

稻草分解菌及沼渣沼液對水稻生長之影響

張繼中¹、黃文益²、蔡恕仁³

¹行政院農業委員會臺東區農業改良場作物環境課 副研究員

²行政院農業委員會臺東區農業改良場作物環境課 助理研究員

³行政院農業委員會臺東區農業改良場作物環境課 副研究員兼課長

摘 要

水稻在1期收割後，又趕著2期作插秧作業，如將稻草埋入土壤中待其腐化，容易造成2期作土壤中氮素含量短期減少，引起水稻生育初期缺氮現象，在稻根附近會產生有機酸及甲烷等影響水稻生長之物質，引發水稻窒息病。利用稻草分解菌及沼渣沼液應用於水稻田之殘株腐化，在土壤分析調查部分，施用分解菌後，土壤有機質、磷、鉀含量雖較對照組略高，惟未達顯著差異；施用沼渣沼液者，土壤有機質、氮含量較對照組高，且有顯著差異；土壤重金屬含量皆低於土壤污染防治標準。在產量調查部分，施用稻草分解菌、稻草分解菌加沼渣沼液及沼渣沼液等3處理之產量顯著高於對照組；而在米質部分則無顯著性差異。施用稻草分解菌加上沼渣沼液者可加速稻草腐化，增進土壤地力，且可增加產量，米質亦不受影響。稻草分解菌及沼渣沼液可應用於稻草腐化，將稻草循環再利用，落實循環農業的目標。

一、前言

稻草的成分包括纖維素、半纖維素及木質素等，若大量掩埋至土壤中，會導致新鮮有機物含量大幅增加，在有機質分解過程中，容易造成下期作稻田土壤中氮素含量短期減少，引起水稻生育初期缺氮現象，在稻根附近會產生有機酸及甲烷等影響水稻生長之物質，此即為水稻窒息病之原因^(4,6)。稻草分解菌主要為木黴菌屬、枯草桿菌屬等微生物，這些微生物會產生纖維分解酵素，幫助稻草埋入土中後，加速腐化分解。目前市售之稻草分解菌已開發成各項產品，包括固態含稻草分解菌之一般堆肥、雜項堆肥、禽畜糞堆肥、混合有機質肥料及液態含稻草分解菌有機質肥料等。沼渣沼液為畜牧糞尿經厭氧發酵之副產物，含氮、磷、鉀

等成分⁽⁹⁾，目前歐洲主要畜產國如英國、德國、丹麥及澳洲、紐西蘭等，利用畜牧糞尿厭氧消化後產生的沼氣進行發電，而遺留的沼渣沼液則作為農地肥分使用⁽⁵⁾，國外已有研究報告顯示，施用沼渣沼液可提升土壤地力及作物產量及品質，例如在番茄園在施用沼渣沼液後，土壤中的總氮、有效性磷、交換性鉀含量皆有所提升，維生素C、胡蘿蔔素及單果重較對照組高⁽¹²⁾。行政院環境保護署於2015年修正《水污染防治措施及檢測申報管理辦法》，其中擬訂專章「沼渣沼液農地肥分使用」，規定畜牧業者只要符合沼渣沼液厭氧發酵、適當使用於農地的規定，經農政機關審查通過後，即可將沼渣沼液作為農地肥分使用⁽³⁾。所以目前在國內只要依沼渣沼液農地肥分使用辦法申請使用，即可於田間施用沼渣沼液。因此本研究擬探討於水稻田施用稻草分解菌及沼渣液對水稻生長之影響及評估，做為農民應用之參考。

