

**EFFECTUL DENSITĂȚII ASUPRA
REZISTENȚEI NATURALE LA TERMITE
SUBTERANE A ZECE SPECII
LEMNOASE SELECTATE DIN NIGERIA**

**EFFECT OF DENSITY ON THE NATURAL
RESISTANCE OF TEN SELECTED NIGERIAN
WOOD SPECIES TO SUBTERRANEAN
TERMITES**

Jacob Mayowa OWOYEMI*

Dr. – Federal University of Technology Akure, Department of Forestry and Wood Technology
E-mail: jacobmayowa@yahoo.com

Samuel Oluyinka OLANIRAN

Graduate Student – Federal University of Technology Akure, Department of Forestry and Wood Technology
E-mail: sampeak2006@yahoo.com

Dauda Ishola ALIYU

Technologist - Federal University of Technology Akure, Department of Forestry and Wood Technology
E-mail: aliyuishola2010@yahoo.com

Rezumat:

La zece specii lemnoase selectate din Nigeria a fost investigat efectul densității (masa volumică) asupra rezistenței naturale la termitelile subterane. Au fost utilizate epruvete obținute din scânduri debitate pe plin, astfel încât acestea au inclus atât duramen cât și alburn. Epruvetele au fost tăiate sub formă de prismă cu dimensiunile de 35x35x450mm, uscate la 103±2°C până la masă constantă. S-a determinat densitatea speciilor lemnoase selectate. Pe baza analizei densității medii, speciile lemnoase au fost clasificate în specii cu densitate mare, medie și mică. A fost utilizată metoda testului în câmp pentru evaluarea rezistenței naturale a lemnului supus atacului termitelor subterane din familia *Macrotermes sybhylinus*. Conform standardului ASTM D3345-80, timp de 24 de săptămâni au fost înregistrate săptămânal observații vizuale asupra probelor. Epruvetele au fost retrase la 24 de săptămâni de expunere la termite și a fost estimată pierderea de masă datorată atacului termitelor. Rezultatele obținute au arătat relația dintre densitate, pierderea de masă și evaluările ASTM. A existat o corelație accentuată dar negativă ($R^2 = -0,70$) între pierderea de masă și densitate, iar între valorile ASTM și densitate o corelație pozitivă accentuată ($R^2 = 0,83$). Aceste rezultate au arătat că speciile lemnoase din clasa cu densitate mare au avut o rezistență mai bună la atacul termitelor. De asemenea, a fost estimată influența debitării mixte asupra rezistenței la termitelile subterane, deoarece este o metodă uzuală de debitare în fabricile de cherestea din Nigeria. Studiul a arătat că alburnul speciilor cu densitate mare nu este durabil, iar tratamentul de protecție este esențial pentru o utilizare îndelungată.

Cuvinte cheie: termite subterane; densitatea lemnului; rezistență naturală; pierdere de masa; test în câmp.

INTRODUCERE

Utilizarea lemnului pentru diverse construcții a

Abstract:

The effect of density on the natural resistance of ten selected Nigerian wood species to subterranean termites was investigated. Wood samples obtained from mixed-conversion boards were used such that the samples contained both sapwood and the heartwood. They were sawn to 35x35x450mm stake and dried at 103 ±2°C till a constant weight was achieved. Density of the selected wood species was determined. Based on the observed average density, the wood species were classified into high, medium or low density. Graveyard test method was used to assess the natural resistance of the samples on a site dominated by *Macrotermes sybhylinus*, a family of subterranean termites. Weekly visual observations of the stakes were taken as specified in ASTM D3345-80 Standards for 24 weeks. The wood samples were withdrawn at the 24th week of exposure to termites and weight loss due to termites' attack was estimated. Result obtained showed the relationship between wood density, weight loss and the ASTM ratings. A strong but negative correlation ($R^2 = -0.70$) existed between weight loss and wood density while a strong positive correlation ($R^2 = 0.83$) existed between ASTM values and wood density. These results indicated that wood species in the high density class had a better resistance to termites' attack. The influence of mixed conversion on the resistance of wood species to subterranean termites was also reported, since it is the most common method of conversion in the Nigerian sawmills. The sapwood of high density species are not durable as revealed in the study thus the preservative treatment is imperative for long service-life.

Key words: subterranean termites; wood density; natural resistance; weight loss; graveyard test.

INTRODUCTION

Utilization of wood for varieties of constructions has become increasingly in demand by Nigerian wood

* Autor corespondent / Author to whom all correspondence should be addressed

duș la creșterea cererii în industria lemnului din Nigeria. Caracteristicile unice și abundența relativă a lemnului, l-au impus ca o resursă naturală foarte valoroasă și foarte utilă omenirii. Astăzi, mii de produse certificate provin din lemn masiv, celuloza și derivate chimice din lemn (Milton 1995). Datorită numeroaselor sale avantaje, lemnul a devenit un material preferat prin comparație cu alte materiale competitive, cum ar fi: oțelul, aluminiul, cărămida, betonul, plasticul, sticla și ceramica. În afară de numeroasele sale avantaje, lemnul are o problemă majoră legată de bio-degradare care tinde să-i diminueze durata de utilizare. Printre utilizatorii de lemn din Nigeria, problema bio-degradării este un factor major, care afectează preferința consumatorului pentru lemn față de alte materiale disponibile cum ar fi oțelul și betonul capabile să-l înlocuiască. Acest efect a condus la cercetări asupra durabilității naturale a acestor specii lemnoase indigene comerciale.

