

菌根菌、放射線菌與枯草桿菌對盤固草與 狼尾草生長的影响⁽¹⁾

謝文彰^{(2) (3)}

收件日期：96年05月21日；接受日期：96年07月16日

摘要

本研究的目的為施用土壤微生物，對盤固草與狼尾草生長、植體營養成分、植體礦物質含量及土壤肥力的影響，試驗結果摘要如下：

菌根菌(*Glomus fragilis*)與枯草桿菌(*Bacillus subtilis*)，有促進盤固草與狼尾草株高、鮮草與乾物產量的效果，但對莖徑並無影響；至於放射線菌(*Streptomyces griseoviridis*)對於牧草生長則無顯著的效果。施用菌根菌有促進盤固草與狼尾草粗蛋白質含量的效果，但對於中、酸洗纖維含量(NDF, ADF)並無影響；至於放射線菌、枯草桿菌對於牧草粗蛋白質與中、酸洗纖維含量亦無顯著的效果。

施用菌根菌、放射線菌、枯草桿菌有促進盤固草植體礦物質元素鉀含量的效果，但對植體鈣、鎂、磷含量卻無顯著增加的效果。施用菌根菌、放射線菌、枯草桿菌有促進狼尾草植體礦物質元素磷含量的效果；施用菌根菌、放射線菌有促進狼尾草植體礦物質元素鉀含量的效果；僅菌根菌施用有促進狼尾草植體礦物質元素鈣及鎂含量的效果。

關鍵詞：狼尾草、盤固草、菌根菌、放射線菌、枯草桿菌、礦物質元素。

緒言

土壤肥力改良之方法主要有：1. 施用堆肥；2. 輪作或間作綠肥作物；3. 施用土壤有益微生物等。其中利用在土壤肥力改良之微生物如內生菌根菌，可增加土壤肥力與具有防治病害的功效（楊，1993）；溶磷菌施用對土壤有效性磷含量的釋出有增加效果（楊，1997）。溶磷菌*Bacillus pumilus*與*Bacillus spp*施用盤固草A254與狼尾草7439，有促進牧草株高、鮮草及乾物產量、粗蛋白質含量、植體磷含量與土壤有效性磷含量的效果（謝，2005）。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第1389號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

(3) 通訊作者，E-mail：wchsieh@mail.tlri.gov.tw。

菌根菌(*Glomus Fragilis*)係指植物根部與真菌共生之結合體，植物根部受菌根菌感染後，菌絲在根部皮層細胞形成叢枝體，可協助寄主直接吸收土壤中之水分及無機養分，如氮、磷等大量元素和一些微量元素，進而促進植物生長。枯草桿菌(*Bacillus subtilis*)是一種土壤常見的腐生菌，常處於根圈附近，可運用在促進植物生長及病害防治上。其作用機制為可在植物葉部或土壤中形成優勢菌種，減少有害病菌在作物表面生長的機會。在植物生長過程中可以釋放酵素，將土壤中大分子養分分解成小分子，提供植物吸收。並兼具可釋放出一些微量元素，進而促進植物生長。放射線菌(*Streptomyces griseoviridis*)廣泛存在自然界中，具有產生抗生素及各種胞外酵素的能力，常以土壤為主要棲所，放射線菌具有分解幾丁質的特性，造成病原菌細胞壁破壞而死亡。如配合堆肥施用，可提高肥效供作物利用，進而促進植物生長。

土壤微生物中，能溶解礦物質的包括細菌、真菌、放射線菌等，如不同種類的微生物，能溶解礦物質的範圍差異甚大，有的菌可溶解鈣結合物，但不能溶解鐵結合物，有的菌可同時溶解多樣的難溶性化合物(Subba Rao, 1982)。

