



A XVII-a Conferință internațională – multidisciplinară  
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”  
SEBEȘ, 2017

## **STUDIUL ABSORBȚIEI SONORE DE CĂTRE PLANTELE DE INTERIOR**

Arabela LUNGU, Mariana ARGHIR

### **STUDY OF SOUND ABSORPTION BY INTERIOR PLANTS**

The paper contains a proof study on the sound absorption by ornamental plants (indoor). They have considered a lot of plants: *Buxus Sempervirens*, *Thuja Occidentalis*, *Ficus Benjamina*, *Spathiphyllum* and *Philodendron Scadens Spathiphyllum*, for which we have been made on the sound absorption measurement and came to some remarkable conclusions concerning absorbed soundtrack by these plants. In this paper it proves why some plants have more pronounced sound absorption than other plants. Demonstration is made by microscopic study of the leaf planting.

Keywords: pollution sound, absorption, houseplants

Cuvinte cheie: poluare sonoră, absorbție, plante de interior

#### **1. Plantele – izolator fonic și beneficii**

Reducerea nivelului de zgomot este una dintre beneficiile cele mai puțin cunoscute ale plantelor.

Astfel prin absorbția, reflexia și difracția undelor sonore, plantele reușesc nu doar să încânte ochiul, să regleze umiditatea, nivelul de CO<sub>2</sub> dar și să reducă ecoul produs de undele sonore reflectate care se lovesc în mod repetat de pereții încăperilor [3].

Există mai multe metode de amplasare a plantelor într-un spațiu de lucru astfel încât să reducă nivelul sonor: - plante solitare; - aranjamente din 3-5 plante pe diferite nivele; - grădini verticale; - pereți verzi [1].

Pereții verzi îmbunătățesc în mod pregnant nivelul de atenție, inspirațional și de energie al angajaților. Se pot monta atât în interiorul clădirilor cât și în afara lor și nu ocupă loc decât pe verticală.

La fel ca toate plantele absorb CO, CO<sub>2</sub>, benzenii și alte noxe din interiorul clădirilor.

Se reduce consumul de energie fiindcă izolarea interioară și exterioară crește, atât pe timpul verii, se reduce temperatura cu 10 °C (prin evapotranspirație) cât și iarna menținând temperatura constantă.

Până acum plantele erau folosite ca să absoarbă zgomotul doar de-a lungul străzilor și autostrăzilor, dar grădinile verticale extind acest fapt funcționând ca un panou absorbant cu un strat de aer între ele și perete [2].

În interior plantele reduc în 24 ore până la 87 % din toxinele din aer și până la 75 % din reziduurile datorate combustibililor fosili. Minimum 300 g de CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> suprafață foliară/an poate fi eliminat din interiorul clădirilor datorită plantelor [4].

În birourile cu plante se generează idei cu 15 % mai multe, se reduce absenteismul de la 15 % la 5 %; sarcinile pe computer se rezolvă cu 12 % mai repede și se reduce nivelul tensiunii sangvine [5].

În spitale, prezența plantelor crește rezistența la durere și reduce prezența simptomelor negative cu 25 %.

În școli s-a observat o creștere substanțială a rezultatelor elevilor la literatură, matematică și științe, în prezența plantelor.

## **2. Factorii care influențează absorbția poluării de către plante**

Factorii care influențează absorbția poluării sonore de către plante pot fi clasificați după cum urmează în: factori morfologici, fiziologici; densitatea, poziția și frecvența poluantului sonor, care au fost prezentați și dezvoltați în lucrarea [6].

### **2.1. Determinarea experimentală a absorbției poluării sonore de către plantele ornamentale**

Determinarea experimentală a absorbției poluării sonore s-a făcut în incinta firmei Sunimprof-Rottaprint, în fața unei incinte de ventilație, care cuprinde mai multe ventilatoare [7]. Măsurătorile s-au efectuat la 1 m de centrul acustic al sursei și la înălțimea de 1,5 m, conform prescripțiilor standardizate, pentru a fi în dreptul urechii unui operator uman de talie mijlocie.

Cu ajutorul sonometrului tip NL – 32 produs de firma RION din Japonia, vom măsura nivelele de presiune sonoră emise de această sursă de zgomot [8].