Rezistența naturală este calitatea intrinsecă a unor specii lemnoase de a rezista la atacul agenților de bio-degradare fără tratare cu substanțe chimice de protecție. Rezistența naturală dovedită de unele specii lemnoase este rezultatul efectului prezenței extractivelor (componenți chimici secundari) în zona de duramen. Milton (1995) a afirmat că alburnul tuturor arborilor speciilor cunoscute este foarte sensibil la degradare, indiferent de rezistența naturală a duramenului. Dacă alburnul nu este complet îndepărtat sau impregnat cu substanțe de protecție, degradarea este posibilă să apară chiar la speciile durabile (Adam ș.a. 2002).

Termenul „durabilitate naturală” se referă la gradul de rezistență a lemnului la agenți biologici. Durabilitatea naturală poate fi apreciată numai prin cunoașterea proceselor fiziologice care însoțesc creșterea arborelui. Pe măsură ce arborele îmbătrânește, celulele de depozitare din centrul secțiunii de la baza arborelui încep să moară, marcând începutul transformării alburnului în duramen. Arborii cu conținut mai ridicat de substanțe chimice naturale toxice depozitate în timpul acestei transformări au duramen foarte durabil și foarte rezistent, în timp ce alte specii au rezistență moderată sau chiar foarte slabă la atacul agenților biologici (Adam ș.a. 2002).

Densitatea este proprietatea lemnului care are o influență semnificativă asupra altor proprietăți ale lemnului: stabilitate dimensională, rezistență și durabilitate. Un studiu al lui Esenther, (1977) a arătat o corelație între rezistența naturală și speciile lemnoase care au greutate specifică mare. Un alt studiu al lui Peralta ș.a. (2004) concentrat pe viteza de distrugere de către termite a diferitelor specii lemnoase, în testele în câmp, a raportat că nu a existat o corelație accentuată între densitatea lemnului și rezistența la termite. Totuși, autorii admit duritatea lemnului ca un factor ce diminuează efectul devastator al termitelor asupra lemnului, dar au concluzionat că, alții factori decât densitatea, trebuie luați în considerare la determinarea rezistenței la termite.

industry. The unique characteristics and relative abundance of wood have made it one of mankind's most valuable and useful natural resources. Today, thousands of products that we take for granted come from solid wood, wood pulp and chemicals derived from wood (Milton 1995). Wood has become a choice material as a result of its numerous advantages when compared with other competing materials such as steel, aluminum, brick, concrete, plastics, glass, and ceramics. Amidst its numerous advantages, wood has a major problem of bio-deterioration that tends to shorten its service life. The problem of bio-deterioration is a major factor affecting consumer preference for wood compared to other available substitute such as steel and concrete among users of wood in Nigeria. This effect has led to the investigation on the natural durability of these native commercial wood species.

Natural resistance is the inherent ability of some wood species to resist the attack of bio-deteriorating agents without treatment with chemical preservatives. The natural resistance exhibited by some species is the resultant effect of the presence of extractives in the heartwood region. Milton (1995) stated that the sapwood of all known tree species is very susceptible to decay, regardless of any natural resistance of the heartwood. Unless sapwood is entirely removed or impregnated with preservatives, decay is likely to occur even in durable species (Adam *et al.* 2002).

The term 'natural durability' refers to the degree of resistance of wood to bio-deteriorating agents. The natural durability of wood can only be appreciated through adequate knowledge of physiological processes of tree growth. As trees get older and larger, the storage cells in the centre at the bottom begin to die resulting to a gradual transformation of the sapwood region to heartwood. Trees with more toxic natural chemicals deposited during the transformation have very durable heartwood that is highly resistant while some may be moderately resistant and others have no resistance to insect attack (Adam *et al.* 2002).

Wood density is a property of wood that has a significant effects on the other properties of wood; dimensional stability, strength and durability. A study by Esenther, (1977) revealed a correlation between the natural resistance and wood species that have a higher specific gravity. Another study by Peralta *et al.*, (2004) focusing on the consumption rates of different wood species by termites under field conditions reported that there was no strong correlation between wood density and termite resistance. However, the authors acknowledged wood hardness as a restraining factor to the ravaging effect of termites on wood, but concluded that factors other than wood density must be taken to consideration in determining termite resistance.

Insects constitute tremendous hazards to forest trees and wood in service. From the standpoint of structural design, termites are of serious concern when

Insectele reprezintă un pericol imens pentru arbori și lemnul pus în operă. Din punct de vedere al comportării, termitelile reprezintă o preocupare serioasă când sunt comparate cu alte insecte care distrug lemnul precum, insecte xilofage sau viespile lemnului (Walters 1981). Termitelile au devenit de o importanță deosebită din punct de vedere economic, printre alți agenți de distrugere ai lemnului, ca rezultat al naturii lor distructive. Extinderea infestării cu termite a lemnului este mult mai frecventă la tropice. Akande (1992) a realizat un catalog al termitelor din Nigeria pe zone de vegetație, care cuprinde de exemplu termite din speciile: *Macrotermes sybhylinus* (Păduri tropicale), *Odontotermes pauperism* (Sudan și Guinea Savană), *Macrotermes crucifer* (Păduri tropicale), etc.