研究報告指出，施用菌根菌有促進大豆生長 (Raju *et al.*, 1990；楊等，1984) 與洋蔥產量的效果 (Ojala *et al.*, 1983)。溶磷菌施用可促進大麥 (Khakafallah *et al.*, 1983)、水稻 (Datta *et al.*, 1982)、小麥 (Bajpai and Sundara Rao, 1985) 之生長與產量。施用溶磷菌亦可促進義大利黑麥草作物磷之吸收與植體磷含量 (Fernandez *et al.*, 1985)。

本試驗的目的在利用土壤微生物與堆肥施用，瞭解其對牧草生長的影響，同時探討其對促進土壤肥力及利用效率的效果，做為有機肥料生產的參考依據。

材料與方法

田間栽培之一年生盤固草A254與一年生狼尾草台畜草二號，以菌根菌(*Glomus Fragilis*)、放射線菌(*Streptomyces griseoviridis*)與枯草桿菌(*Bacillus subtilis*)，菌數量 10^8 cfu/ml (菌種係由聯發科技公司提供)，另以不施用菌(CK)作對照，計四處理四重覆，試驗採逢機完全區集設計(RCBD)；盤固草地試區，微生物菌劑以稀釋1000倍施用；狼尾草地試區，微生物菌劑以稀釋500倍施用；試區面積 $5\text{ m} \times 8\text{ m} = 40\text{ m}^2$ ，盤固草堆肥施用量12.5公噸/公頃，狼尾草25公噸/公頃，其實施方法及調查分析項目包括：

- I. 有機盤固草地的建立：盤固草A254草地的建立，包括整地、土壤肥力之改良、種植、雜草管理、病蟲害管理等。
- II. 有機狼尾草地的建立：狼尾草台畜草二號草地的建立，包括整地、土壤肥力之改良、種植、雜草管理、病蟲害管理等。
- III. 牧草生長分析及調查項目：農藝性狀包括株高、莖徑、鮮草與乾物產量。
- IV. 牧草品質分析：利用Kjeldahl's method分析粗蛋白質含量；中洗及酸洗纖維(NDF, ADF)採用Goering and van Soest (1970) 方法。
- V. 牧草植體礦物質元素分析：包括 P、K、Ca、Mg與重金屬Cu、Zn(中華土壤學會，1994)。
- VI. 有機堆肥分析：包括pH、OM、TN、P、K、Ca、Mg(中華土壤學會，1994)。
- VII. 土壤檢測分析：包括pH、OM、TN、AP、AK、Ex. Ca、Ex. Mg與重金屬As、Cd、Cr、Cu、Hg、Ni、Pb、Zn(中華土壤學會，1994)。
- VIII. 水質檢測分析：pH、As、Cd、Cr、Cu、Hg、Ni、Pb、Zn(中華土壤學會，1994)。

結果與討論

I. 參試區土壤、灌溉水質與堆肥之化學性質與重金屬含量分析

參試區之狼尾草與盤固草田間土壤化學性質分析如表1所示，種植狼尾草區之土壤pH值7.86~7.91、有機質含量3.57%、有效性磷及鉀含量為4及25 ppm、交換性鈣與鎂含量為17510與104 ppm；種植盤固草區之土壤pH值7.93~7.98、有機質含量3.54%、有效性磷及鉀含量為2及14 ppm、交換性鈣與鎂含量為18595與78 ppm。堆肥之pH值7.1、有機質含量65.3%、有效性磷及鉀含量為40000及14400 ppm、交換性鈣與鎂含量為816000與9700 ppm。

表 1. 參試區之田間土壤與堆肥化學性質分析

Table 1. The chemical properties of soil in pangolagrass and napiergrass plots

| Soil | pH | O.M ** | A.P | A.K | Ex.Ca | Ex.Mg |
|----------|------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | % | ppm | | | |
| Napier * | 7.91 | 3.40 | 6 | 24 | 16580 | 89 |
| | 7.86 | 3.73 | 2 | 26 | 18440 | 118 |
| Pangola | 7.98 | 3.41 | 1 | 14 | 18485 | 70 |
| | 7.93 | 3.66 | 3 | 14 | 18705 | 85 |
| Compost | 7.10 | 65.3 | 40000 | 14400 | 81600 | 9700 |

* Soil sampling date: Jan. 24, 2005.

