

# 菇類廢棄木屑堆肥混和不同濃度 CMC 之種子發芽試驗研究

張瑋珈<sup>(1)</sup> 朱祐賢<sup>(2)</sup> 林信輝<sup>(3)</sup>

## 摘 要

針對崩塌地現行之主要噴植基材組合要項及其配比設計，分析其影響植生成效之相關問題，進行菇類廢棄木屑堆肥(或稱太空包資材)與黏著劑之試驗，期望探討提升其基材之保水力，並試驗基材配比對多花黑麥草(*Lolium multiflorum*)之萌芽率與初期生長之影響。本研究先由太空包資材物理化學性質分析結果中，發現菇類廢棄木屑具有低酸鹼值(pH=5.24)、高電導度(EC=3.97 mS/cm)及高碳氮比(C/N=39.6)等不良之情形，會對種子發芽及植物初期生長造成影響。再進行高分子黏著劑之性質分析，並測定 0.1%、0.08%、0.05%、0.03%、0.015%及 0.01% 六種不同濃度之黏度，以及各濃度對於萌芽率之影響。從研究結果顯示，高分子黏著劑使用少量時(0.01%~0.1%)，就有著相當良好之黏著效益，各濃度之發芽狀況亦相當良好(皆達萌芽率 85%)，其中以黏著劑濃度 0.015%之發芽狀況最佳(萌芽率 92%)。

(**關鍵詞**：噴植工法、菇類廢棄木屑堆肥、太空包、黏著劑、種子發芽試驗)

## A study on seed germination experiment combining mushroom waste sawdust compost with various-concentration CMC

Wei-Chia Chang<sup>(1)</sup> Yu-Hsien Chu<sup>(2)</sup> Shin-Hui Lin<sup>(3)</sup>

Graduate Student<sup>(1)</sup> Master<sup>(2)</sup>, Professor<sup>(3)</sup> Department of Soil and Water Conservation, National  
Chung-Hsing University, Taiwan

## ABSTRACT

Aiming at the assembly items and the proportion design of presently major hydroseeding materials for landslides, it tends to analyze the factors in vegetation, to proceed the experiment on mushroom waste sawdust compost (or growth bag material) and adhesive, expecting to promote the water

---

(1)國立中興大學水土保持學系碩士班研究生

(2)國立中興大學水土保持學系碩士(通訊作者 e-mail : j996645@hotmail.com)

(3)國立中興大學水土保持學系教授

retention capacity of the materials, and to test the effects of material proportion on the germination rate and the initial growth of *Lolium multiflorum*. First, it is found that mushroom waste sawdust presents low pH value (pH = 5.24), high conductivity (EC = 3.97 mS/cm), and high C/N ratio (C/N = 39.6) in the physical and chemical property analysis of growth bag material, which could affect the seed germination and the initial growth. Furthermore, the property of high polymer adhesive is analyzed to measure the effects of viscosity with various concentrations of 0.1%, 0.08%, 0.05%, 0.03%, 0.015%, and 0.01% and such concentrations on germination rate. The research outcomes show that a small amount of high polymer adhesive (0.01%~0.1%) could appear well favorable adhesive benefits, and the germination in various concentrations is also satisfactory (achieving the germination rate 85%), in which the adhesive concentration 0.015% appears the optimal germination (the germination rate 92%).

**(Keyword :** Hydroseeding methods, Mushroom waste sawdust compost, Waste cultivation bag material, adhesive, Seed germination experiment)

## 前言

台灣地震頻繁因而造成嚴重土石災害，部分林地植被於極短時間內遭受土砂覆蓋或移動，呈現大面積地表裸露外，坡面土石仍處於鬆動狀態，且台灣長年遭受颱風的侵襲，於豪雨侵蝕作用下，使原本脆弱的地質受到衝擊與影響更加顯著，為減少坡地災害持續發生，並追求崩塌坡面穩定及達成坡面快速綠化之目的。使用之植生方法為現今常用之噴植工法，因其施工迅速且可快速達到綠化之目的，噴植工法所使用之混合資材可概分為纖維資材、肥料資材、土壤改良劑、黏著劑、保水劑、種子及其他資材等種類(水保局，2006)，其中纖維材料具有保水、保肥及通氣等特性，其可視為替代土壤之材料，故用量佔噴植基材之混合配比最高。

