



## Revistă tehnico-științifică editată de Societatea „Progresul Silvic”

### COLEGIUL DE REDACȚIE

#### Redactor responsabil:

*Prof. Dr. Ing. Stelian A. Borz*

#### Membri:

*Prof. Dr. Ing. Ioan V. Abrudan*

*Ing. Codruț Bîlea*

*Prof. Dr. Ing. Alexandru L. Curtu*

*Conf. Dr. Ing. Mihai Daia*

*Conf. Dr. Ing. Gabriel Duduman*

*Prof. Dr. Ing. Ion I. Florescu*

*Ing. Olga Georgescu*

*Acad. Prof. Dr. Ing. Victor Giurgiu*

*Conf. Dr. Ing. Sergiu Horodnic*

*Dr. Ing. Maftei Leșan*

*Dr. Ing. Romică Tomescu*

ISSN: 1583-7890

ISSN (Varianta online): 2067-1962

#### Indexare în baze de date:

CABI

DOAJ

Google Academic

SCIPIO

### CUPRINS

*Florin Dinulică, Dănuț Chira, Vasilica R. Spînu, Dora Lucaci, Aureliu F. Hălălișan, Florentina Chira*

*Păstrăvul nucului (Cerioporus squamosus) o specie de ciuperci comestibile insuficient apreciată.....1*

*Bogdan Iancu, Valentina D. Ciobanu, Aurel Lunguleasa*

*Tehnologie de realizare a plăcilor OSB în condiții de laborator.....19*

*Radu Popescu, Neculae Șofletea*

*Cercetarea fenologică, o sursă de informații pentru știința și practica silvică în contextul modificărilor climatice globale: Exemplificări la fag.....33*

*Ioan Clinciu*

*O carte ce aprofundează (și) rolul hidrologic al pădurii - „Coeфициentul de scurgere a apei în râuri - Rolul în calculele hidrologice”: Autor Pompiliu Miță.....47*

Reproducerea parțială sau totală a articolelor sau ilustrațiilor poate fi făcută cu acordul redacției revistei. Este obligatorie menționarea autorului și a sursei. Articolele publicate de Revista Pădurilor nu angajează decât responsabilitatea autorilor lor.



## Journal edited by the "Progresul Silvic" Society

### EDITORIAL BOARD

#### Editor in Chief:

*Prof. Dr. Stelian A. Borz*

#### Editorial Members:

*Prof. Dr. Ioan V. Abrudan*

*Eng. Codruț Bîlea*

*Prof. Dr. Alexandru L. Curtu*

*Assoc. Prof. Dr. Mihai Daia*

*Assoc. Prof. Dr. Gabriel Duduman*

*Prof. Dr. Ion I. Florescu*

*Eng. Olga Georgescu*

*Acad. Prof. Dr. Victor Giurgiu*

*Assoc. Prof. Dr. Sergiu Horodnic*

*Dr. Maftai Leșan*

*Dr. Romică Tomescu*

ISSN: 1583-7890

ISSN (ONLINE): 2067-1962

#### Indexed by:

CABI

DOAJ

Google Academic

SCIPIO

### CONTENTS

*Florin Dinulică, Dănuț Chira, Vasilica R. Spînu, Dora Lucaci, Aureliu F. Hălălișan, Florentina Chira*

*Dryad's saddle (Cerioporus squamosus): an underrated edible fungus.....1*

*Bogdan Iancu, Valentina D. Ciobanu, Aurel Lunguleasa*

*Technology for production of OSB boards in laboratory conditions...19*

*Radu Popescu, Neculae Șofletea*

*Phenological research, a source of information for science and practice in forestry, in the current context of global climate changes. Examples on beech.....33*

*Ioan Clinciu*

*A book which treats also forest hydrology - "Coefficient of water flow into the rivers - Role in hydrological calculation": Author Pompiliu Miță.....47*

Partial or full reproduction of articles and figures may be done pending the agreement of the journal. In case of partial or full reproduction, it is mandatory to mention the authors and the source article. Articles published by Revista Pădurilor hold solely the responsibility of their authors.



## Păstrăvul nucului (*Cerioporus squamosus*) - o specie de ciuperci comestibile insuficient apreciată

Florin Dinulică<sup>a\*</sup>, Dănuț Chira<sup>b</sup>, Vasilica Roxana Spînu<sup>c</sup>, Dora Lucaci<sup>b</sup>, Aureliu Florin Hălălișan<sup>a</sup>, Florentina Chira<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universitatea Transilvania din Brașov, Departamentul de Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre, Șirul Beethoven 1, Brașov 500123, România, [dinulica@unitbv.ro](mailto:dinulica@unitbv.ro) (F.D.), [aureliu.halalisan@unitbv.ro](mailto:aureliu.halalisan@unitbv.ro) (A.F.H.).

<sup>b</sup>Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură „Marin Drăcea” stațiunea Brașov, Cloșca 13, Brașov 500040, România, [chira@rdsbv.ro](mailto:chira@rdsbv.ro) (D.C.), [doralucaci@rdsbv.ro](mailto:doralucaci@rdsbv.ro) (D.L.), [florichr@yahoo.com](mailto:florichr@yahoo.com) (F.C.).

<sup>c</sup>S&E Innovative Construction SRL, Aleea Eroilor, Cristian 507055, România, [martac\\_roxana@yahoo.com](mailto:martac_roxana@yahoo.com) (V.R.S.).

### REPERE

- România are un potențial de funghi comestibili insuficient valorificat.
- Păstrăvul nucului este un xilofag care poate fi extins în cultură, mai mult decât încercările experimentale care s-au făcut.
- Folosită pe alocuri, ciuperca este un nutraceutic, care oferă o mulțime de beneficii medicinale.

### INFORMAȚII ARTICOL

Istoricul articolului:  
Manuscris primit la: 23 decembrie 2019  
Primit în forma revizuită: 18 mai 2020  
Acceptat: 19 Mai 2020  
Număr de pagini: 18 pagini.

Tipul articolului:  
Articol de sinteză

Editor: Stelian Alexandru Borz

### Cuvinte cheie:

*Păstrăvul nucului*  
*Polyporus squamosus*  
*Cerioporus squamosus*  
*Nutraceutic*  
*Ciuperci comestibile*

### REZUMAT GRAFIC



### REZUMAT

România dispune de o resursă considerabilă de ciuperci comestibile puțin accesată de culegători. Păstrăvul nucului este una din cele 43 de specii de ciuperci a căror comercializare este permisă în România. Deși este puțin cunoscut și mai puțin apreciat, păstrăvul nucului dovedește surprinzătoare calități nutraceutice datorate conținutului în protide, glucide și acizi grași esențiali, cât și activității antioxidante și antibacteriene a extractelor din carnea sa. Este o xilofagă parazită sau saprofită pe o mulțime de foioase, la noi îndeosebi pe fag. Este un inamic redutabil al arborilor din spațiile verzi și foarte rezistent la combaterea biologică. În consecință, prevenirea infecției este esențială. Ciuperca poate fi extinsă în cultură: încercările experimentale au dat rezultate mai bune pentru cultivarea submersă. Biotehnologiile fermentative au pus în valoare păstrăvul nucului ca producător de pectinaze pentru industria alimentară.

\* Autor corespondent. Tel.: +40-751-137-007.  
Adresa de e-mail: [dinulica@unitbv.ro](mailto:dinulica@unitbv.ro)

## 1. INTRODUCERE

Alături de celelalte resurse alimentare ale pădurii, ciupercile comestibile sunt nutraceutice depline, care îmbină calitățile nutritive, asigurate de conținutul proteic și glucidic, cu virtuțile terapeutice, datorate antioxidanților, antibioticelor și imunomodulatorilor conținute [1]. Absența sodiului, amidonului și conținutul redus în grăsimi le recomandă dietelor restrictive [2].

Până la apariția unui ordin de ministru, în 2006 [3], în România era permisă prin lege achiziția, procesarea și comercializarea a doar șase specii de ciuperci și anume: hribul, pitarca, gălbiorii, ghebele, crăițele și vinețelele [4], cu toate că microflora spontană a țării înregistrează un număr de 361 de specii de macromicete comestibile [5]. Păstrăvul nucului era menționat în acel ordin, alături de alte 34 de ciuperci. În anul curent, lista a fost completată cu opt specii de trufe [6]. Dintr-o statistică recentă a rezultat că unitățile silvice recoltează planificat numai trei specii de ciuperci: hribii, ghebele și gălbiorii [7]. Și așa potențialul în funghi alimentari al pădurilor noastre rămâne slab exploatat, chiar și în comparație cu țările din jur [8].

Reținerea pe care mulți consumatori o au, alimentată de informația confuză, ca și specializarea multor culegători pe o gamă îngustă de specii, au condus la ignorarea unui număr tot mai mare de ciuperci, unele dintre ele cunoscute și apreciate în trecut. Altădată, ciupercile erau mai căutate [9]. Prudența pe care culegătorii o afișează față de alte ciuperci ar trebui să dispară în cazul păstrăvului nucului, care se distinge cu mare ușurință de alți funghi.

Pe principiul unanim acceptat că pentru a putea folosi o resursă cu maximum de beneficii trebuie să îi cunoaștem deplin proprietățile, propunem cititorului reflexii din cât mai multe unghiuri ale unei specii de ciuperci cunoscută de mult timp, dar insuficient apreciată după părerea noastră. Fără dorința de a epuiza subiectul, prezentăm în cele ce urmează stadiul actual al cunoștințelor privind biologia, ecologia, chimia și însușirile nutraceutice ale păstrăvului (urechii) nucului.

## 2. TAXONOMIE

*Cerioporus squamosus* (Hudson 1778) Quélet 1886 (sinonim *Polyporus squamosus* (Hudson 1778) Fries 1821) - cu basidionimul *Boletus squamosus* Hudson 1778 - este denumirea sub care este cunoscută ciuperca în lumea științifică [10, 11]. Numele științific de *Polyporus* s-a întrebuintat pentru prima dată în 1729 [12]. În România au fost consemnate 12 denumiri populare ale ciupercii, majoritatea asociind-o cu păstrăvii (datorită aspectului pătat dat de solzi) și nucul (gazdă preferată), dar uneori și cu ulmul sau fagul [13, 14].

Ciuperca aparține genului polifiletic *Polyporus*. Incursiunile recente în genomul poliporaceelor ar putea duce la o reconsiderare a taxonomiei ciupercilor *Polyporus*, în care s-au separat șase subgenuri cu ajutorul markerilor genetici moleculari, la care s-au coalizat ciuperci și din alte genuri [12]. Păstrăvul nucului ar aparține subgenului cu resturi mai mult sau mai puțin consistente ale velumului la suprafața bazidiocarpului [12]. Secvențierea ADN-ului ribosomal a creat premisele desprinderii din specia *Polyporus squamosus* a formei *rangiferinus*, afiliată păstrăvului de nuc de către biologul E.M. Fries în 1821; *Cerioporus rangiferinus*, noul taxon, are pălăria alungită în formă de

Dinulică et al.: Păstrăvul nucului (*Cerioporus squamosus*) - o specie de ciuperci comestibile...

unghie sau spatulă, spre deosebire de pălăria reniformă a păstrăvului tipic de nuc, și bazidiofructul ramificat în substratul pe care crește [15].

### 3. RECUNOAȘTEREA CIUPERCII

Pălăria, cu o formă la maturitate de evantai scobit adânc în dreptul piciorului, cu marginea răstrântă în jos, este acoperită de o cuticulă gălbuie sau ocru, tapetată cu solzi deși, maronii, dispuși în șiruri concentrice [5] (**Figura 1**). Pălăria matură are un diametru de 8-80 cm și o grosime de 12-24 cm [9]. La bătrânețe zona centrală a pălăriei se înnegrește. Resturile velumului pe suprafața cuticulei justifică numele popular alternativ - păstrăvul nucului - sub care este cunoscută și care i se potrivește mai bine decât păstrăvului de fag (*Pleurotus ostreatus*). De asemenea, explică și una din denumirile ciupercii în limba engleză: „Pheasant's back mushroom” - fundul fazanului. Pregața solzilor a fost reținută și în denumirea ciupercii în limba franceză - „Polypore écailleux”.

Solzii pălăriei permit unele substituiri, cu alte specii din același gen sau cu *Lentinus tigrinus* (Bull.)Fr. [16], și ele comestibile sau fără valoare alimentară; ciuperca comestibilă *Lentinus tigrinus* are însă stratul fertil din lamele. Forma pălăriei și poziția bazidiofructului pe arbore la maturitate i-au adus ciupercii supranumele de „șaua driadelor”<sup>1</sup> (*Dryad's saddle*), pe care îl aflăm în folclorul englez.



**Figura 1.** Fructificații de păstrăvul nucului recoltate din flora spontană a Ocolului Silvic Sîriu

Stratul fertil (**Figura 2**), gros de până la 1,5 cm, este alcătuit din tuburi scurte (până la 1 mm) și decurente, albe în tinerețe, alunii la maturitate. Porii stratului fertil sunt albi apoi galben-pal, mari, poligonali, dințați [17-19]. Sporii sunt albi, elipsoidali (cu dimensiuni de  $10-13 \times 4-5 \mu\text{m}$ ), netezi, neamiloizi (nu își schimbă culoarea în contact cu iodul), hialini în hidroxid de potasiu [20]. Un bazidiofruct matur produce  $5 \times 10^{11}$  spori, desimea sporilor raportată la suprafața arboretului fiind în medie de 108 pe  $\text{m}^2$  [21].

<sup>1</sup> În mitologia greacă driadele sunt nimfele arborilor, în particular ale stejarilor.



Figura 2. Detaliu al stratului fertil al ciupercii

Piciorul este bont, gros (1-3 cm), scurt (până la 8 cm lungime), crem, cărnos și excentric. Este crem, reticulat în apropierea pălăriei și brun-negricios la bază [5]. *Polyporus squamosus* matur poate fi identificat molecular cu ajutorul unor secvențe din ADN-ul ribosomal reproduse prin reacția de polimerizare în lanț [22, 23].

#### 4. ECOLOGIA ȘI RĂSPÂNDIREA PĂSTRĂVULUI DE NUC

Ciupercă fructifică frecvent primăvara, ocazional și toamna. Corpurile de fructificație cresc, de regulă, din mai până în septembrie [17], dar în primăverile timpurii apar chiar din martie (cum a fost în 2017) - aprilie (2015-2019), iar în toamnele lungi până în octombrie (2015, 2019) - noiembrie (2017) [24]. Temperatura aerului optimă pentru creșterea păstrăvului de nuc este în intervalul 24-25 °C, iar temperatura maximă în intervalul 30-38 °C [25]. În culturile practicate pe mediu de agar, temperaturile în jur de 60 °C sunt letale pentru această ciupercă [25]. În condiții meteorologice favorabile bazidiofructul poate atinge în scurt timp câteva kilograme [26]. Din măsurătorile efectuate de autori asupra unor fructificații din Ocolul Silvic Siriu, a rezultat o creștere în diametru a pălăriei de 1,4-5 mm/zi în prima parte a lunii mai. A fost identificată o oarecare sincronizare (în perioada de primăvară) cu creșterea zbârciogilor [20]. Baziofructul este anual [20]. Experimental, s-a identificat că germinarea sporilor acestei ciuperci este stimulată de concentrația CO<sub>2</sub> din mediu; concentrația de 20% inhibă însă germinarea [27].

Păstrăvul nucului este o ciupercă sociabilă (dar apare și izolat), care crește, etajat, în colonii formate din câteva exemplare, dezvoltate pe pe arborii vii sau material lemnos în descompunere (Figura 3). A fost identificată pe trunchiuri, ramuri și rădăcini, dar și pe material lemnos pus în operă în construcții [28]. Nu numai nucul o „găzduiește”; fagul, ulmii, sălciile, plopii, teiul, frasinii, aninii, paltinii, dudul negru, stejarul, castanul porcesc, platanul și pomii fructiferi se adaugă acestuia [9, 26, 29-32].

Dinulică et al.: Păstrăvul nucului (*Cerioporus squamosus*) - o specie de ciuperci comestibile...

Păstrăvul de nuc este o ciupercă cu largă răspândire, în America de Nord, Australia, Asia și Europa. Limita nordică a arealului acestei ciuperci trece prin provincia norvegiană Finnmark (70° latitudine N) [25]. În Marea Britanie se presupune că este principala cauză a putregaiului ulmilor [18]. În Statele Unite este întâlnită frecvent pe trunchiuri de arțar argintiu, arțar american și *Populus tremuloides* [20]. În Pakistan crește pe nuc și la altitudinea de 3.580 m [33]. În nord-estul Chinei crește pe stejarul monogolez [34]. În India, ciupercă a fost găsită pe arbori vii de nuc și anin și pe plopi uscați [35]. În pădurile din Azerbaidjan, dar și din Ungaria, păstrăvul nucului este unul din cei mai distructivi patogeni ai fagului [36, 37]. În Turcia, este mult mai populară decât la noi [26] și urmează bordura continentală umedă și blândă a Mării Negre [38].



Figura 3. Colonie de păstrăv de nuc pe un arbore uscat

În România, autorii studiului de față au identificat fructificații importante de păstrăvul nucului în pădurile de fag; în parchetele cu doborâturi de vânt și de zăpadă/gheață din Ocolul Silvic Săcele, zona Babarunca, frecvența fructificațiilor a fost foarte ridicată, atât pe cioate cât și pe resturile de bușteni. Alți autori de la noi au găsit ciupercă pe trunchiuri vii sau uscate în făgete și cărpinetofăgete [30, 39]. În făgetele din Germania vestică, care cresc pe gresii permiane sau pe bazalt, la arborii din arborete marginale, de calitate superioară de altfel, scoarța pârlește devreme și expune lemnul infecției cu păstrăv de nuc și păstrăv de fag; pe solurile mai sărace, riscul scade, vătămările scoarței producându-se numai la baza tulpinii [40]. În făgetele montane din Serbia, frecvența atacurilor păstrăvului de nuc împreună cu cel al ciupercilor *Fomes* crește cu altitudinea - de la 30% la 1200 m, la 70% la 1700 m - și cu insolația - 80% pe expoziția sudică, față de 28% pe expoziția nordică [41].

Se apreciază că păstrăvul nucului este printre cei mai agresivi xilofagi din spațiile verzi urbane [42, 43]. Păstrăvul nucului este cea mai frecventă ciupercă de putregai a ulmului japonez (*Ulmus davidiana* var. *japonica*) din păduri urbane; bazidiofructele au fost găsite la arbori groși (diametre de bază de la 89 la 230 cm), expuși rupturilor de vânt, care se produc la înălțimea medie de 6,4 m [23]. În Vilnius, păstrăvul nucului este cel mai agresiv agent al putregaiului paltinilor [44]. La arborii din spațiile verzi, ciupercă infectează cu precădere rănilor de elagaj [23, 45]. În spațiile verzi din Brașov (aliniamente stradale și pădurea urbană de sub Tâmpa), autorii prezentului studiu au identificat

**Dinulică et al.: Păstrăvul nucului (*Cerioporus squamosus*) - o specie de ciuperci comestibile...**

păstrăvul nucului la castanul porcesc (carpofori care apar, mai mulți ani la rând, în același loc de pe trunchiul arborilor), paltin de munte ș.a.

Păstrăvul nucului produce putrezirea albă a lemnului. Inocularea este inițiată la nivelul rănilor, mai ales de elagaj [18]. Putregaiul este delimitat cu o curbă de contur negricioasă, accentuată în dreptul bazidiofructului [25]. În stadiile avansate putregaiul produs de păstrăvul nucului este spongios sau fibros, intercalat cu miceliu alb, iar arborii devin găunoși [18]. Încercările de laborator au evidențiat pierderi de masă a lemnului de frasin și tei expus atacului păstrăvului de nuc de 4-5% după cinci săptămâni de incubare și de 6-8%, după zece săptămâni [45]. Descompunerea substratului lemnos are loc cu concursul enzimelor lignolitice nespecifice, cum sunt lignin-peroxidaza, mangan-peroxidaza, și lacază, precum și a celulei  $\beta$ -glucosidază [46]. Păstrăvul nucului a dovedit, in vitro, o afinitate mijlocie a  $\beta$ -glucosidazei la substratul lemnos [46]. Arborele atacat supraviețuiește putregaiului printr-o zonă de barieră dezvoltată în spatele rănii. La tei, care supraviețuiește chiar și putregaiului masiv în ciuda lemnului mai poros, zona de barieră este alcătuită din straturi de parenchim suberizat, cu conținut celulozic mai mic și punctuațiuni rare [45]. În Hamburg, teii sunt arborii din aliniamentele stradelor cei mai expuși putrezirii, la care contribuie și păstrăvul fagului [42].

Putregaiul dezvoltat de păstrăvului nucului poate fi detectat nedistructiv la arborii pe picior și lemnul doborât, prin intermediul vitezei de propagare a sunetului și a rezistenței opuse de lemn la penetrarea radială, cu ajutorul echipamentelor acustice, respectiv al fractometrului [47]. De exemplu, putregaiul produs la tei de această ciupercă, conduce la reducerea cu 13% a vitezei sunetului la o pierdere de masă de 5% prin putrezire respectiv o diminuare cu aproape 45% a rezistenței lemnului, la o pierdere de masă de numai 2,9% [45].

Combaterea biologică cu fungii antagonici din genul *Trichoderma* nu a dat rezultate în cazul păstrăvului de nuc, care a opus in vitro o rezistență puternică [48, 49]. În schimb, experimentările cu ciuperca micoparazitică *Clonostachys rosea* (Link) Schroers, Samuels, Seifert & W. Gams au avut mai mult succes, conducând la oprirea creșterii miceliului xilofagului [50]. Ciuperca este mai rezistentă la acțiunea fungicidului Falcon 460 EC decât alți fungi xilofagi, reclamând o concentrație de 30 ppm a acestuia pentru reducerea la jumătate a ritmului de creștere a miceliului, față de 0,01-0,09 ppm, pentru ceilalți xilofagi [51]. Tratarea cu gudron 6% ține sub control degradarea inițiată de această ciupercă [52]. La arbori (din păduri sau spații verzi) combaterea ciupercilor xilofage nu mai este posibilă odată ce colonizarea lemnului a avut succes. Eforturile se concentrează pe prevenirea infecțiilor prin menținerea integrității scoarței (e.g. evitarea rănirii în timpul efectuării operațiilor culturale, învelirea trunchiului fagilor bătrâni cu pânză cauciucată pentru evitarea rănirii, tratarea rănilor proaspete la arborii din spații verzi) sau pe diminuarea pagubelor și reducerea presiunii infecțioase (extragerea arborilor putregăiși în timpul operațiilor culturale).

Păstrăvul de nuc care parazitează arborii de lângă arterele rutiere este un bioacumulator important de metale, mai ales de arsen, bismut, indiu, reniu, seleniu și plumb, nu însă și de cadmiu [53], deci se poate conta pe aportul acestuia la fitoremedierea stațiilor poluate. Dintre ciupercile spontane în zona Mării Negre, păstrăvul de nuc pare a fi cel mai sărac bioacumulator de metale [54] - constatare care poate crește încrederea consumatorilor în această ciupercă. În aceeași zonă s-a constatat că prezența plumbului în carnea ciupercii nu depinde de conținutul în sol al acestui metal [55].

