

茶園週年間作綠肥作物之探討

劉秋芳¹ 蘇彥碩² 曾信光¹ 邱垂豐¹ 蔡憲宗¹

摘 要

茶樹以採摘嫩芽葉為目的，故肥料以氮肥為主。有機栽培或友善環境耕作茶園因不能施用化學肥料，較欠缺肥分。本試驗以 6 年生青心大有為試驗材料，於當年冬茶、翌年夏茶及秋茶採收後，分別播種台南選 3 號（黑豆）等豆科綠肥種子，並分別在夏茶、秋茶、冬茶採收前約 3 週將綠肥耕鋤埋入土壤，與施用豆粕和台肥 1 號肥料處理及不施肥處理作比較，調查綠肥作物鮮草量、營養元素含量、病蟲害發生情形、製茶品質、分析投入的成本及綠肥可供應的氮肥量等資料，以比較不同季節栽種綠肥作物的差異及篩選在各季適合栽種的綠肥作物。

試驗結果顯示綠肥鮮草量以第 2 季綠肥（夏茶採收後播種、秋茶採茶前 3 週耕鋤）最高，次為第 1 季綠肥（冬茶採收後播種、夏茶採收前 3 週耕鋤），最少的是第 3 季綠肥（秋茶採收後播種，冬茶採收前 3 週耕鋤）；第 2 季綠肥種類以田菁生長最好，每公頃鮮重達 29,561 公斤；第 1 季綠肥種類則是魯冰鮮重最高，有 11,985 公斤/公頃。綠肥作物發生的病蟲害並不會傳播至茶樹，亦不會增加茶樹病蟲害的發生密度。在綠肥生長期間，不會造成茶葉品質的下降，田菁甚至可以提高茶葉品質，當綠肥埋入土壤，其所供應的養分讓茶樹吸收後，其茶葉品質不但比對照組好，甚至比肥料處理組更佳。第 1 季和第 2 季交叉組合種植綠肥，最大量可提供約 209 公斤氮素，6 年生茶樹氮肥推薦用量為 320 公斤/公頃，約可貢獻 2/3 左右的氮肥量，依豆粕價格（27 元/公斤）計算，扣除種子費用，可節省約 7 萬元左右成本。第 3 季綠肥因鮮草量低，不但無法降低肥料成本，還增加種子的費用，因此不推薦種植。故茶園若要栽種綠肥，可先選擇夏季種植綠肥，作物則推薦種植田菁，大豆綠肥-高雄選 10 號大豆（KSS10）和台南 3 號大豆（TN3）次之，台南 4 號青皮豆（TN4）和台南 7 號綠肥大豆（TN7）尚可，以供應較多量的氮肥；冬茶採收完畢後亦可栽種綠肥，只是鮮草量低於夏季栽種，且延長至夏茶採收前再耕鋤，才能獲得較高量的氮肥；冬季作物則優先推薦魯冰，TN3 和 TN7 次之，以補充夏季不足的氮肥量。

關鍵字：茶園、綠肥作物、間作

前 言

根據中華民國有機農業產銷經營協會（C.O.A.A.）的定義：自然農法依有機實施準則，完全不使用化學肥料和農藥，且必須完全使用未受污染之有機肥料，並採行自然方式防治病蟲害。近年，許多茶農為符合茶園栽培與生態的平衡，加上有機質肥料價格昂貴，茶農為降低生產成本，甚至採

-
1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員、退休副研究員、研究員兼副場長、研究員兼課長。
臺灣 桃園市。
 2. 行政院農業委員會茶業改良場魚池分場 副研究員兼股長。臺灣 南投縣。

