

溶磷細菌對茶樹吸收磷素之影響

張鳳屏

摘 要

以青心烏龍及台茶12號兩品種茶樹，種植於內裝平鎮系紅壤之黑色塑膠筒內，接種外來溶磷細菌菌種（*Pseudomonas* sp.），利用放射性 ^{32}P 技術，探究對茶樹磷素的吸收效應。結果顯示，接種外來溶磷細菌菌種（*Pseudomonas* sp.）有助青心烏龍及台茶12號茶樹磷素的吸收，本試驗所用溶磷細菌菌種（*Pseudomonas* sp.），可做為生物性肥料應用。

關鍵字：溶磷細菌、磷吸收、台茶12號、青心烏龍

前 言

植物養分吸收途徑可由根部及葉面進行，早期有許多學者應用放射性同位素 ^{32}P 研究各種植物對磷之吸收運轉與分佈，成果甚為豐碩（林，1989），而有關茶樹對磷的研究範圍均集中在土壤化學性質與磷肥對茶樹磷養分吸收之影響，所得成果有土壤中各種磷酸鹽型態對茶樹磷之吸收量有所不同，嫩葉含磷量以吸收磷酸鈣較多，磷酸鐵次之，磷酸鋁較少（河合和池ヶ谷，1966），土壤磷酸吸收係數愈大，土壤有效性磷釋放愈少，茶樹吸收磷量亦減少（池ヶ谷和河合，1967）。施用苦土石灰 3000 kg/ha，可增加土壤有效性磷含量，且增加磷酸鐵而減少磷酸鋁量（池ヶ谷和平峰，1968）。石垣（1978）利用水耕法探究茶樹不同部位對 ^{32}P 吸收量之影響，得知細根>主根>芽>1葉>2葉>3葉、莖>老葉， ^{32}P 放射比活度愈強，轉移到地上部愈快，pH 5.0 以下對 ^{32}P 吸收量較高。

對外來人工培養之溶磷細菌接種到茶樹是否能對磷吸收有所助益，仍未有充分證明。故本試驗以 ^{32}P 追蹤探討土生及外來溶磷細菌對茶樹磷之吸收能力，以供未來培養優良溶磷細菌菌種之參考，並供茶園施用溶磷細菌為生物性肥料之依據。

材料與方法

一、平鎮系紅壤：

本試驗採用茶改場平鎮系紅壤，其一般性質如表 1。分析方法，質地以比重計法（王，1981），pH（水：土=1：1）用玻璃電極，有機質用比色法，有效性磷、交換性鉀、鈣、鎂、鐵、鋁用 Mehlich No.3 法抽出，以ICP測定（Mehlich, 1984）。

表1. 平鎮系紅壤一般性質
Table 1. General properties of Pinchen soil

質地	pH	有機質	有效性 磷	交 換 性					溶磷細菌
				鉀	鈣	鎂	鐵	鋁	
		%	-----	mg/kg -----					× 10 ³ cfu /g soil
粘土	4.5	1.48	26	80	120	16	90	1428	5

二、茶樹品種及栽培方式：

以台茶12號及青心烏龍一年生茶苗，種植於內裝平鎮系紅壤之黑色塑膠筒(長×寬=32公分×9公分)內，每筒一株，經半年生長正常後，選取發育一致之茶樹，供本試驗處理用。

三、試驗計設：

茶樹品種為台茶12號及青心烏龍二種，處理方式(1)對照（不施溶磷細菌及 ³²P）。(2)施溶磷細菌。(3)施溶磷細菌及³²P。(4)施 ³²P，三重複。

- 1. 溶磷細菌菌種來源：溶磷細菌菌種由中興大學土壤學研究所楊秋忠教授提供，菌屬為 *Pseudomonas* sp.，原液溶磷細菌菌數約10⁹ cfu/ml，每株茶樹施用原液 1ml。
- 2. ³²P 施用：於民國80年7月12日每株茶樹加入 ³²P 放射比活度為 1μCi/ml，各20 ml，總放射比活度為20 μCi。
- 3. ³²P 測定：於民國80年7月22日將各處理茶樹植體放入裝有蒸餾水之5升塑膠筒內，並速抽拉3次後取出，放入70℃恆溫箱中，烘乾12小時，再分主根、細根、莖、嫩葉、老葉等部位磨細，7月24日以蓋氏計數器（GM counter）測定其 ³²P。土壤分表土（0~15公分）及底土（16~30公分），經風乾後，以蓋氏計數器測定 ³²P。由植體與土壤測得之cpm，再以 ³²P 之半衰期計算方程式推算出茶樹各部位所含 ³²P 放射比活度及土壤所含 ³²P 放射比活度。

