobus*, in normal atmosphere conditions ( $\text{CO}_2 = 360$  ppm) and variable PAR





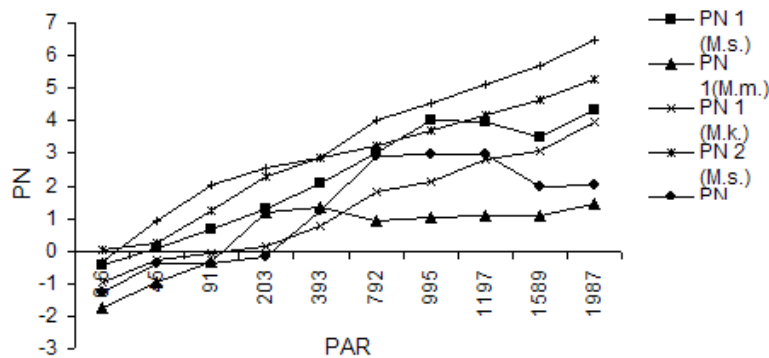
**Fig. 14.** Dinamica ratei fotosintezei (PN) la *Magnolia x soulangiana*, *Magnolia macrophylla* și *Magnolia kobus*, pentru  $CO_2 = 700$  ppm și PAR variabil.

The dynamics of photosynthesis rates at *Magnolia x soulangiana*, *Magnolia macrophylla* and *Magnolia kobus* in  $CO_2 = 700$  ppm and variable PAR



**Fig. 15.** Dinamica ratei fotosintezei (PN) la *Magnolia x soulangiana*, *Magnolia macrophylla* și *Magnolia kobus* pentru  $CO_2$  variabil și PAR de saturație ( $1000 \mu mol m^{-2} s^{-1}$ ).

The dynamics of photosynthesis rates at *Magnolia x soulangiana*, *Magnolia macrophylla* and *Magnolia kobus*, in PAR saturation conditions ( $1000 \mu mol m^{-2} s^{-1}$ ), and variable  $CO_2$



**Fig. 16.** Dinamica ratei fotosintezei (PN) la *Magnolia x soulangiana*, *Magnolia macrophylla* și *Magnolia kobus*, pentru  $CO_2 = 360$  ppm ;  $CO_2 = 700$  ppm și PAR variabil

The dynamics of photosynthesis rates at *Magnolia x soulangiana*, *Magnolia macrophyll* and *Magnolia kobus* in normal atmosphere conditions ( $CO_2 = 360$  ppm), enriched ( $CO_2 = 700$  ppm) atmosphere conditions and with variable PAR

În situația în care plantele beneficiază de lumină de saturație, iar CO<sub>2</sub> variază de la 0 la 2000 ppm (fig. 15-16), se constată că cea mai semnificativă influență a creșterii concentrației CO<sub>2</sub> atmosferic asupra fotosintezei se înregistrează la *Magnolia kobus*, pe măsură ce crește concentrația CO<sub>2</sub> se intensifică puternic și fotosinteza.

La *Magnolia x soulangiana* și *Magnolia macrophylla*, creșterea concentrației CO<sub>2</sub> influențează într-o mai mică măsură intensitatea fotosintezei.

#### 4. CONCLUZII

Rezultatele cercetării au demonstrat faptul că atât creșterea concentrației CO<sub>2</sub> atmosferic, cât și variația intensității luminii influențează în mod semnificativ procesele fiziologice de bază care se desfășoară la nivelul frunzei, în cazul celor trei specii de magnolie studiate. S-au stabilit punctele de compensație pentru CO<sub>2</sub> și PAR, precum și punctele de saturație ale luminii și concentrației CO<sub>2</sub> atmosferic la fiecare din speciile luate în studiu.

S-a constatat că în această situație poate funcționa legea compensării factorilor, în sensul că, dacă unul din factori este în deficit, o suplimentare a celuilalt factor poate compensa dar nu poate substitui în totalitate prezența acestuia. Astfel, la concentrații mari ale CO<sub>2</sub>, chiar și la intensități reduse ale luminii, rata fotosintezei poate avea valori pozitive. Prin dublarea concentrației CO<sub>2</sub> atmosferic se obțin valori pozitive ale ratei fotosintezei chiar și la intensități ale luminii de 50 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>, iar prin suplimentarea luminii până la punctul de saturație fotosinteza se intensifică și la concentrații mai reduse ale CO<sub>2</sub>.