Protecția chimică a fost utilizată pentru combaterea pagubelor în continuă creștere, cauzate de termite. În ultimul timp utilizarea acestora a fost descurajată ca urmare a efectului pe care acestea îl au asupra mediului în general. Este necesar să se utilizeze lemnul care are rezistență naturală la termite pentru a mări perioada de folosire/ durată în serviciu.

Obiectivul major al acestui studiu a fost de a cerceta performanțele celor zece specii lemnoase la atacul termitelor, în condiții de testare accelerată în câmp și să stabilească dacă există o corelație între rezistența la atacul termitelor și densitatea speciilor lemnoase.

MATERIALE ȘI METODĂ

Pentru studiu au fost selectate epruvete din lemn de *Diospyrous nigerica* (Ebony), *Lophira alata* (Iron wood), *Celtis zenkeri* (Ita), *Khaya grandifoliola* (Mahogany), *Blighia sapida* (Ishin), *Alstonia congensis* (Ahun), *Cola gigantea* (Oporoporo), *Pachystelia brevipes* (Osan igbo), *Terminalia superba* (Afara) and *Terminalia ivorensis* (Idigbo). Acestea au fost obținute din scânduri provenite din debitarea mixtă, care conțin atât alburn cât și duramen. Pentru teste au fost pregătite epruvete sub formă de prismă cu dimensiunile de 35x35x450mm. Epruvetele au fost cântărite în stare verde și masa în stare verde a fost notată cu T_1 , înainte de uscare. Epruvetele au fost uscate la stare anhidră până la masă constantă la $103\pm 2^\circ\text{C}$, notată T_2 . A fost determinată densitatea epruvetelor și s-a realizat clasificarea în specii cu densitate mare, medie și mică (densitate mare $>700\text{kg/m}^3$, densitate medie $>450\text{kg/m}^3$, densitate mică $<450\text{kg/m}^3$). S-au realizat în total 50 epruvete câte cinci de fiecare specie. Apoi, epruvetele netratate destinate pentru controlul durabilității naturale, au fost transferate pentru testul în câmp, la Universitatea Federală de Tehnologie, Akure, FUTA (lat. $7^\circ 17' \text{N}$, long. $5^\circ 10' \text{E}$), care se află în zona pădurii medede tropicale din Nigeria (temperatura medie anuală 20°C ; înălțimea 350m; umiditatea relativă 85-100% în timpul sezonului ploios și 60% în timpul perioadei de secetă). Solul în zona de studiu este clasificat ca sol feruginos tropical (Alfisol) pe roci cristaline din subsol complex. Solul se întinde până la

comparat cu alte insecte care distrug lemnul precum termitelile și carabii (Walters 1981). Termitelile au devenit de o importanță deosebită din punct de vedere economic, printre alți agenți de distrugere ai lemnului, ca rezultat al naturii lor distructive. Extinderea infestării cu termite a lemnului este mult mai frecventă la tropice. Akande (1992) a realizat un catalog al termitelor din Nigeria pe zone de vegetație, exemple de termite includ: *Macrotermes sybhylinus* (Rainforest), *Odontotermes pauperism* (Sudan and Guinea Savannah), *Macrotermes crucifer* (Rainforest), etc.

Chemical preservatives have been used to combat the increasing damage caused by termites. In recent times their use has been discouraged as a result of the effect they have on the environment in general. There is need to use wood that are naturally resistant to termites to make them last longer in service.

The major objective of this study was to examine the performance of ten selected wood species under accelerated field exposure to termites by graveyard test method, and to investigate whether the observed resistance to termites' attack correlates with the density of the wood species.

MATERIALS AND METHOD

Wood samples of *Diospyrous nigerica* (Ebony), *Lophira alata* (Iron wood), *Celtis zenkeri* (Ita), *Khaya grandifoliola* (Mahogany), *Blighia sapida* (Ishin), *Alstonia congensis* (Ahun), *Cola gigantea* (Oporoporo), *Pachystelia brevipes* (Osan igbo), *Terminalia superba* (Afara) and *Terminalia ivorensis* (Idigbo) were selected for the study. They were obtained from boards of mixed conversion which contained both sapwood and heartwood. Samples of 35x35x450mm were prepared for the tests. The wet samples were weighed and the green weight was recorded as T_1 before oven-drying. Samples were oven-dried to a constant weight at $103\pm 2^\circ\text{C}$ and the constant weight was recorded as T_2 . Density of the samples was determined and classified as high density, medium density and low density (High density $>700\text{kg/m}^3$, Medium density $>450\text{kg/m}^3$ and Low density $<450\text{kg/m}^3$). Five replicates were produced for each wood species making a total of fifty samples. The untreated samples which were meant solely for natural durability were later transferred to the timber graveyard site at the Federal University of Technology, Akure, FUTA (Lat. $7^\circ 17' \text{N}$, Long. $5^\circ 10' \text{E}$), which lies in the tropical rainforest zone of Nigeria (mean/average annual temperature, 20°C ; elevation, 350m; relative humidity 85-100% during the rainy season and 60% during the hamattan period). The soil of the study area is classified as ferruginous tropical soil (Alfisol) on crystalline rock of basement complex. The soil belongs to the Egbeda series; (Smyth and Montgomery 1962). The soil is a characteristic red laterite rich in Iron and aluminium which favours termite activity. The foraging activities of the termites were instigated by spreading wood shavings on the

