

**EVALUAREA REZISTENȚEI LEMNULUI
DE GMELINA ARBOREĂ TRATAT CU
ULEI DE CREOZOT ȘI ULEI DIN COAJĂ
DE NUCI CAJU LA ATACUL
TERMITELOR SUBTERANE**

**EVALUATION OF THE RESISTANCE OF
GMELINA ARBOREA WOOD TREATED
WITH CREOSOTE OIL AND LIQUID
CASHEW NUT SHELL TO
SUBTERRANEAN TERMITES' ATTACK**

Jacob Mayowa OWOYEMI

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

Joshua KAYODE

Prof.Dr. - University of Ado-Ekiti, Department of Plant Science
E-mail: josmodkay@yahoo.com

Samuel Oluyinka OLANIRAN

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

Rezumat:

Acest studiu a examinat rezistența uleiului de creozot (CREO) și din coajă de nuci Caju (CNSL) ca substanțe de protecție a lemnului de Gmelina arborea împotriva atacului termitelor subterane. Epruvetele din lemn de Gmelina au fost tratate cu CREO nediluat și diluat la un raport de 1:1 și 1:3 CREO/kerosen și respectiv cu CNSL nediluat și diluat la un raport de 1:1 și 1:3 CNSL/kerosene, folosind procedeul imersiei la rece. Testul de expunere în teren la atacul termitelor a fost realizat în poligonul de încercări în contact cu solul timp de 36 luni (3 ani) pentru a testa eficiența substanțelor de protecție pe bază de CREO și CNSL contra termitelor subterane. Au fost efectuate observații vizuale săptămânale conform Standardelor Americane pentru Testarea Materialelor (ASTM) pentru a constata efectul expunerii prelungite a eșantioanelor de lemn la atacul termitelor. Eșantioanele tratate cu CREO au înregistrat pierderi în greutate de 54.2, 65.0 și 76.0% comparativ cu epruvetele control (netratate) care au înregistrat o pierdere de greutate de 86.7% pentru perioada respectivă. Eșantioanele tratate cu CNSL au avut pierderi de 80.0, 80.8 și respectiv 85% comparativ cu epruvetele control care au avut 86.7%. Aceste rezultate au indicat faptul că eșantioanele tratate cu CREO au asigurat o protecție mai bună împotriva termitelor subterane în comparație cu eșantioanele tratate cu CNSL pentru perioada de 36 luni.

Cuvinte cheie: Gmelina arborea; ulei de creozot; ulei din coajă de nuci Caju; termite.

INTRODUCERE

Lemnul este unul din cele mai versatile materiale de construcție care necesită protecție împotriva factorilor de degradare precum funghiile, insectele și focul (Michael ș.a. 2003). Cauzele deteriorării lemnului în timpul prelucrării sau al utilizării sunt de

Abstract:

This study examined the resistance of Creosote oil (CREO) and Cashew nut shell liquid (CNSL) on the protection of Gmelina arborea wood against subterranean termites' attack. Gmelina wooden stakes were treated with undiluted CREO and with diluted CREO/ kerosene mixtures ratio 1:1 and 1:3; undiluted CNSL and diluted CNSL/kerosene mixtures ratio 1:1 and 1:3, using cold dipping method. Termites' field exposure test was carried out at the timber grave yard for 36 months (3 years) to test the resistance of CREO and CNSL preservatives to subterranean termites. Weekly visual observations according to American Standards for Testing Materials (ASTM) were taken to find out the effect of prolonged exposure of treated wood samples to termites' attack. CREO treated samples had 54.2, 65.0 and 76.0% weight loss compared to the control (untreated) sample having 86.7% respectively for the same period. CNSL treated samples had 80.0, 80.8 and 85.0% weight loss respectively compared with the control with 86.7%. These results indicated that CREO treated samples provided a better protection against subterranean termites compared with CNSL treated samples for the 36-month period.

Key words: Gmelina arborea; creosote oil; Cashew nut shell liquid; termites.

INTRODUCTION

Wood is one of the most versatile building materials that need protection from degrading factors such as decay, insects and fire (Michael et al. 2003). The causes of wood deterioration during its

interes pentru cercetătorii în domeniul lemnului și mediului.

Pierderile economice datorită atacului de ciuperci, insecte, termite și dăunători marini cer o serioasă atenție. Insectele constituie un extraordinar risc pentru arbori și lemn (Akanbi 1980). Paguba la cherestea datorită insectelor în regiunea tropicală este atât de ridicată, încât utilizarea tratamentelor de protecție este o necesitate. Insectele sunt cei mai răspândiți dintre agenții de distrugere care au fost raportați ca distrugători ai plantațiilor de *Gmelina arborea* în unele părți ale lumii (Onyekwelu 2001).

Trei dintre cei mai distructivi dăunători sunt termitelile, insectele coleoptere (Lyctidae și Bostrichidae) și furnicile din genul *Camponotus*. Din punct de vedere al proiectării structurale, termitelile reprezintă o serioasă îngrijorare (Walters 1981). Natura distructivă a termitelor le plasează pe un loc fruntaș în rândul insectelor distrugătoare ale lemnului de importanță economică. Termitelile au produs pagube serioase în domeniul construcțiilor atât particulare cât și publice, ceea ce i-a determinat pe constructori să se gândească serios la ce este de făcut pentru a controla incidența lor (Owoyemi 2009).

Pentru a opri această situație distructivă și a reduce pierderile în termeni de cost de materiale și înlocuire, lemnul trebuie să fie protejat adecvat, la punerea în operă, față de incidența atacului de termite. Rezistența lemnului la acești agenți de distrugere poate fi crescută prin utilizarea substanțelor chimice potrivite, aplicate ca mijloace de protecție (Desch 1985). Utilizarea mijloacelor chimice de protecție a fost o practică obișnuită printre constructori și arhitecți; aceasta a condus la inundarea pieții cu diferite tipuri de substanțe chimice de protecție sub diferite denumiri comerciale. Cele mai multe chimicale au fost utilizate cu puțin sau fără succes.