行不施用肥料的方式經營管理茶園，故土壤及植體養分分析，經常呈現養分不足，茶葉產量與品質較慣行農法相對低很多。在茶園種植綠肥作物兼具敷蓋及覆蓋作用，可增加茶園有機質、全氮和有效磷含量 (袁，2008；吳等，2016)、改善土壤結構、改變土壤 pH 值、保持土壤水分與養分 (巫和朱，1996c)、改變茶園微氣候 (巫，1996a)、增加茶菁產量及製茶品質 (巫和朱，1995、1996a、1996b)、防止雜草等功能 (巫，1995)。綠肥作物有其病蟲害相，如能誘引蟲害天敵 (李等，2016)，對茶樹則具有蟲害防治效果；反之，若有相互傳播之病蟲害，則增加病害蟲密度，造成茶樹減產之情形；又豆科綠肥作物因具有根瘤而具固氮作用，可為茶樹生長所需的營養來源，但茶園土壤屬酸性，需篩選在酸性土壤茶園適宜種植的綠肥作物。採用有機栽培或自然農法的農民較能接受茶行間種植綠肥，故本試驗評估中低海拔茶區週年種植綠肥作物對茶樹生長的影響，計算提供之養份量及降低的肥料成本，以作為有機或自然農法茶園管理的參考依據，並希望能達成茶園-土壤-生物三者平衡的狀態，建立生態友善的耕作方法，兼顧茶葉產量及品質，讓茶園肥力得以自給自足，達永續經營的目的。

材料及方法

- (一) 試驗地點：桃園市楊梅區本場茶園。
- (二) 供試品種：青心大冇6年生茶樹。
- (三) 試驗設計：採RCBD (逢機完全區集設計)，7處理3重複，行距1.8公尺，行長10公尺，綠肥種植在3行茶樹間，種2行。
- (四) 處理方法：
 1. 綠肥處理：
 - (1) 第1季綠肥：於民國103年茶園冬季修剪作業完成後，於茶行間播種台南3號 (TN3) 大豆60公斤/公頃、台南7號綠肥大豆 (TN7) 30公斤/公頃、埃及三葉草10公斤/公頃、紫雲英10公斤/公頃、魯冰30公斤/公頃，綠肥於夏茶採收前3週耕鋤埋入土壤。
 - (2) 第2季綠肥：104年夏茶採收後，於茶行間播種台南3號大豆 (TN3) 60公斤/公頃、台南4號青皮豆 (TN4) 30公斤/公頃、台南7號綠肥大豆 (TN7) 30公斤/公頃、田菁20公斤/公頃、高雄選10號大豆 (KSS10) 90公斤/公頃，綠肥於秋茶採收前3週耕鋤埋入土壤。
 - (3) 第3季綠肥：104年秋茶採收後，於茶行間播種台南3號大豆 (TN3) 60公斤/公頃、台南4號青皮豆 (TN4) 30公斤/公頃、台南7號綠肥大豆 (TN7) 30公斤/公頃、田菁20公斤/公頃、高雄選10號大豆 (KSS10) 90公斤/公頃，綠肥於冬茶採收前3週耕鋤埋入土壤。
 2. 肥料處理：施用黃豆粕、台肥1號 (20-5-10) 處理，並於每季茶菁採收前約3週施入土壤內，施用量為每公頃氮肥64公斤。
 3. 對照處理，不施肥，不種植綠肥。
- (五) 調查項目：
 1. 綠肥耕鋤前，以目視法於田間調查病蟲害相，病蟲害危害程度分0~1級 (危害非常輕度)、1~2級 (危害輕度)、2~3級 (危害中等)、3~4級 (危害嚴重)、4~5級 (危害非常嚴重) 之5個等級；並以30×30公分方格進行綠肥取樣，調查綠肥作物之株高、主根長度、全株鮮重、乾重及分析植體營養元素 (凱氏法測定全氮，鉬藍法測定有效磷，1N中性醋酸鉍抽出法萃取有效鉀、鈣及鎂，以感應耦合電漿原子發射光譜儀 ICP 測定)。

2. 於每季茶菁採收前一日，以目視法調查茶樹病蟲害相，病蟲害危害程度分0~1級 (危害非常輕度)、1~2級 (危害輕度)、2~3級 (危害中等)、3~4級 (危害嚴重)、4~5級 (危害非常嚴重) 之5個等級；每季茶葉製茶後進行感官品評比較，秤取茶葉3公克，沖泡於150毫升之沸水5分鐘，品質品評項目分為形狀 (10分)、色澤 (10分)、水色 (20分)、香氣 (30分) 和滋味 (30分)。
- (六) 統計分析：各項試驗分析之數據，用SAS (statistical analysis system) 統計軟體進行變方分析，處理間達5%顯著差異時，再以費雪氏最小顯著差異法 (Fisher's least significant difference) 比較各處理間之差異。