șirul Egbeda (Smyth și Montgomery 1962). Este un sol lateritic de culoare roșie, bogat în fier și aluminiu care favorizează activitatea termitelor. Virulența termitelor a fost testată prin răspândirea de tocătură de lemn pe terenul de testare cu 7 zile înainte de introducerea epruvetelor de încercare. Acestea au fost introduse la o adâncime de 22.5 cm în sol și la o distanță de 90 cm una față de cealalta. Timp de 24 de săptămâni au fost înregistrate săptămânal pierderile de masă și s-au efectuat observații vizuale asupra epruvetelor, acestea fiind evaluate conform specificațiilor din standardul ASTM 3345-74 (reaprobabil 1980), astfel:

10 = Sănătos, se acceptă suprafața ușor „ciupită”

9 = Atac slab

7 = Atac moderat

4 = Atac puternic, 30-40% din secțiunea transversală a lemnului distrusă (mâncată) de termite.

0 = Distrus, peste 50% din secțiunea transversală a lemnului distrusă (mâncată) de termite.

Epruvetele lemnoase au fost luate din sol în a 24-a săptămână și cântărite pentru a evalua proporția lemnului atacat de termite. Pierderea de masă datorită atacului termitelor a fost calculată astfel:

$$\text{Pierderea de masă} = \left(\frac{T_2 - T_3}{T_2} \right) \times 100, [\%] \quad (1)$$

unde: T_2 = masa înainte de expunerea la termite, în g

T_3 = masa după expunerea la termite, în g.

Analiza de regresie cu expunerea în diagramă a zonei de împrăștiere a fost utilizată pentru a stabili relația dintre pierderea de masă, estimarea valorilor ASTM și densitatea speciilor lemnoase. S-au utilizat de asemenea, statistici descriptive și metoda de comparare multiplă precum Duncan Multiple Range Test (DMRT) pentru a determina nivelul de importanță al mediei.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Rezultatul densității pentru cele zece specii lemnoase selectate, prezentat în Tabelul 1, a justificat clasificarea în trei clase de densitate: Ebony, Ekki, Ita and Ishin au fost în clasa cu densitate mare cu valorile: 811.10 kg/m³, 734.75 kg/m³, 653.36 kg/m³ și 609.29 kg/m³, Mahogany și Osan Igbo în grupul cu densitate medie având densitățile 506.51 kg/m³ și 499.38 kg/m³, iar Afara, Oporoporo, Ahun și Idigbo în grupul de densitate mică, având 434.63, 390.78 kg/m³, 395.35 kg/m³ respectiv 304.61kg/m³. Rezultatele din Tabelul 1 prezintă densitatea medie, pierderea de masă și estimările ASTM pentru speciile lemnoase expuse la termitelile subterane (*Macrotermes sybhylinus*), timp de 24 săptămâni. Speciile cu densitate mare au avut cea mai mică pierdere de masă ce corespunde valorilor mari ASTM, cu excepția speciilor Ishin și Ebony cu o pierdere de masă de 18% și valori medii ASTM cuprinse între 8.00 respectiv 8.08. S-a observat după 24 săptămâni de testare, la speciile cu alburn distinct, îndepărtarea atacului termitelor din zona de duramen.

graveyard site 7 days before planting the wooden stakes. The stakes were pegged at a depth of 22.5 cm into the soil and the distance between each stake was 90 cm. A weekly observation was conducted using a gravimetric method to assess the level of termite damage for twenty-four weeks and the samples were rated as specified in ASTM D 3345-74 standards (reapproved 1980) as is stated below:

10 = Sound, surface nibbles permitted.

9 = Light attack.

7 = Moderate attack penetration.

4 = Heavy attack, 30–40% of the wood cross-section eaten up by termites.

0 = Failures, over 50% of the wood cross-section eaten up by termites.

The wood samples were removed at the 24th week and weighed to assess the proportion of wood attacked by termites. Weight loss due to termites' attack was calculated thus:

$$\text{Weight loss} = \left(\frac{T_2 - T_3}{T_2} \right) \times 100, [\%] \quad (1)$$

where: T_2 = weight before exposure to termites, (in grams),

T_3 = weight after exposure to termites' attack. (in grams).

Regression analysis illustrated in scatter plot diagram was used to establish the relationship between weight loss, ASTM rating values and density of the wood species. Duncan Multiple Range Tests (DMRT) was used to test the level of significance of the mean, and descriptive statistics was also used for illustration.