** O.M: organic matter, A: Available, Ex: Exchangeable.

種植牧草之土壤與灌溉水質之重金屬含量分析如表2所示，土壤之砷(As)、鎘(Cd)、鉻(Cr)、銅(Cu)、汞(Hg)、鎳(Ni)、鉛(Pb)、鋅(Zn)分別為9.17、0.03、0.04、0.06、0.02、0.09、0.32、7.40 mg/kg；灌溉水質之重金屬含量砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅則檢測不到(Not detectable, ND)；顯示種植牧草之土壤與灌溉水質之重金屬含量皆無受到污染，且均在安全容許量之範圍內(行政院農業委員會，2003)。上述之重金屬資料可做為有機肥料生產的參考依據。

表 2. 種植牧草之土壤與灌溉水質之重金屬含量分析

Table 2. The heavy metals in soil and irrigating water

| Treatment | As | Cd | Cr | Cu | Hg | Ni | Pb | Zn |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| | mg/kg | | | | | | | |
| Soil* | 9.17 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.02 | 0.09 | 0.32 | 7.40 |
| | mg/L | | | | | | | |
| Water | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |

Soil sampling date: Sep. 12, 2005 ; Water sampling date: Aug. 16, 2005.

II. 不同土壤微生物對牧草生長之影響

不同土壤微生物施用後對盤固草生長之影響由表3顯示，菌根菌與枯草桿菌有促進盤固草株高、鮮草與乾物產量的效果，但對莖徑並無影響；放射線菌對盤固草生長並無促進之效果；比較第二次盤固草生長，菌根菌較枯草桿菌為佳；以菌根菌處理者，株高平均增加22.5 %，乾物產量平均增加19.6 %。

表 3. 施用不同土壤微生物對盤固草生長之影響

Table 3. Effects of different micro-organisms on growth of the pangolagrass

| Treatment | <u>Plant height</u> | | <u>Stem diameter</u> | | <u>Fresh grass yield</u> | | <u>Dry matter yield</u> | |
|-----------|---------------------|-------------------|----------------------|------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|------------------|
| | 1st | 2nd | 1st | 2nd | 1st | 2nd | 1st | 2nd |
| | — cm — | | — mm — | | — Mt /ha — | | — Mt /ha — | |
| CK* | 42.2 ^b | 53.6 ^c | 1.0 ^a | 1.0 ^a | 17.2 ^b | 19.0 ^c | 4.3 ^b | 6.3 ^c |
| My | 48.0 ^a | 70.4 ^a | 1.0 ^a | 1.0 ^a | 18.7 ^a | 23.9 ^a | 4.9 ^a | 7.9 ^a |
| BA | 47.5 ^a | 65.6 ^b | 1.0 ^a | 1.0 ^a | 18.8 ^a | 22.4 ^b | 4.9 ^a | 7.4 ^b |
| AC | 42.8 ^b | 55.0 ^c | 1.0 ^a | 1.0 ^a | 17.0 ^b | 19.0 ^c | 4.3 ^b | 6.3 ^c |

1st: Sampling date on Jul. 21, 2005; 2nd: Sampling date on Oct. 5, 2005.

* CK: control; My: Mycorrhizal fungus (*Glomus fragilis*); BA: *Bacillus subtilis*;

AC: Actinomyces (*Streptomyces griseoviridis*)