結果與討論

一、試驗後各處理茶樹各部位乾物重

各處理試驗經歷11天後，將二品種植體切分為主根、細根、莖、老葉與嫩葉五部分，各部位乾物重如表2 所示。各處理對青心烏龍與台茶12號各部位乾物重皆無明顯差異，顯示供試茶樹生長平均整齊，符合試驗要求。

表2. 各處理青心烏龍與台茶12號植體乾物重

Table 2. Dry weight of Chin-Hsin Oolong and TTES No.12 tea plant in different treatments

處 理	青 心 烏 龍						台 茶 12 號					
	主根	細根	莖	老葉	嫩葉	地上部 ——比 地下部	主根	細根	莖	老葉	嫩葉	地上部 ——比 地下部
對 照	1.07	0.62	2.41	1.33	0.87	2.73	0.54	1.33	3.54	1.43	1.37	3.39
溶磷細菌	1.01	0.74	2.38	1.21	0.92	2.62	0.50	1.26	3.75	1.52	1.25	3.70
溶磷細菌+ ^{32}P	1.21	0.80	2.50	1.48	0.72	2.34	0.48	1.24	3.52	1.50	1.31	3.68
^{32}P	1.19	0.79	2.47	1.39	0.75	2.33	0.45	1.20	3.46	1.42	1.27	3.73

二溶磷細菌對青心烏龍茶樹磷含量之影響

施用與不施用溶磷細菌（皆未加 ^{32}P ）之處理，青心烏龍各部位吸收 ^{32}P 放射比活度皆無明顯差異。施用溶磷細菌並加 ^{32}P 處理與僅 ^{32}P 處理，比較青心烏龍各部位磷含量，結果如表3 所示，施用溶磷細菌加 ^{32}P 處理，青心烏龍各部位磷含量皆明顯高於 ^{32}P 處理，尤其施用溶磷細菌後根部吸收磷含量較無施用溶磷細菌處理高約3倍，再由根部運送轉移到地上部之莖與葉磷含量亦高約2至4倍。顯示接種溶磷細菌（*Pseudomonas* sp.）有助青心烏龍根系吸收磷之功效，並將吸收之磷往地上部運輸，尤其嫩葉磷含量之增高，對製成包種茶品質將有良好貢獻（張，1993）。

表3. 施用溶磷細菌對青心烏龍茶樹各部位磷含量之影響

Table 3. Effects of P-solubilizing bacteria on the phosphorous content in different tissue of Chin-Hsin Oolong tea plants

處 理	主 根	細 根	莖	老 葉	嫩 葉
	----- %* -----				
溶磷細菌 + ^{32}P	0.28a**	0.73a	1.58a	0.24a	0.38a
^{32}P	0.10b	0.24b	0.72b	0.06b	0.11b

* 此百分比% = (各部位 ^{32}P 含量 ÷ 所加入 ^{32}P 總量) × 100。

** 表中直行有相同英文字母者表示差異未達5%顯著。

三溶磷細菌對台茶12號茶樹磷含量之影響

施用與不施用溶磷細菌（皆未加 ^{32}P ）之處理，台茶12號各部位吸收 ^{32}P 放射比活度皆無明顯差異。施用溶磷細菌加 ^{32}P 之處理，台茶12號各部位除主根外，其他部位磷含量皆較 ^{32}P 之處理明顯增高（表4）。溶磷細菌對台茶12號細根吸收磷素的能力明顯增強，較無施用溶磷細菌處理者細根磷含量高約4倍，再由根運往地上部之莖與葉磷含量亦高約2~3倍，顯然接種溶磷細菌（*Pseudomonas* sp.）有助台茶12號細根吸收磷之功效。

表4. 施用溶磷細菌對台茶12號茶樹各部位磷含量之影響

Table 4. Effects of P-solubilizing bacteria on the phosphorous content in different tissue of TTES No.12 tea plants

處 理	主 根	細 根	莖	老 葉	嫩 葉
	-----		%*	-----	
溶磷細菌 + ³² P	0.07a**	4.56a	2.23a	0.59a	0.79a
³² P	0.07a	1.05b	1.09b	0.20b	0.42b

* 此百分比% = (各部位 ³²P 含量 ÷ 所加入 ³²P 總量) × 100。
** 表中直行有相同英文字母者表示差異未達5%顯著。

四溶磷細菌對青心烏龍及台茶12號吸收磷效果比較

青心烏龍與台茶12號二品種，根系形態分佈不同，青心烏龍主根乾物重較細根乾物重約重1.5倍，而台茶12號細根乾物重則較主根乾物重約重2.5倍，以主根乾物重相比較，青心烏龍則較台茶12號約重2倍，細根乾物重則以台茶12號較重，以致接種溶磷細菌 (*Pseudomonas* sp.) 對此二品種根系磷之吸收有所不同，溶磷細菌對幫助青心烏龍主根吸收磷之能力較台茶12號主根為強，對細根則以台茶12號較青心烏龍吸收磷之能力較強，由根部吸收之磷往上輸送到地上部磷之含量則以青心烏龍效果較台茶12號為佳，可見接種溶磷細菌對生長勢弱之青心烏龍根系磷之吸收與地上部磷之累積有促進之功效，對生長勢強之台茶12號，亦有促進磷素吸收之效果。