二、材料與方法

- (一)參試品種：臺東30號。
- (二)試驗地點：臺東縣關山鎮隆興段321號慣行耕作水稻田。
- (三)試驗方法及處理：處理1：液態稻草分解菌(糧橙潔食速效纖維分解液態有機質肥料，購自得揚生物科技公司)、處理2：施用關山鎮畜牧場糞尿水經厭氧發酵後之沼渣沼液(增加稻草分解所需之氮源)、處理3：施用稻草分解菌加沼渣沼液、處理4：對照組，不施分解菌及沼渣沼液，共計4處理。因20公升稻草分解菌及1.5公噸沼渣沼液由單一進水口施放，無法逢機設置重複，故於各項處理設3小區重複，每小區5m*5m，每處理共計1分地，進行產量比較試驗。稻草分解菌及沼渣沼液處理方式：(1)在收穫稻穀時，利用收穫機將稻草斬斷成5至7公分。(2)待灌溉溝渠有水時，於第一次整地後，田間立即灌水，使稻草充分吸水，維持田區內3至5公分之水位。(3)把液態分解菌以每分地2公升之用量(加水稀釋至20公升)於進水口滴灌入田區；沼渣沼液則於進水口處施用，用量為1.5公噸/分地。(4)持續灌水，於7天內維持田區內5至10公分之水位，並注意田尾也要泡足夠水。

(四) 調查項目：

1. 於施用後觀察稻草腐化情形。
2. 依據窒息病病徵(如植株矮小、缺株等)，觀察水稻窒息病發生情形^(4、6)。
3. 產量以小區收穫後經風選、曬乾後，測定水分含量13%，秤其穀重，換算成公頃產量⁽⁸⁾。
4. 食味值以成分分析儀(AN-900，大山農機公司，Japan)測定⁽⁸⁾。

(五) 土壤分析：

於水稻收穫後，採取土壤樣品進行分析，每處理有3小區重複，每小區採取5點表土(0-20公分之土壤)，並充分混合後進行土壤分析。

1. 土壤中有機質含量：採比色法測定。
2. 土壤中總氮含量：採元素分析儀測定。
3. 土壤中磷有效指數：採白雷氏第一法(Bray P method)測定。
4. 土壤中鉀有效指數：採孟立克氏法(Mehlich's method)測定。
5. 土壤中銅、鋅、鎘、鉻、鎳、鉛之定量：採感應電漿光譜法測定。

上述土壤分析方法依據張(1981)分析方法進行。

(六) 統計分析：所有分析數據以農委會SAS-EG進行統計分析。

三、結果

(一) 稻草分解菌及沼渣沼液對土壤之影響

施用稻草分解菌及沼渣沼液後，土壤有機質含量介於4.4~5.3%，其中沼渣沼液處理之土壤有機質含量顯著高於對照組；處理組之土壤總氮含量介於20~110mg/kg，其中沼渣沼液處理之土壤總氮含量(110mg/kg)顯著高於對照組(20mg/kg)；而土壤有效性磷及交換性鉀含量分別介於35.7~52.9 mg/kg及343.2~399.6mg/kg，各處理間無顯著差異(表1)。土壤重金屬含量部分，鎘未檢出，其餘銅、鋅、鉻、鎳、鉛分別介於5.3~7.8mg/kg、7.5~14.8mg/kg、0.4~0.6 mg/kg、1.7~2.5mg/kg及7.2~10.7mg/kg，各處理間無顯著差異，且皆低於土壤污染防治標準(表2)。

表1.各項處理對土壤有機質、氮、磷及鉀含量之影響

Table 1. Change of soil organic matter, total nitrogen, phosphorus, and potassium content in after the treatments

| 處理 | 有機質 (%) | 總氮 (mg/kg) | 有效性磷 (mg/kg) | 交換性鉀 (mg/kg) |
|----------------|---------|------------|--------------|--------------|
| 稻草分解菌 | 4.4b | 20b | 48.6a | 382.8a |
| 稻草分解菌 +沼渣沼液 | 4.5b | 30b | 52.9a | 399.6a |
| 沼渣沼液 | 5.3a | 110a | 41.9a | 343.6a |
| 對照組 | 4.1b | 20b | 35.7a | 343.2a |

*:英文字母相同，表示在5%最小顯著差異(LSD)下平均間無顯著差異。

表2.各項處理對土壤重金屬含量之影響

Table 2. Change of soil heavy metals content after the treatments

| 處理 | 銅 | 鋅 | 鎘 | 鉻 | 鎳 | 鉛 |
|----------------|--------------------|-------|----|------|------|-------|
| | ------(mg/kg)----- | | | | | |
| 稻草分解菌 | 5.7a* | 7.5a | - | 0.5a | 1.7a | 7.2a |
| 稻草分解菌+ 沼渣沼液 | 6.2a | 14.8a | - | 0.6a | 2.1a | 7.9a |
| 沼渣沼液 | 7.8a | 9.5a | - | 0.4a | 2.5a | 10.7a |
| 對照組 | 5.3a | 12.7a | - | 0.4a | 2.3a | 7.6a |
| 土壤污染 標準 | <200 | <600 | <5 | <250 | <200 | <500 |