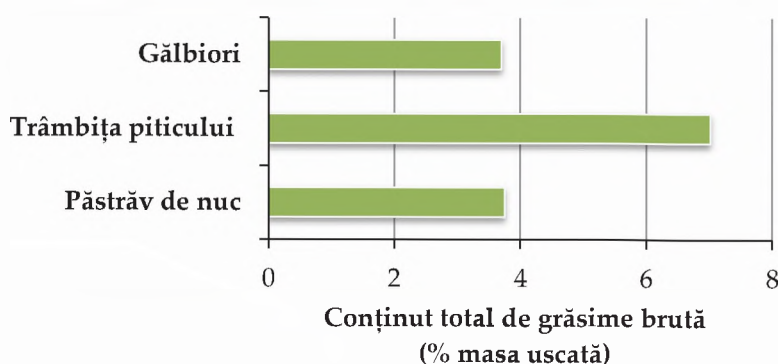


## 5. COMPOZIȚIA CHIMICĂ A CĂRNII CIUPERCII

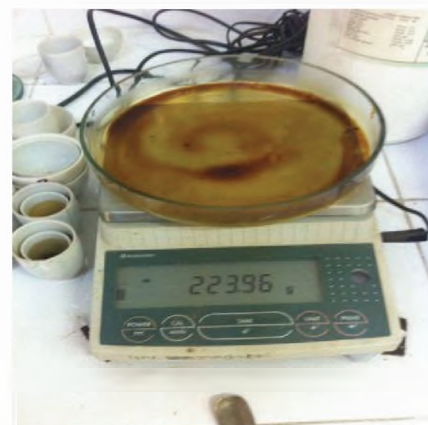
Păstrăvii de nuc proaspeți au umiditatea între 86% și 91% [56]. Carnea ciupercii este bogată în protide și glucide (**Tabelul 1**), carbohidrații fiind cei mai importanți macronutrienți [57]. Trehaloza, dizaharidă constituită din două molecule de  $\alpha$ -glucoză, este glucidul cel mai bine reprezentat în carnea ciupercii [58]; este urmată, la distanță, de fructoză, ramnoză și manitol [57]. Zaharurile libere reprezintă în jur de numai 7% din masa ciupercilor uscate [57]. Proteinele participă cu până la 20% în masa păstrăvilor de nuc uscați, excepție făcând unele proveniențe din Turcia [57]. În carnea păstrăvului de nuc au fost identificați 18 aminoacizi esențiali, care însumează 16,5 mg/100 g carne uscată, cei mai bine reprezentați fiind alanina, acidul glutamic și leucina [59]. Conținutul de vitamină C este modest: 48 mg/100 g produs [26]. Acidul malic este cel mai important acid organic din carnea păstrăvului de nuc, alături de care mai apar, în concentrații mici, acizii fumaric și oxalic [58]. Componenta minerală, regăsită în cenușa rezultată la calcinarea produsului, este edificată de următoarele elemente chimice, în ordinea descrescătoare a concentrației lor: K, P, Mg, Na, Fe și Ca [26]. În comparație cu celelalte ciuperci comestibile [60], păstrăvul nucului prezintă un conținut mai mare de fier, comparabil de potasiu și magneziu, dar considerabil mai redus de calciu.

**Tabelul 1.** Componenti chimici principali ai cărnii păstrăvului de nuc din flora spontană, la diverse proveniențe geografice. Surse: [26, 57, 58, 61]

Concentrație (g/100 g substanță uscată)					Valoarea energetică (kcal/100 g)
Carbohidrați	Proteine	Grăsimi brută	Acizi organici	Cenușă	
43,8 - 78,4	10,7 - 64,7	2,7 - 4,0	1,5 - 4,8	3,2 - 8,4	409



**Figura 4.** Conținutul de grăsime al unor ciuperci comestibile (eșantioane de păstrăvul nucului din Unitatea de Producție II Monteoru, Ocolul Silvic Siriu și de gălbiori și trâmbița piticului din comerț)



**Figura 5.** Grăsimi extrasă cu eter de petrol din păstrăv de nuc

Conținutul mediu de grăsime brută determinat de autori la păstrăvul nucului a fost 3,75% (**Figura 4**). O parte din lipide (30 - 46%) sunt acizi grași polinesaturați, altă parte (20 - 34%) sunt acizi grași mononesaturați, restul, acizi grași saturați [57, 62, 63]. Ca la multe alte ciuperci, acidul cis-linoleic este cel mai bine reprezentat în structura lipidelor din carnea păstrăvului de nuc [57, 62] - acesta este precursorul octenolului, principalul compus aromatic al ciupercilor, care le și conferă

Dinulică et al.: Păstrăvul nucului (*Cerioporus squamosus*) - o specie de ciuperci comestibile...

mirosul specific [64]. În componența lipidelor păstrăvului de nuc găsim și acizii palmitic, oleic și stearic [57].

Grăsimea conținută de păstrăvul nucului (Figura 5) prezintă unele însușiri chimice diferite de ale uleiurilor vegetale și ale grăsimilor animale utilizate în alimentație. Din determinările autorilor acestei lucrări a rezultat că indicele de aciditate este mult mai mare după toate procedurile de extragere a grăsimii - incluzând uscarea naturală a ciupercii, condiționarea sub formă de pulbere și extragerea în eter de petrol cu ajutorul aparatului Soxhlet. Indicele de iod, care redă participarea acizilor grași superiori nesaturați în compoziția chimică a grăsimii, este comparabil cu al uleiului de palmier, iar indicele de peroxizi, care redă gradul de râncezire al grăsimii, este apropiat de al uleiului rafinat de floarea soarelui.

## 6. CULTURA PĂSTRĂVULUI DE NUC

Au fost efectuate experimentări, în țară și în străinătate, privind cultura păstrăvului de nuc [65]. Ciupercile au fost cultivate submers, pe medii glucidice, produsele rezultate servind ca biomasă cu caracteristici îmbunătățite și ca materie primă pentru alimentație și industria farmaceutică [26, 66]. Mediile de cultură cu cele mai mari randamente (29% biomasă/substrat consumat) sunt melasa din sfeclă de zahăr împreună cu azotatul de amoniu și fosfatul de amoniu [65]. În alte cercetări s-a constatat că sursa de carbon cea mai potrivită pentru cultura submersă a păstrăvului de nuc ar fi glucoza, iar sursa de azot optimă, drojdia [38]. Creșterea micelului păstrăvului de nuc începe din prima zi și este în general expozivă [65]. Miceliul de cultură este împletit din hife cu diametrul 1-5  $\mu\text{m}$  (Figura 6).

Pe medii solide (cartof dextroză-agar și extract de malț-agar), păstrăvul nucului crește încet; de abia după 18-24 zile colonia ocupă întreaga suprafață a recipientului [67]. În astfel de culturi miceliul este eterogen optic, aglomerându-se în papile pe masa de agar [18]. Hifele vegetative cresc radial, sunt albe la început, brune cu timpul, iar hifele fertile sunt hialine, groase de 2-3,5  $\mu\text{m}$  și cresc arborescent [67]. Porțiuni din miceliu capătă o consistență prăfoasă datorată oidiilor numeroase, măsurând 18×18  $\mu\text{m}$  [18]. În mediul de cultură apar cristale aciculare [18].

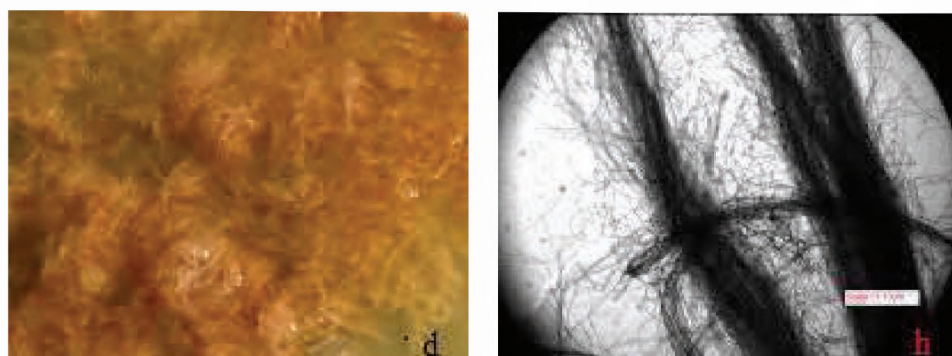


Figura 6. Micromorfologia biomasei de păstrăv de nuc cultivat pe melasă cu săruri de amoniu. Sursa: [65]

Biotehnologiile fermentative au făcut din păstrăvul nucului o sursă importantă de pectinaze - enzime cu utilizări marcante în industria alimentară - care pot înlocui pectinazele comerciale obișnuite [66]. Sunt preferate endopectinazele [68], care ar putea fi obținute din culturi filtrate de *Polyporus squamosus* printr-o tehnică de partiționare apoasă în două stadii (EN: ATP-system = „aqueous two-phase system”) pe medii de polietilenglicol și fosfat monosodic [66] sau în trei stadii,

**Dinulică et al.: Păstrăvul nucului (*Cerioporus squamosus*) - o specie de ciuperci comestibile...**

pe medii de sulfat de amoniu și alcool terț-butilic [69]. Primele încercări s-au făcut pe substrat de tescovină din mere [70].

Păstrăvul nucului este și o sursă deloc de neglijat de lacază - o oxidoreductază, una din primele enzime descoperite [71], implicată în putrezirea lemnului și care oferă suport pentru tot mai multe aplicații în protecția mediului (detoxifierea poluanților, biosinteza etanolului și biogazului) și în procesele oxidative industriale (fabricarea pastei celulozice, prin contribuția la delignifierea materiei prime, albirea vopselelor, prevenirea discolorării vinului, biosinteza de derivați din lignină ș.a.) [72-74]. Păstrăvul nucului produce protează și lacază pe medii de cultură lichide, fără însă a egala performanțele păstrăvului de fag [74].

## 7. PĂSTRĂVUL NUCULUI ÎN ALIMENTAȚIE

### 7.1. Însușirile organoleptice ale cărnii ciupercii

Carnea ciupercii este albă, succulentă, elastică la exemplarele tinere, gumoasă la cele mature și scorțoasă-lemnoasă la cele bătrâne; drept urmare, pentru evitarea indigestiilor, exemplarele vârstnice nu se consumă. Nu își schimbă culoarea prin secționare [20]. În tinerețe are miros de miere, de pepene verde sau de făină și gust dulceag [9, 20, 75], la bătrânețe, miros respingător [17]. Carnea exemplarelor bătrâne poate avea un miros puternic de tanin [76].

### 7.2. Valoarea alimentară a păstrăvului de nuc

Este clasificată a fi moderată sau chiar mediocră [9]. În unele zone ale țării este mai mult apreciată. Într-un studiu efectuat în Maramureș, în 2012-2014, cu subiecți aparținând minorității ucrainiene, a reieșit că 24% din cei intervievați utilizau curent păstrăvul nucului în alimentație [77]. În Turcia, fructificațiile recoltate din flora spontană fac obiectul comerțului [38]. Nu este peste tot percepută ca o ciupercă aptă pentru consum [26, 33].

Se face recomandarea de a fierbe carnea ciupercii înaintea consumului [19] și înlăturarea cuticulei [78], deși ciupercile tinere se pot consuma și proaspete [79]. Consumul ciupercilor mature sau vârstnice cauzează disconfort digestiv [80]. Au ajuns până la noi tradiții populare locale legate de consumul păstrăvilor de nuc. În Țara Făgărașului, de pildă, se crede că aceste ciuperci sunt bune de consumat numai dacă sunt însemnate cu Sfânta Cruce [13].



Figura 7. Păstrăv de nuc în oțet

Unele feluri de mâncare cu păstrăv de nuc sunt delicioase: pane, sos vânătoresc, ciorbă de păstrăv [76, 81]. Se conservă bine prin murare și marinare (Figura 7); păstrăvul uscat poate fi măcinat, pudra rezultată servind drept condiment [80]. În Ardeal, au fost consemnate rețete de preparare a păstrăvului de nuc încă din secolul al XVII-lea [76].

## 8. VALOAREA TERAPEUTICĂ A PĂSTRĂVULUI DE NUC

Valoarea terapeutică a ciupercii se datorează, pe de o parte, conținutului redus de grăsimi și absenței amidonului [2], care o recomandă dietelor pretențioase, mai ales hipocolesterolemice, iar pe de altă parte, potențialului antioxidant, antimicrobian, imunomodulator și a activității antibiofilm<sup>2</sup> și împotriva „simțului cvorumului”<sup>3</sup> ale unor componente chimice ai cărnii ciupercii [26, 66]. La ciuperci, mecanismul antioxidant este favorizat de abilitatea unor componente de donori de hidrogen, de chelatare a metalelor și de sechestrare a superoxizilor și radicalilor liberi.

Activitatea antioxidantă a extractelor din ciuperci este direct proporțională cu concentrația polifenolilor, a proporției de radicali liberi sechestrați și cu capacitatea de a reduce fierul [87]. Cu toate că nu se ridică la nivelul hribilor [88], performanțele antioxidante ale păstrăvului de nuc sunt superioare multor specii de ciuperci comestibile; dintre acestea, flocoșelul (*Hydnum repandum*) dovedește o activitate antioxidantă foarte slabă (Tabelul 2). Extractele metanolice din carnea păstrăvului de nuc au anihilat peroxidarea acidului linoleic în proporție de 98%, reușită mai mare decât a antioxidantilor standard ( $\alpha$ -tocoferolul, hidroxitoluenul și hidroxianizolul butilat) [87]. Conținutul în polifenoli, care sunt cei mai importanți antioxidanți naturali, poate atinge, la unele proveniențe de păstrăvul nucului, 13.900 mg/kg - concentrație care este însă numai jumătate din cea dovedită de vinețica lăptoasă (*Russula delica*) [89] - sau chiar 25.650 mg/kg, la extracte etanolice de proveniență turcească [90].

Capacitatea păstrăvului de nuc de a sechestra radicalii liberi îl plasează la jumătatea clasamentului, iar capacitatea de a reduce fierul ( $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ ), în jumătatea inferioară a clasamentului [87, 89]. Investigația efectuată de Akata și Falyoncu [61] recomandă păstrăvul fagului, alături de *Amanita ceciliae*, ca performeri în achiziția de radicali liberi. Tocoferolii (vitamina E), între care cel mai bine reprezentat în carnea păstrăvului de nuc este  $\beta$ -tocoferolul [57], participă activ la sechestrarea radicalilor liberi, apreciindu-se că sunt cei mai importanți antioxidanți dintre lipidele solubile, implicați în stoparea peroxidării grăsimilor și protejarea membranelor celulare ale consumatorilor [91]. Conținutul în  $\alpha$ -tocoferol al extractelor din păstrăvul nucului este însă mult în urma altor ciuperci comestibile [89].

Un aspect pozitiv pentru sănătatea sistemului cardiovascular este conținutul nesemnificativ de izomeri trans ai acizilor grași nesaturați din carnea păstrăvului de nuc [62]; proporția acestor acizi se corelează negativ cu conținutul plasmatic de colesterol HDL și pozitiv, cu conținutul de colesterol

<sup>2</sup> *Bicfilmul* este o peliculă de natură biologică, de obicei microbiană, aderentă la suprafețe biotice sau abiotice [82], cu capacitatea de contaminare, coroziune, reducere a transferului termic, blocare funcțională sau alterare a substratului la care aderă [83].

<sup>3</sup> *Simțul cvorumului* este traducerea fidelă a englezescului „quorum sensing” - care desemnează abilitatea unor indivizi (bacterii, insecte) de a detecta și a răspunde, prin modificarea expresiei unor gene, la desimea populației din care fac parte [84, 85]. Patogenitatea unor agenți infecțioși este condiționată de acest simț al cvorumului, care poate fi inhibat de unii compuși chimici de origine naturală [86].

Dinulică et al.: Păstrăvul nucului (*Cerioporus squamosus*) - o specie de ciuperci comestibile...

LDL [62]. Totuși, din compoziția lipidelor cărnii ciupercii nu lipsesc un număr important de acizi grași esențiali, pe care organismul uman nu este capabil să îi sintetizeze [92].

Tabelul 2. Componenti chimici cu însușiri antioxidante în carnea unor ciuperci din Turcia. Sursa: adaptat din [87], valabil pentru umiditatea de 5-7%

Specia de ciuperci	Conținut vitamină C (mg/kg)	Conținut total de polifenoli (mg/kg)	Capacitatea de a reduce fierul ( $\mu\text{mol/g}$ )	% radical liber (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) sechestrat	Cantitatea de ciuperci necesară sechestrării a 50% din radicalii liberi (mg/mL)
Champignon	nedetectabil	4.020,00	12.171,43	67,86	19,51
Pălăria șarpelui	nedetectabil	8.886,67	7.457,14	90,07	7,91
Ghebe	< 20	2.908,89	5.028,57	42,31	-
Păstrăvul fagului	nedetectabil	2.686,67	2.385,71	86,35	11,07
Păstrăvul nucului	< 20	4.531,11	2.242,86	43,30	-
Hrib	49,33	12.775,56	52.957,14	93,18	3,95
Râșcov	< 20	2.708,89	2.671,43	47,27	-
Flocoșel	nedetectabil	420,00	145,50	10,17	-

Extractele din păstrăv de nuc au dovedit experimental o activitate antimicrobiană și antibiofilm bună, superioară multor funghi comestibili [88], chiar excelentă împotriva stafilococului auriu, dar mai slabă decât a antibioticelor comerciale [57]. Această însușire explică probabil de ce păstrăvul nucului era folosit în medicina populară românească la tratata combinată, externă și internă, a „rastului” [93] - afecțiune constând în inflamarea splinei în urma contactării malariei, cauzată de protozoare parazitare [94]. Buretele melcului (*Hygrophorus agathosmus*) și *Suillus collitinus* sunt ciupercile care, în investigația lui Yamaç și Bilgili [95], au demonstrat cea mai agresivă reacție împotriva unei game largi de bacterii patogene.

Calitățile imunomodulatoare și anticancerigene ale păstrăvului de nuc se datorează lectinelor<sup>4</sup>. Lectinele din această ciupercă au afinitate pentru structurile sialil- $\alpha$ -2,6-lactozaminice din membrana celulelor apoptotice (care urmează/trebuie să moară) [98]. Ori, dacă aceste celulele nu sunt distruse (apoptoză), țesuturile proliferază necontrolat și devin neoplasme (cancere) [94].

## 9. ALTE UTILIZĂRI ALE CIUPERCII

Păstrăvul nucului are și proprietăți tinctoriale - fiertura galbenă era folosită în Tecuci și Bistrița-Năsăud la vopsirea firelor de bumbac și cânepă, respectiv a irhelor în cojocărie [93]. Bazidiofructul bătrân al păstrăvului de nuc se poate folosi ca material cu proprietăți abrazive [18].

### MATERIALE SUPLIMENTARE

Nu este cazul.

<sup>4</sup> Lectinele sunt proteine derivate cu acțiune toxică și capacitatea de a recunoaște și a se lega la oligozaharidele de la suprafața celulelor [96], de pildă ale microorganismelor patogene în a căror membrană se găsesc aceste resturi glucidice [97].

**FINANȚARE**

Această lucrare nu a fost finanțată.

**CONFLICT DE INTERESE**

Autorii nu declară niciun conflict de interese.

**ANEXE**

Nu este cazul.

**REZUMAT EXTINS - EXTENDED ABSTRACT**

**Title in English:** *Dryad's saddle (Cerioporus squamosus): an underrated edible fungus*

**Introduction:** Romania has substantial resources of edible fungi which unfortunately are often overlooked by harvesters. *Dryad's saddle* is one of the 43 species of fungi whose marketing is permitted by law in Romania. This study presents the state of knowledge regarding the biology, ecology, chemistry, and nutraceutical properties of *Dryad's saddle*, an underrated fungus known only in some regions of Romania.

**Taxonomy:** This fungus belongs to the Polyporaceae family and it has been affiliated with various genera, from *Boletus* to *Cerioporus*.

**Identification:** The common names of this fungus in various languages highlight its unique aspect and the shape of the scales on the surface of the cap. The morphology of the component parts of the mature fruiting body are presented.

**Ecology and distribution:** It is a xylophagous or saprophytic parasite that can be found on deciduous trees, and in Romania, on beech trees in particular. Our observations indicate a high incidence of attack of this fungus in beech forests affected by wind and snow storms. It is a formidable enemy of trees in green areas and it is resilient to biological control. Consequently, preventing infection is vital. The first fruit bodies of the fungus in Romania appear in March, and the last in November. Our unpublished measurements show a growth in cap diameter of 1.4-5 mm/day in May. The fungus is a bio-accumulator of pollutants.

**Chemical composition:** *Dryad's saddle* has rich nutraceutical properties due to its content of proteins, glucides, and essential fatty acids, as well as to the antioxidant and antifungal properties of the extracts in the flesh. The average content of total fat that we determined was 3.75%. The fat content in the fungus has a higher acid value than other vegetable fats, a salt index comparable to palm oil, and a peroxide value almost similar to refined sunflower oil.

**Cultivation:** The fungus cultivates well submerged, as opposed to solid ground, where it grows with difficulty. Biotechnology has capitalized on this fungus as a pectinase and lipase producer with diverse and valuable industrial uses.

**Use as food:** Although the flesh of *Dryad's saddle* does not equal prestigious edible fungi, it can still be exploited as food, either fresh or preserved, by marinating or pickling. In Transylvania, recipes for cooking *Dryad's saddle* were recorded in the 17<sup>th</sup> century.

**Therapeutic value:** Relies on its antioxidant, antimicrobial, immunomodulatory, antifungal activity, and against the quorum sensing of certain chemical components in the flesh. In the Romanian folk medicine, the fungus was used in the external and internal treatment of enlarged spleen as a result of contracting malaria.

**Other uses:** A substance obtained from this fungus can be used as dye for textile fibers (cotton and hemp) and skins used in fur trade.

**Keywords:** *dryad's saddle*, *Polyporus squamosus*, *Cerioporus squamosus*, nutraceutical, edible mushroom

**REFERINȚE**

1. Rathore H., Prasad S., Sharma S., 2017: Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review. *Pharma Nutrition*, 5(2), 35-46. DOI: 10.1016/j.phanu.2017.02.001.

Dinulică et al.: Păstrăvul nucului (*Cerioporus squamosus*) - o specie de ciuperci comestibile...

2. Petre M., 2006: Manual de utilizare a biotehnologiilor ecologice de cultivare a ciupercilor comestibile. E.D.P. R.A., București, România, 204 p., ISBN: 978-973-30-1174-3.
3. MAPDR, 2006: Ordin nr. 246 din 14 aprilie 2006 pentru stabilirea Listei ciupercilor comestibile din flora spontană a căror recoltare sau achiziție și comercializare sunt permise. Monitorul Oficial, 174(18), 1-3.
4. Beldeanu E.C., 1993: Ciuperci din fondul forestier. Reprografia Universității Transilvania, Brașov, România, 13 p.
5. Sălăgeanu G., Sălăgeanu A., 1985: Determinator pentru recunoașterea ciupercilor comestibile și otrăvitoare din România. Ed. Ceres, București, pp. 113-114.
6. MAP, 2019: Ordin nr. 768 din 10 iunie 2019 privind modificarea anexei la Ordinul ministrului agriculturii, pădurilor și dezvoltării rurale nr. 246/2006 pentru stabilirea Listei ciupercilor comestibile din flora spontană a căror recoltare sau achiziție și comercializare sunt permise. Monitorul Oficial, 187(31), 6-7.
7. Dinulică F., 2013: Direcții de valorificare a resurselor vegetale nelemnoase din fondul forestier: preocupări, posibilități, perspective. Comunicare susținută la simpozionul Valorificarea durabilă, cu maximă eficiență economică a resurselor forestiere ale României. A.S.A.S., București, România, 8 noiembrie 2013.
8. Beldeanu E., Ionescu T., Dan I., Birtalan G., 1990: Considerațiuni privind bioproducția de ciuperci comestibile în sectorul silvic - II. Revista Pădurilor, 105(2), 95-97.
9. Bielli E., 1999: Ciuperci. Cunoașterea, recunoașterea și căutarea celor mai cunoscute specii de ciuperci. Editura ALL, București, România, pp. 243-244, ISBN: 973-684-137-5.
10. IF, 2019: Index fungorum. Disponibil online la: <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=186284>.
11. Mycobank, 2019. Polyporus squamosus. Disponibil online la: [http://www.mycobank.org/Biolomics.aspx?Table=Mycobank&MycoBankNr\\_=186284](http://www.mycobank.org/Biolomics.aspx?Table=Mycobank&MycoBankNr_=186284).
12. Sotome K., Hattori T., Ota Y., To-anun C., Salleh B., Kakishima M., 2008: Phylogenetic relationships of Polyporus and morphologically allied genera. Mycologia, 100, 603-615, DOI: 10.3852/07-191R.
13. Drăgulescu C., 2002: Ciupercile în vocabularul românesc. Ed. Universității Lucian Blaga, Sibiu, România, pp. 41, ISBN: 973-651-915-5.
14. Drăgulescu C., Drăgulescu R., 2015: Plant ecology as reflected in Romanian phytonomy. Acta Oecologica Carpatica, 8, 31-58.
15. Zmitrovich I.V., Volobuev S.V., Parmasto I.H., Bondartseva M.A., 2017: Re-habilitation of Cerioporus (Polyporus) rangiferinus, a sib of Cerioporus squamosus. Nova Hedwigia 105(3/4), 313-328, DOI: 10.1127/nova\_hedwigia/2017/0412.
16. Csaba L., Gizella V., 2013: Ghidul culegătorului de ciuperci: ciuperci comestibile și otrăvitoare. Ed. Casa, Oradea, România, pp. 70, 49, ISBN: 978-6068-52-714-7.
17. Corlățeanu S., 1959: Ciuperci comestibile și otrăvitoare din Republica Populară Română. Ed. Agro-Silvică de Stat, București, România, pp. 59-60.
18. Phillips D.H., Burdekin D.A., 1992: Diseases of forest and ornamental trees. Macmillan Press Ltd, Londra și Basingstoke, Marea Britanie, 581 p., ISBN: 978-0333494936.