結果與討論

一、綠肥植體性狀調查

高產青量是綠肥作物篩選的主要目標，也是衡量綠肥品種抗逆性和生產性能的指標之一 (傅等，2010)。因此，針對每季的綠肥作物調查其生長情形及植體鮮重等，結果如下：

- (1) 第1季綠肥：劉等 (2017) 指出，因冬天種植春天埋入之綠肥能提供的鮮重較低，氮肥提供量有限，因此本試驗第1季綠肥於前一年 (103年) 茶樹冬季修剪作業完畢後種植，於翌年 (104年) 夏茶採收前三週埋入。第1季綠肥作物株高以 TN7 最高，可達 70.0 ± 12.6 公分，但呈現蔓性會攀爬在茶樹上；紫雲英高度最矮，僅 25.3 ± 1.1 公分 (表一)。根長度則以魯冰最長，有 16.2 ± 1.5 公分，最短的是埃及三葉草 (10.6 ± 0.3 公分)，兩者呈顯著差異。每公頃茶園可提供的鮮重以魯冰最高，可達 $11,985 \pm 2,220$ 公斤，乾重也是最高，達 $1,825 \pm 379$ 公斤，達顯著性差異 (表一)，延至夏茶採收前三週埋入，每公頃綠肥鮮重可大幅增加，但埃及三葉草及紫雲英已開花結籽完畢，逐漸腐爛死亡。
- (2) 第2季綠肥，夏茶採收後播種，於秋茶採收前三週再埋入土中。各種綠肥作物在株高無顯著性差異，根長度以 TN3 和 KSS10 較長，分別為 18.5 ± 1.6 及 17.9 ± 1.1 公分；田菁根最短，為 13.3 ± 1.4 公分，但田菁每公頃可提供的鮮重及乾重都是最多的，分別為 $29,561 \pm 3,890$ 公斤及 $7,232 \pm 820$ 公斤，與其他綠肥呈顯著性差異。第2季綠肥在每公頃可提供的鮮重和乾重部分，除了魯冰外，均大幅較第1季綠肥作物增加。
- (3) 第3季綠肥在秋茶採收後種植，冬茶採收前耕鋤，但因生長時間短，因此，其生長量相對較第1、2季綠肥少很多，其中以 TN3 和 KSS10 生長速度較快，每公頃可提供的鮮、乾重最多，與其他處理呈顯著性差異。

雖然綠肥作物的根系越深，越能吸收土壤深度的水分和養分，並改善土壤的理化性質，但由本試驗結果得知，最深的是夏季種植的 TN3，只有 18.5 公分，與楊等 (2002) 年試驗結果類似，仍在表土層，對於深層土壤的改善效果是有限的。但可提供較多鮮草量的是在第2季 (夏季) 栽種的綠肥，其次則是第1季 (冬季)，最少量的則在第3季 (秋季)，因此，若要較獲得較高量的鮮草量，增加土壤的有機質，應優先選擇在夏季種植綠肥作物。

二、病蟲害部分

茶園間作綠肥，對綠肥的要求起碼是不增加茶樹的病蟲害，甚至能減少蟲害和雜草的發生，從而提高茶園的經濟效益和生態效益 (江等, 2014)。因此，本試驗針對綠肥作物和茶樹均進行病蟲害的調查，看綠肥作物與茶樹間病蟲害是否會相互影響，結果如下：

(一) 綠肥部分：

第 1 季綠肥中，只有 TN3 和 TN7 發生銹病，而 TN3 銹病的發生等級為中度，是較為嚴重的。TN7 綠肥則略有銹病的發生，發生等級為 1，其他綠肥作物均無銹病的發生。第 2 季綠肥作物均有葉斑病的發生，等級都在 1 (表二)。第 3 季綠肥均無病蟲害發生。

