

戶外貯存製漿木片感染微生物之研究

邱俊雄

摘 要

製漿木片多堆積於戶外，易滋生微生物，而發生劣化，造成經濟上之損失，本研究以銀合歡去皮及含皮木片為試材，於實驗室內以絕緣箱模擬戶外堆積 180 天。然後分離培養，以 Nobles 檢索表，鑑定木片上之微生物種類，並與戶外堆積 75 天的商用銀合歡含皮木片對照。常見的菌類按出現頻率依次為：曲黴菌屬 (*Aspergillus*) 鏈刀菌屬 (*Fusarium*)，白腐菌 (*White rot*)，木黴菌屬 (*Trichoderma*)、青黴菌屬 (*Penicillium*) 等。

關鍵詞：木片戶外貯存，腐朽、微生物，菌絲。

邱俊雄，1988，戶外貯存製漿木片感染微生物之研究，林業試驗所研究報告季刊，3(1): 345-352.

Microorganisms in Pulpwood Chips During Outdoor Storage

Chiou, Chun-hsiung

[Summary]

Pulpwood chips stored outdoor were subject to microbial attack, which can cause significant pulp quality deterioration and economic losses.

This study was a microbial analysis of *Leucaena* barked and debarked wood chips stored under simulated laboratory conditions for 180 days and commercial wood chips stored in yard for 75 days. Subsequently the colonizing fungi on the wood chips were isolated and identified according to Nobles' Key.

1987年8月送審

1987年10月通過

主審委員：谷雲川
王益真

In this experiments, white rot fungi and mold fungi such as *Aspergillus*, *Fusarium*, White rot, *Trichoderma*, and *Penicillium* in decreasing order of frequencies were found to be the dominant species on the wood chips.

Key words: Outdoor chip storage. Decay. Microorganism. Hypha.

Chiou, Chun-hsiung, 1987, Microorganisms in Pulpwood Chips During Outdoor Storage. Bull.

Taiwan For. Res. Inst. New Series. 3(1): 345-352.

一、前言

製漿工業所用的原料，大都以木片型態於戶外堆積(outside chips storage)木片暴露於大氣中，易受微生物的侵蝕，而發生生物劣化(microbial deterioration)影響紙漿收率、紙漿品質、及用藥量。美國與加拿大自 1950 年以來即從事此方面的研究(Fuller 1985)，從技術上着手以及經濟利益上的考慮，目前不論夏季或冬季的貯存，都已使微生物的劣化，減至最低程度，甚至於東南部高溫濕地帶亦然。理論上高溫、高濕及闊葉樹材較適於木材腐朽菌(decay fungi)的生長，但是菌類抑制劑的使用，已使得以木片貯存發生之損失與原木(round wood)狀貯存在同一期內幾無差別。

目前國內的紙漿工廠，僅著重於製造技術的改進，而忽略了原料的處理，如果木材遭受菌類腐朽，結構會發生崩潰(disintegration)(Liese 1970)再多的藥品，也無濟於事，就如朽木不可彫也。其實木材腐朽後會使木材實質失重(loss of wood substance)平均每個月失重 0.5-2% 紙漿收率減少 1-10% 損失是非常驚人的，這些損失都是微生物所引起的，據 Bois(1962)、Lindgren 和 Eslyn(1961)等之研究指出戶外貯存木片堆中所分離的微生物大約可分為下列四種①變色菌及黴菌②腐朽菌③軟腐菌④酵母菌及細菌。

變色菌與黴菌多屬子囊菌(*Ascomycetes*)與不完全菌(*Fungi Imperfecti*)，常見者包括有木黴菌屬 *Trichoderma*，長口圓杓屬 *Ceratocystis*，青黴菌屬 *Penicillium*，曲黴菌屬 *Aspergillus*，及鏈刀菌屬 *Fusarium*(Lindgren and Eslyn, 1961; Bjökman and Haeger 1963)，黴菌與變色菌通常局限

於木片的表面在木片貯存早期時可見到，木片長時間受黴菌、變色菌感染會發生輕微的失重，然而在嚴重感染(advanced stage)後，木片失重也會高達 8-10%(Lindgren and Eslyn 1961)。