Constructorii din Nigeria utilizează substanțe chimice de protecție cum ar fi uleiul de creozot și *solignum* pentru tratamentul lemnului de construcție. Preferința pentru acestea se datorează costului scăzut, aplicării ușoare și faptului că acestea sunt sigure la manipulare.

Uleiul de creozot este cel mai utilizat dintre uleiurile de protecție. Uleiul de creozot este produs prin distilarea la temperatură înaltă a cărbunelui bituminos, dar în zilele noastre în principal este produs din soluții de substanțe chimice cum ar fi pentaclorfenol, naftenat de cupru dizolvat în ulei (EPA 2007; CBPD 2008). Distilatul constă în hidrocarburi aromatice solide, compuși gudronici cu caracter acid și bazic. Creozotul este toxic pentru ciuperci și insecte, relativ insolubil în apă și este în general ieftin. Aplicarea se poate face fie prin tratamente sub presiune, fie prin imersie la cald sau la rece. Tratamentul cu ulei de creozot conferă lemnului o protecție excelentă împotriva ciupercilor, atacului termitelor și a dăunătorilor marini (Willeitner 1977).

processing or when it is in service is of concern to wood and environmental scientists.

The economic losses due to the attack of decay fungi, wood boring insects, termites and marine borers demand serious attention. Insects constitute tremendous hazards to forest trees and wood in service (Akanbi 1980). The damage to timber from insects in the tropical region is so high that the use of preservative treatment becomes necessary. Insects are the most widespread among the agents of destruction that had been reported to destroy *Gmelina arborea* plantations in some parts of the world (Onyekwelu 2001).

Three of the most troublesome ones are termites, power-post beetles and carpenter ants. From the standpoint of structural design, the termite is of serious concern (Walters 1981). The destructive nature of termites made it the most prominent among the wood destroying insects of economic importance. Termites had caused serious damages to both private and public buildings that builders now think of what to do to control its occurrence (Owoyemi 2009).

In order to arrest this destructive situation, and reduce the waste incurred in terms of materials and cost of replacement, wood in service must be adequately protected from the incidence of termites attack. The resistance of wood to these agents of destruction may be increased through the use of suitable chemicals applied as preservatives (Desch 1985). The use of chemical preservatives had been a common practice among builders and architects; this led to flooding the market with different types of chemical preservatives under various trade names. Most of these chemicals have been used with little or no success.

Builders in Nigeria use preservative chemicals like creosote oil and solignum for pre-construction treatment of wood. The preference for these might be due to their low cost, ease of application and that they are safe to handle.

Creosote oil is the most widely used of all preservative oils. Creosote oil is produced by the high-temperature distillation of bituminous coal, but nowadays mainly produced from solutions of chemicals like pentachlorophenol, copper naphthenate dissolved in oil (EPA 2007; CBPD 2008). The distillate consists of solid aromatic hydrocarbons, and tar acids and bases. Creosote is toxic to fungi and insect, relatively insoluble in water, and is generally of low cost. Application could be with pressure treatment, hot or cold bath. It gives an excellent protection against fungal deterioration, termite, and marine borer attack (Willeitner 1977).

Cashew nut shell liquid is derived from the nutshell of cashew tree (*Anacardium occidentale*) fruits. The shell oil is around 18 – 28% of the total raw nut weight. CNSL consists of the following naturally produced phenolic compounds: anarcadic acid 73.3%; cardol 19.1%; 2-methyl cardol, 2.8%

Uleiul din coaja nucilor Caju, derivat din fructele arborelui de Caju (*Anacardium occidentale*), reprezintă 18 - 28% din greutatea totală a nucii crude. Acest ulei (CNSL) constă din următoarele componente fenolice produse natural: acid anarcardic 73.3%; cardol 19.1%; 2-metil cardol, 2.8% și anacardol, 4.8% (Tyman 1975, Tyman 1979). CNSL este uleios și vâscos și este dizolvat în solvenți organici pentru îmbunătățirea penetrabilității. Numeroasele utilizări ale produsului CNSL sunt bazate pe faptul că are tendința de auto-polimerizare prin mijloace fizice sau chimice sau o combinație a acestora. CNSL este utilizat pe larg în rețetele de detergenți, anti-oxidanți, coloranți sintetici, bactericide, fungicide și dezinfectanți (JOF 1998).

OBIECTIV

Prezenta lucrare examinează eficiența celor două substanțe naturale, uleiul de creozot și uleiul din coajă de nuci Caju în stări nediluate și diluate pe lemnul de *Gmelina arborea* la atacul termitelor subterane.

MATERIALE ȘI METODE

Epruvetele sub formă de țărushi cu dimensiuni de 35mm x 35mm x 450mm au fost debitate dintr-un arbore de *Gmelina arborea* în vârstă de 11 ani, de pe plantația forestieră a Universității Federale de Tehnologie din Akure, situată la latitudinea 7°17'N și longitudinea 5°10'E în zona pădurii tropicale din Nigeria. Această zonă are o temperatură medie anuală de 20°C, altitudine 350m și umiditate relativă între 85-100% în timpul anotimpului ploios și 60% în timpul celui uscat. Pregătirea și impregnarea epruvetelor s-a efectuat conform ASTM D 1413-76.