(二) 茶樹部分：

- (1) 春茶：春茶的病蟲害有茶捲葉蛾、茶姬捲葉蛾、茶小綠葉蟬、柑桔並盾介殼蟲、蚜蟲、茶蠶和褐色圓星病的發生，但危害等級都在 1.0 以內，非常的輕度。茶捲葉蛾在埃及三葉草、豆粕和對照處理中有輕度的發生，TN3、TN7、紫雲英、魯冰和台肥 1 號處理組均無發生；蚜蟲也只在對照組、TN3 和埃及三葉草處理有非常輕度的危害，其他處理也未發生；茶蠶只有發生在台肥 1 號處理的茶樹上，其他處理組均沒有發現茶蠶的蹤跡，褐色圓星病雖然都有發生，但處理間並無顯著性的差異 (表三)。
- (2) 夏茶：茶小綠葉蟬發生情況嚴重，其他病蟲害的發生都是低度等級。茶姬捲葉蛾會在 TN3 及魯冰處理上發生，柑桔並盾介殼蟲則在埃及三葉草和台肥 1 號處理有低度發生，其他處理並沒有發現。因有茶小綠葉蟬的嚴重危害，故本季茶葉試製紅茶，有明顯的蜜香味。
- (3) 第二次夏茶：在第 2 季綠肥在種植期間，調查第二次夏茶 (六月白) 茶菁病蟲害情形，調查發現茶小綠葉蟬、捲葉蛾、咖啡木蠹蛾和茶角盲椿象均發生，但在各處理間並無顯著性差異。茶葉蟬則在豆粕和台肥 1 號處理發生比率較高，均有 1.33 ± 0.33 等級的發生率，對照組則發生率最低，僅 0.33 ± 0.33 等級發生率。柑桔並盾介殼蟲則在 KSS10 處理發生率最高，有 1.00 等級發生率。在對照組、TN7 和豆粕處理則沒有發生危害。
- (4) 秋茶：當第 2 季綠肥埋入土中前，調查茶樹和綠肥病蟲害狀況，在茶小綠葉蟬、黑點刺蛾、柑桔並盾介殼蟲及柑桔刺粉蝨等蟲害在各處理間的發生等級均無顯著性差異。在高溫情況，較容易發生茶葉蟬的危害，以豆粕處理的發生等級最高，為 2.67 ± 0.33 ；田菁處理發生等級最低，為 1.33 ± 0.33 ，兩者呈顯著性差異，其餘處理發生等級在 $1.67 \pm 0.58 \sim 2.33 \pm 0.67$ 之間。另外日燒病在肥料處理組發生等級也較高，有 1.67 ± 0.33 等級，與其它處理發生等級 1.00 ± 0.00 呈顯著性差異。
- (5) 冬茶：冬茶在各處理間的蟲害情形，均無顯性差異。

以上各季的病蟲害相，綠肥發生的病蟲害並不會增加茶樹病蟲害，兩者無關聯，但肥料處理的茶蠶、茶葉蟬、日燒病的發生較為嚴重，種植綠肥較輕，是否與氮肥含量有關，值得進一步探討。

三、綠肥作物元素分析

綠肥的養分含量對茶園而言，以含氮量最為重要，又磷、鉀、鈣、鎂元素對茶樹也影響甚大，因此，調查各季綠肥作物的營養元素含量，各季結果如下：

- (1) 第 1 季綠肥：第 1 季綠肥於冬季播種後，延至夏茶採收前三週才埋入，因此，鮮草量較去年 (103 年) 春茶採收前埋入高，氮肥含量以 TN7 最高，有 3.77 ± 0.5 %，其次為 TN3 和魯冰，最低的是埃及三葉草，僅 1.46 ± 0.17 %，處理間呈顯著性差異 (表四)。磷、鉀含量則是紫雲英處理最高，分別為 7.84 ± 1.29 g/kg 和 28.27 ± 0.87 g/kg，均與其他綠肥作物處理呈顯著性差異。鈣

含量則是埃及三葉草最高，有 $12.54 \pm 0.64 \text{ g/kg}$ ，與 TN7 和魯冰呈顯著差異。鎂則是 TN3 含量最高，有 $3.60 \pm 0.13 \text{ g/kg}$ ，與其他處理呈顯著差異。