腐朽菌屬擔子菌(*Basidiomycetes*)，一般可分為白腐菌(White rot)與褐腐菌(brown rot)二種，白腐菌會破壞木材中的碳水化合物與木質素，闊葉樹比針葉樹易感染白腐菌，褐腐菌一般只侵蝕纖維素，常見的針葉樹(Lindgren and Eslyn 1961)，木片被腐朽菌感染之程度因樹種、地點的範圍及貯存的環境而不同。常見於松材或針葉樹的腐朽菌有：大隔孢刀伏革菌屬 *Peniophora gigantea*，籬邊革倘菌 *Lenzites saepparia*，冷朽多孔菌 *Polyporus abietinus*，毡毛多孔菌 *P. valvatus*，多年屬孔菌 *Fomes annosus*，松生屬孔菌 *F. pinicola* *F. roseus*，狹木站栓菌 *Trametes serialis*，和血恆任革菌 *Stereum sangjunolentum*，其多屬褐腐菌，在闊葉樹腐朽較常見的種類有採任革蓋菌 *Coriolus versicolor*，毛多孔菌 *Coriolus hirsutus*，烟色多孔菌 *Polyporus adustus* 淡黃多孔菌 *P. gilvus*，粗糙迷孔菌 *Daedalea confragosa*，櫟迷孔菌 *D. quercina*，和銀葉液菌 *Stereum Purpureum*，多屬白腐菌。

軟腐菌(soft rot)屬子囊菌與不完全菌，它藉破壞次生壁之微細纖維(fibrils)而造成空洞。纖維與管胞的纖維素組成物最先受到攻擊，而木質素似不受影響。菌絲由紋孔(pit)穿入，把細胞壁溶解，使木材結構發生變化於闊葉樹產生 V 型空洞，於針葉樹產生 T 型空洞。軟腐菌最重要的特性即是高溫或低溫狀態下都能生存，而白腐、褐腐菌卻不適這種環境，於戶外堆置的木片中常見的軟腐菌

有瓶霉菌屬 *Phialophora*，盤多毛刀屬 *Pestalotia*、*Bisporomyces*，毛殼菌屬 *Chaetomium*，*Chrysosporium*，單線桐菌屬 *Monodicpys*，粘來孢菌屬 *Graphium*，*Bispora* 和卷枝菌屬 *Helicosporium* (Lindgren and Eslyn 1961, Duncan 1965, Eslyn 1971)。

酵母菌與細菌也出現於戶外堆置的木片中 (Björkman and Haeger, 1963; Crane and Fassnacht, 1960; Lindgren and Eslyn, 1961)。一般認為酵母菌與細菌不會破壞木材的組成物，比重僅有微少的改變，但對於木材抽出物會有所改變。微生物孳生感染熾烈的主要因素為木片堆的溫度、水分、氧氣及木片本身之組成物。

本文研究之目的在於認識台灣地區銀合歡木片

戶外堆積所孳生的微生物，以供菌類抑制劑使用之參考，使木片戶外堆積受微生物之劣化減至最低程度。

二、材料與方法

(一)試驗材料

(1)試驗材料為銀合歡 (*Leucaena leucocephala* (Lam) deWit) K-8 品系。銀合歡採自台灣省林業試驗所恒春分所港口工作站，海拔高 50 公尺，5 年生，樹高 15 公尺，胸徑 12 公分。切取 1 至 2 公尺長之原木，運至台北該所材實驗館，原木為含皮，以移動式切片機 (eeger beever portable chipper) 切成 3×2×0.4 公分之木片，以供試驗。含