菇類廢棄木屑堆肥(以下簡稱太空包資材，主要成分為鋸木屑及米糠或麵麩混合而成)，具有節省成本及減少污染等優點。其具有取材容易、質地輕、搬運方便及單價低等

優點，接近理想之栽培介質(林立航，2006)，故成為目前最常使用之噴植纖維材料。已有許多學者針對纖維材混和黏著劑進行分析比較，得知添加黏著劑能減少雨水之沖蝕，黏著劑濃度與種類對於種子發芽影響有關，黏著劑濃度越高，則發芽率越低(邱創益等，1995、吳盈政，2005、江秀雯，2007)。

目前崩落地噴植工法之植生基材配方多以太空包資材加高分子黏著劑並混和草木本植物種子為主，然受限於坡度、坡向、水分含量、日照量及濕度等綜合環境因素，可能有固結收縮、吸水性不佳及種子不易發芽等問題。故本研究為找出不同濃度之黏著劑處理與發芽率之影響，以太空包資材為主要之基材，針對不同濃度之黏著劑進行基本性質分析以及發芽試驗，藉以找出高分子黏著劑最適當之濃度範圍。

## 研究材料與方法

### 一、研究流程

針對現行噴植常用之高分子黏著劑進行性質分析，依各濃度之田間含水量試驗、酸鹼值檢測、黏度試驗以及黏著劑濃度發芽試驗的差異，探討其對萌芽率與初期生長之影響，並選出於施工時最適用之高分子黏著劑濃度，研究之流程表示如圖1。

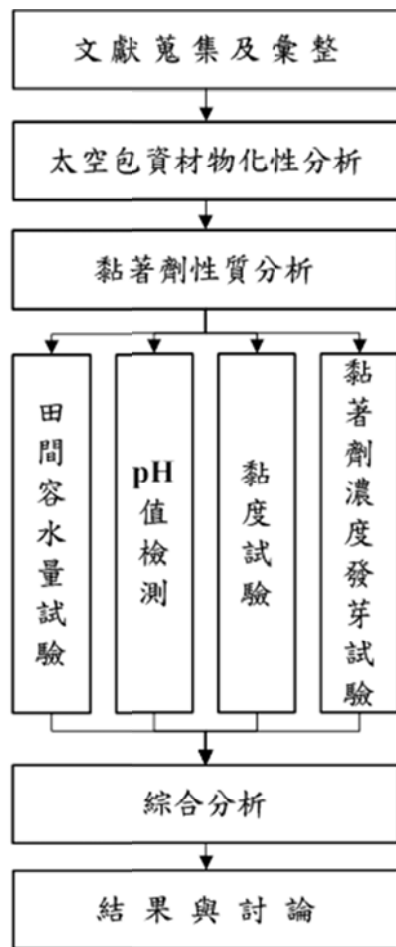


圖 1 試驗研究流程圖

Figure 1 Flow chart of methodology.

## 二、試驗材料

混合之噴植資材種類繁多，可概分為纖維資材、肥料資材、土壤改良劑、黏著劑、

保水劑、種子及其他資材等種類，以下為本次研究所使用之材料(表一):

## 三、試驗方法

### 1. 太空包資材特性

#### (1) 固結收縮及吸水性不佳

使用有機堆肥作為介質應注意排水及體積收縮的問題(Lohr et al,1984)，太空包資材添加高分子聚合物於噴附於坡面上後，植生基材與坡面雖於噴植初期可有效結合，但其後易產生固結收縮導致裂化之情形，導致吸水功能不佳，不利於植物之發芽與生長。

#### (2) 太空包資材物化特性分析

本試驗項目主要為檢測噴植工法施工時，所使用之太空包資材物理性和化學性，期檢測之結果可供施工時是否需要添加其他資材，使噴植基材能達到種子發芽及植物生長所需的養分。分析項目為保水力、腐熟度、酸鹼值、導電度、陽離子交換容量(CEC)是保肥力的指標(Lemaire,1995)、碳氮比、全氮、全磷酐、全氧化鉀、有機質。

### 2. 黏著劑性質分析

#### (1) pH 值檢測

一般植物性喜 pH 值為 6.5 之土壤環境(林信輝, 2004)，過去曾有學者針對無土介質之最佳 pH 值進行研究約為 5.0~6.5 間(Jenkins et.al,1989; Koranski,1993; Waters et. al.,1970)。本試驗為測定濃度 0.1%、0.05%、0.03%、0.01%時溶液之 pH 值，並以三重複的方式量測不同濃度時之 pH 值。每次量測結束後需以純水清洗電極，並將之擦拭乾淨以避免影響下一次之數據。



太空包出菇



堆置情形

圖 2 菇類廢棄木屑(太空包資材)

Figure 2 Mushroom Cultivated sawdust waste.