- (2) 第 2 季綠肥：第 2 季綠肥氮含量在 1.7~2.26 % 之間；鉀含量則在 $17.36 \sim 20.39 \text{ g/kg}$ 之間，處理間均無顯著性差異。磷含量則以 KSS10 最高，有 $3.40 \pm 0.1 \text{ g/kg}$ ，其次為 TN7，有 $3.13 \pm 0.19 \text{ g/kg}$ ，含量最低的是 TN3，為 $2.36 \pm 0.36 \text{ g/kg}$ ，KSS10、TN7 與 TN3 處理間呈顯著性差異。鈣則是以 TN4 和 TN7 含量較高，分別有 $11.33 \pm 0.64 \text{ g/kg}$ 和 $12.06 \pm 0.98 \text{ g/kg}$ ，與田菁處理呈顯著性差異。鎂則是以 KSS10 含量最高，有 $3.23 \pm 0.28 \text{ g/kg}$ ，與 TN7 ($2.43 \pm 0.17 \text{ g/kg}$) 和田菁 ($1.43 \pm 0.13 \text{ g/kg}$) 呈顯著性差異。
- (3) 第 3 季綠肥：田菁在氮、磷、鉀的含量都是最高的，分別為 $4.00 \pm 0.43\%$ 、 $4.88 \pm 0.53 \text{ g/kg}$ 、 $31.99 \pm 4.76 \text{ g/kg}$ ，與其他處理呈顯著性差異。鈣含量部分，以 TN7、KSS10 和田菁含量較高，與 TN3 和 TN4 呈顯著性差異。鎂含量與與第二季結果類似，以 KSS10 的 $4.58 \pm 0.15 \text{ g/kg}$ 最高，與其他處理呈顯著性差異。

綠肥具有固氮的效果，第 1 季以豆科的 TN7、TN3 和魯冰效果最佳，第 2 季的綠肥作物種類間無差異，第 3 季種植的綠肥作物種類與第 2 季相同，但生長期短，其中，田菁明顯較其他綠肥作物氮含量高，因此田菁是適合夏、秋季種植的綠肥作物，只是若要在秋季種植，冬茶採收前三週埋入，生長時間不足導致鮮草量太低。

四、茶葉感官品評

- (1) 春茶製作綠茶，感官品評結果在茶葉形狀、香氣、滋味和總分部分，各處理間並無顯著性差異；但茶乾的色澤，則是 TN3、紫雲英、魯冰和豆粕處理，得分較高，TN7 最低，呈顯著性差異；水色則是 TN3 (15.4 ± 0.2 分) 表現最好，埃及三葉草則較差 (14.3 ± 0.1 分)。春茶主要靠茶樹本身的養分，雖於冬、春季在茶行間作綠肥，並不會降低春茶的品質 (表五)。
- (2) 夏茶製作紅茶，對照組的茶湯顏色最淺，滋味最淡，豆粕和台肥 1 號的肥料處理組茶湯顏色較為暗紅。在茶乾形狀及色澤部分，各處理間均無顯著性差異；埃及三葉草、魯冰和台肥 1 號處理水色分數較高，分別為 15.8 ± 0.7 、 15.3 ± 0.7 、 15.7 ± 0.8 分，與對照組 (13.3 ± 0.6 分) 呈顯著性差異；香氣部分則是 TN3、埃及三葉草和紫雲英處理分數較高，各為 22.5 ± 0.6 、 23.0 ± 1.0 、 23.3 ± 0.4 分，亦與對照組 (20.3 ± 0.6 分) 呈顯著性差異；滋味部分則是紫雲英處理最好，為 22.7 ± 0.8 分，與對照組呈顯著性差異；以茶葉感官品評總分而言，則以魯冰處理 75.5 ± 2.0 分數最高，與對照組呈顯著性差異，次為埃及三葉草及紫雲英處理。
- (3) 第二次夏茶：採收第二次夏茶時，第 2 季綠肥仍在生長期間，尚未埋入土中，第二次夏茶採製紅茶，其感官品評在茶葉形狀部分，以田菁處理分數 (8.1 ± 0.2) 最高，與 TN4 (7.6 ± 0.1)、TN7 (7.5 ± 0.2)、台肥 1 號 (7.6 ± 0.2) 處理間呈顯著差異。但在色澤、水色和香氣部分，各處理間均無顯著性差異。滋味表現方面，則是 KSS10 表現最好，為 24.6 ± 0.5 分，與其他處理呈顯著性差異，TN3 和田菁的分數最低，各為 21.8 ± 0.4 、 21.9 ± 0.4 分。在茶葉感官品評總分表現，仍以 KSS10 分數最高，為 79.8 ± 0.7 分，與其它處理呈顯著性差異。
- (4) 秋茶：秋茶採收前三週，將第 2 季的綠肥和肥料埋入，秋茶採收後製作紅茶，其感官品評結果在形狀及水色方面，均以 KSS10 和田菁處理分數較高，茶乾色澤、茶湯香氣和滋味部分則是各處理間無差異。就整體而言，種植田菁的處理，其紅茶感官品評總分分數最高，為 75.8 ± 1.6 分；KSS10 處理次之，為 74.2 ± 0.2 分。相較肥料處理組，種植綠肥作物的茶葉感官品評分數高出很多，此外，不論種植綠肥作物或施肥處理，均比對照組 (不施肥) (71.7 ± 0.3) 都要來的好。