施用菌根菌、放射線菌與枯草桿菌對狼尾草生長之影響，由表4顯示，菌根菌與枯草桿菌有促進狼尾草株高、鮮草與乾物產量的效果，但對莖徑並無影響，放射線菌對盤固草生長並無促進之效果；比較菌根菌與枯草桿菌二者並無顯著的差異；以菌根菌處理者，狼尾草株高平均增加7 %，乾物產量平均增加14.8 %。研究報告指出，內生菌根菌，可增加土壤肥力進而促進作物生長的功效（楊，1993）。施用菌根菌有促進大豆生長的效果(Raju *et al.*, 1990；楊等，1984)。菌根菌施用於酸性土壤，對於玉米產量有增產的效果（楊等，1986）。研究報告指出，溶磷菌施用可促進大麥 (Khakafallah *et al.*, 1983)、水稻 (Datta *et al.*, 1982)、小麥 (Bajpai and Sundara Rao, 1971) 生長與產量。本試驗菌根菌施用所獲之效果與上述研究報告的結果相同。

表 4. 施用不同土壤微生物對狼尾草生長之影響

Table 4. Effects of different micro-organisms on growth of the napiergrass

| Treatment | <u>Plant height</u> | | <u>Stem diameter</u> | | <u>Fresh grass yield</u> | | <u>Dry matter yield</u> | |
|-----------|---------------------|------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|------------------|
| | 1st | 2nd | 1st | 2nd | 1st | 2nd | 1st | 2nd |
| | — cm — | | — mm — | | — Mt /ha — | | — Mt /ha — | |
| CK* | 230 ^b | 229 ^b | 13.5 ^a | 14.4 ^a | 29.5 ^b | 30.0 ^b | 7.4 ^b | 8.4 ^b |
| My | 248 ^a | 248 ^a | 13.6 ^a | 14.5 ^a | 34.3 ^a | 35.1 ^a | 8.6 ^a | 9.8 ^a |
| BA | 244 ^a | 246 ^a | 13.6 ^a | 14.5 ^a | 34.0 ^a | 34.0 ^a | 8.5 ^a | 9.5 ^a |
| AC | 227 ^b | 226 ^b | 13.5 ^a | 14.5 ^a | 29.3 ^b | 30.5 ^b | 7.3 ^b | 8.5 ^b |

1st: Sampling date on Jul. 22, 2005; 2nd: Sampling date on Oct. 6, 2005.

* Same as table 3.

III. 施用不同土壤微生物對牧草植體一般營養成分之影響

施用菌根菌、放射線菌、枯草桿菌對盤固草植體一般營養成分之影響由表5顯示，菌根菌有促進盤固草粗蛋白質（CP）含量的效果，粗蛋白質含量平均增加1.8%，但對於中、酸洗纖維含量（NDF, ADF）並無影響；而放射線菌、枯草桿菌對盤固草植體粗蛋白質、中酸洗纖維含量則無顯著的效果。

表 5. 施用不同土壤微生物對盤固草植體一般營養成分之影響

Table 5. Changes in nutrients of pangolagrass after application of different microorganism to the soil

| Treatment | D M | | C P | | N D F | | A D F | |
|-----------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 1st | 2nd | 1st | 2nd | 1st | 2nd | 1st | 2nd |
| | % | | | | | | | |
| CK* | 94.8 ^a | 97.2 ^a | 4.5 ^b | 4.8 ^b | 76.7 ^a | 75.6 ^a | 46.0 ^a | 45.7 ^a |
| My | 94.4 ^a | 97.0 ^a | 6.4 ^a | 6.6 ^a | 75.5 ^a | 76.5 ^a | 45.8 ^a | 45.8 ^a |
| BA | 94.7 ^a | 97.6 ^a | 5.0 ^b | 4.9 ^b | 76.7 ^a | 75.5 ^a | 45.0 ^a | 46.8 ^a |
| AC | 94.5 ^a | 97.6 ^a | 4.5 ^b | 4.9 ^b | 75.1 ^a | 75.2 ^a | 45.1 ^a | 46.1 ^a |

DM: dry matter percentage, CP: crude protein, NDF: neutral detergent fiber,

ADF: acid detergent fiber.

1st Sampling date: Jul. 21, 2005 ; 2nd Sampling date: Oct. 5, 2005.

* Same as table 3.