RESULTS AND DISCUSSION

The result of density for the ten selected wood species shown in Table 1 revealed classification into three density classes as follow: Ebony, Iron wood, Ita and Ishin in high density class with values of 811.10kg/m³, 734.75kg/m³, 653.36kg/m³ and 609.29kg/m³ respectively; Mahogany and Osan Igbo in medium density group having 506.51kg/m³ and 499.38kg/m³ while Afara, Oporoporo, Ahun and Idigbo in lower density class, having 434.63kg/m³, 390.78kg/m³, 395.35kg/m³ and 304.61kg/m³ respectively. The result in Table 1 shows the mean density, weight loss and ASTM ratings of wood species during the 24 week exposure to subterranean termites (*Macrotermes sybhylinus*). The high density species had the lowest weight loss values and a corresponding high ASTM values with the exception of Ishin and Ebony with a weight loss of 18% and mean ASTM values ranging from 8.00 and 8.08 respectively. It was observed after 24 weeks of field test that wood species with distinct sapwood region showed evidence of termites' attack leaving the heartwood region. This was observed in Ebony whose 18.03 % mean weight

Acesta a fost evident în cazul speciei Ebony care a înregistrat o pierdere de masă medie de 18.03% în alburn (Tabelul 1), datorită în special probei 1 care a avut cea mai mare pierdere de masă, de 60% (Fig. 1), datorită procentului ridicat de alburn. La speciile clasificate cu densitate medie și mică, lemnul a avut o pierdere de masă medie cuprinsă între 18 și 100%, atât alburnul cât și duramenul fiind degradate ușor de termite.

Rezultatul analizei de regresie utilizată la examinarea relației dintre pierderea de masă, valorile ASTM pentru specii și densitatea lemnului prezentate în Fig. 2 au arătat că pierderea de masă și densitatea sunt invers-proportionale dar cu un coeficient de corelație accentuat ($R^2 = -0,70$). Această relație a arătat că dacă valorile densității cresc, pierderea de masă scade și aceasta sugerează că epruvetelor cu densitate mare le corespunde o pierdere de masă mică. O relație accentuată și pozitivă ($R^2 = 0,83$) a existat între valorile ASTM și densitatea speciilor lemnoase, prezentată în Fig. 3. Acest rezultat arată că speciilor cu densitate mare le corespund valorile ASTM mari. Din aceste rezultate se poate observa că speciile cu densitate mare tind să se comporte mai bine comparativ cu speciile cu densitate medie și mică. O observație generală asupra performanței speciilor este prezentată în Fig. 4. Acest rezultat arată că cele mai multe specii cu densitate medie și mică durează mai puțin de 8 săptămâni (2 luni) pe teren. Cele mai multe specii cu densitate mare, în special Iron wood și Ita, ar putea fi totuși considerate sănătoase, la 24 de săptămâni de testare. Totuși, aceasta nu sugerează că alburnul lor a fost durabil. Termitele degradează lemnul prin mușcare și mestecare (Walters, 1981), ca urmare speciile cu rezistența mare au fost cele cu densitate mare, precum Ebony (811.10 kg/m^3) care a înregistrat o pierdere de masă scăzută de 18.03% față de speciile cu densitate mică de ex. Idigbo (304.61 kg/m^3) cu o pierdere mare de masă de 100%. Deși speciile cu densitate mare au avut în general o rezistență mai bună la termite, se poate extinde durata lor de exploatare prin utilizarea substanțelor chimice de protecție. Aceste rezultate sunt în dezacord cu lucrarea lui Peralta *et al.* (2004) care nu a găsit o corelare semnificativă între densitatea lemnului și rezistența la termite, deși s-a ajuns la concluzia că, densitatea nu poate fi considerată ca singurul factor în determinarea rezistenței naturale. În afară de efectul densității, s-ar putea admite că variația rezistenței speciilor ar putea fi explicată prin nivelul diferit de substanțe extractive din lemn chiar și între speciile cu densitate mare. Ca urmare un factor determinant al durabilității naturale, pe lângă densitate este și nivelul de substanțe extractive prezent în lemnul speciilor așa cum este observat și de Slahor *et al.* (2001) și Rowell *et al.* (2005).

loss (Table 1) accounted for its sapwood region because the first sample had the highest weight loss of 60 % (Fig. 1) due to high percentage of sapwood. Species classified as medium and low density wood had a mean weight loss between 18 and 100% with both sapwood and heartwood easily degraded by termites.

The result of regression analysis used in examining the relationship between weight loss, ASTM values for the species and wood density shown in Fig. 2 revealed that weight loss and wood density are inversely related but with a strong correlation coefficient ($R^2 = -0.70$). This relationship showed that as the density value increases, weight loss decreases and it implies that high density wood samples will have a correspondingly low weight loss. A strong and positive relationship ($R^2 = 0.83$) existed between ASTM values and density of the wood species as shown in Fig. 3. This result indicated that as high density species have a correspondingly high ASTM values. From these results it could be observed that higher density wood species tend to perform better compared to medium and low density species. A general overview of the species performance is shown in Fig. 4. This result revealed that most of wood species from medium and low density class lasted less than eight weeks (2 months) on the field. Most of the high density species especially Iron wood and Ita could however be accounted as sound or surface nibbles at twenty-fourth week. This however does not imply that their sapwood were durable. Termites degrade wood through biting and chewing (Walters, 1981) and this accounted for higher resistance in high density wood species like Ebony (811.10 kg/m^3) with low weight loss of 18.03 % as against low density wood like Idigbo (304.61 kg/m^3) with high weight loss of 100 %. Although the high density species generally had a better resistance to termites, a longer service life could also be enhanced through the use of chemical preservatives. These results disagrees with the work reported by Peralta *et al.* (2004) that did not find a strong correlation between wood density and termite resistance although it was concluded that density cannot be considered as a single factor in determining natural resistance. Aside from the effect of density, it could be acknowledged that variability in the resistance of the species might be explained by the varying extractive levels even among wood species with high density values. Thus, the factor of natural durability among wood species is determined by density and varying levels of extractives present in the wood species as it also observed by Slahor *et al.* (2001) and Rowell *et al.* (2005).