*:英文字母相同，表示在5%最小顯著差異(LSD)下平均間無顯著差異。

-:未檢出

(二) 稻草分解菌及沼渣沼液對水稻之影響

施用含稻草分解菌資材及沼渣沼液之稻草，稻草腐化程度佳，且顏色已與土壤相似；而未施用分解菌或沼渣沼液的稻草腐化程度不佳(圖1)，而水稻窒息病部分，各處理皆無窒息病的發生，僅對照組在生長初期有發生(圖2)，在分蘖盛期及成熟期則未發生。施用稻草分解菌、稻草分解菌加沼渣沼液及沼渣沼液之產量分別為7,649.2、7,839及7,890.2公斤/公頃；而對照組產量為6,945公斤/公頃，處理組顯著高於對照組。施用稻草分解菌、稻草分解菌加沼渣沼液及沼渣沼液處理之食味值分別為72、77及75；而對照組的食味值為71，處理組與對照組無顯著差異(表3)。

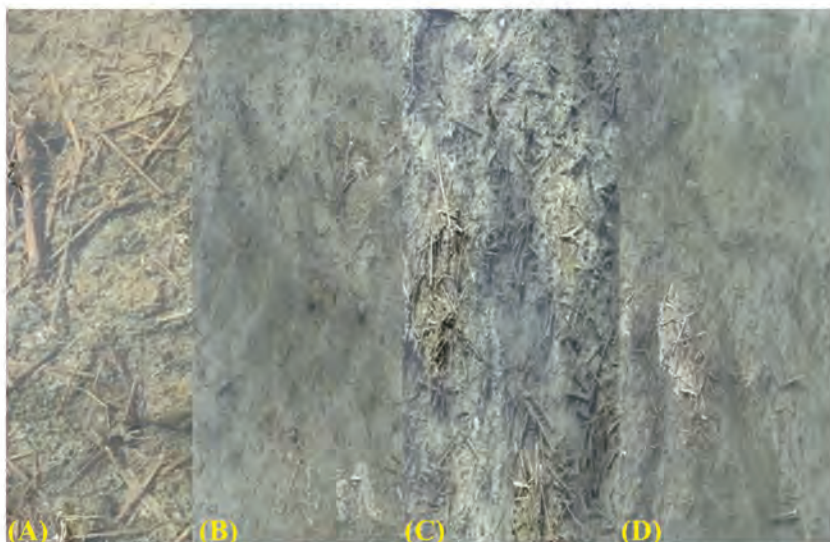


圖1. A為未施用分解菌或沼渣沼液的稻草，腐化程度不佳；B、C及D分別為施用稻草分解菌資材、沼渣沼液、稻草分解菌加沼渣沼液之稻草，腐化程度佳，且顏色已與土壤顏色相似。

Fig. 1. A was the rice straw of control, and the degrading condition was not good. B, C, and D were the rice straw treated with rice straw degrading microorganism, biogas slurry, and rice straw degrading microorganism with biogas slurry, respectively. The degrading condition were better than control.