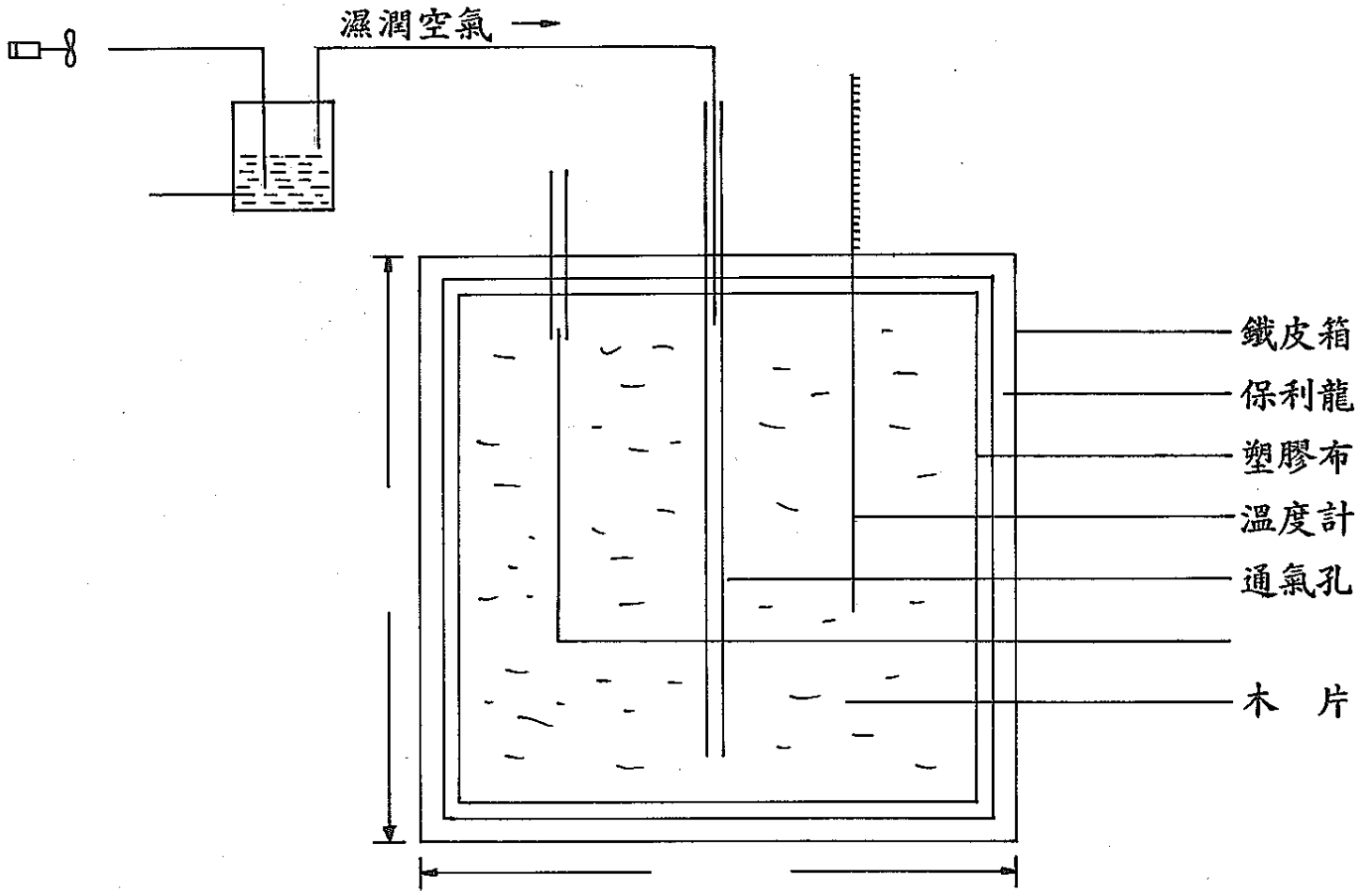


圖2 絕緣箱

Figure 2. Insulated box.

皮去皮木片分別置於絕緣箱(insulated box)其構造見圖 1，每秒注入 0.7cc 濕潤空氣，模擬戶外貯存，時間為 180 天。

(2)商用木片取自中華紙漿廠戶外堆積 75 天之銀合歡木片，為 2 年生之小徑木，直徑在 5 公分以內，木片堆積高度為 15 公尺自木片堆表層下 2 公尺處取樣以供試驗。