Tabelul 1 / Table 1

Densitatea medie, pierderea de masă și evaluările vizuale ASTM la epruvetele din lemn testate / Mean density, weight loss and ASTM visual rating of the tested wood samples

Clasa de densitate / Density Class	Denumire științifică / Scientific names	Denumire comercială / Trade names	Densitate (masă volumică) / Density (kg/m ³)	Pierdere de masă medie / Mean Weight loss (%)	Evaluările medii ASTM / Mean ASTM Ratings
Densitate mare / High density	<i>Diospyros spp</i>	Ebony	811.10	18.03±0.97 ^b	8.08±0.18 ^a
	<i>Lophira alata</i>	Iron wood	734.75	1.39±0.12 ^a	9.52±0.07 ^a
	<i>Celtis zenkeri</i>	Ita	653.36	5.09±0.21 ^a	9.68±0.11 ^a
	<i>Blingia sapida</i>	Ishin	609.29	18.04±0.80 ^b	8.00±0.31 ^a
Densitate medie / Medium density	<i>Khaya grandifoliola</i>	Mahogany	596.51	18.60±0.80 ^b	6.76±0.35 ^a
	<i>Pachystela brevipes</i>	Osan igbo	499.38	30.34±0.69 ^b	2.88±0.35 ^b
Densitate mică / Low density	<i>Terminalia superba</i>	Afara	434.62	100.00±0.00 ^d	1.80±0.33 ^b
	<i>Cola gigantia</i>	Oporoporo	390.78	48.76±0.82 ^c	2.24±0.36 ^b
	<i>Alstonia congensis</i>	Ahun	395.35	100.00±0.00 ^d	2.24±0.36 ^b
	<i>Terminalia ivorensis</i>	Idigbo	304.61	100.00±0.00 ^d	1.40±0.33 ^b

* Mediile cu unele puteri nu sunt diferite semnificativ ($p \leq 0,05$) / Means with the same superscript are not significantly different ($p \leq 0.05$)

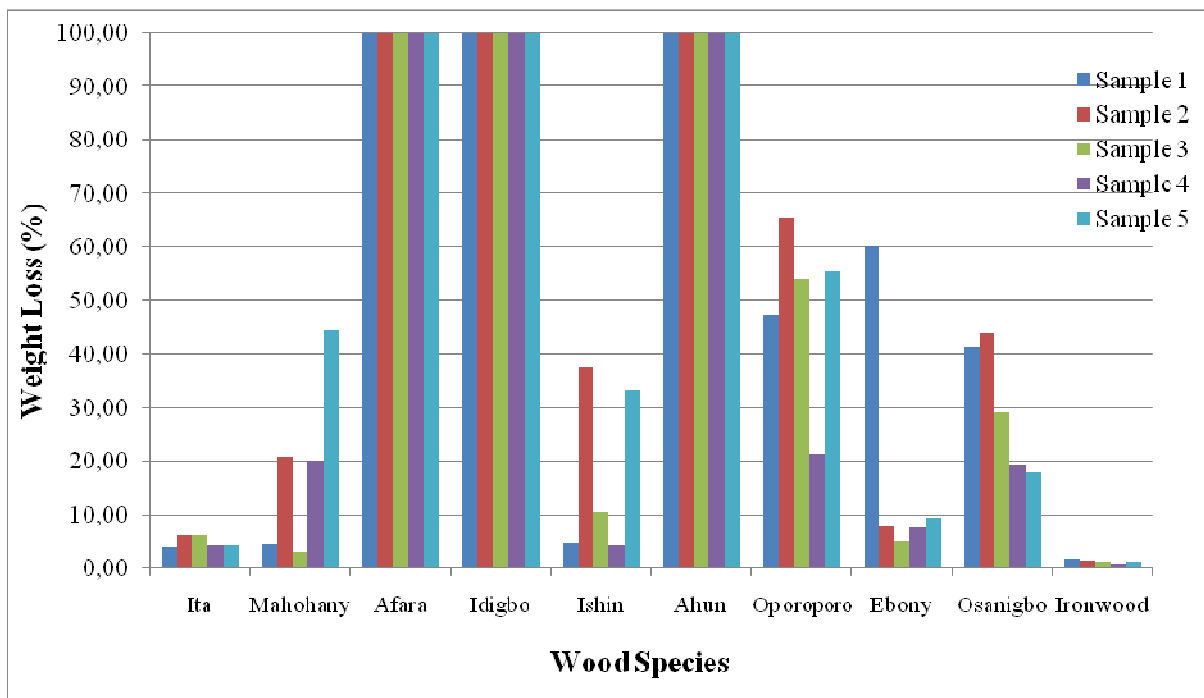


Fig. 1.