Dinulică et al.: Păstrăvul nucului (*Cerioporus squamosus*) - o specie de ciuperci comestibile...

19. Gerhardt E., 2014: Der große BLV pilzfürher für unterwegs. BLV Buchverlag, München, Germania, pp. 498-499, ISBN: 978-3-8354-1124-1.
20. Kuo M., 2015: Polyporus squamosus. Disponibil online la: [http://www.mushroomexpert.com/polyporus\\_squamosus.html](http://www.mushroomexpert.com/polyporus_squamosus.html).
21. Parmasto E., 1978: Rasprostranenie aphyloforovykh gribov bazidiosporami. 2. Biologiya rasprostraneniya Polyporus squamosus (Polyporaceae). Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised, Bioloogia 27(2), 141-149.
22. Iordache O., Cornea C.P., Diguta C., Rodino S., Ionescu I., Matei A., Dumitrescu I., 2015: Molecular identification of fungal isolates from textile wastewater by ITS-RFLP method. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnologies, 72(2), 259-261, DOI: 10.15835/buasvmcn-asb:11608.
23. Fukui Y., Miyamoto T., Tamai Y., Koizumi A., Yajima T., 2018: Use of DNA sequence data to identify wood-decay fungi likely associated with stem failure caused by windthrow in urban trees during a typhoon. Trees, 32(4), 1147-1156, DOI: 10.1007/s00468-018-1679-y.
24. \*\*\*, 2019: [https://www.facebook.com/groups/ciupercideromania/search/?query=squamosus&epa=SEARCH\\_BOX](https://www.facebook.com/groups/ciupercideromania/search/?query=squamosus&epa=SEARCH_BOX) (accesat la 10.12.2019).
25. Schmidt O., 2006: Wood and tree fungi: biology, damage, protection, and use. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 334 p., ISBN: 978-3-540-32139-2.
26. Bulam S., Üstün N.Ş., Pekşen A., 2018: Polyporus squamosus (Huds.) Fr. in the Black Sea Region. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(2), 183-188, DOI: :10.24925/turjaf.v6i2.183-188.1546.
27. Hintikka V., 1970: Stimulation of spore germination of wood-decomposing hymenomycetes by carbon dioxide. Karstenia, 11, 23-27.
28. Bontea V., 1985: Ciuperci parazite și saprofite din România. Vol. 2. Ed. Academiei R.S.R., București, România, 469 p.
29. Bănescu V., 1965: Contribuții la cunoașterea macromicetelor din Munții Buzăului și Ciucașului. Studii și Cercetări de Biologie. Seria Botanică, 16(3), 163-170.
30. Bechet M., Silaghi G., 1966: Flora și vegetația rezervației naturale „Defileul Crișului Repede” - Flora micologică (micromicete și macromicete). Contribuții botanice, 8, 31-82.
31. Bontea V., 1985: Ciuperci parazite și saprofite din România. Vol. 1. Ed. Academiei R.S.R., București, România, 586 p.
32. Pop A., Petreanu E., 1995: Ciuperci din rezervația naturală Valea Sighișteului (Munții Apuseni). Contribuții botanice, pp. 70-72.
33. Razaq A., Shahzad S., 2016: Additions to the Polyporales of Pakistan. Pakistan Journal of Botany. Disponibil la: URL <http://www.pakbs.org/.../50.pdf>.
34. MingYun H., YuCheng D., 2005: Checklist of polypores on Quercus mongolica in Northeastern China. Chinese Forestry Science and Technology, 4(3), 94-98.
35. Bakshi B.K., 1956: Occurrence of Polyporus squamosus (Huds.) Fr. in India. Indian Phytopathology, 9(2), 191-194.



Dinulică et al.: Păstrăvul nucului (*Cerioporus squamosus*) - o specie de ciuperci comestibile...

36. Igmandy Z., 1964: The wood-rotting polypores of Beech stands in Hungary. Erdesz. Faipari Egyetem tud. Kozl., Sopron 1, 99-107.
37. Hüseyin E., Selcuk F., 2001: Azerbaycan ormanlarında kayın odununa arız olan makromantarlar. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 25(6), 401-406.
38. Pekşen A., Kibar B., 2016: Effects of various carbon and nitrogen sources on mycelial biomass production of *Macrolepiota procera* and *Polyporus squamosus* in submerged culture. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 31(1), 16-24, DOI: 10.7161/anajas.2016.31.1.16-24.
39. Jigău O., 2005. Cercetări micocenologice în asociația *Symphyto cordati* - Fagetum din Munții Nemira (Jud. Bacău). Complexul Muzeal de Științele Naturii "Ion Borcea" Bacău, Studii și Comunicări, 20, 9-14.
40. Baader G., 1952: Untersuchungen über Randschaden. Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen, 3, 73 pp.
41. Marincović P., 1953: O zdravstvenom stanju bukovih suma na Zeljinu. Sumarstvo, 6(5), 443-456.
42. Seehann G., 1979: Holzerstorende Pilze an Strassen - und Parkbaumen in Hamburg. Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft, 71, 192-221.
43. Gáper J., 1998: A polypore group as one of the most aggressive fungi, which kill the urban trees. Acta Facultatis Ecologiae Zvolen, 5, 101-105.
44. Banga G., Antanas M., 2014: Sumedėjusių augalų grybai ir kenkėjai istorinėse Bernardinų kapinėse. Optimization of Ornamental and Garden Plant Assortment, Technologies and Environment, 5(10), 45-49.
45. Schwarze F.W.M.R., Grüner J., Schubert M., Fink S., 2007: Defence reactions and fungal colonisation in *Fraxinus excelsior* and *Tilia platyphyllos* after stem wounding. Arboricultural Journal, 30(1), 61-82, DOI: 10.1080/03071375.2007.9747477.
46. Mfombep P.M., Senwo Z.N., Isikhuemhen O., 2013: Enzymatic activities and kinetic properties of  $\beta$ -glucosidase from selected white rot fungi. Advances in Biological Chemistry, 3, 198-207.
47. Schwarze F.W.M.R., Lonsdale D., Mattheck C., 1995: Detectability of wood decay caused by *Ustulina deusta* in comparison with other tree-decay fungi. European Journal of Forest Pathology, 25(6/7), 327-341, DOI: : 10.1111/j.1439-0329.1995.tb01348.x.
48. Schubert M., Heller, T., Fink, S., Schwarze F., 2007: Biologische Kontrolle Holz zersetzender Pilze an Bäumen. AFZ/Der Wald, Allgemeine Forst Zeitschrift für Waldwirtschaft und Umweltvorsorge, 62(4), 197-201.
49. Schubert M., Fink S., Schwarze F.W.M.R., 2008: Evaluation of *Trichoderma* spp. as a biocontrol agent against wood decay fungi in urban trees. Biological Control, 45(1), 111-123, DOI: 10.1016/j.biocontrol.2008.01.001.
50. Badalyan S.M., Innocenti G., Garibyan N.G., 2004: Interactions between xylotrophic mushrooms and mycoparasitic fungi in dual-culture experiments. Phytopathologia Mediterranea, 43(1), 44-48, DOI: <https://doi.org/10.14601>.
51. Zarzyński P., 2003: Fungitoksyczność Falconu 460 EC dla grzybów rozkładających drewno drzew leśnych. Sylwan 147(8), 43-48.

Dinulică et al.: Păstrăvul nucului (*Cerioporus squamosus*) - o specie de ciuperci comestibile...

52. Lektorskiy D.N., Babockin P.N., 1959: Primenenie gazogeneratornoj smoly dlja konservirovaniya drevesiny. *Gidroliznaya i lesokhimicheskaya Promyshlennost*, 11(5), 14-15.
53. Mleczek M., Niedzielski P., Kalač P., Budka A., Siwulski M., Gaśecka M., Rzymiski P., Magdziak Z., Sobieralski K., 2016: Multielemental analysis of 20 mushroom species growing near a heavily trafficked road in Poland. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(16), 16280-16295, DOI: 10.1007/s11356-016-6760-8.
54. Isildak Ö., Turkecul I., Elmastas M., Tuzen M., 2004: Analysis of heavy metals in some wild-grown edible mushrooms from the middle black sea region, Turkey. *Food Chemistry*, 86(4), 547-552, DOI: 10.1016/j.foodchem.2003.09.007.
55. Demirbaş A., 2002: Metal ion uptake by mushrooms from natural and artificially enriched soils. *Food Chemistry* 78(1), 89-93, DOI: 10.1016/S0308-8146(01)00389-2.
56. Corlăţeanu S., 1965: Cercetări privind consumurile specifice pentru unele ciuperci comestibile, prelucrate prin uscare. *Lucrări Ştiinţifice. Institutul Politehnic Braşov*, 7, 379-386.
57. Fernandes A., Petrović J., Stojković D., Barros L., Glamočlija J., Soković M., Martins A., Ferreira I.C.F.R., 2016: *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr from different origins: Chemical characterization, screening of the bioactive properties and specific antimicrobial effects against *Pseudomonas aeruginosa*. *LWT - Food Science and Technology*, 69, 91-97, DOI: 10.1016/j.lwt.2016.01.037.
58. Mocan A., Fernandes Â., Barros L., Crişan G., Smiljković M., Soković M., Ferreira I.C., 2018: Chemical composition and bioactive properties of the wild mushroom *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr: a study with samples from Romania. *Food & function*, 9(1), 160-170, DOI: 10.1039/C7FO01514C.
59. Tadeusiak W., Balicka E., 1978: Wolne aminokwasy w owocnikach niektórych grzybow rozkladajacych drewno. *Acta Mycologica*, 14(1/2), 151-155.
60. Uzun Y., Genccelep H., Kaya A., Akcay M.E., 2011: The mineral contents of some wild edible mushrooms. *Ekoloji*, 20, 6-12, DOI: 10.5053/ekoloji.2011.802.
61. Akata I., Ergönül B., Kalyoncu F., 2012: Chemical compositions and antioxidant activities of 16 wild edible mushroom species grown in Anatolia. *International Journal of Pharmacology*, 8(2), 134-138, DOI: 10.3923/ijp.2012.134.138.
62. Ergönül P.G., Akata I., Kalyoncu F., Ergönül B., 2013: Fatty acid compositions of six wild edible mushroom species. *The Scientific World Journal*, 4:163964, DOI: 10.1155/2013/163964.
63. Zengin G., Sarikurkcu C., Aktumsek A., Uysal S., Ceylan R., Anwar F., Solak, M., 2015: A comparative fatty acid compositional analysis of different wild species of mushrooms from Turkey (125). *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 27(7), 532-536, DOI: 10.9755/ejfa.2015.05.264.
64. Maga J.A., 1981: Mushroom flavor. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 29(1), 1-4.
65. Ferdeş D., Dincă M., 2014: Obţinerea de biomasă din *Polyporus squamosus* în cultură submersă cu surse de carbon alternative. În: *Lucrările simpozionului internaţional ISB-INMA-TEH, Bucureşti, România*, pp. 133-137, ISSN 2344 - 4126.
66. Peričin D.M., Radulović L.M., Ćurčin S.S., 2004: Extraction of endo-pectinase activity from the culture filtrate of *Polyporus squamosus* by aqueous two-phase systems composed of low molecular mass polyethylene glycol and phosphate salt. *Acta periodica technologica*, 35, 215-224, DOI: 10.2298/APT0435215P.

Dinulică et al.: Păstrăvul nucului (*Cerioporus squamosus*) - o specie de ciuperci comestibile...

67. Petre C.V., Tănase C., 2013: Description of the culture characteristics of some lignicolous basidiomycetes species grown on three synthetic media. *Journal of Plant Development* 20, 105-114.
68. Kashyap D.R., Vohra P.K., Chopra S., Tewari R., 2001: Applications of pectinases in the commercial sector: a review. *Bioresource Technology*, 77, 215-227, DOI: 10.1016/S0960-8524(00)00118-8.
69. Peričin D.M., Antov M., Dimić N., Vujičić B., 1997: Rapid method for detecting low basal activity of exo-pectinase of *Polyporus squamosus*. *Biotechnology Techniques*, 11: 833, DOI: 10.1023/A:1018485510779.
70. Peričin D.M., Kevresan S., Banka L., Antov M., Škrinjar M., 1992: Separation of the components of pectinolytic complex produced by *Polyporus squamosus* in submerged culture. *Biotechnology Letters*, 14(2), 127-130, 10.1007/BF01026239.
71. Moț A.-C., 2012: Lacaza din *Sclerotinia sclerotiorum*: caracterizare biochimică și aplicații. Teză de doctorat. Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca, România, 175 p.
72. Abubacker M.N., Ayesha A., 2012: Efficacy of fungal enzyme in biodiesel production from vegetable oil. *Biosciences, Biotechnology Research Asia*, 9(1), 405-410, DOI: 10.13005/bbra/1015.
73. Kvasko G.Y., Dreval K.G., Boyko M.I., 2013: Culture filtrate lignolytic activity of some strains of wood-destroying basidiomycetes. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelniński Melitopol State Pedagogical University*, 3(3), 317-329, DOI: 10.7905/bbmstu.v3i3.727.
74. Ferdeș M., Dincă M., Zăbavă B., Paraschiv G., Munteanu M., Ionescu M., 2018: Laccase enzyme production and biomass growth in liquid cultures of wood-degrading fungal strains. În: *Proceeding-ul 46th International Symposium: Actual tasks on agricultural engineering*, Opatija, Croatia, 27<sup>th</sup> February - 1<sup>st</sup> March, 2018, pp. 341-348.
75. Mincu E.C., Țuculescu R., 2010: Ciupercile din România. Ed. Galaxia Gutenberg, Târgu-Lăpuș, România, pp. 78-79, ISBN: 978-973-141-329-7.
76. Mességué M., 2000: Vă plac ciupercile? Medicamente? Alimente? Otrăvuri? Ed. Venus, București, România, pp. 45-46, ISBN: 973-9024-10-6.
77. Łuczaj Ł., Stawarczyk K., Kosiek T., Pietras M., Kujawa A., 2015: Wild food plants and fungi used by Ukrainians in the western part of the Maramureș region in Romania. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 84(3), 339-346, DOI: <https://doi.org/10.5586/asbp.2015.029>.
78. Tudor I., 2018: Compendiu de ciuperci comestibile, medicinale și otrăvitoare. Ed. Blassco, București, pp. 192-193, ISBN: 978-973-8968-85-1.
79. Lucescu A., Poleac E., Munteanu V., 1968: Călăuza recoltatorului de ciuperci de pădure. Ed. Agro-Silvică, București, România, pp.56-57.
80. Wikipedia, 2019: Polypore écailleux. Disponibil online la: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Polypore\\_%C3%A9cailleux](https://fr.wikipedia.org/wiki/Polypore_%C3%A9cailleux) (accesat în 03.12.2019).
81. <http://bucatarialuiradu.co.uk/pastravi-de-nuc-pane-ciuperci-pane/> (accesat în 24.06.2016).
82. Fikai D., Fikai A., 2017: Prevention of biofilm formation by material modification. În: *Den Y., Lv W.: Biofilms and Implantable Medical Devices. Infection and control*. Elsevier Ltd., pp. 159-180, ISBN: 978-0081003985.
83. Miquel S., Lagrèfeuille R., Souweine B., Forestier C., 2016: Anti-biofilm activity as a health issue. *Frontiers in Microbiology*, 7:592, DOI: 10.3389/fmicb.2016.00592.

Dinulică et al.: Păstrăvul nucului (*Cerioporus squamosus*) - o specie de ciuperci comestibile...

84. Wikipedia, 2019: Quorum sensing. Disponibil online la: [https://en.wikipedia.org/wiki/Quorum\\_sensing#cite\\_note-0-2](https://en.wikipedia.org/wiki/Quorum_sensing#cite_note-0-2) (accesat în 02.12.2019).
85. Miller M.B., Bassler B.L., 2001: Quorum sensing in bacteria. *Annual Review of Microbiology*, 55(1), 165-199, DOI: 10.1146/annurev.micro.55.1.165.
86. Asfour H.Z., 2018: Anti-quorum sensing natural compounds. *Journal of Microscopy and Ultrastructure*, 6(1), 1-10, DOI: 10.4103/JMAU.JMAU\_10\_18.
87. Keleş A., Koca I., Gençlepe H., 2011: Antioxidant properties of wild edible mushrooms. *Journal of Food Processing & Technology*, 2(6): 1000130, DOI: 10.4172/2157-7110.1000130.
88. Dimitrijevic M., Stankov-Jovanovic V., Nikolic J., Mihajilov-Krstev T., Stojanović G., Mitić V., 2015: Screening of antioxidant, antimicrobial and antiradical activities of twelve selected Serbian wild mushrooms. *Analytical Methods*, 7(10), 1-15, DOI: 10.1039/C4AY03011G.
89. Elmastas M., Isildak O., Turkecul I., Temur N., 2007: Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis* 20(3-4), 337-345, DOI: 10.1016/j.jfca.2006.07.003.
90. Shomali M.N., Onar O., Akata I., Yildirim O., 2016: Screening antioxidant and antimicrobial properties of *Polyporus*. *Turkish Journal of Biochemistry*, 41(S4), P-070.
91. Lobo V., Patil A., Phatak A., Chandra N., 2010: Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy Reviews*, 4(8), 118-126, DOI: 10.4103/0973-7847.70902.
92. Jones P.J.H., Rideout T.C., 2012: Lipids, sterols, and their metabolites. În: Ross, A.C. et al.: *Modern nutrition in health and disease*. Wolters Kluwer Health. Disponibil online la: [https://www.researchgate.net/publication/320532495\\_Modern\\_Nutrition\\_in\\_Health\\_and\\_Disease\\_---\\_Lipids\\_Sterols\\_and\\_Their\\_Metabolites](https://www.researchgate.net/publication/320532495_Modern_Nutrition_in_Health_and_Disease_---_Lipids_Sterols_and_Their_Metabolites) (accesat în 29.11.2019).
93. Butură V., 1979: Enciclopedie de etnobotanică românească. Ed. Științifică și Enciclopedică, București, România, pp. 52, 258.
94. Martin E.A., 2009: Dicționar de medicină. Ed. ALL, București, România, 872 p., ISBN: 978-973-571-870-1.
95. Yamaç M., Bilgili F., 2006: Antimicrobial activities of fruit bodies and/or mycelial cultures of some mushroom isolates. *Pharmaceutical Biology*, 44(9), 660-667, DOI: 10.1080/13880200601006897.
96. Daintith J., 2010: Dicționar de chimie. Ed. All Educational, București, România, 549 p., ISBN: 978-973-684-725-7.
97. Ciulei I., Grigorescu E., Stănescu U., 1993: Plante medicinale, fitochimie și fitoterapie. *Tratat de farmacognozie*. Vol. 2. Ed. Medicală, București, România, pp. 637-726, ISBN: 973-39-0240-3.
98. Malagolini N., Chiricolo M., Marini M., Dall'Olio F., 2009: Exposure of  $\alpha$ 2,6-sialylated lactosaminic chains marks apoptotic and necrotic death in different cell types. *Glycobiology*, 19(2), 172-181, DOI: 10.1093/glycob/cwn122.



## Tehnologie de realizare a plăcilor OSB în condiții de laborator

Bogdan Iancu<sup>a,b</sup>, Valentina Doina Ciobanu<sup>b</sup>, Aurel Lunguleasa<sup>c,\*</sup>

<sup>a</sup>Kronospan Trading, Strunga Mieilor nr. 1, Brașov, România, [iancu\\_bogdan28@yahoo.com](mailto:iancu_bogdan28@yahoo.com).

<sup>b</sup>Departamentul de Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Șirul Beethoven 1, 500123 Brașov, România, [iancu\\_bogdan28@yahoo.com](mailto:iancu_bogdan28@yahoo.com) (B.I.), [ciobanudv@unitbv.ro](mailto:ciobanudv@unitbv.ro) (V.D.C.)

<sup>c</sup>Departamentul de Prelucrarea Lemnului și Designul Produselor din Lemn, Facultatea de Ingineria Lemnului, Universitatea Transilvania din Brașov, Colina Universității 1, Brașov, România, [lunga@unitbv.ro](mailto:lunga@unitbv.ro).

### REPERE

- Lucrarea prezintă o comparație între tehnologia de realizare a plăcilor OSB în laborator și cea la scară industrială.
- Valorile superioare ale MOR și MOE ale plăcilor OSB obținute în laborator au fost determinate de parametrii prese mono-etajate.

### INFORMAȚII ARTICOL

Istoricul articolului:  
Manuscris primit la: 17 decembrie 2019  
Primit în forma revizuită: 29 mai 2020  
Acceptat: 30 mai 2020  
Număr de pagini: 14 pagini.

Tipul articolului:  
Cercetare

Editor: Stelian Alexandru Borz

### Cuvinte cheie:

OSB  
Tehnologie de laborator  
MOR  
MOE

### REZUMAT GRAFIC



### REZUMAT

*Tehnologia fabricării plăcilor din aşchii orientate (OSB) a avut o creștere vertiginoasă în ultimii ani, datorită folosirii plăcilor OSB, din ce în ce mai mult, în industria construcțiilor civile și industriale, înlocuind în acest fel placajul care este cu mult mai scump. Lucrarea și-a propus să analizeze obținerea de plăci OSB de calitate superioară, în condiții de laborator, având ca punct de plecare caracteristicile plăcilor industriale. Metoda de laborator pune în evidență relațiile de calcul a densității, a modulului de rupere (MOR) și a modulului de elasticitate (MOE) la încovoiere statică, precum și instalațiile folosite pentru uscarea aşchiilor, amestecul aşchiilor cu adeziivi și presarea covorului de aşchii. Rezultatele obținute arată că densitatea plăcilor depășește valoarea standardizată, preluată și de firma Kronospan. De asemenea, valorile MOR, MOE precum și cele legate de umflarea în grosime sunt superioare plăcilor industriale. Concluzia generală este aceea că tehnologia de laborator poate corecta sau îmbunătăți tehnologia aplicată la scară industrială.*

\* Autor corespondent. Tel.: +00-724-919-840.  
Adresa de e-mail: [lunga@unitbv.ro](mailto:lunga@unitbv.ro)

## 1. INTRODUCERE

Dezvoltarea științei și tehnologiei materialelor compozite pe bază de lemn a condus la apariția a tot mai multe produse ingineresti, printre care se numără și plăcile din aşchii orientate, denumite în limba engleză „*Oriented Strand Board*”, denumire abreviată, în limbajul tehnic, drept OSB. Aceste plăci sunt tot mai căutate pe piața plăcilor în construcții și în alte domenii datorită următoarelor avantaje: sunt ieftine, datorită utilizării buștenilor subțiri și de o mai slabă calitate în realizarea lor, se elimină aspectele legate de defectele lemnului, prin divizarea în aşchii, prezintă suprafețe mari cu o grosime uniformă și o rugozitate acceptabilă, sunt ușoare datorită utilizării unor specii cu densitate mică a lemnului precum molidul, salcia sau plopul [1].

Chiar dacă buștenii utilizați au diametre sub 30 cm și o calitate inferioară, încă nu se cunoaște o rețetă miracol de specii lemnoase și chiar un proces de fabricație optim, existând multe elemente care să conducă la creșterea calității plăcilor OSB. Plăcile de tip OSB sunt plăci tri-stratificate având un miez din aşchii mici și două straturi de față cu aşchii mari, cu dimensiuni de  $120 \times 40 \times 0,8$  mm [1]. Straturile sunt dispuse perpendicular unele pe altele, ca în cazul placajului, în vederea omogenizării proprietăților acestora pe direcție longitudinală și transversală.

Unii autori [2] au identificat un model pentru placa OSB realizată din bambus, din punctul de vedere al modulului de elasticitate (MOE) pe direcția axei principale. Alți autori [3] au găsit noi soluții de înlocuire a lemnului matur cu lemn juvenil din specii de rășinoase. Pentru obținerea de plăci ecologice s-a utilizat adeziv poliuretanic în combinație cu ulei de castor. Toate determinările efectuate în concordanță cu standardul EN 300: 2006 [4], au fost superioare celor de referință, iar în cadrul acestora, plăcile realizate din specii cu densitate mare au prezentat performanțe fizice mai bune, în timp ce plăcile realizate din specii lemnoase cu densitate mică au avut proprietăți mecanice ridicate. Alți autori [5] au investigat influența a trei specii tropicale cu creștere rapidă (*Paraserianthes falcataria*, *Maesopsis eminii* și *Acacia mangium*) asupra plăcilor de tip O-1 OSB (plăci de interior cu portanță medie), în special asupra proprietăților mecanice și asupra stabilității dimensionale. În urma studiului, s-a identificat faptul că plăcile realizate din combinații de specii cu densitate mare și alte specii cu densitate mică au avut o stabilitate dimensională mai bună decât cele realizate dintr-o singură categorie de densitate. Alte studii identificate în literatura de specialitate au luat în considerare folosirea în tehnologia OSB a unor specii braziliene [6], uscarea aşchiilor la temperaturi înalte [7], anizotropia elasticității plăcilor OSB [8] și, în final, modelele de estimare a parametrilor tehnologici [9-10].