二、試驗方法

取自絕緣箱之去皮、含皮木片及中華紙廠現場堆積之木片，逢機取樣，各取出 10 塊木片，以消毒過之小刀於每一木片上切取 10 小塊如米粒般之木片，分別置於兩個盛有培養基之培養皿內。(培養基 potato dextrose agar PDA, 配方為 1 公分立方之馬鈴薯粒 200 g，葡萄糖 15 克，蒸餾水 1000ml，洋菜 20 g，煮沸後分置於 25 個培養皿)

置於 25°C 之培養箱內，每天照光 14 小時，經 14 天後，取出檢視其生長之菌類並分離做純粹培養，將菌種移植於盛有 PDA 之試管做斜面培養，並於顯微鏡下以 Nobles' Key (1965) 鑑定真菌種類及觀察培養皿內菌種出現的頻率及菌落型態。

三、結果與討論

木片貯存時，因微生物的代謝作用產生化學氧化，還原作用，如發酵(Fermentation)、呼吸(Respiration)和厭氣呼吸(Anaerobic respiration)。且菌類會分泌各種酵素(Enzymes)，增加其反應速率。微生物與基質(Substrate)接觸，即開始指數生長期(Logarithmic growth phase)，微生物數量增，代謝作用旺盛，釋出的二氧化碳增加(林秋裕 1977)而試材中，含皮木片有較多的碱液抽出物，同時樹皮也是貯存，運輸送養分的器官，充分地提

Table 1. Species and frequencies of fungi on Leucaena wood chips.

Class	Species	Number of isolation		
		Debarked	With bark	
		(a)	(a)	(b)
Ascomycetes & Fungi imperfecti	<i>Aspergillus phoenicis</i> (Cda) Thom	7	14	3
	<i>A. fumigatus</i> Fresenius	5	4	10
	<i>A. oryzae</i> (Ahlburg) Cohn	2	0	0
	<i>Aspergillus</i> sp.	0	4	2
	<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) de Vries	2	1	0
	<i>Chaetomium funiculum</i> Cooke	0	0	8
	<i>Fusarium oxysporium</i> Schlecht	9	6	6
	<i>F. solani</i> (Mart.) Sacc.	4	5	7
	<i>Penicillium</i> spp	6	6	7
	<i>Trichoderma hazianum</i> Rifai	4	6	0
	<i>T. koningii</i> Oudem	3	0	6
Basidiomycetes	White rot fungi of Basidiomycetes	16	10	3
	Others (unknown rot mycelium)	2	1	4

(a) Leucaena chips stored in insulated box for 180 days.

(b) Commercial leucaena chips from Chung-Hwa Pulp Co.

供菌類賴以生存的養分使生長更旺盛。實驗室模擬法的木片堆中亦具備了空氣、水分、溫度(25-39℃)，適合菌類的生長。

從銀合歡木片中分離出來的菌種很多(見表1, 圖3)其中以 *Aspergillus*, *Trichoderma* *Fusarium* 及白腐菌較多, 而比較在北美的松材, 常見的菌種有 *Aspergillus*, *Trichoderma* *Penicillium*, 樺樹(birch)以 *Trichoderma*, *Penicillium* 較多, (Björkman 1963)。

帶有不同顏色的菌絲(pigmented hyphae)聚成菌絲體(Mycelium)長在木片表面上(見圖2), 就是木材變色的主要因素。因此貯存的木片受菌類感染(Fungal infection), 其菌絲生長成為菌落(Colony), 而呈現各種顏色出來(見表2)。隨著貯存時間的增長, 菌類的大量繁殖, 而使每塊木片, 整堆木片變色(圖4)。甚至發出臭味, 最後導致木片腐朽劣化。