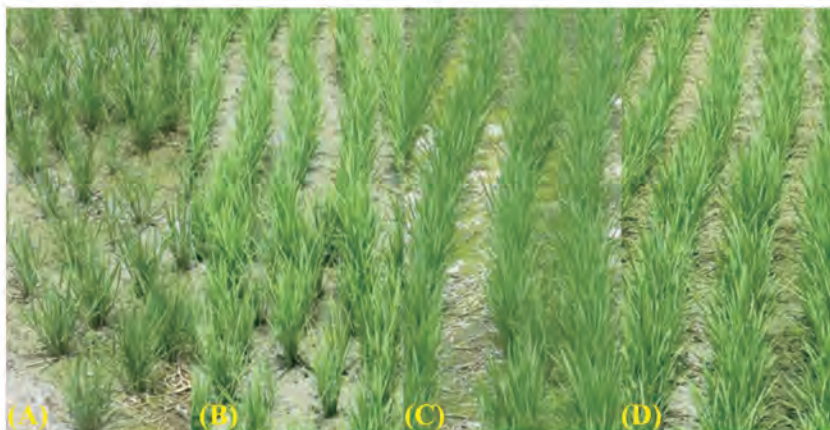


圖2. A為未施用分解菌或沼渣沼液的稻草，有窒息病發生；B、C及D分別為施用含稻草分解菌資材、沼渣沼液、稻草分解菌加沼渣沼液之稻草，無窒息病發生。

Fig. 2. A was the rice straw of control, and rice akagare disease was observed. B,C, and D were the rice straw treated with rice straw degrading microorganism, biogas slurry, and rice straw degrading microorganism with biogas slurry, respectively. Rice akagare disease was not observed.

表3. 各項處理對水稻產量及食味值之影響

Table 3. The rice yield between the different treatments.treatments

| 處理 | 產量 (公斤/公頃) | 食味值 |
|------------|---------------|-----|
| 稻草分解菌 | 7,649.2a | 72a |
| 稻草分解菌+沼渣沼液 | 7,839.0a | 77a |
| 沼渣沼液 | 7,890.2a | 75a |
| 對照組 | 6,945.0b | 71a |

*:英文字母相同，表示在5%最小顯著差異(LSD)下平均間無顯著差異。

四、討論

稻草分解菌施用後，可提升土壤中有機質、全氮、磷及鉀含量⁽¹⁾，但本研究中土壤有機質及總氮含量未有顯著提升，而施用沼渣沼液處理，因其本身亦含有機質及氮等成分⁽¹⁰⁾，所以本研究中土壤有機質及總氮含量有顯著提升，但同時施用分解菌及沼渣沼液卻無加倍之效果，可能為稻草分解菌會影響沼渣沼液之效果。

在土壤重金屬部分，因畜牧業在飼料方面可能會添加重金屬，故對於沼渣沼液回歸農田仍有疑慮⁽¹¹⁾，但本研究中各處理組的銅、鋅、鉻、鎳、鉛含量，與對照組無顯著差異，且皆低於土壤污染防治標準，顯示施用沼渣沼液並不會有快速或大量累積的情形，如果擔心重金屬累積，可定期送土壤樣品至各試驗改良場所，進行土壤分析。

稻草分解菌因會產生纖維分解酵素，可幫助稻草腐化，故本研究施用稻草分解菌處理者未發生水稻窒息病，未處理之對照組在生長初期有發生窒息病，而分蘗盛期及成熟期則無發生窒息病(表3)，推測可能因重複之區塊面積小，分蘗盛期及成熟期受稻草未腐化之影響不大，但仍可見到有施用稻草分解菌之稻草顏色與未施用之對照組有所差異(圖2)。

本研究施用沼渣沼液，是因製作堆肥時，高碳氮比的資材如稻草等，可添加碳氮比低的資材如牛糞等來降低碳氮比，避免因高碳氮比資材施入土壤中，導致有害物質的產生如有機酸等，影響作物的生長⁽⁹⁾。因此，本研究利用同樣為低碳氮比的沼渣沼液來幫助田間的稻草能快速腐

化，施用沼渣沼液後，田間無窒息病發生，顯示沼渣沼液可幫助稻草腐化。

在水稻產量方面，施用稻草分解菌可幫助稻草腐化，稻草腐化會增加土壤有機質含量及作物所需的養分，而沼渣沼液除了可幫助稻草腐化，本身亦為含有氮、磷、鉀等成分⁽¹⁰⁾，可提供水稻生長所需之養分，所以產量皆顯著高於對照組，而國外研究結果亦有相似情形⁽¹¹⁾，但米質方面則無顯著的影響。惟稻草分解菌加沼渣沼液使用時，在水稻產量及米質未能達到加倍的效果，因此稻草分解菌及沼渣沼液可擇一使用；稻草分解菌目前有提供補助，農友負擔少⁽²⁾；而沼渣沼液則可依沼渣沼液農地肥分使用辦法申請使用，農友不需負擔任何費用⁽³⁾。