Studiul de față are drept scop utilizarea unei tehnologii de laborator în vederea obținerii de plăci OSB, care se vor compara cu plăcile obținute industrial din punctul de vedere al proprietăților fizico-mecanice. Obiectivele studiului se referă la realizarea plăcilor OSB și determinarea proprietăților fizico-mecanice ale acestora, dar și la determinarea proprietăților fizico-mecanice ale plăcilor obținute pe linia industrială. În final, se va efectua o comparație între cele două categorii de plăci și se vor trage concluzii referitoare la plăcile OSB și tehnologia de laborator utilizată.

## 2. MATERIALE ȘI METODE

Fluxul tehnologic de laborator a urmărit succesiunea operațiilor din fluxul tehnologic industrial specific companiei Kronospan Brașov (**Figurile 1-2**). Așchiile plăcilor realizate aici sunt lungi și late (în limba engleză „strands”), cu dimensiuni uzuale - lungimea de 70-90 mm (dar ajunge și la 120 mm), lățimea de 30-60 mm și grosimea de 0,4-0,8 mm - mai mari comparativ cu așchiile plăcilor clasice (lungimea 15-25 mm, lățimea 3-6 mm și grosimea de 0,2-0,6 mm). Așchiile folosite în laborator pentru obținerea de plăci OSB au fost preluate de la așchietorul industrial al firmei Kronospan Trading Brașov (**Figura 3**). Așchiile au fost umede și au necesitat o uscare într-o etuvă de laborator, în vederea aducerii acestora până la o umiditate de 8-10%. După uscare, așchiile au fost sortate folosindu-se o sită de 5 mm, eliminându-se, în acest fel, fracția cu dimensiuni mai mici decât 5×5 mm, necorespunzătoare acestei tehnologii. În continuare, s-au separat așchiile de față de așchiile de miez și s-a stabilit procentul de adeziv (adeziv izocianat de tip Lupranet) la 10% din cantitatea de așchii uscate.



Figura 1. Fabrica Kronospan Trading Brașov. Sursa: [11].

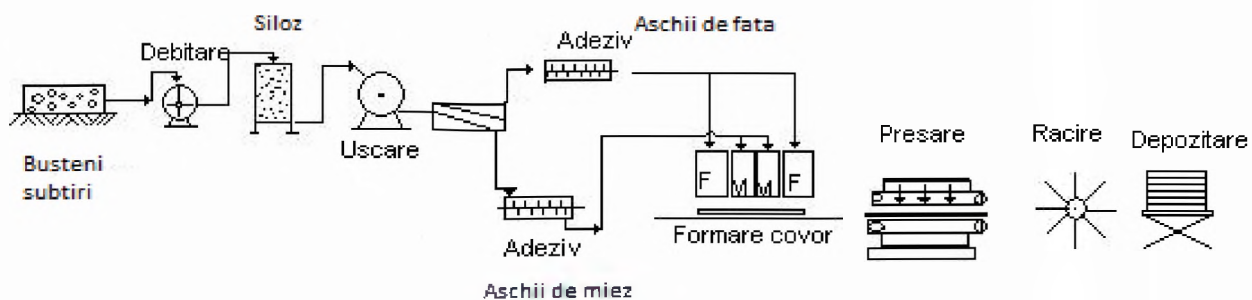


Figura 2. Fluxul de fabricație al plăcilor OSB. Sursa: [11].

Iancu et al.: Tehnologie de realizare a plăcilor OSB în condiții de laborator...

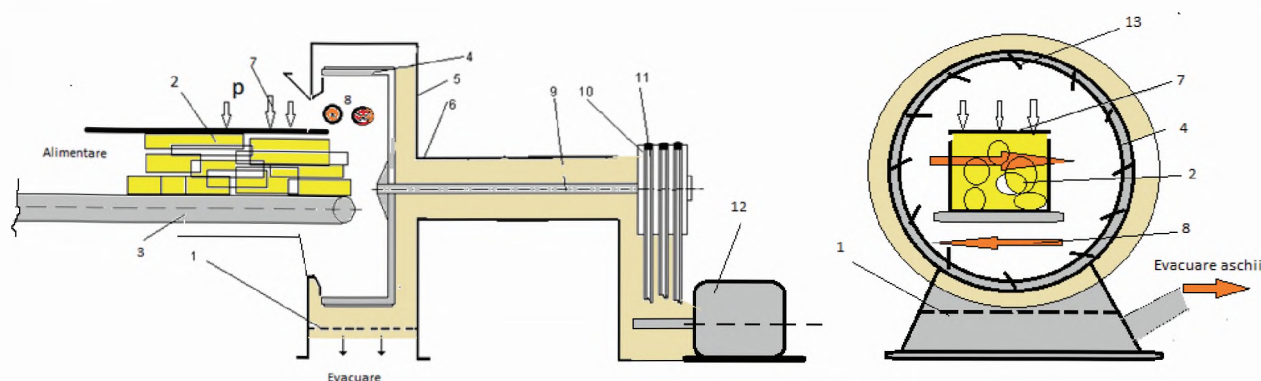


Figura 3. Mașină de debitat așchii lungi, cu coroană portcuțite. Legendă: 1 - sită de sortare, 2 - material lemnos sub formă de crăci, vârfuri subțiri și bușteni cu diametrul sub 20 cm, 3 - transportor de alimentare cu material lemnos, 4 - coroană portcuțite, 5 - carcasa coroanei, 6 - carcasa instalației, 7 - bara de presare a materialului în timpul debitării, 8 - deplasarea transversală a materialului pentru obținerea tăierii așchiilor pentru grupul de bușteni împinși spre coroana portcuțite, 9 - arbore principal, 10 - roată de curea pentru antrenarea coroanei cu cuțite, 11 - curele trapezoidale de antrenare de la motor, 12 - motor electric de acționare, 13 - cuțite fixate pe coroană [11].

Aplicarea adezivului pe așchii (Figura 4a) s-a efectuat cu ajutorul unei instalații de amestec cu o paletă (Figura 4b). Formarea covorului a ținut seama de proporția straturilor, care a fost în raport de 1:3, pentru placa de 12 mm preconizată a se obține.



Figura 4. Așchii utilizate în tehnologia OSB (a) și malaxor pentru amestecul așchiilor cu adeziv (b)

La terminarea formării covorului, s-a pus o folie termorezistentă și nelipicioasă deasupra acestuia, s-a extras rama de formare, s-a pus placa metalică superioară și s-au pus distanțierele pe margine între plăcile metalice de formare în vederea presării (Figura 5a). Distanțierele utilizate (Figura 5b) au avut rolul de a limita grosimea plăcii OSB la o valoare egală cu cea preconizată și au fost realizate la o secțiune de 12 × 30 mm din lemn tare de fag.



Iancu et al.: Tehnologie de realizare a plăcilor OSB în condiții de laborator...

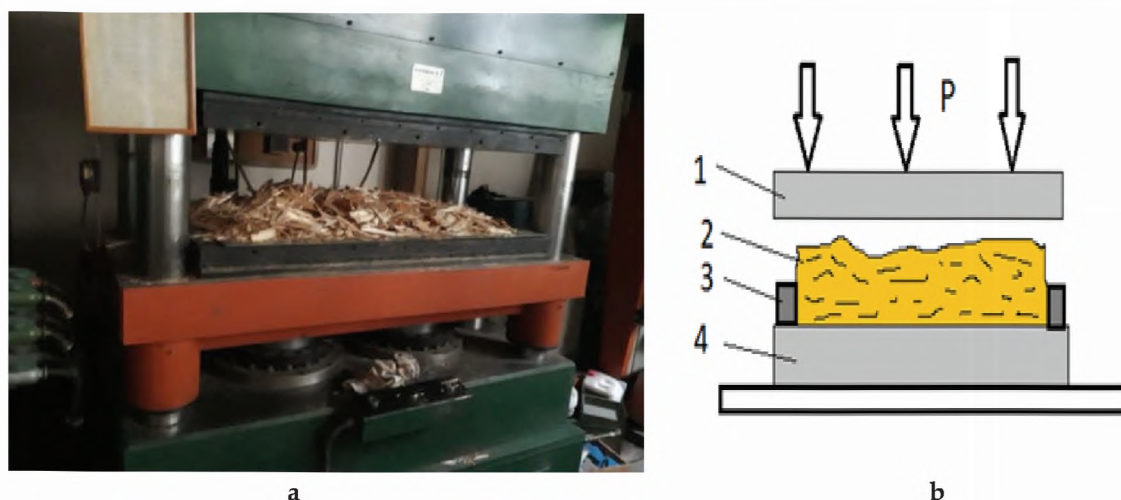


Figura 5. Presa hidraulică de presare a covorului (a) și rolul distanțierelor în timpul presării. Legendă: 1 - platan superior, 2 - covor de aşchii, 3 - distanțiere, 4 - platan inferior.

Parametrii de lucru de la presarea plăcilor OSB au ținut seama de tipul plăcilor, dar și de tipul adezivului, fiind următorii:

- presiunea specifică de 3,5 MPa;
- temperatura platanelor: 180 °C;
- timpul de presare efectiv: 15 minute;
- descărcarea preseii în 3 trepte.

Descărcarea preseii în mai multe trepte face parte din strategia obținerii unor plăci fără defecte, deoarece prin eliminarea vaporilor în mai multe etape, se elimină posibilitatea exploziei acestora în centrul plăcii, ceea ce poate conduce la obținerea unei plăci cu crăpături în zona centrală. După obținerea plăcii, aceasta a fost condiționată în stivă compactă timp de 48 ore, pentru a nu se deforma, apoi a fost tivită pe margini până la obținerea unor canturi fără defecte de fabricație (Figura 6).



Figura 6. Plăci OSB obținute în laborator

Pentru determinarea umflării în grosime, prin imersie, se folosește apă curată cu un PH neutru, având valoarea de 7, și temperatura de 20 °C [10]. Imersia epruvetelor se face în poziție verticală, în rastele speciale, de o așa natură încât toată epruveta să fie sub nivelul apei. Timpul de imersie poate

## Iancu et al.: Tehnologie de realizare a plăcilor OSB în condiții de laborator...

fi de 2 și/sau de 24 ore, întotdeauna exprimându-se separat (pentru o imersie de 2 ore sau de 24 ore) valorile determinate. După terminarea determinării, epruvetele se scot din apă, se tamponează pe o hârtie sugativă pentru înlăturarea excesului de apă adsorbit la suprafața epruvetelor și se determină grosimea finală și masa finală a acestor epruvete. Pe baza dimensiunilor și a maselor inițiale și finale se determină absorbția de apă și umflarea în grosime cu ajutorul **Relației 1**.

$$U_g = \frac{g_i - g_f}{g_i} \cdot 100 \quad [\%] \quad (1)$$

unde:

- $g_i$  - grosimea inițială a epruvetelor, în mm;
- $g_f$  - grosimea finală a epruvetelor după imersie în apă, în mm.

Rezistența la încovoiere statică se calculează, pentru fiecare epruvetă cu secțiune dreptunghiulară, cu **Relația 2**.

$$\sigma_i = \frac{3}{2} \cdot \frac{P_{max} \cdot l}{b \cdot g^2} \quad [N/mm^2] \quad (2)$$

unde:

- $P_{max}$  - sarcina maximă de rupere a epruvetei, în N;
- $l$  - distanța între reazeme, în mm;
- $b$  - lățimea epruvetei, în mm;
- $g$  - grosimea epruvetei, în mm.

Modulul de elasticitate la încovoiere statică se calculează cu **Relația 3**.

$$E_i = \frac{l^3 \cdot \Delta P}{4 \cdot b \cdot g^3 \cdot \Delta f} \quad [N/mm^2] \quad (3)$$

unde:

- $l$  - distanța între reazeme, în mm;
- $\Delta P$  - diferența de forțe  $P_2 - P_1$ , prima forță reprezentând circa 10% din sarcina de rupere, iar a doua circa 40% din sarcina de rupere, în N;
- $b$  - lățimea epruvetei, în mm;
- $g$  - grosimea epruvetei, în mm;
- $\Delta f$  - diferența de deformație a epruvetei,  $f_2 - f_1$ , corespunzătoare celor două forțe de mai sus, în mm.

La realizarea plăcilor OSB în condiții de laborator s-au folosit așchii de rășinoase (molid, brad și pin) și așchii de foioase moi (plop, salcie și mesteacăn). Plăcile OSB s-au realizat din fiecare specie lemnoasă, în total obținându-se 6 tipuri de plăci.

### 3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

#### 3.1. Densitatea

S-au realizat 6 tipuri de plăci OSB, corespunzând fiecărei specii lemnoase luate în studiu. După condiționare la o umiditate a aerului de 65% și o temperatură de 20 °C, plăcile OSB au fost transferate către laboratorul de testări al fabricii. Conținutul de umiditate al plăcilor după condiționare a fost în jur de 8-10%.

Tabelul 1. Plăci pentru utilizare în mediu uscat - OSB/2 Premium Kronospan

Proprietate	UM	Grosime 8-25 [mm]	Standard
Densitate (Masa volumică)	kg/m <sup>3</sup> ± 15%	610	EN 323
Rezistența la încovoiere - Sens longitudinal	N/mm <sup>2</sup>	≥ 18	EN 310
Rezistența la încovoiere - Sens transversal	N/mm <sup>2</sup>	≥ 9	EN 310
Modul de elasticitate la încovoiere - longitudinal	N/mm <sup>2</sup>	≥ 3500	EN 310
Modul de elasticitate la încovoiere - transversal	N/mm <sup>2</sup>	≥ 1400	EN 310
Coeziune internă	N/mm <sup>2</sup>	≥ 0,3	EN 319
Umflare în grosime în 24 h	%	≤ 20	EN 317
Umiditate	%	2 - 20	EN 322

În funcție de standardele europene de produs, firma Kronospan Trading și-a impus propriile norme de validare a plăcilor OSB, așa cum se observă în **Tabelul 1**. Densitatea plăcilor OSB a fost mai mare ca a lemnului masiv, acest fapt datorându-se adezivului uscat din placă și presiunii specifice de presare, respectiv a gradului de densificare.

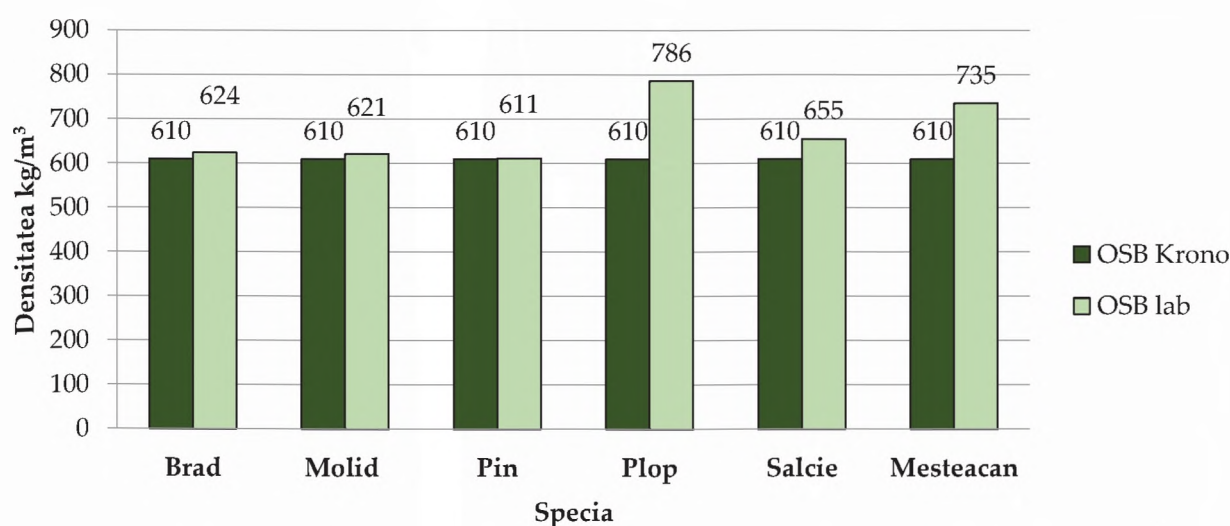


Figura 7. Situația privind densitățile pentru plăcile OSB obținute industrial și în laborator. Legendă: OSB Krono - plăci preluate de pe linia de fabricație a fabricii, OSB lab - plăci obținute în condiții de laborator respectând tehnologia din fabrică (așchii, adeziv etc.)

## Iancu et al.: Tehnologie de realizare a plăcilor OSB în condiții de laborator...

În ceea ce privește comparația dintre densitățile plăcilor (Figura 7) obținute în condiții industriale și, respectiv, de laborator, se observă că, în condiții de tehnologie identică, respectiv pentru o aceeași cantitate de adeziv de 10% și pentru o aceeași presiune specifică de 3,5 MPa, creșterea densității plăcilor OSB obținute în laborator a fost, în medie, de circa 62 kg/m<sup>3</sup> în valori absolute pentru toate plăcile, respectiv o creștere procentuală de 10,1%.

### 3.2. Umflarea în grosime

Umflarea în grosime a plăcilor obținute în laborator s-a încadrat în limitele impuse plăcilor de către firma Kronospan Trading, respectiv aceea de a fi sub 20%. Întrucât această valoare este foarte largă, s-au făcut experimentări și pentru plăci preluate de pe linia de fabricație și s-au comparat valorile cu cele obținute în condiții de laborator, așa cum se observă în cazul plăcilor OSB de brad (Figura 8).

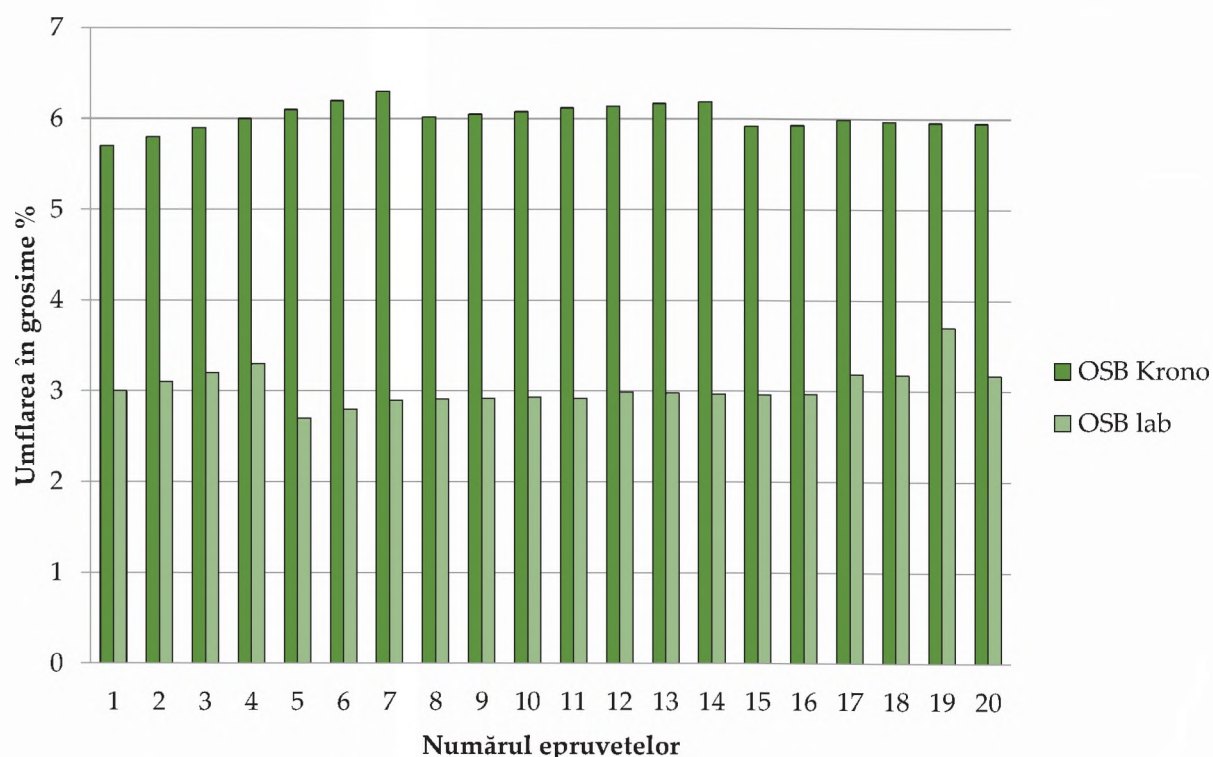


Figura 8. Umflarea în grosime pentru brad. Legendă: OSB Krono - plăci preluate de pe linia de fabricație a fabricii, OSB lab - plăci obținute în condiții de laborator respectând tehnologia din fabrică (așchii, adeziv etc).

În Figura 9 este prezentată comparația dintre umflarea în grosime a plăcilor de laborator și a celor industriale, care sunt fabricate după o rețetă secretă în care intră toate cele șase specii lemnoase. Se observă că toate plăcile de laborator au o umflare superioară plăcii industriale. Acest lucru este determinat și de densitatea superioară a acestor plăci, așa cum au constatat și alți autori înaintea acestor cercetări [3].

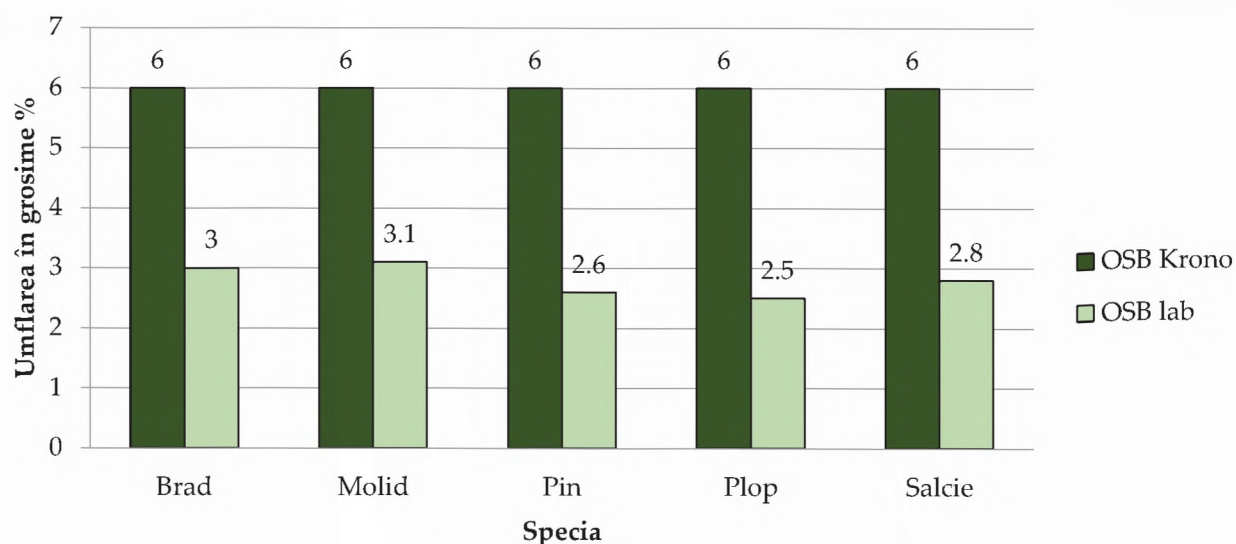


Figura 9. Comparație între umflarea plăcilor de laborator și cea specifică plăcilor obținute industrial. Legendă: OSB Krono - plăci preluate de pe linia de fabricație a fabricii, OSB lab - plăci obținute în condiții de laborator respectând tehnologia din fabrică (așchii, adeziv etc.)

În timpul cercetărilor s-a observat și o corelație directă între proprietățile higroscopice ale plăcilor OSB și cele ale lemnului masiv din care au fost obținute, respectiv cu cât proprietățile lemnului masiv au fost mai bune, cu atât proprietățile plăcilor au fost mai bune. Proprietățile de higroscopicitate sunt îmbunătățite în placă datorită influenței adezivului, care nu este higroscopic, și datorită densității mărite a plăcilor față de cele ale lemnului masiv (apa pătrunde mai greu în structura plăcii).