Este un aparat portabil utilizat pentru măsurătorile nivelului sunetului conform standardelor românești ISO 1996-1, ISO 1996 -2, ISO 1996-3 și ale IEC.

Sistemul de plante folosit a fost format din arbuști plantați în ghivece, cu care s-a format un perete [7] aproape compact de plante din: *Buxus sempervirens* (notat B), *Thuja occidentalis* (notat T), *Ficus benamina* (notat F), *Heptapleurum arboricole* (notat H), *Philodendron scandens* (notat P) și *Spathyphilum Wallisii* (notat S).

Pentru presiunea acustică echivalentă situația centralizatoare se prezintă ca în tabelul 1 (Presiunea acustică echivalentă), care este selectat din lucrarea mai sus specificată.

Măsurătorile s-au efectuat timp de 1 minut, iar înregistrarea dă valoarea medie pentru fiecare 10 secunde.

Pentru efectuarea comparării atenuării datorate grupajului de plante, în tabelul centralizator s-a specificat și presiunea acustică echivalentă a sursei în fața peretelui considerat compact, realizat din plante.

Tabelul 1

<b>Timp -sec.</b>	<b>Lpeq</b>	<b>Lpeq T</b>	<b>Lpeq B</b>	<b>Lpeq F</b>	<b>Lpeq S</b>	<b>Lpeq H</b>	<b>Lpeq P</b>
0:00:10	81.2	77.8	78.8	78	78.9	78.2	79
0:00:20	81	78.2	78.9	79.3	78.7	79.3	78.9
0:00:30	81.2	78.6	78.7	79.4	78.7	78.4	79
0:00:40	81.7	78.3	78.3	79.8	78.6	78.1	79.6
0:00:50	81.2	78.5	78.4	78.4	78.7	78.3	79.3
0:00:60	81.7	78.1	78.9	78.6	77.8	78.1	79.3
<b>Lpeq medie [dB]</b>	81.3	78.3	78.7	78.9	78.6	78.4	79.2
<b>Atenuare medie [dB]</b>	0	3.1	2.7	2.4	2.8	2.9	2.1
<b>Lpeq medie [%]</b>	100	96.2	96.7	97.0	96.6	96.4	97.4
<b>Atenuare medie [%]</b>	0	3.8	3.3	3.0	3.4	3.6	2.6

Din conținutul tabelului 1 se constată o diminuare importantă a presiunii acustice echivalente în cazul Thujei și Heptapleurum-ului; un rezultat satisfăcător se obține și în cazul *Spatiphyllum* și unul redus în cazul *Ficusului* și a *Philodendronului*.

### **3. Justificări microscopice ale proprietăților fonoabsorbante pentru plantele ornamentale**

Plantele ornamentale, care au făcut obiectul studiului absorbției sonore, dau răspunsuri concludente, dacă sunt privite la microscop cu grad diferit de mărire.

Din plantele: *Buxus sempervirens*, *Thuja occidentalis*, *Philodendron scandens*, *Spathyphilum Wallisii* și *Primula* s-au selectat frunze sănătoase, de mărime medie (care poate să semnifice faptul că sunt destul de tinere, dar suficient de reprezentative pentru plantă), ce au fost observate și fotografiate la un microscop special, care dă imaginea completă și corectă a obiectului fixat în fața obiectivului.

S-au realizat imagini pentru fiecare plantă astfel: cu fața și cu spatele (verso) cu 4X mărire, apoi cu fața și cu spatele (verso) cu 4X mărire. Succesiunea se prezintă în figurile următoare.

#### **3.1. Imaginile fotografice pentru *Buxus sempervirens***

Succesiunea imaginilor fotografiate pentru *Buxus sempervirens* se prezintă astfel: în figura 1 este fața frunzei cu 4X mărire, în figura 2 spatele frunzei cu 4X mărire, în figura 3 este fața frunzei cu 10X mărire, în figura 4 spatele frunzei cu 10X mărire.