Epruvetele debitate astfel încât să conțină atât alburn cât și duramen, au fost marcate cu cerneală permanentă și uscate în etuvă timp de 24 ore la 103±2°C până au atins masă constantă. Această masă a fost înregistrată ca T_1 . Pentru experiment au fost folosite în total de 35 de epruvete-țărush. Acestea au fost împărțite în trei grupe: A, B și C, grupele A și B având un total de 15 țărushi fiecare și grupul C de 5 țărushi. Epruvetele din grupul C au fost folosite drept control (netratate). Grupurile A și B au fost mai întâi subîmpărțite în 3 grupe A_1, A_2, A_3 și B_1, B_2, B_3 fiecare subgrupă având un total de 5 țărushi. Subgrupele A_1, A_2, A_3 au fost tratate cu CREO, CREO/kerosen diluat la 1:1 și respectiv 1:3. Subgrupele B_1, B_2, B_3 au fost tratate cu CNSL nediluat, CNSL/kerosen diluat la 1:1 și respectiv 1:3. Toți țărushii de lemn au fost cufundați la rece în soluția de tratare la temperatura camerei pentru 24 ore. Eșantioanele tratate au fost curățate de excesul de substanță de protecție pe o plasă de sârmă și masa în stare tratată a fost înregistrată ca T_2 .

Absorbția de substanță de protecție a fost calculată în funcție de masa epruvetelor înainte și după tratamentele de protecție:

and anacardol, 4.8% (Tyman 1975; Tyman 1979). CNSL is oily and viscous and dissolved in organic solvents enhancing the penetrability. The numerous uses of CNSL are based on the fact that it lends itself to polymerization by either physical or chemical means or a combination of both. CNSL is widely used in the formulations of detergents, anti-oxidants, synthetic dyes, bactericides, fungicides and disinfectants (JOF 1998).

OBJECTIVE

This paper examines the effectiveness of these two natural substances, creosote oil and cashew nut shell liquid, in undiluted and diluted states, on the protection of *Gmelina arborea* wood from the attack of subterranean termites.

MATERIALS AND METHODS

Wooden stakes of 35mm x 35mm x 450mm were cut from 11-year old *Gmelina arborea* tree obtained from the Federal University of Technology, Akure Forestry Plantation. The Federal University of Technology Akure lies between Lat. 7°17'N, Long 5°10'E in the tropical rainforest zone of Nigeria. This zone has a mean annual temperature 20°C, an elevation of 350m and relative humidity between 85 – 100% during raining season and 60% during hamattan period. The preparation and impregnation of the test pieces were done as specified by ASTM D1413-76.

The wooden stakes which contain both heartwood and sapwood were marked with waterproof ink and dried in an oven for 24 hours at 103±2°C until a constant weight was attained. This weight was recorded as T_1 . A total of 35 stakes were used for the experiment. They were divided into three groups; A, B and C with groups A and B having a total of 15 stakes each and group C with 5 stakes. Wooden stakes in group C were used as control (untreated). Groups A and B were further subdivided into 3 groups A_1, A_2, A_3 and B_1, B_2, B_3 with each subgroup having a total of 5 wooden stakes. Subgroups A_1, A_2, A_3 were treated with undiluted CREO, CREO/Kerosene diluted at 1:1 and 1:3. Subgroups B_1, B_2, B_3 were treated with undiluted CNSL, CNSL/Kerosene diluted at 1:1 and 1:3 respectively. All wooden stakes were cold dipped at room temperature for 24hours. The treated samples were drained of excess preservatives on a wire mesh and the treated weight was recorded as T_2 .

The preservative absorption was calculated using the weight of the samples before and after the preservative treatments:

$$\text{Absorption \%} = 100 \times \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1} \right) \quad (1)$$

where: T_2 = treated weight.
 T_1 = dry weight.

$$\text{Absorbția \%} = 100 \times \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1} \right) \quad (1)$$

unde: T_2 = masa după tratare.

T_1 = masa în stare anhidră.

Epruvetele tratate au fost păstrate 72 ore în laborator pentru condiționare înainte de expunerea în câmp. Momeliile de termite tăiate din *Gmelina arborea* au fost împrăștiate la întâmplare pe pământ pentru o săptămână pentru a induce și iniția activitățile termitelor, țăruii au fost introduși 225 mm sub nivelul solului și evaluarea a fost efectuată săptămânal timp de 36 luni pentru a aprecia efectele atacului termitelor. Examinarea vizuală a țăruiilor a fost condusă și apreciată săptămânal în conformitate cu aprecierea vizuală cerută de ASTM D 3345 - 74 astfel:

10 = Sănătos, suprafața mușcăturilor permisă.

9 = Atac ușor.

7 = Atac moderat, penetrarea lemnului.

4 = Atac puternic, 30% până la 50% din secțiunea transversală a lemnului mâncată de termite.

0 = Eșec, peste 50% din secțiunea transversală a lemnului mâncată de termite.

Țăruii au fost înlăturați în fiecare a 12-a lună și pierderea în greutate datorită atacului termitelor a fost calculată astfel:

$$\text{Pierderea de masă \%} = 100 \times \left(\frac{T_3 - T_4}{T_3} \right) \quad (2)$$

unde: T_3 = masa condiționată după tratamentul de protecție;

T_4 = masa după expunerea la atacul termitelor.

Datele obținute au fost supuse la o analiză de varianță cu o variabilă (ANOVA) și mediile au fost comparate la nivelul de încredere stabilit pentru nivelul de probabilitate de 5 %.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Procentajul mediu de absorbție rezultat a arătat că uleiul de creozot nediluat a avut o medie de 7.61 ± 2.74 ; amestecul creozot/kerosen 1:1 a avut o medie de 6.43 ± 2.48 și amestecul creozot/kerosen 1:3 a avut o medie de 4.70 ± 1.05 .

Uleiul din nuci Caju (CNSL) nediluat a avut o medie de 6.45 ± 2.48 ; amestecul CNSL/kerosen la 1:1 a avut o absorbție medie de 6.19 ± 1.69 și amestecul CNSL/kerosen 1:3 a avut media de 5.38 ± 1.66 (Tabelul 1).