### 3.2. Modulul de rupere (MOR) și modulul de elasticitate (MOE)

Modulul de rupere (MOR) și modulul de elasticitate (MOE) ale plăcilor OSB realizate și testate în cadrul lucrării de față a prezentat valori situate peste valorile impuse de cerințele firmei Kronospan propriilor plăci. Deoarece valorile de referință ale MOR sunt foarte mici, respectiv peste valoarea de 18 N/mm<sup>2</sup> în sens longitudinal, au fost preluate epruvete din fluxul industrial de fabricație și s-a determinat modulul de rupere MOR pe aceeași mașină universală de testare. Compararea s-a făcut cu plăcile obținute în laborator, iar un exemplu sugestiv se prezintă în Figura 10, în cazul plăcilor de plop. Dacă se iau în considerație toate tipurile de plăci obținute în laborator, care corespund celor 6 specii lemnoase (Figura 11), se observă că valorile MOR pentru plăcile de laborator exced valoarea MOR pentru placa industrială, maximul acestora fiind, pentru mesteacăn, de 77,4 N/mm<sup>2</sup>. Explicația acestei valori este dată și de faptul că densitatea speciei mesteacăn (557 kg/m<sup>3</sup>) este cea mai mare dintre cele ale celor 6 specii analizate. Valorile modulului de elasticitate (MOE) au respectat aceeași tendință ca și valorile MOR, depășind valoarea de referință a standardului și a firmei Kronospan de 3500 N/mm<sup>2</sup>. Deoarece valorile reale ale plăcilor au fost cu mult mai mari decât cea de referință, s-au preluat probe din fluxul de fabricație în vederea găsirii valorilor reale ale MOE, comparația efectuându-se inclusiv cu plăcile de laborator de molid (Figura 12).

Iancu et al.: Tehnologie de realizare a plăcilor OSB în condiții de laborator...

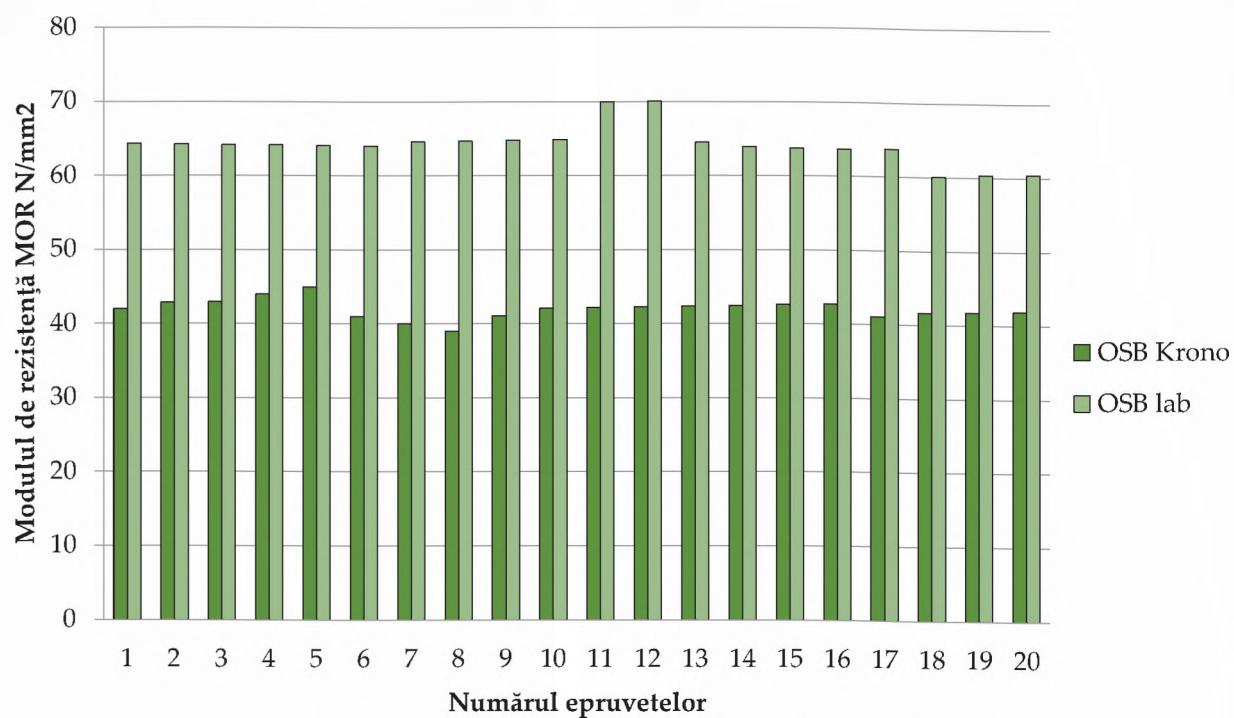


Figura 10. Comparația valorilor MOR dintre plăcile industriale și plăcile de laborator. Legenda: OSB Krono - plăci preluate de pe linia de fabricație a fabricii, OSB lab - plăci obținute în condiții de laborator respectând tehnologia din fabrică (așchii, adeziv etc.)

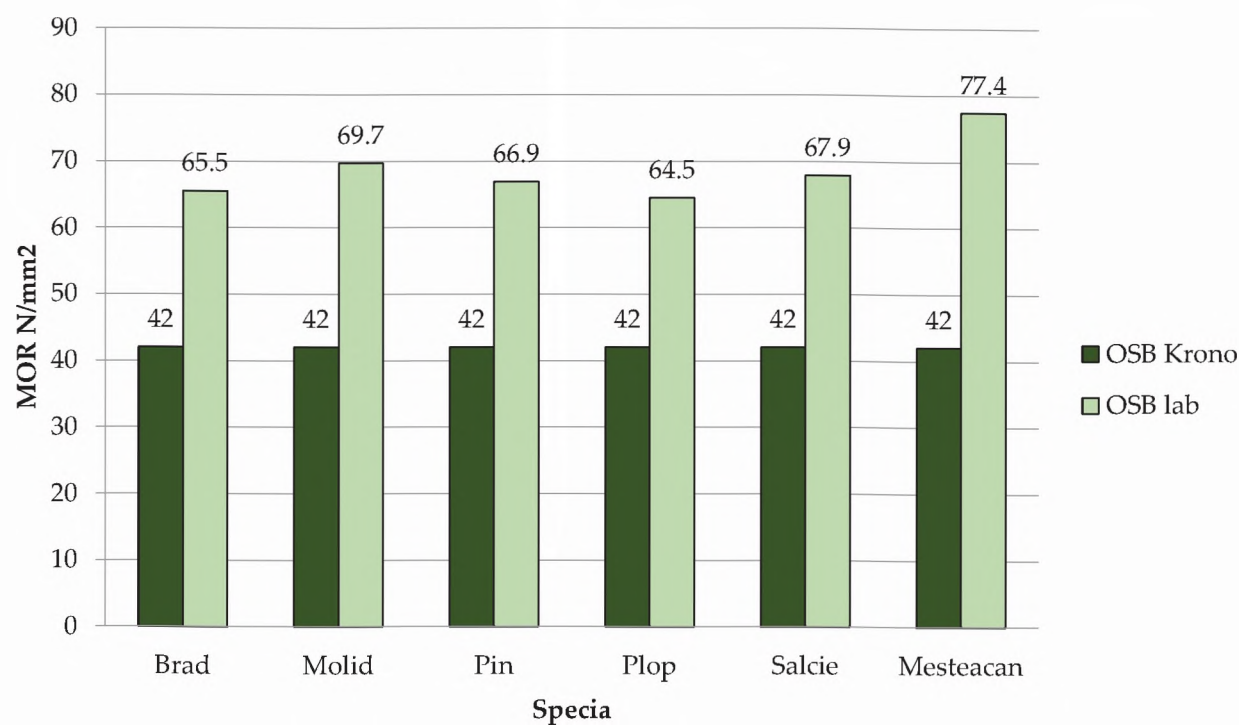


Figura 11. Valorile comparative ale MOR pentru plăcile industriale și de laborator. Legendă: OSB Krono - plăci preluate de pe linia de fabricație a fabricii, OSB lab - plăci obținute în condiții de laborator respectând tehnologia din fabrică (așchii, adeziv etc.)

Iancu et al.: Tehnologie de realizare a plăcilor OSB în condiții de laborator...

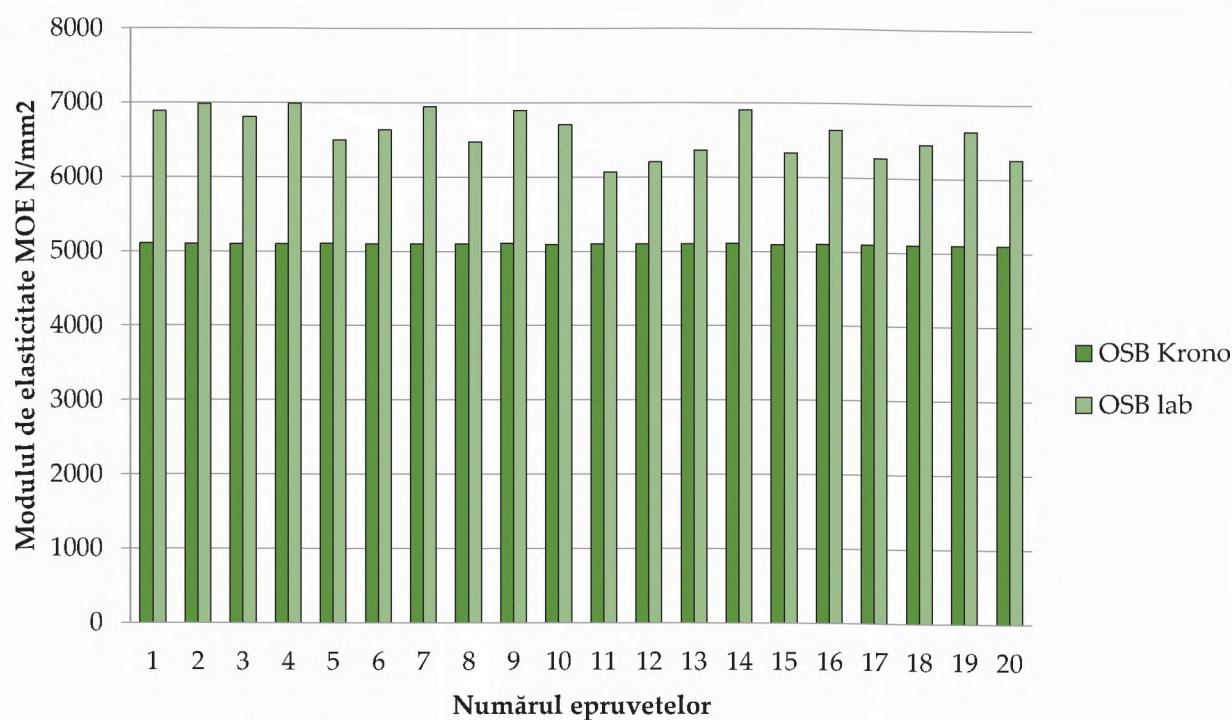


Figura 12. Valorile MOE pentru plăcile industriale și cele de laborator pentru molid. Legenda: OSB Krono - plăci preluate de pe linia de fabricație a fabricii, OSB lab - plăci obținute în condiții de laborator respectând tehnologia din fabrică (așchii, adeziv etc.)

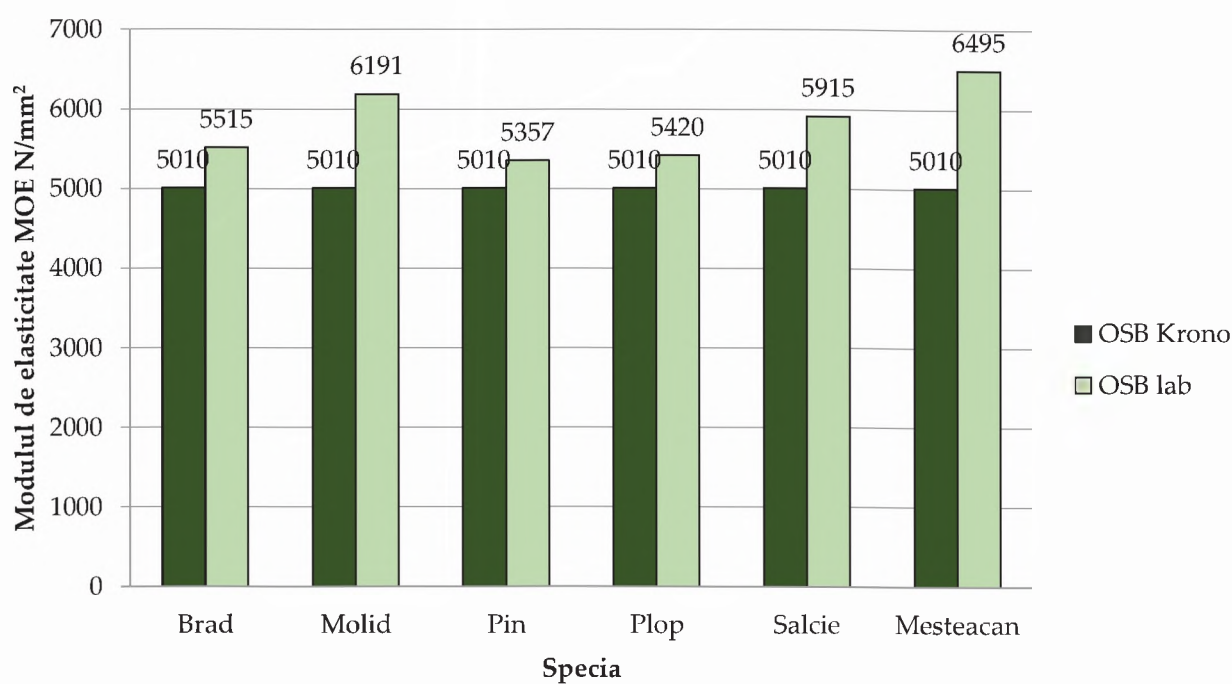


Figura 13. MOE pentru plăcile OSB industriale și de laborator. Legendă: OSB Krono - plăci preluate de pe linia de fabricație a fabricii, OSB lab - plăci obținute în condiții de laborator respectând tehnologia din fabrică (așchii, adeziv etc.)

## Iancu et al.: Tehnologie de realizare a plăcilor OSB în condiții de laborator...

În vederea efectuării unor studii comparative mai ample, s-au pus pe același grafic (Figura 13) toate valorile MOE ale celor 6 tipuri de plăci realizate în laborator, comparativ cu plăcile industriale. Se observă că valorile MOE sunt, în ambele cazuri, de peste 5000 N/mm<sup>2</sup>. De asemenea, ca și în cazul valorilor MOR, cea mai mare valoare se regăsește în cazul plăcilor OSB obținute în laborator din specia mesteacăn. Încă o dată, se poate trage concluzia că unele specii de foioase precum mesteacănul sunt mai bune decât cele de rășinoase clasice care se folosesc în industria plăcilor OSB.

## 4. CONCLUZII

1. Lucrarea de față face o comparație între plăcile obținute în condiții de laborator și plăcile obținute pe o linie industrială, cu precizarea instalațiilor folosite în laborator;
2. Majoritatea caracteristicilor plăcilor OSB realizate în laborator și obținute din specii individuale au prezentat proprietăți foarte bune, peste cele cerute de standardele în domeniu (EN 300) și impuse de firma Kronospan Trading propriilor produse;
3. Cele mai bune plăci OSB realizate în condiții de laborator au fost obținute din speciile de rășinoase (brad, molid și pin);
4. Valorile superioare ale rezistenței la încovoiere (MOR) și ale modulului de elasticitate (MOE) specifice plăcilor OSB obținute în condiții de laborator au fost determinate de tehnologia utilizată în laborator, respectiv de către presa mono-etajată care funcționează mai bine decât presa continuă utilizată pe linia industrială;
5. Plăcile OSB de foioase (cu excepția mesteacănului) au avut rezistențe mecanice mai bune decât cele ale rășinoaselor, ceea ce denotă că se pot utiliza în proporții mărite în rețeta OSB, fără a diminua proprietățile acestora.

## FINANȚARE

Această lucrare nu a fost finanțată din exteriorul organizației.

## CONFLICT DE INTERESE

Autorii nu declară niciun conflict de interese.

## REZUMAT EXTINS - EXTENDED ABSTRACT

**Title in English:** *Technology for production of OSB boards in laboratory conditions*

**Introduction:** *The increase of the board consumption in the industry of civil and industrial constructions has led to the emergence of new wooden composites, capable of satisfying their quality requirements. In the recent years, the Oriented Strand Boards (OSB) have conquered the market for composite boards by price, low weight and especially compatibility with the usual building materials. This paper came from the authors' desire to find solutions to improve the quality of the OSB boards obtained industrially, by reproducing them in laboratory conditions. As such, the OSB boards made in the laboratory were compared with the industrial ones.*

**Materials and methods:** *The materials used in the work were the woodchips taken from the manufacturing flow of Kronospan Trading Brasov, the Lupranet isocyanine adhesive and the OSB plates taken from the manufacturing flow. A laboratory manufacturing flow was also considered, taking into account the existing equipment and facilities in the*



## Iancu et al.: Tehnologie de realizare a plăcilor OSB în condiții de laborator...

laboratory, so as to reproduce the industrial flow of manufacturing OSB boards. In this chapter there were presented the industrial cutting machine, because it is a special machine that is not found in the specialized literature, and because it gives the quality of the chips used in the experiments. In the explanation of the method of obtaining OSB plates in the laboratory, the focus was on the two main operations, which give quality of OSB plates, respectively the formation of the woodchip mat and the pressing. When shaping the woodchip mat, the dimensional characteristics of the front and core woodchips were explained in detail, as well as their arrangement with each other. When pressing the woodchip mat to obtain the OSB boards, the emphasis was placed on the manufacturing parameters, namely the pressure, temperature and pressing time.

**Results and discussions:** The main results of the paper refer to the analysis of some properties of the OSB boards, respectively to density, thickness swelling, modulus of rupture (MOR) and modulus of elasticity (MOE) to static bending. The analyzed plates were tested before by a conditioning operation, in order to obtain a moisture content of 10%. The density of the plates obtained under laboratory conditions, regardless of the species from which they were made, was on average with 10.1% higher than that of plates obtained under production conditions. All the other characteristics of the plates obtained in the laboratory were superior to the industrial ones, with almost 100% higher in the case of thickness swelling and almost 60% in the case of the MOR and MOE modules of the OSB plates. The discussions in this section were focused on comparing the plates obtained in the laboratory with the industrial ones, but also with the density and characteristics of the wood species analyzed in the paper. Also, the results obtained are joined to those of the universal specialty literature, finding similarities and differences. The statistical interpretation of the obtained results was carried out by performing statistical graphs.

**Conclusions:** The main conclusion of the paper is that the boards obtained in the laboratory are as good as those obtained industrially and comply with the minimum criteria required by the standards in the field. The paper also specifies the technology and installations used in the laboratory and finds that the pressure and the parameters of the press have led to obtaining OSB boards with superior characteristics related to the industrial boards. The use of hardwood and softwood species led to the conclusion that there are deciduous species such as birch which would have a substantial contribution to the increase of OSB properties. The introduction of broadleaves species in a large proportion in the raw material recipe of OSB is beneficial and would reduce the pressure exerted on the softwood species such as pine.

**Keywords:** OSB, technology, MOR, MOE.

## REFERINȚE

1. Dumitrașcu A.E., Lunguleasa A., Salcă A.E., Ciobanu D.V., 2020: Evaluation of selected properties of Oriented Strand Board made from fast growing wood species, *Bioresources*, 15(1), 199-210 DOI: 10.15376/biores.15.1.199-210.
2. Dixon P.G., Malek S., Semple K.E., Zhang P.K., Smith G.D., Gibson L.J. 2017: Multiscale modelling of moso bamboo oriented strand board. *Bioresources*, 12(2), 3166-3181. DOI: 10.15376/biores.12.2.3166-3181.
3. Ferro F.S., Souza A.M., de Araujo I.I., de Almeida M.M., Andre' Luis Christoforo A.L., Rocco Lahr F.A., 2018: Effect of alternative wood species and first thinning wood on Oriented Strand Board performance. *Advances in Materials Science and Engineering*, ID 4603710, 7 pages; doi.org/10.1155/2018/4603710.
4. EN 300, 2006: Oriented Strand Boards (OSB) - Definitions, classification and specifications. European Committee for Standardisation, Brussels.
5. Febrianto F., Hidayat W., Samosir T.P., Lin H.C., Soong H.D., 2010: Effect of strand combination on dimensional stability and mechanical properties of oriented strand board made from tropical fast growing tree species. *Journal of Biologica Sciences*, 10 (3), 267-272. DOI:10.3923/jbs.2010.267.272.

Iancu et al.: Tehnologie de realizare a plăcilor OSB în condiții de laborator...

---

6. Okino E.Y.A., Teixeira D.E., Souza M.R., Santana M.A.E., de Sousa M.E., 2004: Properties of oriented strandboard made of wood species from Brazilian planted forests: Part 1: 80 mm-long strands of *Pinus taeda* L. *Holz als Roh- und Werkstoff* 62(3): 221-224. DOI: 10.1007/s00107-004-0472-3.
7. Plagemann W., Price E.W., Johns W.E., 1982: The response of hardwood flakes and flakeboard to high temperature drying. *The Journal of Adhesion*, 16(4), 311-338.
8. Stürzenbecher R., Hofstetter K., Schickhofer G., Eberhardsteiner J., 2010: Development of high-performance strand boards: multiscale modeling of anisotropic elasticity. *Wood Science and Technology*, 44(2), 205-223, DOI:doi.org/10.1007/s00226-009-0259-0
9. Wang K.Y., Lam F., 1999: Quadratic RSM models of processing parameters for three-layer oriented flakeboards. *Wood Fiber and Science*, 31(2), 173 - 186. <https://wfs.swst.org/index.php/wfs/article/view/1677>.
10. EN 317, 1993: Particleboards and fiberboards. Determination of swelling in thickness after immersion in water, European Committee for Standardization, Brussels.
11. Iancu B.I., 2020: Influența proprietăților materialului lemnos asupra calității plăcilor OSB (Influence of wood properties on OSB board quality), Teză de doctorat, Universitatea Transilvania din Brașov, disponibil la: [https://www.unitbv.ro/documente/cercetare/doctorat-postdoctorat/sustinere-teza/2020/iancu-bogdan/IANCU\\_Bogdan\\_Iosif-Rezumat.pdf](https://www.unitbv.ro/documente/cercetare/doctorat-postdoctorat/sustinere-teza/2020/iancu-bogdan/IANCU_Bogdan_Iosif-Rezumat.pdf). Accesat: 15.05.2020.



## Cercetarea fenologică, o sursă de informații pentru știința și practica silvică în contextul modificărilor climatice globale: Exemplificări la fag

Radu Popescu<sup>a,b\*</sup>, Neculae Șofletea<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universitatea Transilvania din Brașov, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Șirul Beethoven Nr. 1, Brașov 500123, România, [ducu\\_cnd88@yahoo.com](mailto:ducu_cnd88@yahoo.com) (R.P); [nic.sofletea@unitbv.ro](mailto:nic.sofletea@unitbv.ro) (N.Ș)

<sup>b</sup>Regia Națională a Pădurilor, Direcția Silvică Hunedoara, Ocolul Silvic Dobra, str. Zorilor, nr. 1, Dobra 337215, România

### REPERE

- Studiile fenologice reprezintă una dintre modalitățile de evaluare a potențialului adaptativ al speciilor.
- Întrucât fagul reprezintă principala specie din punct de vedere silvicultural a țării, cunoașterea fenologiei acestei specii capătă o foarte mare importanță.

### INFORMAȚII ARTICOL

Istoricul articolului:  
Manuscris primit la: 03 decembrie 2019  
Primit în forma revizuită: 06 iunie 2020  
Acceptat: 06 iunie 2020  
Număr de pagini: 14 pagini.

Tipul articolului:  
Articol de sinteză

Editor: Stelian Alexandru Borz

### Cuvinte cheie:

*Fenologie forestieră*  
*Metode și rezultate*  
*Exemplificări*  
*Fagus sylvatica*

### REZUMAT GRAFIC



### REZUMAT

Încă din cele mai vechi timpuri oamenii au fost fascinați de răspunsul organismelor vii la schimbările condițiilor de mediu. Avansul tehnologiei precum și înclinarea omului spre cunoaștere au dus, inevitabil, la punerea bazelor fenologiei. Numărul speciilor care au făcut obiectul analizelor, complexitatea și perioadele de timp pe care s-au desfășurat acestea au cunoscut o evoluție continuă, inclusiv în ceea ce privește metodologia de studiu și de implementare a rezultatelor în gestionarea pădurilor; s-a ajuns în unele țări ca cercetările fenologice să se realizeze pe un număr foarte mare de specii, în cadrul unor rețele fenologice, pe perioade mari de timp. În contextul actual și tot mai pregnant al schimbărilor climatice, fenologia, prin încercarea de a explica modul de interacțiune organism viu - mediu, poate oferi informații de mare utilitate despre spectrul de reacție al speciilor, precum și a modificărilor necesare în practica silvică. Lucrarea de față își propune realizarea unei sinteze bibliografice asupra metodologiei de cercetare fenologică, cu prezentarea celor mai importante rezultate pentru principala specie forestieră a României - fagul.