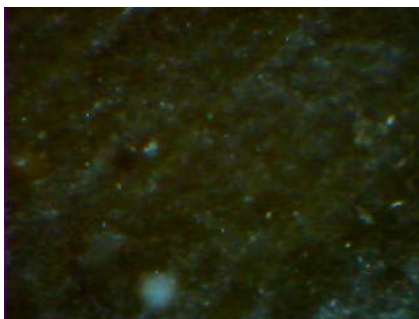


Fig. 1 *Buxus sempervirens* fața frunzei cu 4X mărire

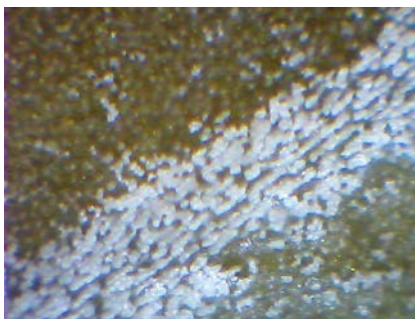


Fig. 2 *Buxus sempervirens* spatele frunzei cu 4X mărire

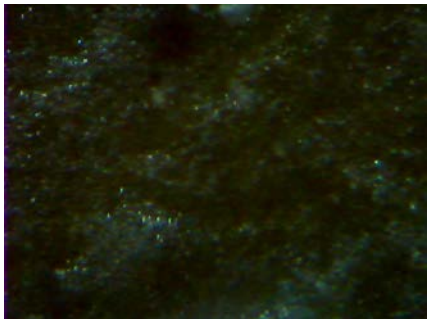


Fig. 3. *Buxus sempervirens* fața frunzei cu 10X mărire

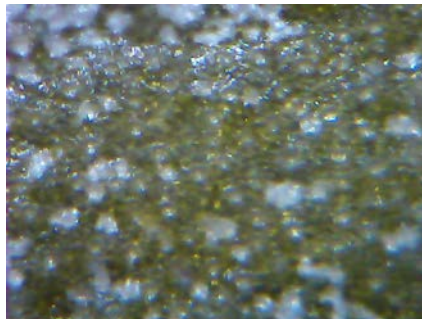


Fig. 4. *Buxus sempervirens* spatele frunzei cu 10X mărire

După cum se poate vedea, epiderma foliară este compusă din celule foarte mici, puțin diferențiate, singurele cutări apar datorită unui conținut mai mare de lignină care rigidizează frunzele în aceasta formă. Din studiul anterior a rezultat că singur, buxusul a avut o slabă absorbție sonoră.

### 3.2. Imaginile fotografice pentru *Spathyphilum Wallisii*

Sucesiunea imaginilor se păstrează ca la *Buxus*, pentru figurile 5, 6, 7 și 8, astfel:

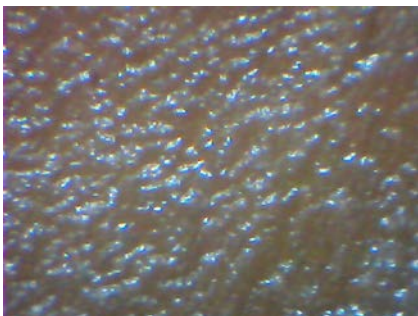


Fig. 5 *Spathyphilum Wallisii* fața frunzei cu 4X mărire

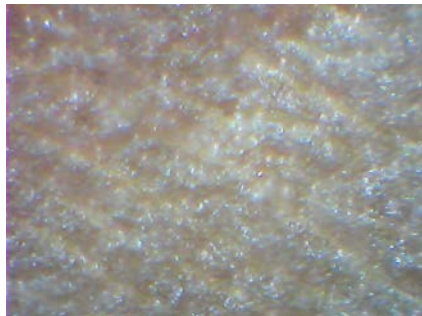


Fig. 6 *Spathyphilum Wallisii* spatele frunzei cu 4X mărire

Din observațiile imaginilor figurilor 5, 6, 7, și 8 se poate spune că *Spathyphilum Wallisii* are peretele celular mai mare decât se poate

observa la *Buxus* (figurile 1, 2, 3, 4), de aceea și absorbția sonoră este mai bună, ceea ce se poate constata din centralizarea măsurătorilor de absorbție sonoră, prezentată în tabelul 1.