四、結論：

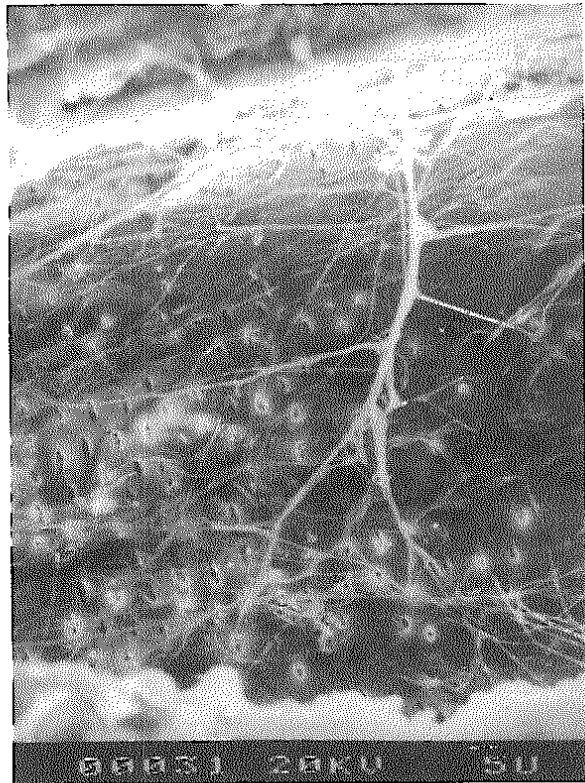
1. 本省地處亞熱帶、木片戶外堆積在高溫、多濕狀況下, 易受微生物侵蝕而引起木片生物性劣化, 本試驗中常見的真菌按出現頻率依次為：*Aspergillus*, *Fusarium*, White rot, *Trichoderma*, *Penicillium*。

2. 木片因腐朽菌所引起的變色, 即為初期的腐朽之徵狀, 應妥為處理、菌類的分離、鑑定可為木片採購、使用、庫存及劣化防治之參考。

3. 木片腐朽、劣化過程中、木材化學組成及微結構之變化, 紙漿的收率與品質以及菌落季節性之消長變化, 有待進一步研究。

五、參考文獻：

林秋裕·1977. 衛工生物學。大學圖書公司, 台北。p. 104-121.
Björkman, E., and G. E. Haeger. 1963. Outdoor storage



of chips damage by microorganisms Tappi, 46(12):757-766.

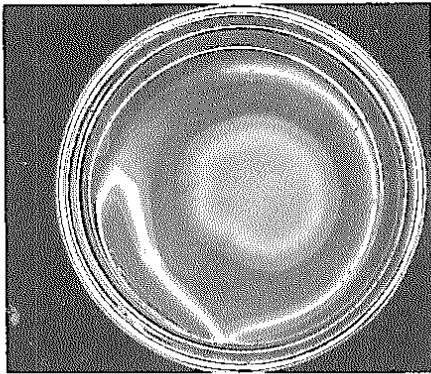
Bois, P. J 1962. A study of outside storage of hardwood pulp chips in the Southeast. Tappi, 45(8):609-618.
Crane, T. P. and D. L. Fassnacht. 1960. Summer storage of hardwood chips at Pensacola Florida. Tappi, 43(12):118A-193A.
Duncan, C. G. 1965. Determining resistance to Soft-rot fungi USDA Forest Serv. Res. Rap., FPL 48.
Fuller, W. S. 1985. Chip pile storage—a review of practices to avoid deterioration and aconomic losses. Tappi, 68(8):48-52.
Liese, W. 1970. Ultrastructural aspects of woody tissue disivtegration Ann. Rev. of Phytopathology, 8:231-258.
Lindgren, R. M. and W. E. Eslyn. 1961. Biological deterioration of pulpwood and puly chips during storage Tappi, 44(6):419-429.
Nobles, M. K. 1965. Identification of culture of wood-inhabiating Hymenomycetes. Canadian Journal of Botany, 43:1097-1139.

Table 2. Morphology of fungal colonies.