表 1 資材種類

Table 1 Materials.

資材	用途	特性
菇類廢棄木屑 (太空包資材)	作為改善不良土壤之資材，進而增加水分含量及保存養分並改良土壤的物理性。	為香菇採收後之剩餘栽培材料，經堆肥發酵後成為纖維材料。主要的成份為 95%的天然木屑，並與米糠、玉米粉及麥粉等五種穀類有機物混和，材料先堆積四星期後製成堆肥。
高分子黏著劑	用以保護噴植基材及土壤表層黏著劑。	為高分子系列材料，使用量少且成效高，為粉顆粒狀，加水稀釋後，其不溶物僅佔 3.5%，極易與材料結合，並保持黏性，其成分中的陰離子特性佳，可協助種子發芽及土壤有機質分解。
種子資材	選用多花黑麥草( <i>Lolium multiflorum</i> )作為發芽試驗之種子資材	高冷地區果園覆蓋、邊坡穩定，種子可購得作為低海拔地區混播植生或作為秋冬季之噴植草種。

(2)黏度試驗

黏著劑為一高吸水性高分子聚合物，當濃度高時呈現如漿糊般之黏稠狀液體，隨著水量增加而黏度下降。噴植工法使用壓縮機將預先攪拌均勻之混合資材，其中包括纖維資材、保水資材、黏著劑、肥料資材和水等，

從塑膠軟管中噴射到要整治之坡面。所以黏著劑之黏度是否適合使用於噴植機具上且能提供適度附著力，加強混合基材附著於坡面上的能力成為一重要的問題。

本次試驗採用美製 BROOKFIELD 黏度計測定(圖 3)，試驗方式為使用 1L 之燒杯調

配濃度分別為 0.1%、0.08%、0.05%、0.03%、0.015%及 0.01%六種不同濃度之溶液，用黏度計及黏度測針進行測定。每組濃度測定均選用三種不同尺寸之黏度測針，每種尺寸皆以 4 種不同的轉速進行測定；記錄不同測針在不同轉速時之數據。查閱對照表上每種不同尺寸之測針對應不同速度時的乘方因子 (Factor)，將所記錄的數據(Dial reading)乘上不同的速度之乘方因子即為黏度。

Dial reading  $\times$  Factor = 黏度

Dial reading:儀器讀數

Factor:乘方因子



圖 3 BROOKFIELD 黏度計

Figure 3 BROOKFIELD viscometer.

### 3.混和基材試驗

#### (1)保水量試驗

此試驗為了解不同濃度黏著劑之吸水效益，即田間容水量為土壤顆粒被水飽和後，排除重力水後的含水量，田間容水量在 60%~80%對植物的生長最佳(水保局，2005)，有效水之勢能介於-0.3~15 bar 之間(萬鑫森譯，1991)。

- 先依配方調配使用資材，並以配方中水量調配濃度 0.1%、0.05%和 0.01%的三種黏著劑溶液，和太空包資材充分混合(太空包資材 200g+黏著劑+水 1000g)。
- 將混合好之資材放置於有過篩功能之塑膠盆中，靜置 24 小時後使其多餘水分自然排出。
- 量秤重量計算排出水分重量，以原水重減去排出水重再和試驗組作對照，求出黏著劑吸收的水分重量。

#### (2)不同黏著劑濃度發芽試驗

本試驗主要探討黏著特性之化學物質加入噴植資材後產生之效益，黏著劑的黏著效益與本身的化學性質是否會影響植物種子的生長情況為一主要之研究項目，故萌芽率為評估黏著劑效益之一重要的參考依據。

本試驗採用多花黑麥草為試驗草種。先將乾重 15g 之太空包資材攪拌混合 50 ml 濃度 0.1%、0.08%、0.05%、0.03%、0.015%及 0.01%溶液，再培養皿上鋪設攪拌之基材，分別在各培養皿中放置 50 顆種子，最後再將少部分的基材鋪蓋於種子之上，將培養皿移至發芽箱，發芽箱之環境條件為相對溼度 70%~90%，平均溫度 25°C(20~30 °C)，有效日照亮 750  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 。於試驗第二天開始每個培養皿每天加入 10 ml 的純水。試驗觀察累積天數為 21 天。