施用菌根菌、放射線菌、枯草桿菌對狼尾草植體一般營養成分之影響，與盤固草的結果相同，由表6顯示，菌根菌有促進盤固草粗蛋白質（CP）含量的效果，粗蛋白質含量平均增加1.9%，但對於中、酸洗纖維含量（NDF, ADF）並無影響；而放射線菌、枯草桿菌對狼尾草植體粗蛋白質、中、酸洗纖維含量則無顯著的效果。

表 6. 施用不同土壤微生物對狼尾草植體一般營養成分之影響

Table 6. Changes in nutrients of napiergrass after application the different microorganism to the soil

| Treatment | D M | | C P | | N D F | | A D F | |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 1st | 2nd | 1st | 2nd | 1st | 2nd | 1st | 2nd |
| | % | | | | | | | |
| CK* | 93.6 ^a | 96.3 ^a | 10.6 ^b | 10.3 ^b | 72.4 ^a | 72.0 ^a | 40.4 ^a | 41.2 ^a |
| My | 92.9 ^a | 96.0 ^a | 12.5 ^a | 12.3 ^a | 72.7 ^a | 71.8 ^a | 40.9 ^a | 41.4 ^a |
| BA | 92.9 ^a | 95.8 ^a | 10.5 ^b | 10.5 ^b | 72.2 ^a | 71.9 ^a | 40.5 ^a | 40.7 ^a |
| AC | 93.9 ^a | 95.8 ^a | 11.0 ^b | 10.5 ^b | 72.9 ^a | 70.9 ^a | 40.9 ^a | 41.5 ^a |

1st Sampling date: Jul. 22, 2005 ; 2nd Sampling date: Oct. 6, 2005.

* Same as table 3.

IV. 施用不同土壤微生物對牧草植體礦物質元素含量之影響

施用菌根菌、放射線菌、枯草桿菌對盤固草植體礦物質元素含量之影響，由表7顯示，施用菌根菌、放射線菌、枯草桿菌有促進盤固草植體礦物質元素鉀含量的效果，鉀含量增加0.30 %，但對植體鈣、鎂、磷含量卻無顯著增加的效果，且鉀含量增加只表現在第二次取樣中（Oct. 5, 2005）。研究報告指出，施用菌根菌有促進洋蔥植體礦物質鉀元素吸收的效果（Ojala *et al.*, 1983）。菌根菌與磷礦石粉施用於酸性土壤，可促進玉米磷的吸收（楊等，1986）。研究報告同時指出，溶磷菌施用可促進義大利黑麥草（Fernandez *et al.*, 1985）、小麥（Bajpai and Sundara Rao, 1971）等作物磷之吸收與植體磷含量。

表 7. 施用不同土壤微生物對盤固草植體礦物質元素含量之影響

Table 7. Minerals analysis after different microorganism application to pangolagrass

| Treatment | <u>Phosphorus</u> | | <u>Potassium</u> | | <u>Calcium</u> | | <u>Magnesium</u> | |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 1st | 2nd | 1st | 2nd | 1st | 2nd | 1st | 2nd |
| | % | | | | | | | |
| CK* | 0.37 ^a | 0.49 ^a | 1.09 ^a | 0.94 ^b | 0.57 ^a | 0.64 ^a | 0.10 ^a | 0.12 ^a |
| My | 0.33 ^a | 0.50 ^a | 1.07 ^a | 1.30 ^a | 0.65 ^a | 0.60 ^a | 0.11 ^a | 0.13 ^a |
| BA | 0.30 ^a | 0.52 ^a | 1.19 ^a | 1.20 ^a | 0.62 ^a | 0.60 ^a | 0.11 ^a | 0.11 ^a |
| AC | 0.37 ^a | 0.50 ^a | 1.13 ^a | 1.22 ^a | 0.55 ^a | 0.65 ^a | 0.13 ^a | 0.11 ^a |

1st Sampling date: Jul. 25, 2005 ; 2nd Sampling date: Oct. 5, 2005.

* Same as table 3.