Analiza variației valorilor medii ale absorbției procentuale pentru substanțele de protecție a arătat că nu există diferență semnificativă ($p > 0.05$) între absorbția de Creosot și CNSL în ciuda faptului că diluția cu kerosen a fost folosită pentru a reduce vâscozitatea și pentru a îmbunătăți absorbția de către lemnul *Gmelina*. S-a observat de asemenea că pentru CREO și CNSL în starea nediluată,

The treated samples were kept open in the laboratory for 72 hours for conditioning before the field exposure. Termite baits of *Gmelina arborea* off cuts were randomly scattered on the ground for one week to induce and initiate termite activities, the stakes were pegged 225 mm below the ground level and assessment carried out weekly for 36 months to evaluate the effects of termite attack. Visual examination of the stakes was conducted and rated weekly according to ASTM D 3345 – 74 visual rating as follows:

10 = Sound, surface nibbles permitted.

9 = Light attack.

7 = Moderate attack, penetration the wood.

4 = Heavy attack 30% to 50% of the wood cross section eaten by termites.

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

Stakes were removed every twelfth month and weight loss due to termites' attack was calculated thus:

$$\text{Weight loss \%} = 100 \times \left(\frac{T_3 - T_4}{T_3} \right) \quad (2)$$

where: T_3 = conditioned weight after preservation treatment.

T_4 = weight after exposure to termite attack.

Data obtained were subjected to one-way analysis of variance (ANOVA) and means separated at 5% level of probability.

RESULTS AND DISCUSSION

The result of mean percentage absorption showed that undiluted Creosote had a mean of 7.61 ± 2.74 ; Creosote/Kerosene mixture at 1:1 had 6.43 ± 2.48 and Creosote/Kerosene mixture at 1:3 had a mean of 4.70 ± 1.05 .

Undiluted CNSL had a mean of 6.45 ± 2.48 ; CNSL/Kerosene mixture at 1:1 had a mean absorption of 6.19 ± 1.69 and CNSL/Kerosene mixture at 1:3 had a mean absorption of 5.38 ± 1.66 (Table 1).

The analysis of variance for the mean percentage absorption for the preservatives showed that there is no significant difference ($p > 0.05$) between the absorption of both Creosote and CNSL despite the dilution with kerosene which was used to reduce their viscosity and to enhance absorption by *Gmelina* wood. It could also be observed that at undiluted state of CREO and CNSL, the percentual absorption is higher than in diluted state, but it decreases as the concentration reduces because further dilution affected viscosity which in turn affected weight intake of the active ingredients (Fig. 1).

procentajul de absorbție este mai mare decât în stările diluate, dar descrește pe măsură ce concentrația se reduce deoarece diluarea afectează vâscozitatea și implicit greutatea ingredientilor activi absorbiți (Fig. 1).

Absorbția scăzută a acestor substanțe de protecție de către lemnul de *Gmelina arborea* poate fi atribuită naturii uleioase a substanței de protecție și naturii lemnului de *Gmelina* folosit. Absorbțiile sunt de obicei scăzute pentru substanțele de protecție de natură uleioasă datorită vâscozității naturale ridicate și pot fi îmbunătățite numai prin tratare la cald, pentru a scădea vâscozitatea acestora și deci creșterea absorbției.

Încălzirea la temperaturi peste 100°C este necesară pentru a îmbunătăți vâscozitatea și în consecință penetrarea pentru CREO. Natura uleioasă și vâscoasă a CNSL solicită utilizarea solvenților organici de diluare pentru a îmbunătăți absorbția și penetrarea în lemn (Adeltogun 1998).

De asemenea, structura lemnului de *Gmelina arborea* a constituit altă barieră la pătrunderea substanțelor de protecție. Lemnul de *Gmelina arborea* are greutatea specifică medie între 0.4 - 0.6g/cm³. Vasele nu sunt așezate într-o formă specifică și prezintă diametrul mediu pe secțiunea tangențială de 130 - 240μm. Incluziunile minerale cum ar fi cristalele sunt prezente și plasate în razele celulelor (Richter și Dallwitz 2000). Vasele constituie principalul canal pentru pătrunderea soluției de protecție în lemn, în direcție longitudinală; după aceea soluția penetrează lateral în țesuturile înconjurătoare prin punctuațiile areolate între celulele adiacente. Razele și punctuațiile între celulele adiacente reprezintă calea comună pentru penetrare laterală, radială și tangențială. Duramenul uscat este rezistent la penetrarea de către substanțele apoase și uleioase de protecție chiar în cazul procedeeleor de tratare sub vacuum sau la cald. Depozitarea de substanțe extractive în pereții celulelelor lemnului și în lumene în timpul transformării biochimice a alburnului în duramen, încrustația suprafeței membranei punctuațiilor ca și obturarea vaselor cu țile sunt principalii factori responsabili pentru impermeabilitatea duramenului de *Gmelina*.

Rezultatele observațiilor vizuale săptămânale pe parcursul celor 36 luni de expunere sunt prezentate în Fig. 2 și 3. CREO nediluat a produs cel mai ridicat nivel de protecție împotriva atacului termitelor subterane până la a 24-a lună. Epruvetele de lemn tratate cu amestec CREO/kerosen la 1:1 și 1:3 a produs protecție numai până la a 15-a și a 12-a lună. Aceasta este o indicație că cea mai bună protecție poate fi oferită numai când creozotul este utilizat nediluat. Potențialul substanței de protecție CREO se reduce când este diluat cu solvenți organici.