五、結論

臺東地區水稻在1、2期作之間，因時間間隔較短，又趕著下期作插秧作業進行，無法直接將稻草埋入土壤中快速腐化，所以偶有違法露天偷偷燃燒稻草之情形。如施用稻草分解菌或沼渣沼液，不但可以幫助稻草分解，且有增加土壤養分、節省肥料費及施肥工資等好處，亦可提升產量，且米質亦不受影響，也不必擔心因違規燃燒稻草而受罰。因此稻草分解菌及沼渣沼液可應用於稻草腐化，將稻草循環再利用，落實循環農業的目標，將稻草轉變成可利用資源。

參考文獻

1. 行政院農業委員會臺中區農業改良場網站。2020。稻草分解菌種複合式製劑製作及應用技術。彰化:行政院農業委員會臺中區農業改良場。網址:https://www.tdais.gov.tw/theme_list.php?theme=news&sub_theme=announcement。查詢日期:2020-9-14。
2. 行政院農業委員會農糧署網站。2020。稻草分解菌有機質肥料補助。南投:行政院農業委員會農糧署。網址: <https://www.afa.gov.tw/cht/php?code=list&ids=2214>。查詢日期:2020-9-14。
3. 行政院環境保護署網站。2020。沼液、沼渣可作為農地肥分。臺北:行政院環境保護署。網址: https://water.epa.gov.tw/Page1_3.aspx。查詢日期:2020-9-14。
4. 林駿奇。2013。水稻窒息病的發生與防範。臺東區農業專訊86:2-4。
5. 林永鴻、魏一郎、王奕軒、陳泰元、張志航。2019。畜牧廢水化身有機液肥來源。豐年69(3): 82-87。
6. 陳任芳。2015。水稻窒息病預防措施。花蓮區農業專訊94:19-21。
7. 張愛華。1981。本省現行土壤測定方法 臺灣省農業試驗所特刊13號:9-26。
8. 廖勁穎。2020。氮肥對臺東地區水稻生育、產量及品質之影響。行政院農業委員會臺東區農業改良場研究彙報30:43-60。
9. 簡宣裕。1999。製造堆肥時材料的碳氮比及水分含量之調整。行政院農業委員會農業試驗所特刊88號:59-63。
10. Kumar, S., L.C. Malav, M.K. Malav, and S.A. Khan. 2015. Biogas slurry: Source of nutrients for eco-friendly agriculture. International journal of extensive research. 2:42-46.
11. Mortvedt, J.J. 1996. Heavy metal contaminants in inorganic and organic fertilizers. Nutrient Cycling in Agroecosystems. 43:55-61.
12. Yu, F.B., X.P. Luo, C.F. Song, M.X. Zhong, and S.D. Shan. 2010. Concentrated biogas slurry enhanced soil fertility and tomato quality. Soil and Plant Science. 60 : 262-268.

Effects of rice straw degrading microorganism and biogas slurry application on the growth of rice

Chi-Chung Chang¹, Wen-Yi Huang², and Shu-Jen Tsai³

¹Associate Researcher of Crop Environment Department of Taitung DARES, COA

²Assistant Researcher of Crop Environment Department of Taitung DARES, COA

³Associate Researcher and Chief of Crop Environment Department of Taitung DARES, COA

Abstract

Buried rice straw was not degraded easily between the first crop season and the second crop season, it caused rice akagare disease by nitrogen deficient in early rice growth stage, and organic acids and methane production to affect the rice growth. In this study, effects of rice straw degrading microorganism and biogas slurry application on the growth of rice was investigated. The results of soil analysis showed the content of soil organic matter, phosphorus, and potassium was higher than control with degrading microorganism treatment and soil organic matter and nitrogen with biogas slurry treatment was significantly higher than control. The soil heavy metals were below the standard of soil pollution and prevention. In the yield investigation, the results showed the yield of all treatments were significantly higher than control but not significantly different in eating quality. According to the results above, the application of rice straw degrading microorganism and biogas slurry can enhance rice straw degradation and soil fertility, and raise yield. Rice straw can be reused and the goal of cycle agriculture can be implemented by the application of rice straw degrading microorganism and biogas slurry.