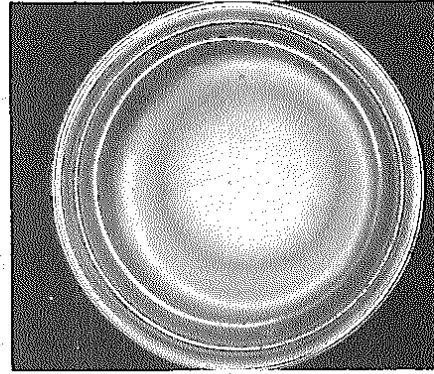
Species	Description
<i>Aspergillus phoenicis</i> (Cda) Thom	Colony black in color.
<i>A. fumigatus</i> Fresenius	Colony whitish at inception turns bluish green, dark green and finally greenish brown in color.
<i>A. oryzae</i> (Ahlburg) Cohn	Colony whitish at inception, turns yellowish green, yellowish brown and finally dark yellowish brown in color.
<i>Aspergillus</i> sp.	Colony dark grayish brown.
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) de Vries	Colony compact, black in color, slow growing.
<i>Fusarium oxysporium</i> Schlecht	Colony whitish at inception, turns gray to grayish purple with sticky buff colored spore ooze on the surface.
<i>F. solani</i> (Mart.) Sacc.	Colony white to grayish white in color turns bluish gray in later stages with sticky buff colored spore ooze.
<i>Penicillium</i> spp.	There are four kinds of colonies, small in size, colored bluish green, grayish green, grayish brown and yellowish green respectively.
<i>Trichoderma hazianum</i> Rifai	Two forms of colonies, similar in morphology. hyphae whitish initially, with greenish thick conidiophores and conidia in later growth.
<i>T. koningii</i> Oudem	Late stage colony usually turns green.
White rot fungi of <i>Basidiomycetes</i>	There are three species of <i>Basidiomycetes</i> . White rot fungi, two of them have white hyphae, the other white at inception turns yellowish at the center of the colony at later stages.
<i>Chaetomium funicolum</i> Cooke	Colony white or gray at inception, there are dark brown to black spots appearing at stages.

圖3. 菌落型態

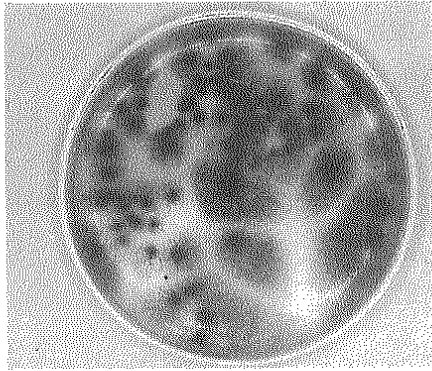
Fig. 3. Morphology of colony



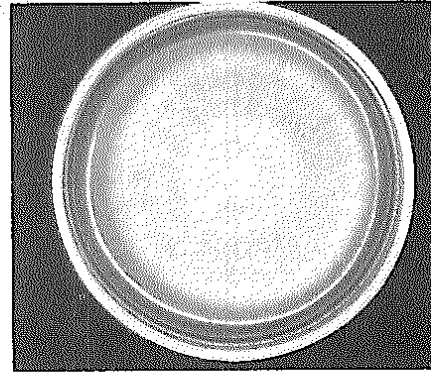
a. *Penicillium* sp.