Eșantioanele tratate cu CNSL s-au comportat nesatisfăcător în timpul testelor din teren. CNSL nediluat a oferit protecție până la luna a 6-a și a eșuat complet în timpul testelor de teren înainte de

The low absorption of these preservatives by *Gmelina arborea* wood can be attributed to the oily nature of the preservatives and the structure of the wood used, i.e. *Gmelina* wood. Absorptions are usually low for oil borne preservatives because of their high viscous nature and can only be improved by hot treatment to lower its viscosity and thus increase absorption.

Heating at temperatures up to 100°C is needed to improve the viscosity and consequently the penetration of CREO. The oily and viscous nature of CNSL requires the use of organic solvents for dilution to enhance absorption and penetration by wood (Adetogun 1998).

Also the wood structure of *Gmelina arborea* constituted another barrier to the flow of the preservatives. *Gmelina arborea* wood has a medium specific gravity between 0.4 - 0.6g/cm³. Vessels are not arranged in any specific pattern and an average tangential vessel diameter 130 - 240μm. Mineral inclusions such as crystals are present and located in ray cells (Richter and Dallwitz 2000). The vessels constitute the main channel for flowing in of preservative solution into the wood in the longitudinal direction; thereafter the solution penetrates laterally into the surrounding tissues through the bordered pits in the adjacent cells. The rays and the pits in the adjacent cells are the common pathways for lateral, radial and tangential penetration. The dry heartwood is resistant to penetration by both water-borne and oily preservatives even when treated with vacuum pressure and hot treatment methods. Deposition of extractives in the wood cell walls and in the lumens during the biochemical transformation of the sapwood into heartwood, encrustation of the pit membrane surface as well as the in-growth of obstructing tyloses into the vessels are majorly responsible for the impermeability of *Gmelina* heartwood.

The results of weekly visual observation for the 36-month exposure are shown in Fig.2 and Fig.3. The undiluted CREO provided the highest level of protection against the attack of subterranean termites till the 24th month. Wood samples treated with CREO/Kerosene mixtures at 1:1 and 1:3 only provided protection till the 15th and 12th months. This is an indication that the best protection could only be provided when creosote is used undiluted. The potency of CREO preservative reduces when diluted with organic solvents.

CNSL treated samples performed poorly during the field test. Undiluted CNSL provided protection till the 6th month and failed completely before the 12th month. CNSL/Kerosene mixtures at 1:1 and 1:3 were able to prevent termite attack till the 5th and 4th month respectively compared with the control that started failing at the 6th month. This result showed that CNSL had low termiticidal properties or the level of toxicity required to prevent termite attack was insufficient.

luna a 12-a. Amestecurile CNSL/kerosen la 1:1 și 1:3 au reușit să prevină atacul termitelor până la a 5-a și respectiv a 4-a lună comparativ cu epruvetele control care au început să se degradeze total la a 6-a lună. Acest rezultat a arătat că CNSL are proprietăți termicide scăzute sau nivelul de toxicitate cerut pentru a preveni atacul termitelor este insuficient.

Rezultatul privind pierderea medie de masă este prezentat în Tabelul 2 și Fig. 4. Eșantioanele tratate cu CREO nediluat au avut o pierdere medie în masă de 54% după 36 luni de expunere la atacul termitelor. Amestecurile CREO/Kerosen 1:1 și 1:3 au avut o pierdere medie de masă de 65.0 și 76% în timp ce epruvetele control au avut 86.7% la expirarea aceleiași perioade. Rezultatul analizei de varianță pentru pierderea medie de masă a dezvăluit că există o diferență semnificativă ($p < 0.05$) la pierderea de masă la a 12-a lună de expunere dar nesemnificativă la a 24-a și a 36-a lună. CREO nediluat a avut cea mai mică pierdere de masă. CNSL nediluat a avut o pierdere medie de masă de 85.0% care nu este semnificativ diferită de valoarea epruvetei-control, de 86.7% la sfârșitul perioadei de expunere de 36 luni.

Cu aceste rezultate, s-a putut observa că există o diferență mare în ceea ce privește nivelul de protecție oferit de CREO și CNSL. Din trei diluții de CREO folosite, numai creozotul nediluat și amestecul Creosot/Kerosen 1:1 au oferit protecție minimă pentru perioada de 12 luni. În timp ce produsul nediluat a început eșuarea la a 12-a lună, amestecul 1:1 a început eșuarea la a zecea lună și 1:3 a început la a șaptea lună și nu a oferit protecție pentru restul perioadei. Aceasta a arătat că următoarele condiții ar trebui respectate la tratarea cu CREO nediluat și amestec de 1:1 CREO/Kerosen pentru a preveni invazia termitelor:

- Lemnul tratat cu CREO nediluat ar trebui re-tratat după fiecare a unsprezecea lună.
- Lemnul tratat cu CREO/Kerosen în amestec de 1:1 ar trebui re-tratat după fiecare a noua lună.

Aceasta va garanta protecția lemnului de *Gmelia arborea* în serviciu prin prevenirea distrugerii barierei chimice și prelungirea duratei de folosire. Uleiul de creozot (uneori numit solignum pe piața locală) este ușor disponibil pe piață și în cerere ridicată deoarece este relativ ieftin, disponibil și poate fi diluat cu kerosen pentru aplicare ușoară (Willeitner 1977).