Scăderea masei (%) epruvetelor de lemn după 24 săptămâni de expunere la atacul termitelor / Decrease in weight (%) of wood samples after 24 weeks of exposure to termites' attack

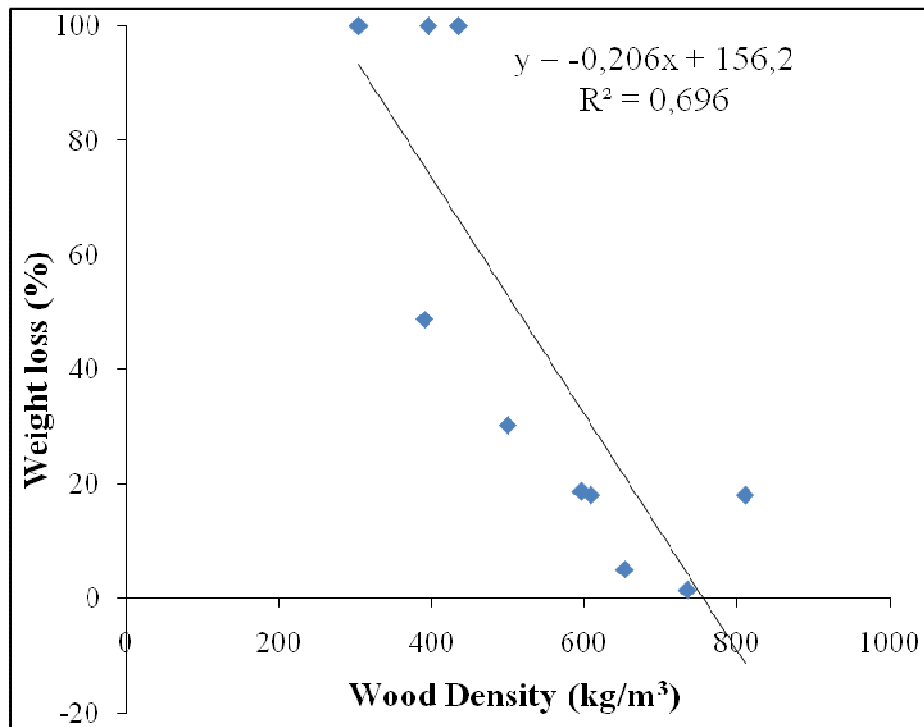


Fig. 2.

Relația dintre densitatea lemnului și pierderea de masă pentru speciile lemnoase analizate / Relationship between Wood density and Weight loss for the examined wood species.

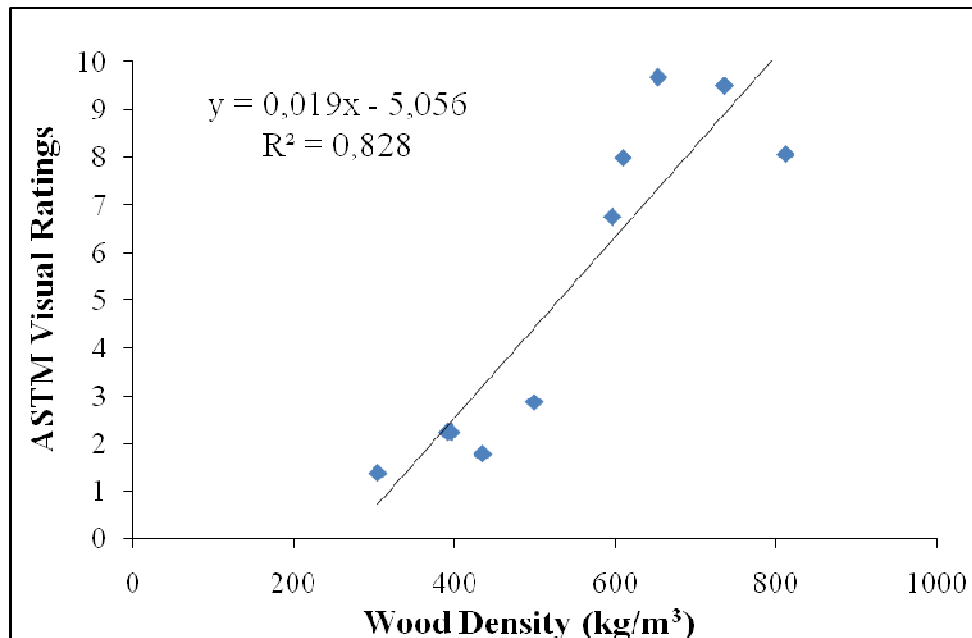


Fig. 3.

Relația dintre densitatea lemnului și evaluările ASTM pentru speciile lemnoase analizate / Relationship between Wood density and ASTM ratings for the examined wood species.