施用菌根菌、放射線菌、枯草桿菌對狼尾草植體礦物質元素含量之影響，由表8顯示，施用菌根菌、放射線菌、枯草桿菌有促進盤固草植體礦物質元素磷含量的效果，磷含量增加0.04 %，且磷含量增加只表現在第二次取樣中（Oct. 6, 2005）；施用菌根菌、放射線菌有促進狼尾草植體礦物質元素鉀含量的效果，鉀含量增加0.20 %，且同時表現在二次取樣中（Jul. 26, 2005與Oct. 6, 2005）。施用菌根菌亦促進狼尾草植體礦物質元素鈣及鎂含量吸收的效果，鈣含量增加0.14 %，鎂含量增加0.04 %。研究報告指出，施用菌根菌可促進土壤中有效性磷的吸收（Young *et al.*, 1986）；溶磷菌施用可促進義大利黑麥草（Fernandez *et al.*, 1985）、小麥（Bajpai and Sundara Rao, 1971）等作物磷之吸收與植體磷含量。溶磷菌*Bacillus pumillu*與*Bacillus spp*施用盤固草A254與狼尾草7439，有促進牧草株高、鮮草及乾物產量、粗蛋白質含量、植體磷含量與土壤有效性磷含量的效果（謝，2005）。

表 8. 施用不同土壤微生物對狼尾草植體礦物質元素含量之影響

Table 8. Minerals analysis after phosphate-solubilizing microorganism application to napiergrass

| Treatment | <u>Phosphorus</u> | | <u>Potassium</u> | | <u>Calcium</u> | | <u>Magnesium</u> | |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 1st | 2nd | 1st | 2nd | 1st | 2nd | 1st | 2nd |
| | % | | | | | | | |
| CK* | 0.11 ^a | 0.09 ^b | 1.32 ^b | 1.36 ^b | 0.47 ^b | 0.38 ^b | 0.14 ^a | 0.12 ^b |
| My | 0.10 ^a | 0.13 ^a | 1.51 ^a | 1.54 ^a | 0.69 ^a | 0.45 ^a | 0.13 ^a | 0.16 ^a |
| BA | 0.10 ^a | 0.12 ^a | 1.30 ^b | 1.29 ^b | 0.42 ^b | 0.34 ^b | 0.11 ^a | 0.11 ^b |
| AC | 0.12 ^a | 0.14 ^a | 1.52 ^a | 1.57 ^a | 0.40 ^b | 0.36 ^b | 0.10 ^a | 0.12 ^b |

1st Sampling date: Jul. 26, 2005 ; 2nd Sampling date: Oct. 6, 2005.

* Same as table 3.

結論與建議

1. 施用菌根菌(*Glomus fragilis*)與枯草桿菌(*Bacillus subtilis*)，有促進盤固草與狼尾草株高、鮮草與乾物產量的效果，但對莖徑並無影響。
2. 施用菌根菌有促進盤固草與狼尾草粗蛋白質含量的效果，但對於中酸洗纖維含量（NDF, ADF）並無影響。
3. 施用菌根菌、放射線菌、枯草桿菌有促進盤固草植體礦物質元素如鉀含量的效果，但對植體鈣、鎂、磷含量卻無顯著增加的效果。
4. 施用菌根菌、放射線菌、枯草桿菌有促進狼尾草植體礦物質元素磷含量的效果；施用菌根菌、放射線菌促進狼尾草植體礦物質元素鉀含量的效果；施用菌根菌促進狼尾草植體礦物質元素鈣及鎂含量吸收的效果。