Gmelina arborea tratat cu CNSL la trei nivele (nediluat, 1:1 kerosen și 1:3 kerosen) oferă o protecție minimă împotriva atacului termitelor ceea ce înseamnă că CNSL în general a avut rezistență scăzută la termite. Oricum, un produs toxic suplimentar ar putea fi adăugat pentru a crește toxicitatea acestuia. O cercetare mai recentă efectuată de (Adetogun 1998) a relevat că CNSL a posedat proprietăți fungicide, care au permis să fie utilizat la controlul efectului devastator pentru lemn al ciupercilor xilofage. Oricum, fortificarea cu Aldex 40, Permetrin sau Pyrimex pentru a-i crește nivelul de

The result of mean weight loss is shown in Table 2 and in Fig. 4. Undiluted CREO treated samples had a mean weight loss of 54.2% at the end of the 36 month exposure to termites. CREO/Kerosene mixtures at 1:1 and 1:3 had a mean weight loss of 65.0 and 76.0% while the control had 86.7% at the expiration of the same period. Result of the analysis of variance for mean weight loss further revealed that there is significant difference ($p < 0.05$) in the mean weight loss at the 12th month of exposure but not significant at the 24th and 36th month. Undiluted CREO had the lowest weight loss values compared with CREO/Kerosene mixtures. Undiluted CNSL also had a mean weight loss of 85.0% which is not significantly different from the control with 86.7% at the end of the 36 month period of exposure.

With these results, it could be observed that there is a relatively wide gap in the level of protection provided by CREO and CNSL. Of the three dilutions of CREO used, only the undiluted creosote and 1:1 creosote/kerosene mixture provided minimal protection for twelve-month period. While the undiluted started failing at the twelfth month; 1:1 mixture commenced failure at the tenth month and 1:3 started at the seventh month and did not provide protection for the rest of the period. This showed that post-installation treatment schedule should be observed as follows for the undiluted CREO and 1:1 CREO/Kerosene mixture to forestall termites' invasion:

- Undiluted CREO treated wood should be re-treated after every eleventh month.
- 1:1 CREO/kerosene treated wood should be re-treated after every ninth month.

This will guarantee the protection of *G. arborea* wood in service by preventing chemical barrier failure and extend service life. Creosote oil (sometimes called solignum in the local market) is readily available in the market and in high demand because it is relatively cheap, available and may be diluted with kerosene for ease of application (Willeitner 1977).

Gmelina arborea treated with CNSL at three levels (undiluted; 1:1 kerosene and 1:3 kerosene) provided a minimal protection against termite attack which means that CNSL generally had low resistant to termites. However a toxicant could be added to increase its toxicity. Earlier work by (Adetogun 1998) revealed that CNSL possessed fungicidal properties, which enabled it to be used to control the devastating effect of wood rotting fungi. However, fortification with Aldex 40, Permetrin or Pyrimex to increase its toxicity level is necessary for it to be used as termiticide (Remadevi and Raja 2007).

toxicitate este necesară pentru ca acesta să fie utilizat ca termicid (Remadevi și Raja 2007).

Tabelul 1 / Table 1

Media absorbției de CREO și CNSL de către lemnul de Gmelina în funcție de concentrația amestecului cu kerosen / Mean absorption of CREO and CNSL by Gmelina wood with respect to their level of concentrations

Substanța de protecție a lemnului / Wood Preservatives	Conc.	Absorbția / Absorption %
CREO	Nediluat / Undiluted	7.61±2.74a
	1:1 amestec / mixture	6.43±2.48ab
	1:3 amestec / mixture	4.7±1.05bc
CNSL	Nediluat / Undiluted	6.45±2.48a
	1:1 amestec / mixture	6.19±1.69ab
	1:3 amestec / mixture	5.38±1.66bc

Mediile cu aceleași litere pe verticală nu sunt semnificativ diferite la $p > 0.05$ / Means with the same letters vertically are not significantly different at $p > 0.05$.

Tabelul 2 / Table 2

Rezultatul testului pe teren pentru Gmelina arborea tratat cu CREO și CNSL la 12, 24 și 36 luni de expunere la atacul termitelor arătând pierderea medie de masă pentru perioada respectivă / Result of field test for Gmelina arborea treated with CREO and CNSL at 12, 24 and 36 months of exposure to termite attack showing the mean weight loss for the period

	Tratament / Treatment	ASTM Media de evaluare vizuală / ASTM Mean visual rating	Pierdere de masă / Weight loss % (12)	Pierdere de masă / Weight loss % (24)	Pierdere de masă / Weight loss % (36)
CREO	Nediluat / Undiluted	9.9 atac ușor / Light attack	12.4	33.3	54.2
	1:1	9.6 atac ușor / Light attack	14.7	39.8	65.0
	1:3	8.6 Moderat / Moderate	24.2	50.1	76.0
CNSL	Nediluat / Undiluted	8.02 Moderat / Moderate	31.4	55.7	80.0
	1:1	7.5 Moderat / Moderate	33.9	57.4	80.8
	1:3	6.8 Moderat / Moderate	37.4	61.1	85.0
Control	-	5.8 Greu / Heavy	56.5	71.5	86.7

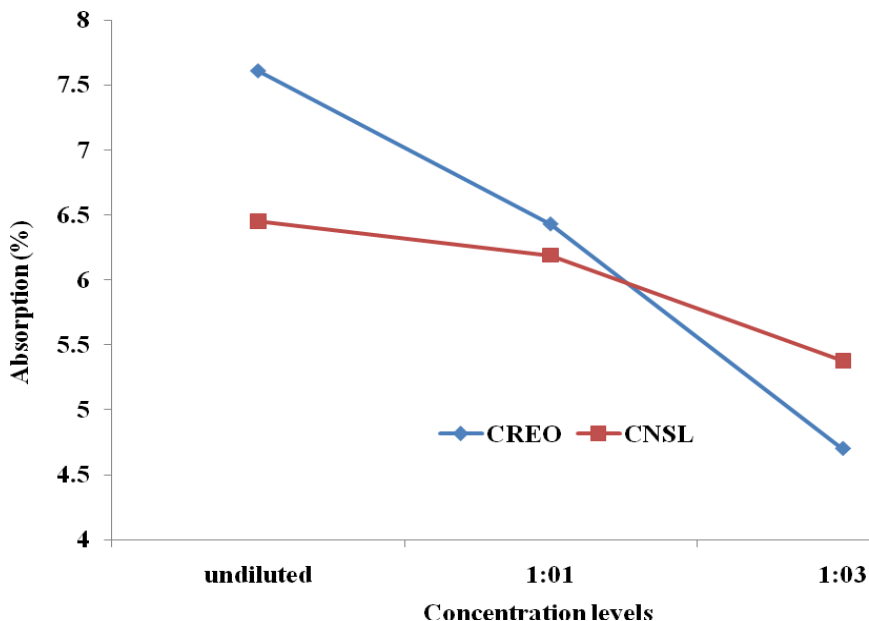


Fig. 1.