\* Autor corespondent. Tel.: +40-731-328-304  
Adresa de e-mail: [ducu\\_cnd88@yahoo.com](mailto:ducu_cnd88@yahoo.com)

## 1. IMPORTANȚA ȘI UTILITATEA FENOLOGIEI ÎN DOMENIUL FORESTIER

În contextul actual, al modificărilor climatice, cu accente din ce în ce mai vizibile și pregnante pe perioadele de încălzire anormală a vremii, dar și cu manifestări extreme ale evenimentelor climatice [1, 2], mecanismele de reglare, adaptare și răspunsul speciilor forestiere la noile condiții de mediu vor fi împinse către limitele lor de rezistență [3]. În ultimele decenii a apărut o sumedenie de studii în care cuvintele cheie sunt: extincție, fragmentare de areal, migrație, reziliență, eroziune genetică etc. [4-9]. Se pun, ca atare, întrebări de genul: i) care specii vor fi capabile să suporte astfel de modificări? ii) cât de afectate vor fi cele care vor supraviețui? iii) în ce măsură și cu ce amploare se vor translata arealele lor în viitor?

Fenologia, definită ca „sincronizarea cu evoluția vremii a activităților sezonale ale plantelor și animalelor” [10] se va bucura, datorită contextului amintit mai sus, de un interes din ce în ce mai mare. Îmbinând noțiunile matematice cu observațiile directe, fenologia va avea particularitatea de a putea explica și prevedea modul în care vor reacționa organismele vii, în particular arborii, supuși unor condiții noi, atipice [11]. Totodată, împreună cu ecologia, această ramură a științelor biologice, are capacitatea de a releva nivelul de adaptare al diferitelor specii, adaptare dobândită tocmai prin intermediul modificărilor survenite de-a lungul evoluției în areale cu specificitate ecologică.

În ceea ce privește silvicultura, văzută, împreună cu fenologia, ca știința care „studiază legile și procesele de viață din pădure și, pe această bază, stabilește măsurile tehnice capabile să-i sporească stabilitatea și productivitatea și să-i intensifice funcțiile protectoare” [12], aceasta va depinde fundamental de datele ce îi pot fi oferite de către fenologie și, în principal, de simularea modului în care vor reacționa ecosistemele forestiere în viitor [13, 14]. Astfel, vor putea fi cunoscute cu exactitate momentele și condițiile de declanșare a mecanismelor de producere a fenofazelor, precum și speciile ce prezintă capacități superioare de adaptabilitate. De altfel, este unanim recunoscut faptul că schimbările climatice și modul de distribuție a principalilor factori și determinanți ecologici (temperatură, precipitații), vor modifica și gradul de importanță acordat diferitelor specii de plante; unele vor întâlni condiții mai bune, în timp ce altele, fie se vor confrunta cu situații aflate la limita intervalului lor de toleranță fie, neputându-se adapta schimbărilor, vor dispărea.

Cunoașterea momentului de producere și a duratei etapelor fenologice oferă informații importante cu privire la posibilele efecte ale fluctuațiilor climatice și schimbărilor pe care acestea le aduc asupra dezvoltării normale a arborilor [11]. Analiza modului în care diverse specii de animale și plante reacționează sau nu la schimbările climatice poate, de asemenea, să ofere răspunsuri tocmai cu privire la caracteristicile acestor schimbări.

În ceea ce privește utilitatea fenologiei în domeniul forestier, putem preciza că rolul acesteia este unul deosebit de important, întrucât producerea fenofazelor reprezintă un factor vital în analiza schimbărilor producției nete de biomasă a arborilor în relație cu schimbările climatice, atât pe termen scurt dar, și mai important, pe termen lung [15].

Cele mai vechi date în care se fac referiri legate de fenologie, așa cum este ea definită ca știință în zilele noastre, provin de pe Continentul Asiatic. Astfel, în Japonia sec VIII î.Hr (812 î.Hr.), data unei sărbători locale era stabilită de înflorirea cireșului [16] iar în China, datele existente în calendarul Xia Xiao Zheng (sec. a XI-lea î.Hr), pe lângă date legate de fenomene astronomice și de starea a vremii, conține și elemente legate de fenologie și de agricultură, înregistrate cu o periodicitate lunară [17]. De-a lungul timpului, observații fenologice au fost realizate asupra plantelor sălbatice, agricole, arborilor fructiferi și viței de vie (e.g. Marea Britanie), sau asupra altor specii de plante, păsări migratoare și insecte - de exemplu în Cehia și Slovacia [16].

În cazul României, prima serie de date fenologie la arie extinsă (1887 - 1895) a vizat Moldova și Țara Românească, pentru un număr de 31 de stațiuni fenologice și 5 specii de arbori [18]. În perioada 1932-1940, Casa Autonomă a Pădurilor Statului (C.A.P.S.) realizează observații fenologice pentru un număr de 34 de specii de arbori, arbuști și subarbuști, corespunzătoare unui număr de cinci faze ale fenofazelor (înmugurire, înfrunzire, înflorire, coacerea fructelor și căderea frunzelor). Dintre speciile forestiere care au făcut obiectul unor studii fenologice mai amănunțite, enumerăm: molidul, zâmburul, scorușul și afinul; cercetări au mai fost efectuate de Bud (1973) la castanul comestibil - *Castanea sativa* și Olenici (1998) la *Larix decidua*, în relație cu dăunătorii fructificației; Olenici realizează pentru specia studiată și un model al creșterii și dezvoltării conurilor, bazat pe grade-zi [16].

Fenofazele influențează în mod direct fenomenele la nivel de arbore (starea coroanei, vătămările biotice și abiotice cum ar fi înghețurile târzii, acumulările de litieră, creșterea și producția de biomasă etc.). Semnalul climatic, prin intermediul temperaturii, este considerat a fi unul dintre principalii factori care controlează creșterea arborilor [19]. De aceea, managementul silvic necesită înțelegerea pe deplin a tuturor caracteristicilor factorilor climatici, precum și a modului în care aceștia își manifestă influența asupra creșterii arborilor, pentru a-și putea formula cele mai performante strategii.

## 2. METODE DE CERCETARE ÎN FENOLOGIA FORESTIERĂ. EXEMPLIFICAREA FENOFAZELOR LA FAG

Diversele fenofaze precum și diferitele specii sunt influențate mai mult sau mai puțin de către aceiași factori (temperaturi diurne, temperaturi nocturne, precipitații, competiție, factori genetici etc.), existând posibilitatea repetării unor fenofaze după vătămări produse de dăunători biotici sau factori climatici. De exemplu, un studiu realizat asupra castanului comestibil (*Castanea sativa*) indică faptul că foarte importante în declanșarea fenofazelor de primăvară sunt perioadele mai calde din sezonul de repaus vegetativ, perioade care conduc la o pornire în vegetație întârziată în primăvara anului următor [20]; acest fenomen nu poate fi considerat încă ca fiind valabil și în cazul altor specii, din cauza lipsei datelor care să o demonstreze. Ca atare, metodele de cercetare, în ceea ce privește o analiză fenologică, trebuie alese și adaptate în funcție de specia vizată.

Odată cu avansul cunoscut de fenologie ca știință a început să fie cunoscută din ce în ce mai bine complexitatea mecanismelor, precum și numărul mare de factori care determină și influențează declanșarea și desfășurarea diferitelor fenofaze; aproape în unanimitate, cercetătorii din domeniu sunt de acord că cea mai mare influență în desfășurarea acestora o au temperatura și umiditatea [21]. În consecință, dependența gradelor - zi acumulate în producerea fenofazelor nu poate fi neglijată ci, dimpotrivă, reprezintă cheia de înțelegere și evaluare a acestui fenomen atât de complex. Întrucât s-a constatat că interpretarea și analiza datelor oferite de către observațiile fenologice este intrinsec legată de numărul punctelor de observație unde acestea au loc, a fost încă de la început imperios necesară constituirea așa numitelor rețele fenologice pe arii cât mai extinse. Literatura de specialitate îi atribuie meritele de a fi primul care s-a aplecat asupra acestor rețele fenologice lui Linne - care a desfășurat observații la nivel științific și a stabilit o rețea regională de observații fenologice [15].

În ceea ce privește România, Teodosiu și Mateescu realizează în 2004 una dintre cele mai ample sinteze cu privire la studiile de fenologie desfășurate atât la nivel național cât și internațional, prezentând și discutând specificul rețelelor fenologice din diverse țări. Indiferent de locul de amplasare al acestor rețele, ar trebui reținut faptul că toate au o serie de caracteristici comune: de la început s-a încercat cuprinderea unor suprafețe cât mai mari, toate sunt amplasate în imediata vecinătate a stațiilor meteorologice, toate surprind un număr cât mai mare de specii (atât de plante, dar și de animale), iar plantele ce fac parte din rețelele fenologice prezintă o largă variabilitate genetică [16]. Primele încercări de constituire a unor rețele fenologice

în România îi aparțin lui Hepites care, în anul 1888, formulează mai multe cereri de colaborare cu silvicultorii din pădurile Statului și de pe Domeniul Coroanei [16].

Metodologiile de cercetare diferă atât de la o rețea națională la alta, precum și în cadrul aceleași rețele, odată cu trecerea timpului punându-și amprenta și dezvoltarea tehnologiei. Acest fapt conduce, de multe ori, și la un grad ridicat de dificultate în ceea ce privește comparațiile între rezultatele obținute la momente și locuri diferite. Una dintre cele mai cunoscute și renumite metodologii de cercetare este cea utilizată în rețeaua germană - Deutscher Wetterdienst (DWD), aceasta fiind însoțită și de un ghid detaliat [16]. Metodele de analiză și stabilire a diverselor etape fenologice în care se află vegetația sunt numeroase, fiecare propunând un mod diferit de stabilire a momentului exact de producere și de încheiere a acestor etape. Astfel, autorii de Beurs și Henebry în lucrarea intitulată „*Metode statistice spațio - temporale pentru modelarea fenologiei suprafeței terestre*” propun o serie de metode statistice (metode bazate pe momentul de începere a fenofazelor, metode ce derivă din utilizarea indicelui NDVI - *engl.* Normalized Difference Vegetation Index = indicele de vegetație a diferențelor normalizate, metode ce utilizează funcții de netezire și metode de potrivire a modelelor, bazate pe analiza imaginilor satelitare) de stabilire a începutului și sfârșitului sezonului de vegetație, prin utilizarea momentelor de declanșare a înverzirii, a senescenței, momentului maxim al creșterii și a lungimii sezonului de vegetație [22]. O altă metodă de analiză și interpretare, foarte des utilizată, este metoda gradelor - zi, valoarea acestora putând fi interpretată ca o măsură a căldurii acumulate peste nivelul unei temperaturi considerată ca temperatură de referință. Regimul termic al sezonului de vegetație poate fi determinat prin însumarea ulterioară a acestor grade - zi. Toate aceste metode de cercetare trebuie, însă, să țină cont de faptul că, pe lângă temperatură, care reprezintă unul dintre factorii determinanți, pot apărea și factori locali, precum stresul hidric, perioade cu temperaturi atipice, care să influențeze într-un mod incontestabil desfășurarea normală a proceselor fiziologice din cadrul plantelor și, prin urmare, a fenofazelor. Începutul, respectiv sfârșitul sezoanelor de vegetație, se petrece în momente ce pot fi identificate cu exactitate în timp. Aceste momente sunt cunoscute sub abrevierea DOY (*engl.*: date-of-year) [23]. Odată cu evoluția fenologiei ca știință au fost elaborate o serie de metodologii de urmărire și identificare a diferitelor fenofaze. Una dintre cele mai utilizate la ora actuală este elaborată în Germania, fiind cunoscută în limba germană ca scara Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie (BBCH) [24], metodologia cuprinzând, codificat, etapele de creștere pentru plantele mono- și dicotiledonate. Conform acestei metodologii de analiză, fenofazele de pe parcursul unui sezon de vegetație se împart în două mari categorii: fenofazele de primăvară și fenofazele de toamnă. Fenofazele de primăvară cuprind înfrunzirea și înflorirea, în timp ce fenofazele de toamnă sunt maturarea fructelor și, respectiv, colorarea și căderea frunzelor. Metodele de analiză și surprindere a diferitelor etape ale fenofazelor sunt numeroase, dar metodologia BBCH precizează că în cazul arborilor bătrâni, unde observațiile fenologice au loc la o înălțime mai mare de 2 metri, datorită imposibilității de analiză a fiecărui element urmărit în parte, se poate considera că un anumit stadiu al fenofazei este atins atunci când 50% din coroană prezintă caracteristica specifică. În ceea ce privește înmugurirea la fag, metoda propune o scară cu 3 elemente: 1/a - mugurii în stare de dormanță, 2/b - înmugurire (primele frunze sunt vizibile) și 3/c - momentul în care frunzele și-au atins dimensiunea maximă (Figura 1).

În funcție de momentul de producere a unei fenofaze, în raport cu ceilalți arbori, exemplarele sunt încadrate din punct de vedere fenologic, în cadrul aceleași specii, în: precoci, intermediari și respectiv tardivi. Cea de-a doua fenofază de primăvară, înflorirea, se împarte, de asemenea, în trei etape: 1 - absentă, 2 - flori vizibile, imature din punct de vedere sexual și 3 - flori vizibile, mature (cele masculine eliberând polenul). Fenologia de toamnă a fagului începe prin maturarea fructelor, împărțită în: 1 - absența fructelor, 2 - fructe mature în cupe și 3 - desfacerea cupelor și diseminarea. Sfârșitul sezonului de vegetație este marcat de ultima fenofază și anume colorarea și căderea frunzelor. Aceasta se împarte în trei categorii: 1 - absentă, 2 - peste 50% din frunze prezintă colorații, 3 - peste 50% din frunze sunt căzute din coroană [24].



Figura 1. Etapele fenologiei înfrunzirii la fag: a - mugurii în stare de dormanță; b - înmugurirea; c - frunzele au atins dimensiunea maximă (Sursa: Popescu Radu)

Teledetecția reprezintă una dintre tehnologiile noi, promițătoare, de analiză fenologică, ce presupune utilizarea și analiza imaginilor satelitare în identificarea etapelor fenologice în cazul diverselor specii. Impedimentul dat însă de periodicitatea uzuală de 7 (10) zile a înregistrării datelor, conduce la obținerea unor rezultate mai puțin exacte. Pentru viitor, se preconizează o îmbunătățire exponențială a disponibilității datelor și a analizelor obținute pe această cale. Una dintre metodele folosite cu succes în America de Nord pentru studierea fenologiei vegetației, este o metodă care are la bază imaginile satelitare MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) [25]. Aceasta propune înspre analiză împărțirea fenofazelor în patru etape: 1 - înverzirea, perioada de debut a fotosintezei; 2 - maturarea, adică data la care frunzele ating dimensiunea maximă; 3 - senescența, data la care fotosinteza își începe declinul rapid; 4 - dormanța, adică data la care activitatea fiziologică încetează. Prin instrumentele specifice, metoda MODIS utilizează 7 lățimi de bandă din imaginile satelitare, stabilind, cu ajutorul relațiilor matematice, diversele etape ale fenofazelor în care se află vegetația [25]. Pe lângă imaginile satelitare, utilizând teledetecția, studii asupra fenologiei arborilor au fost realizate și prin intermediul unor camere digitale. Un astfel de studiu a fost efectuat în nordul Elveției în 2008 și a vizat fenologia unor arbori de fag și de paltin [26]. Imaginile au fost obținute cu o cameră montată la o înălțime de 45 de metri și fenofazele au fost determinate pe baza luminii extrase din spectrul roșu, verde și, respectiv, albastru. Media erorilor datelor de producere a înfrunzirii, comparată cu datele clasice de validare, a fost doar de 3 zile pentru anul 2005 și de 3,6 zile pentru 2006 [26].

Dintre metodele de cercetare cele mai utilizate și răspândite în fenologie sunt amintite calendarele și hărțile fenologice. Calendarul fenologic este definit ca descriind începutul, durata și relațiile dintre fenomenele naturale cu caracter sezonier, fiind considerat drept o metodă integrativă pentru studiul acestora

și reprezentarea în mod grafic a sezonității [27]. Hărțile fenologice, pe de altă parte, reprezintă una dintre cele mai uzuale metode de prezentare în cazul observațiilor fenologice distribuite la o scară largă [16]. Apariția și dezvoltarea sistemelor GIS (Geographic Information System) și-a găsit numeroase aplicații și utilizări și în fenologie, permițând cu ușurință prelucrarea datelor spațiale. Literatura de specialitate amintește, printre primele sisteme informatice utilizate în domeniu, sistemul Synteny Mapping and Analysis Program, utilizat cu succes la întocmirea hărților legate de înflorire la *Cornus florida* și *Cercis canadensis*, la nivelul statului Carolina de Nord [28]. Datele obținute în teren sunt, mai apoi, analizate și conduc la obținerea așa-numitelor modele fenologice. Prin intermediul modelelor fenologice se pot obține instrumente complexe pentru prognoza producerii fenofazelor în funcție de diferiți factori avuți în vedere [16].

Majoritatea autorilor se pun de acord în privința faptului că modelele pot fi împărțite în trei mari categorii: teoretice, statistice (atunci când producerea fenofazelor este legată de factorii climatici prin intermediul unor regresii matematice) și mecanistice, când în producerea fenofazelor sunt luate în calcul și diferite variabile ce pot fi măsurate în mod direct [29]. Ca în mai toate domeniile de cercetare, matematica și-a găsit loc și în fenologie. Regresia parțială a celor mai mici pătrate sau regresia PLS (Partial Least Squares), dezvoltată în țările nordice, este tot mai utilizată pentru determinarea cerințelor de intrare în vegetație, respectiv în repaus vegetativ, deoarece ea poate fi aplicată și atunci când nu există un număr foarte mare de observații propriu-zise [20].

### 3. REZULTATE ALE CERCETĂRILOR FENOLOGICE ÎN ROMÂNIA ȘI PE PLAN INTERNAȚIONAL. EXEMPLIFICĂRI LA FAG

În România, cele mai bune rezultate în ceea ce privește fenologia sunt reprezentate de datele obținute în cadrul Administrației Naționale de Meteorologie, acolo unde observațiile fenologice asupra culturilor de câmp (orzul și grâul de toamnă, porumbul, floarea soarelui, sfecla de zahăr, cartoful) și a speciilor viti-pomicole (vița de vie, mărul, prunul și piersicul) au condus la cunoașterea stadiilor specifice de creștere și dezvoltare a speciilor agricole, raportate la evoluția elementelor climatice, pe parcursul anului agricol. Pe baza acestor date, „Buletinele Agrometeorologice” oferă estimări specializate privind evoluția și deci productivitatea agricolă a speciilor urmărite [16]. Din cauza discontinuității în cercetare, lipsei strategiilor pe termen lung, precum și a numărului mic de publicații în limbile de circulație internațională, s-a ajuns ca fenologia românească să nu se poată ridica la nivelul din alte țări cu o tradiție mult mai bogată în domeniu (e.g. Germania, Marea Britanie etc.), astfel că, în sinteza cercetărilor fenologice din Europa, nu se face nicio referire privitoare la cercetările din România [30]. Practic, încercările cele mai elaborate și susținute din perioadele mai recente, atât din punctul de vedere al continuității în timp, cât și al extinderii teritoriale, sunt reprezentate de către rețeaua națională FENOFOR (Rețeaua Națională de Fenologie Forestieră din România) și de cea de monitoring de nivel II [16]. Indiferent de locul în care s-au desfășurat, cercetările fenologice au vizat, în principal, fenofazele de primăvară. Astfel, s-a ajuns la concluzia că, fenofazele de primăvară, aproape în totalitate, sunt corelate cu temperaturile din lunile anterioare, iar unele cu indicele oscilației nord-atlantice (NAO), prin prisma condițiilor meteorologice ce îl caracterizează; acest indice este definit ca diferența dintre presiunea normalizată la nivelul mării (SPL), măsurată între Gibraltar și Stykkisholmur/Reykjavik (Islanda). El a fost calculat de Jones, pe bază de înregistrări instrumentale, începând cu anul 1821 [31]. Cauzalitatea apariției fenofazelor de toamnă este mai greu de definit, întrucât acestea sunt legate nu numai de factorii meteorologici generali ci, într-o anumită măsură, sunt condiționate de apariția unor fenomene locale (vânturi puternice, înghețuri etc.).

De-a lungul timpului au fost realizate chiar și modele pentru prognoza fenofazelor, în principal tot pentru cele de primăvară. Dintre rezultatele cele mai notabile din acest domeniu ar fi de amintit faptul că înflorirea la *Prunus avium* este influențată în principal de temperaturile de primăvară [32], în timp ce



Înmugurirea castanului porcesc este condiționată, în principal, de temperaturile din timpul iernii [33]. Printre calendarele fenologice, sunt de amintit cele ale lui Hopkins și Murray (1933) în SUA, Ihne (1895) și Schnelle (1955) în Germania, Schultz (1981) în fosta Uniune Sovietică, Defila (1992) în Elveția, Klaveness și Wielgolaski (1996) în Norvegia, Ahas (2001) în Estonia, în timp ce primele hărți fenologice au fost realizate de către Hopp (1974) [16]. Modelele fenologice statistice au condus la posibilitatea prognozei datei de înflorire, în Beijing, a unor specii mai târzii în raport cu cele mai timpurii, iar printre primele și cele mai complete hărți de înflorire este cea pentru specia *Prunus yedoensis*, pe teritoriul Japoniei [16]. Schimbările climatice ce au început să își facă simțită prezența începând cu prima jumătate a secolului trecut, au conferit cercetărilor fenologice o importanță din ce în ce mai mare, întrucât acestea reprezintă modalitatea ideală de a demonstra efectele încălzirii globale asupra lumii vii [32]. Prin prelungirea sezonului de vegetație, cauzată de către încălzirea globală, s-a ajuns la o producere mai timpurie a fenofazelor de primăvară și la o întârziere a celor de toamnă [34]. În susținerea acestora, a fost identificată o creștere a sezonului de vegetație a castanului (*Aesculus hippocastanum*), în Geneva, cu 13,3 zile pentru ultimii 50 de ani [33]; Abu Asab găsește o tendință de producere a înfloririi cu 2,4 zile mai devreme la 89 din cele 100 de specii analizate din zona Washington D.C. [35], iar studiile au arătat că, la nivelul Germaniei, se înregistrează o producere mai devreme a înmuguririi la foioase (între -0,18 și -0,23 zile/an) [36]. Totodată, s-a observat că speciile de la latitudini nordice sunt mult mai sensibile la modificări ale climatului, răspunzând într-o măsură mai alertă la încălzirea acestuia [37]. În ciuda faptului că producerea mai timpurie a fenofazelor de primăvară, cauzată de încălzirea climei, este unanim acceptată, există și unele specii care sunt relativ insensibile la modificările temperaturii, sau a căror fenofaze se produc în mod normal mai întârziat [38]. Acest lucru vine în susținerea faptului că un aport, deloc de neglijat, în momentul producerii fenofazelor, precum și a duratei de desfășurare a acestora, este dat de către factorii și condițiile întâlnite în afara producerii acestora, în perioadele premergătoare dormanței. Un alt studiu arată că locul de amplasare a cercetărilor este, de asemenea, foarte important, producerea fenofazelor în zonele urbane față de cele rurale având loc, în medie, cu o diferență de 4 zile, tocmai din cauza microclimatului local, specific marilor orașe [39].