五試驗後各處理土壤中 ³²P 放射比活度比較

各處理經11天試驗後，土壤中 ³²P 放射比活度在對照與溶磷細菌處理皆未達差異顯著 (表5)。加 ³²P 與溶磷細菌處理，表土中 ³²P 放射比活度皆比 ³²P 處理低，顯然有溶磷細菌幫助 ³²P 吸收，使表土中 ³²P 殘留量減少。種植台茶12號之表土殘留 ³²P 放射比活度比種植青心烏龍之表土低，可見台茶12號吸收 ³²P 較青心烏龍高，由表3 及表4 可得之。但底土各處理皆在背景值無明顯差異，可知磷酸在土壤中移動性小。雖然茶樹有能力再吸收此難溶性磷酸鹽類，然土壤中有益微生物，如溶磷細菌與菌根菌 (張和楊，1992)，對茶樹磷素之吸收亦有正面的功能。由本試驗結果可得，所接種之溶磷細菌菌種 (*Pseudomonas* sp.) 有助茶樹吸收磷素之效果。

表5. 試驗後各處理土壤中 ³²P 放射比活度比較

Table 5. Comparison of radioactive ³²P in different treatments of soils

處 理	種青心烏龍之土壤		種台茶12號之土壤	
	表 土	底 土	表 土	底 土
	-----		-----	
	× 10 ⁻³ μ Ci/g soil		-----	
對 照	2.1 ^c	2.1 ^a	1.6 ^c	2.2 ^a
溶磷細菌	1.9 ^c	2.0 ^a	2.2 ^c	2.1 ^a
溶磷細菌 + ³² P	38.9 ^b	2.4 ^a	27.3 ^b	2.6 ^a
³² P	48.3 ^a	2.2 ^a	34.8 ^a	3.6 ^a

*表中直行有相同英文字母者表示差異未達5%顯著。

誌 謝

試驗承國立中興大學土壤學研究所楊秋忠教授提供寶貴菌種，文成後承台灣大學農化系張則周教授提供寶貴意見，陳鴻基老師技術指導與指正，特此致謝。

參考文獻

1. 王新傳. 1981. 鮑氏土壤機械分析法. 作物需肥診斷技術. 台灣省農試所特刊13:27-29。
2. 林安秋. 1989. 放射性同位素利用技術. 東興文化出版社 PP.167-256。
3. 張鳳屏、楊秋忠. 1992. 囊叢枝菌根菌與溶磷細菌對塑膠袋茶樹扦插苗生長之影響. 台灣茶業研究彙報 11:79-89。
4. 張鳳屏. 1993. 茶園土壤特性對新品種茶樹產量與品質之影響. 台灣茶業研究彙報 12:93-102。
5. 石垣幸三. 1978. 茶樹の營養特性に關する研究. 茶業試驗場研究報告 14:1-152。
6. 池ヶ谷賢次郎. 河合惣吾. 1967. 土壤の種類と茶樹によるリン酸吸收. 茶業技術研究 35: 65-69。
7. 池ヶ谷賢次郎. 平峰重郎. 1968. 苦土石灰の施用が茶樹のリン酸吸收に及ぼす影響. 茶業技術研究 36:27-31。
8. 河合惣吾. 池ヶ谷賢次郎. 1966. リン酸鹽の形態と茶樹による吸收との關係. 茶業技術研究 32:45-48。
9. Mehlich, A. 1984. Mehlich 3 soil test extractant : modification of Mehlich 2 extratant. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 15(2):1409-1416.

Effects of P-Solubilizing Bacteria on P Absorption of Tea Plants

Feng-Ping Chang

Summary

^{32}P was applied to investigate the effects of P-solubilizing bacteria (*Pseudomonas* sp.) on P uptake of tea plants. The soils used were acidic red soils of Pinchen Series, with cv Chin-Hsin Oolong and TTES No.12 as tested varieties. The results showed that inoculation with P-solubilizing bacteria (*Pseudomonas* sp.) was beneficial for P absorption in both varieties. The species of P-solubilizing bacteria (*Pseudomonas* sp.) used in the trial was a good species which would have a pretty good potential to be used as biological fertilizer.

Key word: P-solubilizing bacteria, P uptake, Chin-Hsin Oolong, TTES No.12