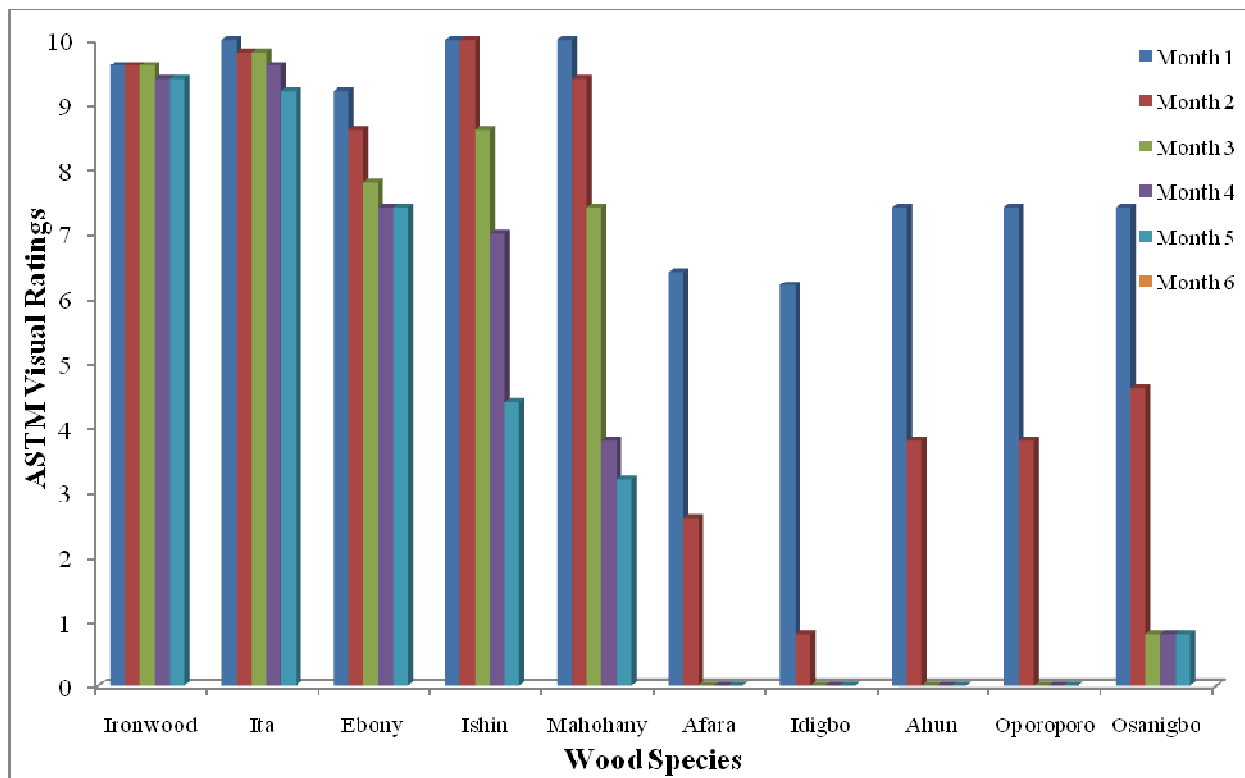


Fig. 4.

**Rezistența speciilor lemnoase la atacul termitelor de subsol după 24 de săptămâni de expunere /
Resistance of the wood species to subterranean termite attack after 24 weeks of exposure.**

CONCLUZII

Rezultatele acestui studiu relevă faptul că densitatea lemnului are o influență semnificativă asupra rezistenței lemnului la atacul termitelor subterane așa cum reiese din corelația puternică dintre pierderea de masă și estimările ASTM. S-a recunoscut totuși că și alt factor precum conținutul de substanțe extractive poate fi responsabil de rezistența lemnului la atacul termitelor subterane. De asemenea trebuie menționat faptul că, oricât de rezistent ar fi lemnul, indiferent de clasa de densitate a speciilor lemnoase, ar fi de dorit aplicarea unui tratament chimic pentru extinderea duratei de viață a speciilor peste nivelul lor de rezistență naturală.

CONCLUSIONS

Wood density is of significant influence in the natural resistance of wood to subterranean termites as revealed in its strong correlation between weight loss, and ASTM rating values from the results of this study. It was however acknowledged that other factors such as extractive content other than density may be responsible for natural resistance of wood to subterranean termites. It should also be noted that however resistant the wood species may be irrespective of their density classes, a chemical treatment may still be desirable to extend the service life of the species beyond their level of natural resistance.

BIBLIOGRAFIE / REFERENCES

Adam MT, Barbara LG, Joffrey JM (2002) Heartwood and Natural durability – A review. *Wood and fibre Science* 34(4):587 – 611.

ASTM (1980) Standard method of laboratory evaluation of wood and other cellulosic materials for resistance to termites. American Society for Testing and Materials Standard D 3345 – 74 (Reapproved 1980). Philadelphia, PA.

Esenther GR (1977) Nutritive Supplement Method to Evaluate Resistance of Natural or Preservative Wood to Subterranean Termites. *J. of Economic Entomology*. 70(3):341-346.

Miller RB (1999) Structure of Wood. Forest Products Laboratory. Wood handbook — Wood as an engineering

material. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–113. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, pp. 463.

Milton FT (1995) The Preservation of Wood: A Self-Study Manual for Wood Treaters. Minnesota Extension Service, BU-6413-S. University of Minnesota, College of Natural Resources, pp. 100.

Peralta RCG, Menezes B, Carvalho AG, Aguiar-Menezes E (2004) Wood consumption rates of forest species by subterranean termites (Isoptera) under field conditions. *Sociedade de Investigações Florestais* 28:283-289.

Rowell RM (2005) *In: Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites*. R.M. Rowell Ed. pp. 381-420.

Slahor JJ, Barnes HM, Dawson-Andoh B, Amburgey TL, Hassler CC (2001). The Durability of Yellow-poplar and American Beech treated with Creosote and Borate. *Forest Products Journal* 51(7/8), pp. 51 – 55.

Smyth AJ, Montgomery R (1962) Soil and land use in central Western Nigeria. Government Printer, Ibadan, Nigeria, pp. 50.

Walters CB (1981) The Chemical Treatment of Wood for End Use. In *Wood, its structure and properties*. R. F. Hangar, (Ed.) Pennsylvania State University, pp. 150-153.