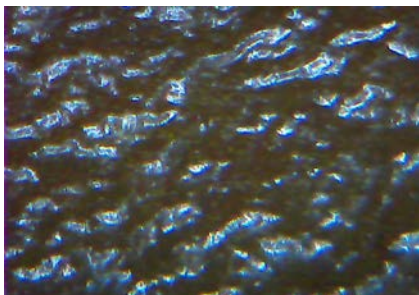


Fig. 7 *Spathyphilum Wallisii*  
fața frunzei cu 10X mărire

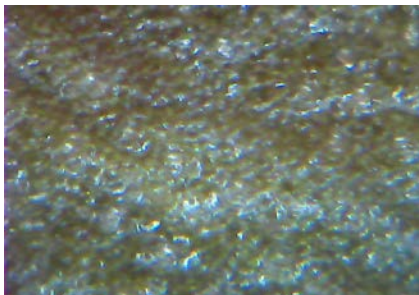


Fig. 8 *Spathyphilum Wallisii*  
spatele frunzei cu 10X mărire

### 3.3. Imaginile fotografice pentru *Philodendron scadens*

Sucesiunea imaginilor se prezintă astfel: figura 9 dă imaginea fotografică pentru *Philodendron scadens* cu fața frunzei dacă se aplică mărirea de 4X, figura 10 conține imaginea fotografică a *Philodendron scadens* pe spatele frunzei cu mărirea de 4X, figura 11 conține imaginea fotografică dată de microscop pentru *Philodendron scadens* pe fața frunzei cu mărire de 10X și figura 12 conține spatele frunzei cu mărire de 10X.

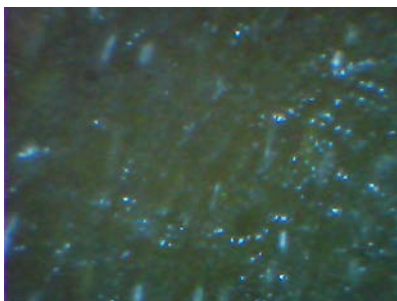


Fig. 9 *Philodendron scadens*  
fața frunzei cu 4X mărire



Fig. 10 *Philodendron scadens*  
spatele frunzei cu 4X mărire

Din succesiunea imaginilor 9, 10, 11 și 12 se poate spune că *Philodendron scadens* are o absorbție mai bună a poluării sonore decât *Spathyphilum Wallisii*, care a fost prezentat în succesiunea 5, 6, 7 și 8. Cu cât granulația este mai mare, cu atât absorbția sonoră este mai pronunțată.

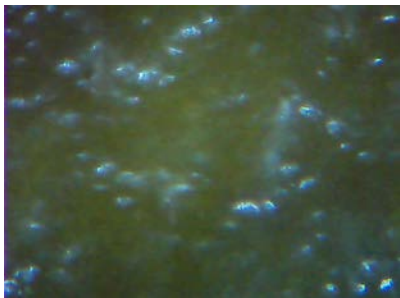


Fig. 11 *Philodendron scadens* fața frunzei cu 10X mărire

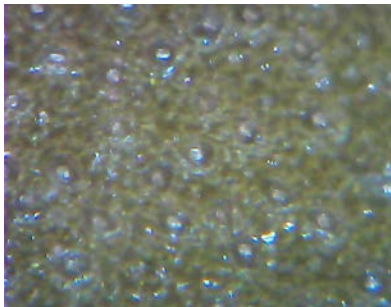


Fig. 12 *Philodendron scadens* spatele frunzei cu 10X mărire

#### 3.4. Imaginile fotografice pentru *Thuja occidentalis*

Se prezintă în patru imagini fotografice succesive obținute la microscop detalii ale frunzei de *Thuja occidentalis*.



Fig. 13 *Thuja occidentalis* fața frunzei cu 4X mărire



Fig. 14 *Thuja occidentalis* spatele frunzei cu 4X mărire

Forma de solzi a frunzelor după cum se poate observa din figurile 13, 14, 15, și 16 cu membrana celulară conținând substanțe de în crustare lignină multă și tanin.