參考文獻

- 中華土壤肥料學會。1994。土壤分析手冊。p. 307~317。
- 行政院農業委員會。2003。有機農業法規。p. 7~14。
- 楊秋忠、莊作權、郭鴻裕。1984。接種內生菌根菌對大豆生長、生產、固氮作用及礦物磷利用之效應。中華農學會報。128:29~42。
- 楊秋忠、趙震慶、張永輝。1986。台灣酸性土壤接種菌根菌及施用磷礦石粉對玉米生長的影響。中華農學會報。新136:15~24。
- 楊秋忠。1997。固氮菌及溶磷菌的應用及發展。有益微生物在農業上之應用研討會專刊。p. 11~26。
- 楊秋忠。1993。土壤肥培管理與作物病害關係。蔬菜保護研討會專刊。pp. 229~306。
- 謝文彰。2005。溶磷菌對牧草生長及植體磷含量的影響。畜產研究 39(4):256~264。
- Bajpai, P. D. and W. V. B. Sundara Rao. 1971. Phosphate solubilizing Bacterial. Part I. Solubilization of Phosphate in liquid culture by selected bacteria as affected by different pH values. Soil Sci. Plant Nutr. 17:41~44.
- Datta, H., S. Banuk and P. K. Gypta. 1982. Studies of the efficient of a phytohormone producing solubilizing *Bacillus firmun* in augmenting paddy yield in acid soil of nageland. Plant Soil 69:365~373.
- Fernandez, M., N. C. Cadahia, A. Garate and R. M. Esteban. 1985. The electro-ultrafiltration method for controlling the effect of *Bacillus cereus* on *Phosphorus mobilization* in a calcareous soil. Biol. Fert. Soils. 1:97~102.
- Goering, H. J. and P. G. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis. USDA ARS. Agric. Handbook No. 379.
- Khalafalla, M. A., M. S. M. Saber and Abd-El-Maksoud. 1983. Effect of phosphate-dissolving bacteria on P-uptake by barley plants grown in a salt affected calcareous soil. Z. Pflanzenernahr. Bodenkd. 14~545~550.
- Ojala, J. C., W. M. Jarrell, J. A. Menge and E. L. Johnson. 1983. Influence of mycorrhizal fungi on the mineral nutrition and yield of onion in saline soil. Agron. J. 75:255~259.
- Raju, P. S., R. B. Clark, J. R. Ellis and J. W. Maranville. 1990. Effects of species of VA-mycorrhizal fungi on growth and mineral uptake of sorghum at different temperatures. Plant Soil:165~170.
- Young, C. C., T. C. Juang and H. Y. Guo. 1986. VA-mycorrhizal inoculation on soybean yield and mineral phosphorus utilization in sub-tropical soils. Plant and Soil 95:245~254.

Effect of Mycorrhizal fungi, Actinomyces, and *Bacillus subtilis* on growth of Pangolagrass and Napiergrass ⁽¹⁾

Wein-Chang Hsieh ⁽²⁾⁽³⁾

Received : May 21, 2007 ; Accepted : Jul. 16, 2007

Abstract

The purpose of this study was to examine the effects of mycorrhizal fungi (*Glomus fragilis*), actinomyces (*Streptomyces griseoviridis*), and *Bacillus subtilis* on growth, nutrient and mineral content of pangolagrass A254 and napiergrass TLRI 2. Data showed that *Glomus fragilis* and *Bacillus subtilis* application increased grass height and yield but didn't affect stem diameter of grasses. Only *Glomus fragilis* application increased protein content of grasses, but had no effects on neutral or acid detergent fiber.

Glomus fragilis, *Streptomyces griseoviridis* and *Bacillus subtilis* application increased potassium content of pangolagrass A254, but had no effects on phosphorus, potassium or magnesium. *Glomus fragilis*, *Streptomyces griseoviridis* and *Bacillus subtilis* application could increase phosphorus content of napiergrass. *Glomus fragilis* and *Streptomyces griseoviridis* application could increase potassium content of napiergrass. Only *Glomus fragilis* application could increase potassium and magnesium content of napiergrass.

Key words: Napiergrass, Pangolagrass, Mycorrhizal fungi, Actinomyces, *Bacillus subtilis*, Mineral element.

(1) Contribution No. 1389 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Hengchun Branch, COA-LRI, Pingtung, Taiwan, R.O.C.

(3) Corresponding author, E-mail: wchsieh@mail.tlri.gov.tw