Absorbția procentuală de CREO și CNSL a lemnului de Gmelina arborea / Percentage absorption of CREO and CNSL by Gmelina arborea wood.

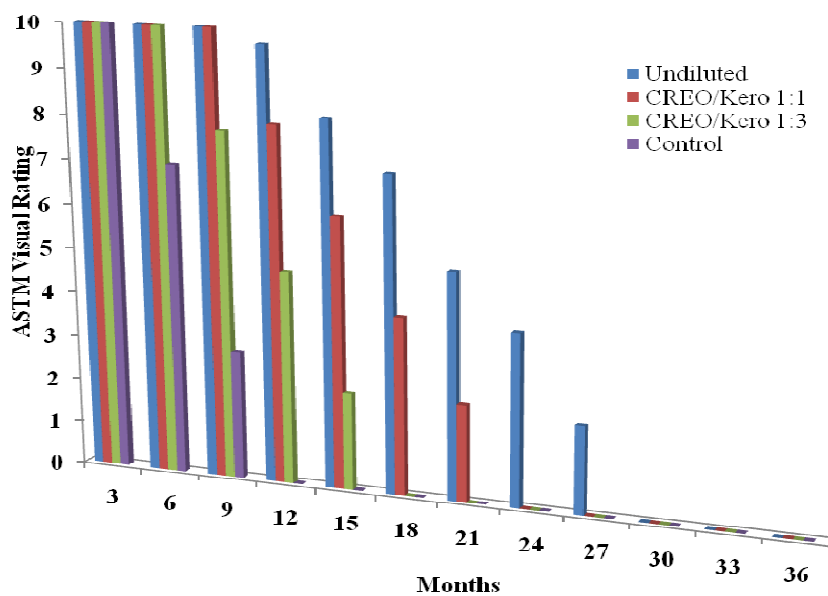


Fig. 2.

Evaluarea vizuală medie ASTM pentru CREO a țărășilor de lemn de Gmelina arborea timp de 36 luni de expunere la termita subterană / Mean ASTM visual rating of CREO treated Gmelina wood stakes during 36 months of exposure to subterranean termites.

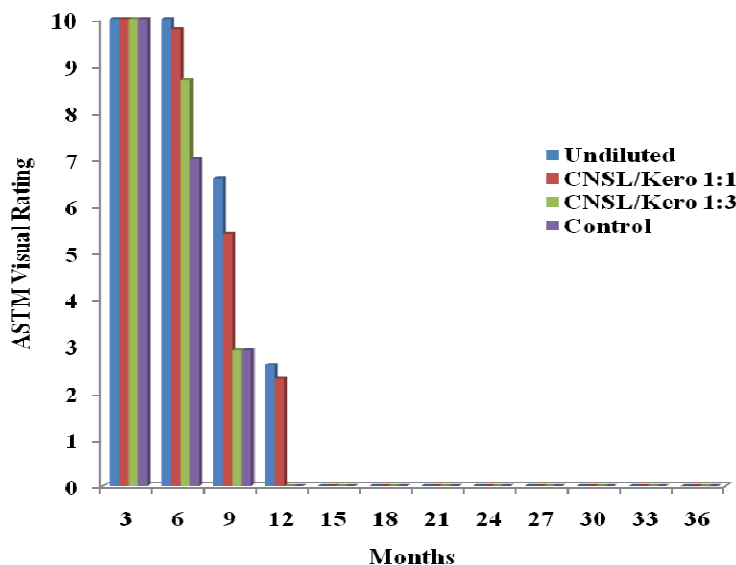


Fig. 3.
Evaluarea vizuală medie ASTM pentru CNSL a țărășilor de lemn de Gmelina arborea timp de 36 luni de expunere la termitelile subterane / Mean ASTM visual rating of CNSL treated Gmelina wood stakes during 36 months of exposure to subterranean termites.

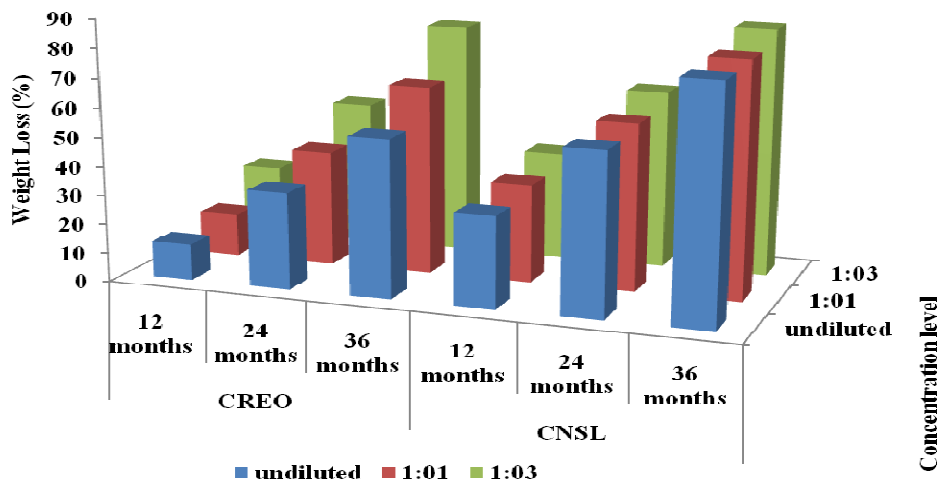


Fig. 4.
Pierdere medie în greutate a lemnului de Gmelina arborea /tratată cu CREO și CNSL timp de 36 luni de expunere la atacul termitelor / Mean weight loss of Gmelina wood treated with CREO and CNSL during 36 months of exposure to termite attack.