Din investigațiile prezentate anterior (tabelul 1) se constată că *Thuja occidentalis* are cea mai bună absorbție sonoră.

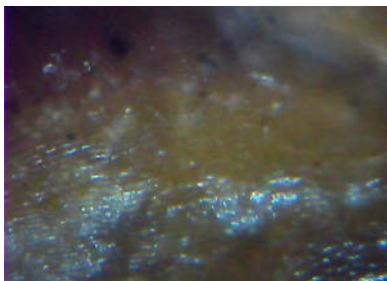


Fig. 15 Thuja occidentalis  
fața frunzei cu 10X mărire

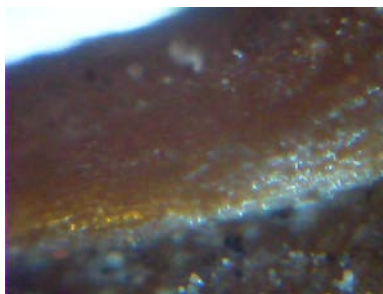


Fig. 16 Thuja occidentalis  
spatele frunzei cu 10X mărire

### 3.5. Imaginile fotografice pentru Primula

Plantele ornamentale în ghivece, prezentate în subcapitolele anterioare și care au fost investigate prin măsurători cu sonometrul tip NL – 32, au fost selecționate din categoria arbuști, pentru că studiul se referea la realizarea unor pereți absorbantți creați din plante.

Această lucrare este completată cu un studiu microscopic și asupra unei alte plante ornamentale, de mici dimensiuni, pentru care în literatura de specialitate se prevede că are o slabă absorbție sonoră. Aceasta este Primula, pentru care în patru figuri se vor prezenta imaginile fotografice realizate la același microscop de investigație.

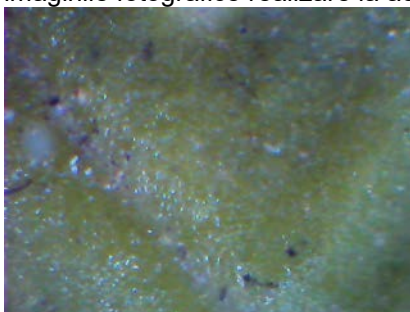


Fig. 17 Primula fața frunzei  
cu 4X mărire



Fig. 18 Primula spatele frunzei  
cu 4X mărire

După cum se poate vedea în pozele atașate (figurile 17, 18, 19, 20) - celulele Primulei sunt mult mai mici decât la Buxus. Fiind plantă de primăvară este mai succulentă, conține multă apă și mai puțină lignină, față de Buxus. Din [10] se poate spune despre Primula că



"Membranele celulare sunt alcătuite din: celuloză 34-36 %; hemiceluloză 33-42 % , lignină 8-20 % și în cantități mici polizaharide necelulozice, substanțe pectice, ceruri, proteine și elemente minerale."

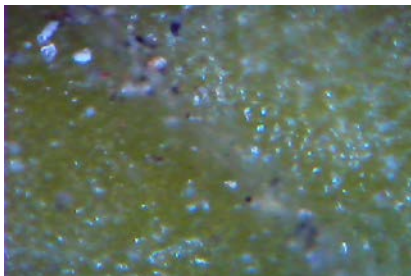


Fig. 19 Primula fața frunzei  
cu 10X mărire



Fig. 20 Primula spatele frunzei  
cu 10X mărire

#### 4. Concluzii

■ Dacă într-o cameră goală se dorește diminuarea unei surse de zgomot cea mai ieftină și sănătoasă soluție este amplasarea în colțuri a cât mai multor plante. Din studiul efectuat în această lucrare, se pot scoate în evidență unele aspecte.

##### **Peretele celular are următoarea structură.**

1. Schelet -macromolecule de celuloza grupate in microfibrile, macrofibrile si fibre- unitatea de bază.

2. Matricea - substanță fundamentală, moale, formată din hemiceluloze, proteine, lipide - funcție de liant.

3. Substantele de incrustare- impregnează matricea dându-i rezistență: suberina, lignina, cutina, tanin, ceara și chitina.