În România, cercetările realizate arată că nu toate speciile sunt la fel de sensibile când vine vorba despre aceiași factori determinanți ai fenofazelor. Spre exemplu, se relevă faptul că, dintre speciile forestiere, bradul prezintă o dependență de temperatură mai mare la înmugurire, în timp ce stejarul pedunculat este mai dependent de condițiile de temperatură atunci când vine vorba despre înfrunzire [20]. În cazul bradului, se arată că temperaturile din ianuarie și din martie, și precipitațiile din iunie, sunt variabilele care au influența cea mai însemnată asupra proceselor auxologice [40]. Pinul silvestru este influențat semnificativ de către temperaturile din martie și precipitațiile din aprilie și iunie. Laricele este influențat semnificativ, pozitiv, de către temperaturile din mai, și negativ, de către precipitațiile din mai și temperaturile din iulie. Studiile au vizat o zonă din bazinul râului Bârzava, în zona Văliug [40]. Momentul de producere a diverselor fenofaze este determinat atât de un cumul de factori climatici și genetici, precum și de momentul de producere a fenofazelor anterioare. Un arbore care înfrunzește precoce va înflori mai devreme, dar niciodată la sfârșitul perioadei de înflorire, lucru evidențiat în cazul unor cercetări efectuate asupra stejarilor, într-un arboret din zona Fundeanu, județul Galați [41]. Același lucru a mai fost semnalat, bazat pe observații conduse între anii 1956 - 1965 [42]. Bazându-se pe perioadele de înflorire și durata acestora, Cheșnoiu, prin studiul realizat în anul 2009 [41], sugerează o ipoteză formulată și în alte lucrări, și anume, aceea conform căreia, între speciile de stejari apropiate din punct de vedere genetic, și prin urmare a comportamentului fenologic, există posibilitatea unui schimb de gene, cauzat de eventualele hibridări ce pot avea loc [41], ceea ce se poate datora și suprapunerii fenofazelor antezei.

În ceea ce privește fenofazele fagului, autorii unui studiu condus în Slovenia, la nivelul a 47 de locații amplasate pe un ecart altitudinal ce se întinde între 55 și 1050 m, luând în considerare desfacerea completă a primei frunze (LU - *engl.* leaf unfolding), primăvara, respectiv colorarea generală a coronamentului (LC - *engl.* leaf colouring), au observat că principalul factor determinant pentru înfrunzirea fagului îl reprezintă temperaturile lunii martie, la altitudini mici, respectiv ale lunii aprilie, odată cu creșterea în altitudine.

Colorarea frunzișului și deci începutul intrării în repaus vegetativ, sunt dependente de temperaturile înregistrate în lunile august și septembrie, declanșându-se mai târziu, odată cu creșterea valorilor acestor temperaturi [43]. Alți autori subliniază, înainte de formularea oricăror concluzii referitoare la condițiile necesare a fi îndeplinite în declanșarea diverselor fenofaze ale fagului, necesitatea de a analiza nu doar necesarul de temperaturi pozitive ci, mai ales, a perioadelor de răcire și a cumulului temperaturilor negative din perioada de repaus vegetativ anterioară reintrării în vegetație, care condiționează desfășurarea normală a fenofazelor de primăvară [44]. Totodată, comparând fagul cu stejarii, se precizează necesitatea mult mai stringentă a primei specii asupra acestor perioade de răcire care, mai ales la altitudini mai mici, nu mai sunt îndeplinite pe fondul încălzirii climatice [44].

Relația intrinsecă existentă între diversele fenofaze de-a lungul sezonelor de vegetație, precum și dintre producerea acestora și diferitele procese fiziologice la nivel de arbore, nu poate fi contestată. Un studiu efectuat în Slovenia, în 2008 [45], cu date legate de creșterile anuale ale fagului pe o perioadă întinsă pe mai bine de 100 de ani și serii fenologice ce cuprind o perioadă de 46 de ani, este elocvent. Autorii arată că lățimea inelelor de creștere este în mod negativ afectată de temperaturile minime, respectiv maxime ale lunilor martie, respectiv august, dar a fost influențată pozitiv de cantitățile de precipitații din mai și iulie. De asemenea, este subliniată și relația strânsă dintre creșteri și fenofazele evaluate. Cambiul înregistrează lățimea maximă (aproximativ 11 celule) la o săptămână după declanșarea înfrunzirii, iar diviziunea celulară a acestuia este reactivată imediat după producerea fenofazei mai sus amintite. Până la sfârșitul lui iunie, 75% din inelul anual de creștere este deja format, iar diviziunea celulară se oprește, în medie, cu 2 luni înainte de apariția colorațiilor la nivelul coroanei. Autorii studiului amintit atrag atenția asupra faptului că productivitatea arboretelor de fag poate fi afectată de către schimbările climatice [45]. Creștere redusă, reducerea competitivității, precum și șanse de supraviețuire scăzute pe stațiuni extreme fagului, de la Marea Mediterană și din nord-vestul Europei Centrale au fost semnalate și în alte studii [46, 47].

Un studiu realizat în Germania arată că, deși în ceea ce privește fenofazele de primăvară ale fagului există o dependență clară între altitudine și momentul de producere a acestora, dependență explicabilă prin influența căldurii și radiației solare mai puternice la altitudini mai mici, în ceea ce privește sfârșitul perioadei de vegetație, marcat aici prin decolorări ale frunzelor, acesta nu pare a fi dependent numai de altitudine, ci și de interacțiunea dintre aceasta și factori genetici [48]. În contrazicerea celor amintite anterior, o analiză realizată în Polonia, în 2002, arată o corelație directă între momentul de întrerupere a creșterii (sfârșitul sezonului de vegetație) și avansul altitudinal, în sensul în care populațiile de la altitudini mai mici intră în repaus vegetativ mai devreme [49]. În aceeași lucrare, se subliniază influența majoră a latitudinii și longitudinii asupra momentului de producere a înfrunzirii, respectiv a repausului vegetativ. Proveniențele fagului din zonele estice ale arealului, au tendința de a înfrunzi și de a sista creșterea mai devreme, în timp ce, populațiile mai nordice înfrunzesc și încheie sezonul de vegetație mai târziu. Acest lucru poate fi explicat prin încercarea speciei de a evita înghețurile timpurii, respectiv târzii, înghețuri ce au o frecvență de apariție mai mare în zonele nord-estice ale arealului speciei [50]. O adaptare valoroasă în contextul modificărilor climatice a fost sesizată la unele populații de fag testate în nordul Spaniei; se pare că anumite proveniențe din sud-estul Europei, precum și câteva populații din zona central-europeană sunt capabile să combine intrarea precoce în vegetație cu adaptarea fiziologică la lipsa de precipitații, permițând acestor populații de fag să păstreze o activitate fiziologică normală de-a lungul unui sezon de vegetație prelungit [51]. Cu toate acestea, pentru a se putea trage o concluzie privitoare la capacitatea de adaptare a fagului din întreg arealul speciei, studiile vor trebui continuate în această direcție. În cadrul unui studiu ce a avut loc între anii 1995 și 2000 s-a analizat influența gradului de dominare al arborelui de fag în raport cu exemplare ale aceleiași specii, în cadrul unui arboret, asupra momentului de producere a fenofazelor de primăvară [52]. Pe această cale, s-a observat că arborii dominați sunt mai precoci când vine vorba de înfrunzire, cu o perioadă de 2 până la 5 zile față de arborii dominanți, ceea ce poate conduce la ideea conform căreia comportamentul fenologic diferit al arborilor poate fi cauzat de condiții diferite în cadrul arboretului. Totodată, exemplarele tinere ce compun semințișul au tendința să pornească în vegetație cu 2 până la 20 de zile mai repede față de

arboretul matern, iar acest lucru poate fi explicat prin încercarea de a scurta perioada în care vor suferi umbrirea realizată de arborii din etajul superior. De asemenea, tot în cadrul aceluiași studiu, pentru perioada analizată, s-a observat o schimbare a momentului de producere a înfrunzirii, odată cu trecerea timpului, prin producerea mai devreme cu circa 3 zile în 2004 față de 1995 [52].

Ca și în cazul cerințelor față de anumite elemente de nutriție sau climă, și în ceea ce privește derularea normală a fenofazelor există anumite mecanisme compensatorii. De exemplu, pentru aceeași fenofază, cerințe mai scăzute de răcire (îndeplinite deja) pot fi compensate ulterior prin acumulări mai mari de căldură [53]. Un studiu realizat în Slovenia, între anii 2008 și 2010, în care s-au evaluat influențele condițiilor de mediu asupra fenologiei fagului, precum și a formării floemului și xilemului, a relevat faptul că rolul determinant în formarea floemului îl joacă influențele genetice ale speciei și nu condițiile de mediu [54]. Într-un alt studiu, realizat cu proveniențe diferite, se relevă faptul că momentul de producere a fenofazelor, în cazul fagului, deși influențat de către condițiile de mediu, depinde într-o foarte mare măsură și de aportul genetic al indivizilor [55]. De asemenea, nu toate exemplarele speciei prezintă aceeași capacitate de răspuns la modificările condițiilor de mediu. Concret, studiul în cauză relevă faptul că populațiile din centrul și sudul arealului reacționează mai puternic la creșterea conținutului de apă din sol, ceea ce conduce la perioade mai mari de acumulare, spre deosebire de exemplarele aceleiași specii dar de proveniență nordică [55]. Ideea conform căreia, în contextul actual al modificărilor climatice, ar trebui promovate arboretele de fag ce provin din sudul arealului, este susținută și de alți cercetători. Robson susține același lucru, argumentând faptul că exemplarele sudice prezintă o capacitate net superioară cu privire la rezistența mai mare la secetă, realizată și prin producerea precoce a fenofazelor, condiționată, cel mai probabil, genetic [51]. În încercarea de a afla modul de influență a schimbărilor climatice asupra perioadelor de acumulare și de creștere, un studiu comparativ între o serie de specii (fag, gorun și pin silvestru) a arătat că fagul își începe creșterea imediat după debutul fenofazei de înfrunzire, cu un maxim ce se atinge odată cu momentul în care frunzele realizează dimensiunile maxime și sunt mature, deci perioadele de maximă acumulare în cazul acestei specii sunt sub influența directă a declanșării și dinamicii fotosintezei [56].

Problematica intervenției în promovarea exemplarelor cu șanse mai mari de adaptare în contextul producerii modificărilor climatice amintite mai sus provine și din cunoștințele relativ reduse față de capacitatea controversată de adaptare a acestei specii. Genomul relativ mai mic al fagului față de speciile genurilor *Quercus* și *Populus*, de exemplu, este un argument pentru susținerea acestei teorii [57]. Cu toate acestea, datorită vastei răspândiri a speciei la nivel european, această teorie rămâne, oarecum, una controversată, cu atât mai mult cu cât cercetătorii încep să descopere o serie de gene posibil implicate în producerea fenofazelor și deci a creșterii capacității de adaptare a fagului [58]. Până se va demonstra faptul că fagul prezintă o capacitate de adaptare ridicată prin prisma răspunsului speciei datorat genomului acestuia, vor trebui promovate proveniențe doar pe baza răspunsului fenologic la modificările condițiilor de mediu, răspuns observat și dovedit de-a lungul timpului.

## 4. CONCLUZII

1. Rezultatele studiilor fenologice tind să arate că răspunsul fenologic al arborilor este condiționat de caracteristicile condițiilor de mediu și de zestrea genetică a indivizilor;
2. Studiile fenologice metodice și de mare rezoluție, în contextul descifrării spectrului de reacție al speciilor, pot fi unicul instrument de evidențiere a acelor specii către care, atenția noastră, a cercetătorilor și silvicultorilor, deopotrivă, trebuie să se îndrepte cu precădere, în condițiile schimbărilor climatice actuale;
3. Prin cunoașterea pe deplin a capacității de reacție a speciilor, precum și a modului de relaționare și influență dintre factori de mediu - genotip - specii, practica silvică ar putea să își adapteze

instrumentele pe care le are la dispoziție pentru obținerea unor arborete cu șanse maxime de adaptare.

## MULȚUMIRI

Autorul adresează mulțumiri membrilor comisiei de îndrumare a tezei de doctorat: Prof.dr.ing. Alexandru Lucian Curtu, Conf.dr.ing. Dan Gurean și Conf.dr.ing. Victor Păcurar.

## CONFLICT DE INTERESE

Autorul nu declară niciun conflict de interese.

## REZUMAT EXTINS - EXTENDED ABSTRACT

**Title in English:** *Phenological research, a source of information for science and practice in forestry, in the current context of global climate changes. Examples on beech*

**Introduction:** *The periods of abnormal heating weather, increasing incidence of extreme weather events, the atypical conditions for all living organisms will be more and more present in the current context of climate change. Therefore, one has to answer to questions such as: i) which species will be able to support such changes? ii) How affected will be those which will survive? iii) To what extent and with what magnitude will their areas translate in the future? It appears that to all these questions, only a branch of science and research will be able to answer, that is phenology. The forestry practice, based on data provided by phenology, will be able to adopt the tools and the knowledge so as to provide the best conditions to those forest species with maximum chances of adaptation and survival.*

**Research methods in science:** *Since different phenophases are influenced by a series of genetic and environmental factors, phenological research methods must be chosen and adapted depending on the species under study. The first phenological research took into account temperature and humidity as the main factors influencing and conditioning the onset and development of phenophases. Systematic phenological research is being conducted over longer periods of time within the so-called phenological networks; in the German network "DWD" is being used even an own research methodology. The most known and used methods of phenological research propose the use of so-called degree-days as a measure of accumulated heat over the level of a temperature considered as a base. Other methodologies suggest using the index NDVI - normalized difference vegetation index, of the scale BBCH (methodology used and developed in Germany), of the remote-sensing using the method MODIS, of the digital cameras, of the calendars and phenological maps, of the GIS systems, of the mathematics using the partial regression of the smallest squares - PLS, etc. The BBCH method proposes, in the case of the beech, the separation of the main phenophases in: 1. the budding 2. the flowering 3. the fruit maturation 4. the coloring and the leaf fall, each phenophase being also divided into different categories depending on the characteristics of the tracked elements.*

**Main results in science:** *The first references of phenology come from the Asian Continent, from Japan in the 18<sup>th</sup> century BC. Although Romania experienced phenological research, it was made on interrupted time periods and focused on a relatively small number of species. It can be considered rather an exception than the rule, which is why we cannot compare it with the countries that have a rich tradition in this domain: Germany, UK, Canada etc. Analyses carried out on the different species revealed interesting facts: fall phenophases are mainly caused by the occurrence of some local phenomena (strong winds, frosts etc.); the occurrence of spring phenophases depends heavily on low temperatures from the dormant period preceding it; the global warming has led to an earlier occurrence of the spring phenophases and to a later occurrence of the autumn phenophases. However, these general rules cannot be drawn due to the different behavior of the species. Regarding the beech, it was discovered that this species shows more stringent requirements on racier periods than oaks. Its foliage depends mainly on the temperature in March at lower altitudes, respectively in April, once with the increasing altitude. The maximum storage periods in the case of beech are under the direct influence of the triggering and dynamics of photosynthesis; genetic variability and thus the capacity to adapt of the species is different throughout its spreading area.*

**Conclusions:** *Methodical and high resolution phenological studies may be the only method for selecting those species on which we - researchers and foresters alike - should focus our attention, under the circumstances of climate change in the future. In the idea of adapting the forestry practice in the future so as to obtain stands with maximum chances of adaptation and performance, the information that can be provided by phenology becomes vital. Throughout the overall bibliographical research, this paper tries to emphasize the milestones related to phenology of the main forestry species in Romania - the beech.*

**Keywords:** *phenology, methods and results, examples, beech*

## REFERINȚE

1. Vaughan D.G., Marshall G.J., Connolley W.M., Parkinson C., Mulvaney R., Hodgson D.A., King J.C., Pudsey C.J., Turner J., 2003: Recent rapid regional climate warming on the Antarctic Peninsula. *Climatic change*, 60(3), 243-274.
2. Deutsch C.A., Tewksbury J.J., Huey R.B., Sheldon K.S., Ghalambor C.K., Haak D.C., Martin P.R., 2008: Impacts of climate warming on terrestrial ectotherms across latitude. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(18), 6668-6672.
3. Thuiller W., Lavorel S., Araújo M.B., Sykes M.T., Prentice I.C., 2005: Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(23), 8245-8250.
4. Hamrick J.L., 2004: Response of forest trees to global environmental changes. *Forest Ecology and Management*, 197(1-3), 323-335.
5. Lindner M., Garcia-Gonzalo J., Kolström M., Green T., Reguera R., Maroschek M., Seidl R., Lexer M.J., Netherer S., Schopf A., Kremer A., Delzon S., Barbati A., Marchetti M., Corona P., 2008: Impacts of climate change on European forests and options for adaptation. Report to the European Commission Directorate-General for Agriculture and Rural Development, 173.
6. Aitken S.N., Yeaman S., Holliday J.A., Wang T., Curtis-McLane S., 2008: Adaptation, migration or extirpation: climate change outcomes for tree populations. *Evolutionary Applications*, 1(1), 95-111.
7. Thompson I., Mackey B., McNulty S., Mosseler A., 2009: Forest resilience, biodiversity, and climate change. *Technical Series*, 43, 1-67.
8. Kremer A., Ronce O., Robledo-Arnuncio J.J., Guillaume F., Bohrer G., Nathan R., Bridle J.R., Gomulkiewicz R., Klein E.K., Ritland K., Kuparinen A., Gerber S., Schueler S., 2012: Long-distance gene flow and adaptation of forest trees to rapid climate change. *Ecology Letters*, 15(4), 378-392.
9. Keenan R.J., 2015: Climate change impacts and adaptation in forest management: a review. *Annals of Forest Science*, 72(2), 145-167.
10. Walther G.R., Post E., Convey P., Menzel A., Parmesan C., Beebee T.J., Fromentin J.M., Hoegh-Guldberg O., Bairlein F., 2002: Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416(6879), 389.
11. Menzel A., Estrella N., 2001: Plant phenological changes. In "Fingerprints" of climate change, 2001. Springer, Boston, MA, USA, 123-137, 978-1-4613-4667-8.
12. Stănescu V., Șofletea N., Popescu O.C., 1997: Flora forestieră lemnoasă a României, 1997. Ceres, București, România, 9734003836.
13. Burton P.J., Cumming S.G., 1995: Potential effects of climatic change on some western Canadian forests, based on phenological enhancements to a patch model of forest succession. *Water, Air, and Soil Pollution*, 82(1-2), 401-414.

14. Rötzer T., Leuchner M., Nunn A.J., 2010: Simulating stand climate, phenology, and photosynthesis of a forest stand with a process-based growth model. *International Journal of Biometeorology*, 54(4), 449-464.
15. Schaber J., 2002: Phenology in Germany in the 20th century: methods, analyses and models. University of Potsdam, Germany, 1-164.
16. Teodosiu M., Mateescu E., 2004: Fenologia-dezvoltare și perspective. O sinteză. *Bucovina Forestieră*, 12, 1-2.
17. Schwartz M.D., 2003: Phenology: an integrative environmental science, 2003. Springer, Dordrecht, USA, 1-564, 978-94-007-6924-3.
18. Țițu I., 1895: Dezvoltarea vegetațiunii în 1895 și prognosticul timpului. *Revista Pădurilor*, 9, 163-165.
19. Schweingruber F.H., 1996: Tree rings and environment. *Dendroecology*, 1996. Paul Haupt AG Bern, Berne, Switzerland, 3258054584.
20. Teodosiu M., 2015: Determinismul climatic al producerii fenofazelor la specii forestiere cu serii maximele din România. *Bucovina Forestieră*, 15(1), 31-44.
21. Estrella N., Sparks T.H., Menzel A., 2007: Trends and temperature response in the phenology of crops in Germany. *Global Change Biology*, 13(8), 1737-1747.
22. de Beurs K.M., Henebry G.M., 2010: Spatio-temporal statistical methods for modelling land surface phenology. Springer, Dordrecht, 177-208.
23. Fisher J.I., Mustard J.F., Vadeboncour M., 2005: Green leaf phenology at Landsat resolution: scaling from the plot to satellite. *Remote Sensing of Environment*, 100(2), 265-279.
24. Hess M., Barralis G., Bleiholder H., Buhr L., Eggers T.H., Hack H., Stauss R., 1997: Use of the extended BBCH scale-general for the descriptions of the growth stages of mono; and dicotyledonous weed species. *Weed Research*, 37(6), 433-441.
25. Zhang X., Friedl M. A, Schaaf C.B., Strahler A.H., Hodges J.C., Gao F., Reed B.C., Huete A., 2003: Monitoring vegetation phenology using MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 84(3), 471-475.
26. Ahrends H.E., Brügger R., Stöckli R., Schenk J., Michna P., Jeanneret F., Wanner H., Eugster W., 2008: Quantitative phenological observations of a mixed beech forest in northern Switzerland with digital photography. *Journal of Geophysical Research*, 113(G4).
27. Ahas R., Aasa A., 2003: Developing comparative phenological calendars. *Phenology: an integrative environmental science*, 301-318.
28. Lieth H., Radford J.S., 1971: Phenology, resource management, and synagraphic computer mapping. *BioScience*, 21(2), 62-70.
29. Chuine I., Kramer K., Hänninen H., 2003: Plant development models, phenology: an integrative environmental science. *Climatic Change*, 39, 439-453.
30. Menzel A., 2003: Phenological data, networks, research, 2003. Kluwer, Germany, 1145-2556.
31. Jones P.D., Jónsson T., Wheeler D., 1997: Extension to the North Atlantic Oscillation using early instrumental pressure observations from Gibraltar and south-west Iceland. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 17(13), 1433-1450.

32. Sparks T.H., Menzel A., 2002: Observed changes in seasons: an overview. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 22(14), 1715-1725.
33. Defila C., Clot B., 2001: Phytophenological trends in Switzerland. *International Journal of Biometeorology*, 45(4), 203-207.
34. Robinson S.A., Wasley J., Tobin A.K., 2003: Living on the edge-plants and global change in continental and maritime Antarctica. *Global Change Biology*, 9(12), 1681-1717.
35. Abu-Asab M.S., Peterson P.M., Shetler S.G., Orli S.S., 2001: Earlier plant flowering in spring as a response to global warming in the Washington, DC, area. *Biodiversity & Conservation*, 10(4), 597-612.
36. Menzel A., Estrella N., 2001: Plant phenological changes. "Fingerprints" of climate change, 123-137.
37. Root T.L., Price J.T., Hall K.R., Schneider S.H., Rosenzweig C., Pounds J.A., 2003: Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*, 421(6918), 57-60.
38. Cook B.I., Wolkovich E.M., Davies T.J., Ault T.R., Betancourt J.L., Allen J.M., Bolmgren K., Cleland E.E., Crimmins T.M., Kraft N.J.B., Lancaster L.T., Mazer S.J., McCabe G.J., McGill B.J., Parmesan C., Pau S., Regetz J., Salamin N., Schwartz M.D., Travers S., 2012: Sensitivity of spring phenology to warming across temporal and spatial climate gradients in two independent databases. *Ecosystems*, 15(8), 1283-1294.
39. Roetzer T., Wittenzeller M., Haeckel H., Nekovar J., 2000: Phenology in central Europe-differences and trends of spring phenophases in urban and rural areas. *International Journal of Biometeorology*, 44(2), 60-66.
40. Sidor C.G., Popa I., Vlad R., Cherubini P., 2015: Different tree-ring responses of Norway spruce to air temperature across an altitudinal gradient in the Eastern Carpathians (Romania). *Trees*, 29(4), 985-997.
41. Cheșnoiu E.N., Șofletea N., Curtu A.L., Toader A., Radu R., Enescu M., 2009: Bud burst and flowering phenology in a mixed oak forest from Eastern Romania. *Annals of Forest Research*, 52(1), 199-206.
42. Tomescu A., Florescu I., 1965: Cercetări fenologice asupra speciilor forestiere din RPR în anul 1963. *C.D.T.E.F.*, 53-75.
43. Čufar K., De Luis M., Saz M.A., Črepinšek Z., Kajfež-Bogataj L., 2012: Temporal shifts in leaf phenology of beech (*Fagus sylvatica*) depend on elevation. *Trees*, 26(4), 1091-1100.
44. Dantec C.F., Vitasse Y., Bonhomme M., Louvet J.M., Kremer A., Delzon S., 2014: Chilling and heat requirements for leaf unfolding in European beech and sessile oak populations at the southern limit of their distribution range. *International Journal of Biometeorology*, 58(9), 1853-1864.
45. Čufar K., Prislán P., De Luis M., Gričar J., 2008: Tree-ring variation, wood formation and phenology of beech (*Fagus sylvatica*) from a representative site in Slovenia, SE Central Europe. *Trees*, 22(6), 749-758.
46. Peñuelas J., Prieto P., Beier C., Cesaraccio C., De Angelis P., De Dato G., Emmett B.A., Estiarte M., Garadnai J., Gorissen A., Lang E.K., Kroel-Dulay G., Llorens L., Pellizzaro G., Riis-Nielsen T., Schmidt I.K., Sirca C., Sowerby A., Spano D., Tietema A., 2007: Response of plant species richness and primary productivity in shrublands along a north-south gradient in Europe to seven years of

- experimental warming and drought: reductions in primary productivity in the heat and drought year of 2003. *Global Change Biology*, 13(12), 2563-2581.
47. Jump A.S., Hunt J.M., Penuelas J., 2006: Rapid climate change-related growth decline at the southern range edge of *Fagus sylvatica*. *Global Change Biology*, 12(11), 2163-2174.
48. Dittmar C., Elling W., 2006: Phenological phases of common beech (*Fagus sylvatica* L.) and their dependence on region and altitude in Southern Germany. *European Journal of Forest Research*, 125(2), 181-188.
49. Sparks T.H., Górska-Zajączkowska M., Wójtowicz W., Tryjanowski P., 2011: Phenological changes and reduced seasonal synchrony in western Poland. *International Journal of Biometeorology*, 55(3), 447-453.
50. Chmura D.J., Rozkowski R., 2002: Variability of beech provenances in spring and autumn phenology. *Silvae Genetica*, 51(2-3), 123-127.
51. Robson T.M., Rasztovits E., Aphalo P.J., Alia R., Aranda I., 2013: Flushing phenology and fitness of European beech (*Fagus sylvatica* L.) provenances from a trial in La Rioja, Spain, segregate according to their climate of origin. *Agricultural and Forest Meteorology*, 180, 76-85.
52. Schieber B., 2006: Spring phenology of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in a submountain beech stand with different stocking in 1995-2004. *Journal of Forest Science*, 52(5), 208-216.
53. Gould P.J., Harrington C.A., St. Clair J.B., 2011: Incorporating genetic variation into a model of budburst phenology of coast Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*). *Canadian Journal of Forest Research*, 41(1), 139-150.
54. Prislán P., Gričar J., De Luis M., Smith K.T., Čufar K., 2013: Phenological variation in xylem and phloem formation in *Fagus sylvatica* from two contrasting sites. *Agricultural and Forest Meteorology*, 180, 142-151.
55. Nielsen C.N., Jørgensen F.V., 2003: Phenology and diameter increment in seedlings of European beech (*Fagus sylvatica* L.) as affected by different soil water contents: variation between and within provenances. *Forest Ecology and Management*, 174(1-3), 233-249.
56. Michelot A., Simard S., Rathgeber C., Dufrêne E., Damesin C., 2012: Comparing the intra-annual wood formation of three European species (*Fagus sylvatica*, *Quercus petraea* and *Pinus sylvestris*) as related to leaf phenology and non-structural carbohydrate dynamics. *Tree Physiology*, 32(8), 1033-1045.
57. Lalagüe H., Csilléry K., Oddou-Muratorio S., Safrana J., de Quattro C., Fady B., Gonzales-Martinez S.C., Vendramin G.G., 2014: Nucleotide diversity and linkage disequilibrium at 58 stress response and phenology candidate genes in a European beech (*Fagus sylvatica* L.) population from southeastern France. *Tree Genetics & Genomes*, 10(1), 15-26.
58. Müller M., Seifert S., Finkeldey R., 2015: A candidate gene-based association study reveals SNPs significantly associated with bud burst in European beech (*Fagus sylvatica* L.). *Tree Genetics & Genomes*, 11(6), 116.