CONCLUZII

Lemnul de *Gmelina arborea*, specie repede crescătoare cultivată în plantații, este în prezent frecvent utilizată în construcții în Nigeria, ca urmare a reducerii resurselor de lemn din pădurea naturală. Acest studiu a arătat că acest lemn nu este natural durabil ci necesită tratamente de protecție pentru a prelungi durata de viață după punerea în operă.

CONCLUSION

Gmelina arborea, a fast growing plantation species is now popularly used for construction purposes in Nigeria due to the decline in the supply of timber from natural forest. This study has shown that the wood is not naturally durable, but requires preservative treatment to prolong service life. Treatment with Creosote oil provided protection for

Tratamentul cu ulei de creozot a oferit protecție pentru acest lemn. Totuși, programul de tratare post-instalare trebuie respectat pentru a preveni distrugerea barierei chimice. Uleiul de creozot este disponibil pe piața din Nigeria dar există un risc de a achiziționa o substanță chimică falsificată deoarece există o cerere ridicată din partea utilizatorilor locali. CNSL nu este în mod normal prelucrat ca substanță de protecție pentru lemn; această încercare de testare a arătat că el nu oferă protecția dorită pentru lemnul de *Gmelina arborea* la testul în teren și că necesită asocierea cu o substanță biocidă toxică pentru a-i îmbunătăți proprietățile termicide.

*Traducerea articolului în limba română a fost realizată de:
Prof.dr.ing. Teofil MIHĂILESCU.*

the wood. However, post-installation treatment schedule should be observed to prevent chemical barrier failure. Creosote oil is readily available in Nigerian market but there is the risk of purchasing an adulterated chemical because it is in high demand by local users. CNSL is not commonly processed as wood preservative; this trial test showed it did not provide the desired protection for *Gmelina arborea* wood in the field test but will require fortification with toxicant to improve its termiticidal properties.

BIBLIOGRAFIE / REFERENCES

- ADETOGUN, A.C. (1998). Potentials of Cashew Nut Shell Liquid as a fungicide against wood decay. Unpublished PhD. Thesis Department of Forest Resources Management, University of Ibadan, Nigeria. p. 32 - 86.
- AKANBI, M.O. (1980). Insects in Forestry. West African Farming and Food Processing Magazine, July/August, 1980.
- CBPD (2008). Creosote and the Biocidal Products Directive. January 2008 WEI Position Paper, www.bfath.de/inst4/45/doc/creosote.dpc
- DESCH, H.F. (1985). Timber - Its Structure, Properties and Utilization. Macmillan Education Ltd., p. 299 - 302.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2007). Creosote and Its Use as Wood Preservative. www.epa.gov/opp/factsheetr/chemicals/creosote
- JOF (1998). Technical Information on Cashew Nut Shell Liquid. JOF Ideal Farms Ltd. Owo, Ondo State, Nigeria, p. 80.
- MICHAEL, H.F., TODD, F.S., RICHARD, P.V., BARNES, H.M. (2003). Past, Present and Future of the Wood Preservation Industry, Forest Products Journal, 53 (10): 8 - 15.
- ONYEKWELU, J.C. (2001). Growth Characteristics And Management Scenarios For Plantation Grown *Gmelina arborea*, *Nuclear diderichii* in south Western Nigeria. Unpublished PhD Thesis, Faculty of Forestry, University of Technology, Munich, Germany, p. 6 - 175.
- OWOYEMI, J.M. (2008). Studies Of Some Preservative Treatment on *Gmelina arborea* Wood. An unpublished PhD Thesis submitted to the School of Postgraduate Studies, University of Ado -Ekiti, Ado-Ekiti, Nigeria.
- REMADEVI, O.K., RAJA, M. (2007). Durability of Timber from Exotic Species Against Termites' Attack In India Conditions. Proceedings of the International Group on Wood Protection, IUFRO Regional symposium. Tappei, Taiwan. 29th October-2nd November, 2007.
- RICHTER, H.G., DALLWITZ, W.J. (2000). Commercial Timbers: Descriptions, Illustrations, Identification And Information Retrieval. In English, French, German and Spanish. Version 14: 4th May, 2000, <http://biodiversity.uno.edu/delta/>
- TYMAN, J.H.P. (1975). Quantitative Determination of the Olenific Composition Of The Component Phenols In Cashew Nut Shell Liquid. J. Chromatography, III, p. 277 - 284.
- TYMAN, J.H.P. (1979). Non- Isoprenoid Long Chain Phenols. In Chem. Soc. Rev. 8, p. 499 - 537.
- WALTERS, C.B. (1981). The Chemical Treatment of Wood for End Use. In Wood, Its Structure and Properties. R.F. Hangar, Ed. Pennsylvania State University, p. 150-153.
- WILLEITNER, M. (1977). Simple Methods and Insitu treatment. Proceeding of the International Workshop on Wood Preservation held at FRIN, Ibadan 7th - 12th Nov. 1977: p. 12.
- ***AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS (1974). Standard Method of Evaluation of Wood and Other Cellulosic Materials for Resistance to Termites. D3345 - 74. Annual Book of Standards, p. 926 - 929.
- ***AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS (1979). Standard Method of Testing Wood Preservatives by Laboratory Soil Block Cultures. D1413 - 76. Annual Book of Standards, p. 450 - 458.