■ Cu cât plantele vor avea frunze mai cărnoase, un volum și o suprafață foliară mare, absorbția va fi mai pregnantă. Nu este importantă forma frunzelor atâta vreme cât nu este aciculară.

■ Densitatea mare și foliajul divers asigură o bună captare a undelor sonore reflectate [9].

■ Prin analiza fotografică a imaginilor microscopice pe fața frunzei și pe spatele acesteia prin mărimi de 4X și de 10X a frunzelor se confirmă absorbția sonoră de la cea mai slabă, la cea mai puternică, în ordinea: Primula, Buxus sempervirens, Spathyphilum Wallisii, Philodendron scandens, Thuja occidentalis.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] \* \* \* <http://www.ecophon.com/en/resources/acoustic-knowledge-bank/Basic-Acoustics/Sound-absorption>.
- [2] \* \* \* <http://www.execufloora.co.za/articles/research-information/the-acoustic-benefits-of-plants-in-buildings>.
- [3] \* \* \* SR EN ISO 11654:2005. Acustică. Absorbanți acustici utilizați în clădiri. Evaluarea absorbției acustice.
- [4] Smyrnova, Y., Kang, J., Cheal, C., Tijs, E. and de Bree H.-E., *Laboratory Test of Sound Absorption of Vegetation*, EAA-Euro Regio 2010 Congress on Sound and Vibration, Ljubljana, 2010.
- [5] Arabela Lungu, Mariana Arghir, *Studii și cercetări privind poluarea sonoră în halele industriale*, „Conferința Internațională Multidisciplinară „Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”, Sebeș, 6 – 7 iunie 2014, Știință și Inginerie, ISSN 2067-7138, An XIV, Vol. 26 / 2014, pag. 191-198, Ed. AGIR.
- [6] Arabela Lungu, Mariana Arghir, *Studii și cercetări asupra reducerii poluării sonore de către plante la locul muncă*, „Conferința Internațională Multidisciplinară „Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”, Sebeș, 5 – 6 iunie 2015, Știință și Inginerie, ISSN 2067-7138, An XV, Vol. 28 / 2015, pag. 603 - 608, Ed. AGIR.
- [7] Arabela-Adriana Lupaș (căs. Lungu), Mariana Arghir, *Contributions to Estimate the Hearing Damage Due to Professional Noise*, ACTA TECHNICA NAPOCENSIS; Series: Applied Mathematics, Mechanics, and Engineering, Vol. 59, Issue I, Pag. 89-94, Ed. UT Pres, Printed ISSN 1221-5872, On-line ISSN 2393-2988, Both ISSN-L 1221-5872, Cluj-Napoca, March, 2016.
- [8] Arabela-Adriana Lupaș (căs. Lungu), Mariana Arghir, *Study on the Use of the Plant as Pollution Sound Attenuator*, ACTA TECHNICA NAPOCENSIS; Series: Applied Mathematics, Mechanics, and Engineering, Vol. 59, Issue I, Pag. 95-100, Ed. UT Pres, Printed ISSN 1221-5872, On-line ISSN 2393-2988, Both ISSN-L 1221-5872, Cluj-Napoca, March, 2016.
- [9] Arabela-Adriana Lupaș (căs. Lungu), Mariana Arghir, *Experimental Study on the Use of the Plant as Attenuator in the Sound Industrial Pollution*, ACTA TECHNICA NAPOCENSIS; Series: Applied Mathematics, Mechanics, and Engineering, Vol. 59, Issue IV, Pag. 399-408, Ed. UT Pres, Printed ISSN 1221-5872, On-line ISSN 2393-2988, Both ISSN-L 1221-5872, Cluj-Napoca, November, 2016.
- [10] Stefania Gadea, *Fiziologie vegetală*, Editura Academic Press, 2003.
- [11] Bejan, M., *În lumea unităților de măsură*, ediția a doua revăzută și adăugită, Editura Academiei Române, București 2005 și Editura AGIR, București, 2005.

Drd. Ing. Arabela LUNGU, Prof. Dr. Ing. Mariana ARGHIR  
Departamentul Ingineria Sistemelor Mecanice,  
Facultatea de Construcții de Mașini, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca  
e-mail: arabelalungu@yahoo.com, telefon: 0724-268078