## O carte ce aprofundează (și) rolul hidrologic al pădurii - „Coeficientul de scurgere a apei în râuri - Rolul în calculele hidrologice”: Autor Pompiliu Miță

Ioan Clinciu <sup>a,b,\*</sup>

<sup>a</sup>Departamentul de Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Universitatea Transilvania din Brașov, Șirul Beethoven 1, Brașov 500123, România, [ioan\\_clinciu@yahoo.com](mailto:ioan_clinciu@yahoo.com).

<sup>b</sup> Academia de Științe Agricole și Silvicultură, B-dul Mărăști nr. 61, București 011464, România.

### REPERE

- Cartea tratează influența pădurii asupra scurgerii.
- Cartea prezintă relații de sinteză care indică influența pădurii asupra coeficientului de scurgere.
- Informația redată poate fi folosită în diverse domenii de activitate și preocupare științifică.

### INFORMAȚII ARTICOL

Istoricul articolului:

Manuscris primit la: 10 decembrie 2019

Primit în forma revizuită: 29 mai 2020

Acceptat: 29 mai 2020

Număr de pagini: 6 pagini.

Tipul articolului:

Recenzie

Editor: Stelian Alexandru Borz

### Cuvinte cheie:

Coeficient de scurgere

Râu

Pădure

Rol hidrologic

Debit maxim

### REZUMAT

De puțină vreme, la Editura Academiei Române, sub semnătura doctorului în geografie Pompiliu Miță - în prezent președintele de onoare al Asociației Române de Științe Hidrologice (ARSH) - a văzut lumina tiparului o carte al cărei titlu - „Coeficientul de scurgere a apei în râuri” - ascunde în spate numeroase dovezi experimentale ce susțin și explică rolul hidrologic al pădurii și, în plus, intră în tangență cu problemele practice de amenajare a bazinetelor prin metode și mijloace silvice și hidrotehnice. O atenție deosebită este acordată analizei influenței pe care o au zonele împădurite asupra scurgerii, autorul conchizând că „influența acestor zone este cea mai complexă, ca urmare a faptului că asupra mărimii scurgerii participă mai multe componente ale pădurii, toate acționând în direcția diminuării acesteia (...)”. După ce analizează, rând pe rând, reținerea precipitațiilor în coronament, în litieră, în procesul de dezvoltare a vegetației și în solul pădurii, autorul prezintă relații de sinteză care pun în evidență influența pe care o exercită pădurea asupra coeficientului de scurgere. În cazul zonelor împădurite, valorile acestui coeficient au fost stabilite de autor pe clase procentuale de 25%, pentru întregul ecart posibil al gradului de împădurire, începând de la 0% (bazin complet despădurit) și până la 100% (bazin complet împădurit). Deosebit de importantă este și concluzia potrivit căreia „cantitatea cea mai mare de precipitații se infiltrează însă în sol, acest sol specific pădurii, puternic afânat, dar caracterizat și printr-un mare drenaj, datorită sistemului radicular” (...), ceea ce explică de ce, în cadrul arealelor defrișate, „rolul de interceptie a precipitațiilor de către pădure se menține o perioadă de câțiva ani, chiar și după tăierea pădurii”.

\* Autor corespondent. Tel.: +40-721-586-163.

Adresa de e-mail: [ioan\\_clinciu@yahoo.com](mailto:ioan_clinciu@yahoo.com)

## RECENZIE: „COEFICIENTUL DE SCURGERE A APEI ÎN RÂURI - ROLUL ÎN CALCULELE HIDROLOGICE”, AUTOR POMPILIU MIȚĂ

De puțină vreme, la Editura Academiei Române, sub semnătura doctorului în geografie Pompiliu Miță - în prezent președintele de onoare al Asociației Române de Științe Hidrologice - a văzut lumina tiparului o carte mult așteptată și care, avem convingerea, va fi primită cu interes (și) în lumea forestierilor, mai ales de către specialiștii în amenajarea bazinelor hidrografice torențiale, dar și de către toți aceia care au preocupări legate de rolul hidrologic al pădurii.

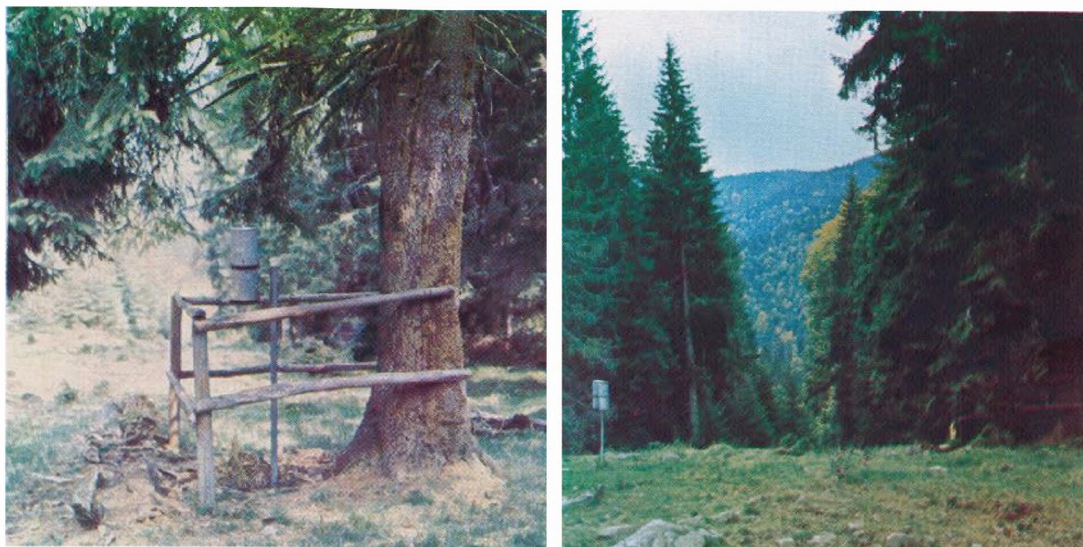
Distins cu Premiul Academiei Române „Gh. Munteanu Murgoci” în 1990 și Premiul ERB (European Network of Experimental and Representative Basins) în 2016, autorul lucrării este un cercetător de prestigiu, consacrat și recunoscut la scară națională și internațională, care și-a desfășurat întreaga activitate profesională numai în domeniul hidrologiei și care s-a făcut cunoscut în lumea silvicultorilor, atât prin participări la evenimentele cu tematică hidrologică organizate de Comisia de Științe Silviculturale a Academiei Române ori Secția de Silvicultură a Academiei de Științe Agricole și Silviculturale (ASAS), cât și prin articolele publicate în coloanele Revistei Pădurilor ori în volumele de Silvologie, editate din inițiativa distinsului academician Victor Giurgiu.

În anul 2019, doctorul Pompiliu Miță reușește să-și întregească multiplele contribuții aduse de-a lungul timpului printr-o lucrare cu înalt grad de originalitate, elaborată în viziune integratoare, al cărei titlu, deși este aparent simplu - „Coeficientul de scurgere a apei în râuri” (cu subtitlul: „Rolul în calculele hidrologice”) - ascunde în spate atâtea și atâtea subtilități științifice. Interesul silvicultorilor pentru această lucrare se justifică nu doar prin prisma faptului că ea aduce dovezi experimentale ce susțin și explică rolul hidrologic al pădurii, ci și prin aceea că, în urma cercetărilor proprii ale autorului, s-a ajuns la o cunoaștere aprofundată asupra relației pădure-apă, prin determinarea coeficientului de scurgere „în multitudinea de condiții privitoare atât la factorul genetic - precipitațiile - cât și la factorii cadrului natural ce includ relieful, geologia, tipul de sol și tipul de vegetație”. Este de remarcat că determinările autorului sunt sprijinite pe întregul fond de date obținute în bazine hidrografice mici, reprezentative, de pe teritoriul României, și sunt efectuate în majoritatea cazurilor prin metode proprii, adecvate celor trei tipuri cunoscute de geneză a scurgerii (pluvială, nivală și pluvio-nivală). De altfel, aceste trei tipuri își găsesc corespondența (și) în structura tematică a lucrării: prima parte tratează variația coeficientului de scurgere în cazul precipitațiilor lichide, partea a doua se referă la variația coeficientului de scurgere în cazul topirii zăpezii, iar partea a treia este dedicată variației coeficientului de scurgere în cazul viiturilor de origine mixtă (din ploi și din apa cedată prin topirea zăpezii).

Încercăm, în cele ce urmează, să decelăm acele aspecte din lucrare care fie subliniază ori explică rolul hidrologic al pădurii, fie intră în tangență cu problemele practice de amenajare bazinală prin metode și mijloace silvice și hidrotehnice. Astfel, în prima parte a lucrării, acolo unde se recurge la o analiză aprofundată a influenței factorilor naturali asupra coeficientului de scurgere, autorul acordă o atenție deosebită descrierii influenței pe care o au zonele împădurite asupra scurgerii, conchizându-se că „influența acestor zone este cea mai complexă, ca urmare a faptului că asupra mărimii

## Clinciu: Recenzie: „Coeficientul de scurgere a apei în râuri - rolul în calculele hidrologice”...

scurgerii participă mai multe componente ale pădurii, toate acționând în direcția diminuării acesteia (...). Într-adevăr, după ce analizează, rând pe rând, reținerea precipitațiilor în coronament (**Figura 1**), în litieră, în procesul de dezvoltare a vegetației și în solul pădurii, autorul prezintă relații de sinteză care pun în evidență influența pe care o exercită pădurea asupra coeficientului de scurgere.



**Figura 1.** Amplasarea instrumentelor de captare a precipitațiilor sub coronament și în teren deschis, în cadrul bazinului reprezentativ Ieduț (Miță, 2019).

Aceste relații au fost obținute pe baza datelor de la ansamblul bazinelor reprezentative din România și sunt fie de tipul  $\alpha = f(P, AP10)$ , fie de tipul  $\alpha = f(Cp, Ib)$ , unde:  $\alpha$  reprezintă coeficientul de scurgere,  $P$  - cantitatea de precipitații,  $AP10$  - indicele precipitațiilor anterioare pe 10 zile,  $Cp$  - gradul de împădurire,  $Ib$  - panta medie bazinală. Pentru unul dintre cazurile expuse în lucrare ( $P = 125$  mm și  $AP10 = 40$  mm), autorul constată descreșterea evidentă a coeficientului de scurgere pe măsura creșterii gradului de împădurire, în ipoteza oricărei categorii de pantă și a oricărui tip de textură a solului, ceea ce dovedește influența împăduririi asupra scurgerii de suprafață. Pentru cercetătorii și practicienii din domeniul silvic dar nu numai, deosebit de importantă este și remarca potrivit căreia „cantitatea cea mai mare de precipitații se infiltrează însă în sol, acest sol specific pădurii, puternic afânat, dar caracterizat și printr-un mare drenaj, datorită sistemului radicular” (...), ceea ce explică de ce, în cadrul arealelor defrișate, „rolul de interceptie a precipitațiilor de către pădure se menține o perioadă de câțiva ani, chiar și după tăierea pădurii”.

Un surplus de interes prezintă lucrarea elaborată pentru faza de proiectare a lucrărilor de amenajare a bazinelor hidrografice mici, torențiale, predominant forestiere. Înainte de toate, fundamentarea hidrologică, atât de necesară în acest domeniu, bazată, după cum se știe, pe aplicarea metodelor genetice de calcul al debitului maxim (**Figura 2**), va putea beneficia de rezultatele prezentate în această lucrare, mai ales că, în cazul zonelor împădurite, valorile coeficientului de scurgere au fost stabilite pe clase procentuale de 25%, pentru întregul ecart posibil al gradului de împădurire, începând de la 0% (bazin complet despădurit) și până la 100% (bazin complet împădurit). Și aceasta în cazul principalelor texturi ale solului (ușoară, medie și grea), și a unor limite de variație destul de strânse ale pantei bazinale: sub 5%, 5-10%, 10-20%, 20-30%, 30-40%, 40-50%, peste 50%.

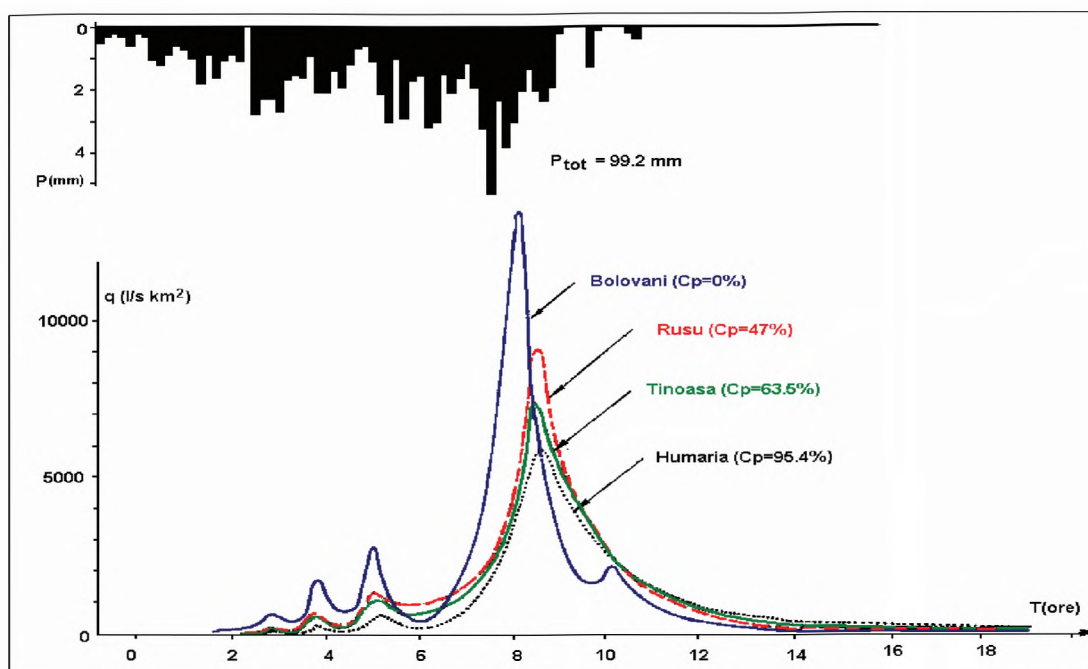


Figura 2. Viituri înregistrate în bazinul reprezentativ Tinoasa - Ciurea în ziua de 2 iulie 1971 (Miță, 2019). Rolul hidrologic al pădurii este remarcabil scos în evidență: se observă descreșterea clară a debitului specific maxim de viitură odată cu creșterea procentului de pădure ( $C_p$ ).

Nu în ultimul rând, se deschide posibilitatea ca spectrul acestei fundamentări hidrologice să se lărgască și să îmbrățișeze nu doar viiturile provenite din ploi, așa cum s-a întâmplat în cadrul normativelor de proiectare elaborate până la ora actuală, ci și viiturile generate prin topirea zăpezii și viiturile de origine mixtă (pluvio-nivală), acestea din urmă manifestându-se cu o frecvență tot mai crescută, în noul context al accentuării schimbărilor climatice. Într-adevăr, în urma cercetărilor efectuate într-o nișă mai puțin investigată până astăzi, autorul constată că metodele genetice folosite în calculul debitelor maxime în bazine hidrografice mici (în speță cunoscuta metodă „rațională”) își păstrează valabilitatea și în cazul scurgerii provenite din topirea zăpezii, dar și în cazul viiturilor de origine mixtă, pentru care, prin intermediul unor relații coaxiale, au fost studiate două categorii de scenarii privind calculul stratului total scurs și al coeficientului de scurgere:

- Scenarii în care nu s-a luat în considerare aportul suplimentar al stratului scurs provenit din căderea precipitațiilor lichide peste stratul de zăpadă;
- Scenarii în care s-a luat în considerare aportul suplimentar al stratului scurs provenit din căderea precipitațiilor lichide peste stratul de zăpadă.

Tabelele-sinteză încorporate în lucrare, pentru fiecare dintre sursele de apă analizate, pot constitui pentru proiectant instrumente de lucru, acestea facilitând determinarea coeficientului de scurgere pentru bazine mici necontrolate hidrometric, într-o gamă largă de condiții referitoare atât la precipitații și umiditatea solului, cât și la condițiile fizico-geografice. Un interes practic direct îl prezintă și relațiile de sinteză pentru determinarea stratului de apă provenit din topirea zăpezii, în cazul diverselor situații privind expoziția versanților și pentru toate situațiile posibile privind împădurirea.

## Clinciu: Recenzie: „Coeficientul de scurgere a apei în râuri - rolul în calculele hidrologice”...

În sfârșit, utilitatea practică a lucrării este susținută și prin numărul mare de exemple de calcul la care autorul recurge pe parcursul expunerii, mai ales atunci când se pune problema determinării valorilor excepționale ale coeficientului de scurgere, prin construirea așa numitelor „viituri sintetice”. Acoperind un gol existent în literatura de specialitate și având un larg grad de adresabilitate, această lucrare va putea servi deopotrivă hidrotehnicienilor, gospodarilor de ape, silvicultorilor și agronomilor cu preocupări în amenajarea bazinelor hidrografice torențiale de pe teritoriul silvic și agricol, altor specialiști din domenii conexe cu hidrologia și gospodărirea apelor. Pentru cercetarea desfășurată în ramura silviculturii, considerăm că apariția lucrării „Coeficientul de scurgere a apei în râuri”, de Pompiliu Miță, trebuie să constituie un imbold în reluarea cercetărilor în toate bazinele pilot reprezentative ale sectorului silvic, ca un binemeritat omagiu adus celor care, de-a lungul timpului, au adus contribuții notabile la cercetarea rolului hidrologic al pădurii: Constantin Arghiriade, Petre Abagiu, Radu Gaspar, Alexandru Apostol, Stelian Munteanu, Iosif Ciortuz, Emil Untaru și alții.

Și fiindcă a fost subliniată, mai înainte, conexiunea dintre tematica cărții, pe de o parte, și rolul hidrologic al pădurii, pe de altă parte, vom încheia această recenzie într-o manieră mai puțin convențională. Ea este izvorâtă din întâlnirea și discuția pe care le-am avut cu autorul cărții, cu prilejul Conferinței științifice anuale a Institutului Național de Hidrologie și Gospodărirea Apelor desfășurată la Complexul Silva din incinta Regiei Naționale a Pădurilor, în zilele de 19 și 20 noiembrie 2019. Cu această ocazie, doctorul Pompiliu Miță mi-a înmănat cu dedicație atât cartea apărută la Editura Academiei Române, cât și ultimele două numere ale revistei Viitura, revistă editată de Asociația Română de Științe Hidrologice (ARSH), sub competența îngrijire a Domniei Sale. Unul dintre articolele publicate în numărul 19 din iunie 2019 sub titlul „Sesiunea Academiei de Științe Agricole și Silvicultură din anul 2007” mi-a atras atenția și mi-a prilejuit o plăcută amintire, fiind vorba despre un eveniment științific ce a fost prefațat de un „moment poetic”. Profitând atunci de prezența la sesiune a unui cunoscut poet și scriitor, provenit din breasla silvicultorilor, Radu Cârneli, imediat după ce acesta din urmă și-a încheiat recitalul poetic despre pădure, doctorul Pompiliu Miță a intervenit spunând în glumă: „Pădurea nu este numai a Dumneavoastră, a silvicultorilor, este și a noastră, a celor de la Ape!”. Așa se face că momentul poetic s-a prelungit cu încă o poezie dedicată pădurii, interpretată de această dată de un hidrolog de frunte al țării. Iată de ce, și noi, ne-am îngăduit să aducem în cadrul recenziei unei lucrări științifice o parte din acel „moment poetic”.

## PĂDUREA

de

Pompiliu Miță

*Este amurg de toamnă și-i liniște-n pădure,**Deodată un stejar adulmecă furtună,**Un tunet de departe vrea liniștea să-i fure**Și-nspre pădurea mândră nori negri se adună!**Furtuna însă crește, pădurea o-nconjoară,**Dorind s-o smulgă, s-o frângă, s-o doboare,**Și arborii se-nclină, se-ndoaie, se-r. fioară,**Dar nu se dau în frânți, rămân toți în picioare!*

Clinciu: Recenzie: „Coeficientul de scurgere a apei în râuri - rolul în calculele hidrologice”...

*Și iată, au sosit! Și ura lor și-arată.*

*Toți norii-aceștia negri, împinși de suflul urii,*

*Aruncă peste arbori puhoaiete de apă,*

*Să-nece, să distrugă, toți arborii pădurii.*

*Și într-o clipă zarea se-ntunecă cu totul,*

*Bubuieturi de tunet, despică-n sunet cerul,*

*Se simte-n aer teama că a venit potopul,*

*Dar arborii rezistă, doar ei cunosc misterul,*

*Și iată de departe o voce mi-a șoptit:*

*De mult, pe-aceste plaiuri, au năvălit păgânii*

*Au vrut să le distrugă, dar nu au reușit.*

*La fel ca și pădurea, le-au apărat străbunii!*

*Dar nu cumva să uiți. Azi alții sunt “păgânii”*

*Ascunși pe lângă tufe, ei își ascut securea,*

*De pază la stejari, fiți astăzi, voi românii,*

*Este-n icoana voastră să v-apărați pădurea!*

Aș dori să închei cu vorbele frumoase adresate nouă, cercetătorilor silvicultori, de către Pompiliu Miță în cadrul articolului său din Revista nr. 19/2019 a ARSH. Le redau pentru că sunt cuvinte de sinceră apreciere față de lucrările susținute de cercetătorii noștri la sesiunea ASAS din anul 2007: „Atunci când s-a încheiat sesiunea, gândeam că acești cercetători, prin tot ce au scris, nu au făcut-o doar din simpla pasiune pentru cercetare, ci și pentru dragostea ce o au față de pădure”.