(5) 冬茶：秋茶採收後，種植第 3 季綠肥，於冬茶採收前耕鋤，冬茶試製綠茶，感官品評結果，茶乾之形狀部分以 TN4 和 KSS10 處理分數最高，均有 6.3 分，與對照組 (5.3 ± 0.6 分)、TN3 (5.1 ± 0.4)、TN7 (5.5 ± 0.5 分)、豆粕處理 (4.8 ± 0.4 分) 及台肥 1 號處理 (5.5 ± 0.6 分) 呈顯著性差異。茶乾色澤則是 TN4 處理最好，為 6.3 ± 0.6 分；最低分是豆粕處理的 5.0 ± 0.3 分，兩者呈顯著性差異。茶湯的水色、香氣和滋味，都是 TN3 處理最好，分數分別為 15.7 ± 1.0 、 23.8 ± 0.4 、 23.7 ± 0.9 分，因此，總分表現以 TN3 處理最好，為 73.6 ± 1.7 分，次為 TN4 處理， 72.2 ± 1.5 分，TN7 處理則最低，僅 65.5 ± 0.8 分。本季綠茶感官品評結果，除了 TN7 在會造成茶葉品質下降外，其他處理均較對照組好，TN3 甚至比肥料處理表現更好。

在巫和朱 (1995) 報告指出，春茶採收後間作田菁期間，對夏茶苦澀味、香氣和滋味皆有改善的現象，由本試驗各季茶葉感官品評結果得知，茶樹在間作綠肥作物期間，種植綠肥並不會造成茶葉品質的下降，甚至田菁的表現較對照組更好。綠肥埋入土壤，其所供應的養分讓茶樹吸收後，其茶葉品質不但比對照組好，甚至比肥料處理組更好。

六、效益分析

第 1 季綠肥以魯冰可提供的氮肥最高，達 60 公斤/公頃，次為 TN3 的 41.6 公斤和 TN7 的 39.4 公斤/公頃，扣除種子費用後，換算豆粕的成本，可降低的有效成本會較高 (表六)，均有新台幣 12,000 元以上，相當於提供了 444 公斤豆粕量。雖然埃及三葉草和紫雲英適合在冬季種植，但其鮮草量和含氮量較少，降低的肥料成本較有限，約在新台幣 2,000~4,000 元左右。

第 2 季因為氣溫高，綠肥作物生長速度快，鮮草量大幅提高，氮肥供應量也隨之增加，田菁每公頃可供應的氮肥量最多，有 149.1 公斤，次為 TN3 的 115.9 公斤，加上田菁的成本最低，因此，可降低的肥料成本也最高，可達 56,691 元；TN4 氮肥供應量最低，雖只有 60.7 公斤，但其降低成本的費用仍較第一季為多。

第 3 季綠肥因生長期間短，能供應的氮肥都很低，最多只有 4.7 公斤/公頃，不敷成本，因此，本季綠肥作物可考慮不必栽種。

由成本分析來看，茶園間作綠肥效益最高的部分在第 2 季，即夏茶採收後種植，秋茶採收前耕鋤。第一季的綠肥因冬季低溫，故生長速度較慢，能貢獻的氮肥較低，但仍具有一定程度肥料效益。若以成本考慮，第一季種植 TN7 和第二季種植田菁，每公頃最高可提供相當於新台幣 70,402 元的肥料效益。