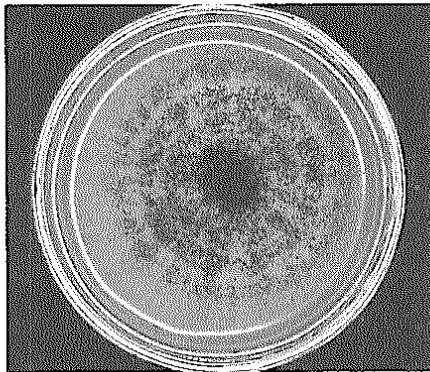
e. White rot fungi



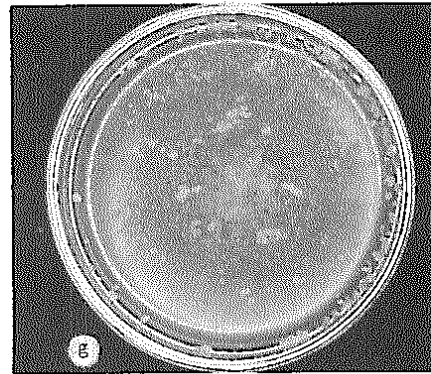
b. *Aspergillus fumigatus*



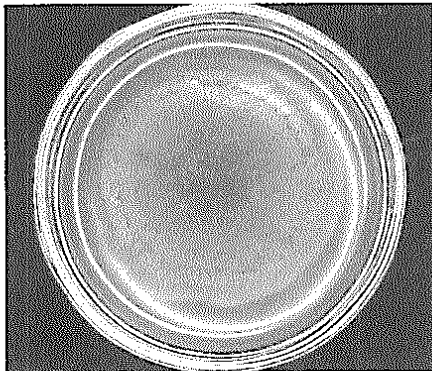
f. White rot fungi



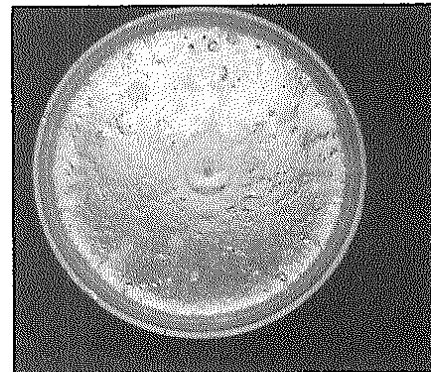
c. *Aspergillus* sp.



g. *Trichoderma* sp.



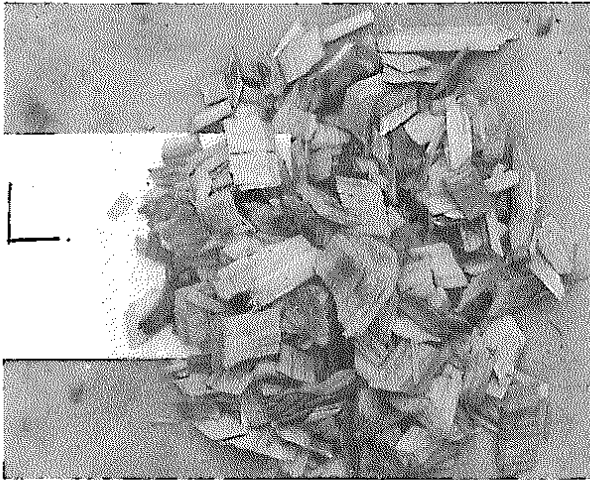
d. *Aspergillus* sp.



h. Unknown

圖4. 菌類感染後，木片顏色之變化

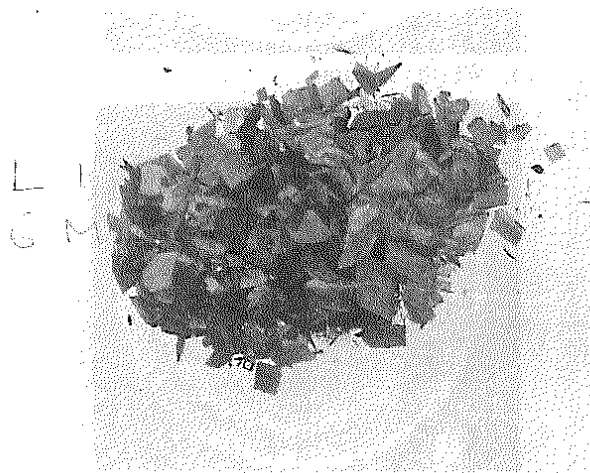
Fig. 4. Color changed due to fungal infection.



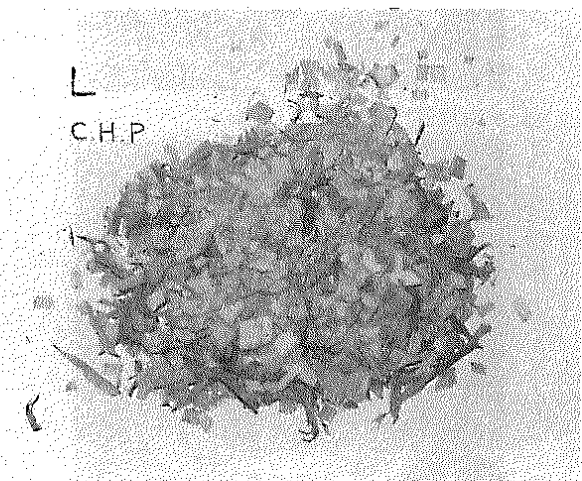
a. Leucaena fresh chips debarked



c. Leucaena chips with bark after 6 months



b. Leucaena after 6 months debarked



d. Commercial Leucaena chips with bark after 2.5 months