種子萌芽率(germination percentage)係指在指定的期限和條件下，正常發芽種子數目之比率：

$$\text{萌芽率}(\%) = \frac{\sum A}{N} \times 100$$

$\Sigma A$ =發芽種子總數

N=供試種子總數

## 結果與討論

### 一、太空包性質分析

將太空包資材檢測之結果參照「一般土壤特性與肥力分級標準」、「植生工程客土材料適用性之評估依據」和農業試驗所的「有機質肥料的檢測與成分分析結果之解析」進行比較，由比對結果發現檢測項目中之酸鹼值 pH 和電導度 EC 皆為不良的情況(酸鹼值 pH 為 5.24 偏酸、電導度 EC 含鹽量太高)，較不利於種子的發芽及植物生長 (Bunt,1988)。依堆肥之規定碳氮比應低於 20，本次研究中於堆肥場之太空包資材取樣，其碳氮比過高(39.6)，尚未達到腐熟之標準。此外，其碳氮比(C/N)過大，使得微生物之分解作用變慢，對於土壤中之有效態氮素含量消耗增加(Raig et al., 1988)，應該補充含氮多的肥料以調節碳氮比。

### 二、黏著劑性質分析

#### (一)pH 值檢測

高分子黏著劑在濃度 0.01%~0.1%時 pH 值約在 6.71 至 6.93，呈現微弱酸，皆在適合植物生長的 pH 值範圍內。

#### (二)黏度試驗

黏著劑在濃度較高時通常黏度較高，這樣會直接影響噴植時機具的功效，黏度太高可能會導致噴植機具功率不足影響噴植的情況，而濃度低時可能會有黏度不足或是保水性不佳之情形發生。將其試驗結果比對蕭仲

昕(2006)之研究資料，進行四種黏著劑和保水劑之比較分析。由圖 4 可得知，高分子黏著劑、PAM、 $\gamma$ -PGA-300 型和  $\gamma$ -PGA-800 型的黏度皆因濃度減少而呈現遞減的趨勢。圖中高分子黏著劑於用量非常少的情況下，就有著相當良好之黏著效益，而其次為  $\gamma$ -PGA-800 型，而以  $\gamma$ -PGA-300 型黏度最低，PAM 介於後兩者之間。

本試驗主要為判定在何種黏著劑濃度時之黏度為噴植壓縮機所提供的功率所能負荷，但因缺乏現地噴植壓縮機試驗之數據，所以無法判定在何種濃度範圍間的黏滯度為壓縮機所可以負擔較適合的黏度。

### 三、混和基材試驗

#### (一)保水量試驗

當下雨或灌溉使土壤充滿水後，水會經由孔隙滲出，直到土壤中大部分的空氣都被擠出，此時土壤為飽和含水。排出重力水後，水仍被保有於毛細孔中，此時土壤中的水稱為田間容水量。而田間容水量是可以讓植物利用的，所以田間容水量的多寡，在噴植完工後對種子發芽也會有影響。

原本設定之 6 種濃度中，選取 0.01%、0.05%及 0.1%進行試驗，從試驗結果中得知太空包資材吸水量約為本身重量的 3~4 倍，而添加之黏著劑吸水量約為自身重量的 180 倍左右。添加少量之黏著劑即可增加保水之效果。

#### (二)不同黏著劑濃度發芽試驗

試驗主要探討不同黏著劑濃度加入噴植資材後產生之效益，黏著劑的黏著效益及其保水性，還有本身的化學性質是否會影響植

物種子的生長情況為一主要的研究項目，故萌芽率為評估黏著劑效益之重要參考依據。

發芽試驗從開始至結束觀察共歷時 21 天。由表 3 可以看出，黏著劑溶液在濃度高時萌芽率皆較低，當黏著劑濃度降低時萌芽

率漸漸增加。探究其主要原因為在發芽初期種子需要較多的水分打破休眠，而濃度較高的黏著劑所具有之吸水性較強，與種子造成爭水的現象，使得種子無法得到足夠的水分打破休眠，產生種子發芽生長情形不良。