În același timp, fiecare din cele trei specii are anumite cerințe față de cei doi factori ecologici.

Astfel, *Magnolia macrophylla* realizează maximul ratei fotosintezei la valori reduse ale luminii (200-400 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>), pentru o concentrație normală a CO<sub>2</sub> = 360 ppm, dacă se dublează concentrația CO<sub>2</sub> atmosferic, maximul ratei fotosintezei se atinge la valori mai crescute ale PAR=1000 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>. Față de variația CO<sub>2</sub> reacționează ca și celelalte două specii, având însă valori mult mai reduse ale fotosintezei. Aceste valori reduse ale fotosintezei sunt însă compensate de suprafața foliară mult mai mare (frunzele de *Magnolia macrophylla* pot atinge și peste 80 cm lungime comparativ cu cele de *Magnolia x soulangiana* și *Magnolia kobus*, care au 13-16 cm lungime).

*Magnolia kobus* reacționează cel mai bine la dublarea concentrației CO<sub>2</sub> atmosferic, dublându-și rata fotosintezei. Dublarea concentrației CO<sub>2</sub> influențează fotosinteza și la *Magnolia macrophylla*, dar numai dacă aceasta este însoțită și de o creștere a intensității luminii.

Cel mai bine reacționează la creșterea intensității luminii *Magnolia x soulangiana*, în condiții de CO<sub>2</sub> atmosferic normal, iar dacă concentrația acestuia se dublează, *Magnolia kobus* își intensifică cel mai mult fotosinteza odată cu creșterea intensității luminii.

Creșterea concentrației CO<sub>2</sub> atmosferic influențează și conductanța stomatală, ducând la creșterea acesteia până la o limită după care determină o scădere a acesteia. Și intensitatea luminii influențează conductanța stomatală, dar influența acesteia este dependentă de concentrația CO<sub>2</sub> atmosferic.

Transpirația urmează întotdeauna mersul conductanței stomatale, fiind influențată la rândul ei atât de intensitatea luminii cât și de concentrația CO<sub>2</sub> atmosferic. În reușita culturilor din sere, pe lângă controlul umidității și căldurii, un rol important îl joacă și dozarea concentrației CO<sub>2</sub> atmosferic și a radiației fotosintetic activă, astfel încât condițiile de creștere și dezvoltare să devină optime.

Aceste cercetări au o deosebită importanță practică deoarece permit stabilirea valorilor optime ale concentrației CO<sub>2</sub> atmosferic și intensității luminii (PAR), ce trebuie realizate în serele dotate cu instalații de climatizare, pentru obținerea unor puiți normal dezvoltați și asigurarea unei intensificări a creșterii.

## BIBLIOGRAFIE

- BLUJDEA, V., 2000. Cercetări ecofiziologice în cerete și gîmițete afectate de fenomenul de uscure. Teză de doctorat. Brașov.
- COANDĂ, C., STELIAN, R., 2006. Arboretumul Simeria – Monografie. Editura Tehnică Silvică
- ENESCU, V., IONIȚĂ, L., PALADA-NICOLAU, M., 1994. Înmulțirea vegetativă a arborilor forestieri. Editura CERES, București.
- FUNSCH, R.W., et al., 1970. CO<sub>2</sub> supplemented atmosphere increases growth of *Pinus strobus*, Forest Sci.
- MITSCHERLICH, G., 1973. Pădurea, creșterea și mediul, București, traducere din limba germană de G. T. Toma.
- PARASCAN, D., DANCIU, M., 2001. Fiziologia plantelor lemnoase. Editura "Pentru viață" Brașov.
- PARASCAN, D., DANCIU, M., 1996. Botanică forestieră. Editura CERES, București.
- PETERFI, ȘT., SĂLĂGEANU, N., 1972: Fiziologia plantelor. Editura Didactică și Pedagogică. București.
- STĂNICĂ, F., DUMITRAȘCU, M., DAVIDESCU, V., MADJAR, R., PETICILĂ, A., 2001. Înmulțirea plantelor horticole lemnoase. Editura CERES, București.