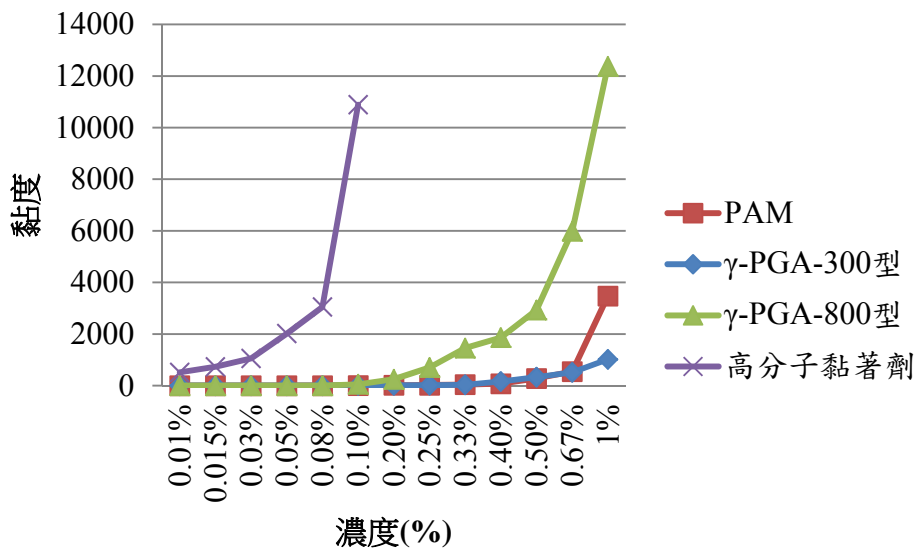


圖 4 高分子黏著劑、PAM、 $\gamma$ -PGA-300 型和  $\gamma$ -PGA-800 型四種黏著劑之黏度試驗比較圖  
 Figure 4 The curve comparison between 4 adhesives macromolecular adhesive、PAM、 $\gamma$ -PGA-300 and  $\gamma$ -PGA-800.

表 2 田間容水量試驗結果  
 Table 2 The result of field capacity test.

黏著劑濃度	0.10%	0.05%	0.01%	對照組
總重(g)	1130.5	1194.4	1158.6	1187.6
48 hr 各處理重量(g)	921.3	874.7	858	783.4
田間容水量(%)	360%	337%	329%	292%
黏著劑吸水量(ml)	134.5	84.8	67	-

表 3 不同黏著劑濃度之發芽試驗結果

Table 3 Percentage germination result with various concentration of adhesive.

黏著劑濃度	0.10%	0.08%	0.05%	0.03%	0.015%	0.01%	對照組
萌芽率	85.3%	86.0%	86.0%	86.7%	92.0%	90.7%	88.7%

黏著劑濃度於 0.1%、0.08%、0.05%及 0.03%時萌芽率皆低於對照組，但其萌芽率也達到 86%左右，仍有相當良好之萌芽率，探究原因為基材於初期即有達田間含水量，試驗時每日在基材尚未嚴重缺水便加入定量的水量，使基材維持在水分充足無缺水的狀態下，故無法明顯的表現出不同黏著劑濃度的功效。但於後續之生長情形中發現，種子發芽生長後與黏著劑競爭水分，黏著劑濃度越高對於水份吸收越多，導致植物變黃、倒伏等生長不良之現象提前發生。

由試驗結果顯示，萌芽率最高為黏著劑濃度 0.015%萌芽率為 92.0%，其次為黏著劑濃度 0.01%萌芽率為 90.7%，再來為對照組萌芽率為 88.7%。試驗組數皆達到萌芽率 85%以上，故可判定高分子黏著劑不會對種子發芽造成影響，但應用於噴植工法時，仍需注意其添加量是否過多，過多可能會因黏度過高導致噴植機具受損。

### 結論

1. 太空包資材檢測項目中酸鹼值(pH=5.24)和電導度(EC=3.97 mS/cm) 為不良之情況，皆不利於種子發芽及植物生長。另外，依堆肥之規定碳氮比應低於 20，本次研究中於堆肥場之太空包資材取樣，其碳氮比

(C/N=39.6) 過高，尚未達到腐熟之標準。

2. 應用高分子黏著劑進行試驗，由結果可得知其吸水量約為自身重量 180 倍左右，加入少量之高分子黏著劑於濃度即可達到增加基材之保水效果。此外，其酸鹼值(pH)皆介於弱酸至中性之間，適合植物生長條件，且在用量非常少的情況下，即有相當良好之黏著效益。
3. 不同高分子黏著劑濃度發芽試驗之結果，各濃度(0.1%、0.08%、0.05%、0.03%及 0.01%)之萌芽率皆達到 85%以上，其中以黏著劑濃度 0.015%之發芽狀況最佳(萌芽率 92%)。由試驗之發芽生長情形，黏著劑濃度越高吸收水分也越快，越容易與發芽後之種子競爭水分，導致生長初期植株有變黃和倒伏的情況產生。

### 建議

1. 本研究建議太空包資材與種子資材混合時，可加入土壤改良劑(例如石灰)以提高酸鹼值(pH)，並以灑水維護或減少肥料用量的方式降低含鹽量，使電導度(EC)達到標準，對種子發芽及植物存活將有一定幅度的提升。此外，其碳氮比(C/N)過大，使得微生物之分解作用變慢，對於土壤中之有



- 效態氮素含量消耗增加，應該補充含氮較多之肥料以調節碳氮比。
2. 由田間容水量試驗、pH 值檢測、黏度試驗及高分子黏著劑發芽試驗可得知，高分子黏著劑用量多寡並不影響種子發芽，且黏度於用量少時也有良好的黏著效益，但於植物生長初期會造成爭水現象，而黏度過高易導致噴植機具受損，故建議施工使用高分子黏著劑時，濃度控制於 0.015% 左右較好。
  7. 邱創益、陳慶雄、謝杉舟、陳光輝(1995)，「噴植技術在植生方法之研究(二)」，83 年度水土保持及集水區經營研究計畫成果彙編，第 238-242 頁。
  8. 萬鑫森譯(1991)，「基礎土壤物理學」，國立編譯館主編，茂昌圖書有限公司發行。
  9. 蕭仲昕(2006)，「保水劑混合資材於噴植工法應用之研究」，國立中興大學水土保持學系研究所碩士論文。

### 參考文獻

1. 中華水土保持學會(2005)，「水土保持手冊—植生篇、生態工法篇」，行政院農業委員會水土保持局編印。
2. 江秀雯(2007)，「黏著劑對土壤抗沖蝕性改良之研究」，國立屏東科技大學水土保持學系研究所碩士論文。
3. 行政院農業委員會水土保持局(2006)，「植生資材應用手冊」，行政院農業委員會水土保持局編印。
4. 吳盈政(2005)，「噴植用黏著劑材料特性與適宜性分析」，國立中興大學水土保持學系研究所碩士論文。
5. 林信輝(2004)，「水土保持植生工程」，高立圖書公司。
6. 林立航(2006)，「不同栽培介質對蝴蝶蘭生長及模擬貯運之影響」，國立中興大學園藝學系碩士論文。
10. Bunt, A. C. (1988), "Media and mixes for container-grown plant," 2nd edition. Allen and Irwin, Winchester, MA.
11. Jenkins, J. R. and W. M. Jarrel (1989), "Predicting physical and chemical properties of container mixtures," HortScience, 24(2): 292-295.
12. Koranski, D. S. (1993), "Plugs: problems, concerns, recommendations," (英文)園藝種苗產銷技術研討會專集 II, 81-87, 農林廳種苗改良繁殖場編印。
13. Lohr, V. I., S. H. Wang and J. D. Wolt (1984), "Physical and chemical characteristic of fresh and spent mushroom compost," HortScience, 19(5): 681-683.
14. Lemaire, F. (1995), "Physical, chemical and biological properties of growing medium," Acta Hort, 396: 273-284.
15. Raig, A., A. Lax, J. Cegarra, F. Costa, and M. T. Hernandez (1988), "Cation

水土保持學報 44(2) : 151 – 160 (2012)

Journal of Soil and Water Conservation , 44(2) : 151 - 160 (2012)

exchange capacity as a parameter for measuring the humication degree of manure,” Soil Sci., 146(5): 311-316.

16. Waters, W. E., W. Llewellyn and J. Nesmith (1970), “The chemical, physical and salinity characteristics of twenty-seven soil media,” Proc. Fla. State Hort. Soc., 83: 482-488.

---

101 年 05 月 16 日收稿

101 年 05 月 18 日修改

101 年 05 月 30 日接受