種植綠肥作物就是改善地力之用，以減少化學或有機肥料的投入，楊等 (2002) 試驗得知，在南投名間於冬季種植油菜、黑麥草、埃及三葉草、苕子和魯冰之氮肥含量每公頃 18~80 公斤。茶樹是採收生葉的作物，本試驗結果顯示冬季種植的魯冰氮肥可達 60 公斤/公頃，夏季種植的綠肥至少都能達到 60 公斤/公頃以上，田菁最多達 149.1 公斤/公頃，秋季種植時間太短，則無法有效提供較多量的氮肥。

結 論

冬季播種的綠肥作物，如果在春茶採收前耕鋤所能提供的鮮草量較少，因此，延後至夏茶採收前才耕鋤，在不影響春茶的品質情況下，第 1 季綠肥較能降低有機肥料的成本，換算豆粕成本，扣除種子費用，約可節省 12,000 元以上。適合茶園冬季栽種的綠肥作物為台南 3 號大豆 (TN3)、台

南 7 號綠肥大豆 (TN7) 及魯冰。第 2 季綠肥係夏茶採收後播種，秋茶採收前三週埋入，其中以田菁的生質量最高，其他豆科綠肥作物--TN3、台南 4 號青皮豆 (TN4)、TN7、高雄選 10 號大豆 (KSS10) 也適合栽種，且種植綠肥有助茶葉品質的增加，甚至在第二次夏茶的表現比施肥組更好。第 3 季綠肥因秋茶採收後，冬茶採收前埋入，生長期太短，且氣溫開始下降，因此，第 3 季綠肥鮮草量太少，對氮肥的貢獻有限。因此，建議有機茶園間作綠肥模式為優先種植第 2 季綠肥，即在夏茶採收後播種，秋茶採收前再耕鋤埋入土中，綠肥種類考慮製茶品質，則最推薦田菁，KSS10 和 TN3 次之，TN4 和 TN7 尚可。第 1 季於冬季栽種的綠肥則優先推薦魯冰，其能貢獻的氮肥量較高和製茶品質較好，TN3 和 TN7 次之。

參考文獻

1. 江新鳳、楊普香、石旭平、李文金、趙華、蘭峰、李洪波、王新民. 2014. 幼齡茶園套種綠肥效應分析. 蠶桑茶葉通訊 6: 20 – 22。
2. 巫嘉昌、朱鈞. 1995. 茶園間植綠肥作物對茶葉化學成分與品質之影響. 中華生質能源學會會誌 14: 118-128。
3. 巫嘉昌、朱鈞. 1996a. 茶園間植綠肥作物對微氣象及夏茶品質之影響. 中華農學會報 175: 82-92。
4. 巫嘉昌、朱鈞. 1996b. 鹿谷茶區間植豆科綠肥作物對茶樹生育與產量之影響. 臺灣茶業研究彙報 15: 25-38。
5. 巫嘉昌、朱鈞. 1996c. 茶園間植綠肥作物對土壤肥力之影響. 中華農藝 6 (4): 241 - 253。
6. 巫嘉昌. 1995. 抑制茶園雜草生長-間植綠肥作物. 茶訊: 12。
7. 李慧玲、林乃銓、郭劍雄、王水金、王慶森、曾明森、吳光遠. 2016. 茶園間作綠肥對假眼小綠葉蟬及其天敵繅小蜂的影響. 中國生物防治學報 1: 50-54。
8. 林木連、巫嘉昌. 1991. 茶園綠肥作物適應性及栽培改進試驗. 臺灣省茶業改良場 80 年年報 pp. 31-32。
9. 吳志丹、尤志明、江福英、王峰、朱留剛、翁伯琦. 2013. 行間覆蓋綠肥對幼齡茶園土壤理化性狀的影響. 福建農業學報 12: 1285-1290。
10. 袁英芳. 2008. 重視綠肥研究與應用為有機茶園開闢肥源. 茶葉通訊 35(3): 39-41。
11. 傅海平、常碩其、劉紅豔、王華、段紀華、張亞蓮. 2010. 茶園綠肥品種的篩選. 茶葉通訊 37(3): 6-7。
12. 楊美珠、張清寬、施金柯. 2002. 中低海拔地區茶園冬作綠肥作物之選拔. 臺灣茶業研究彙報 21: 1-10。
13. 劉秋芳、蘇彥碩、劉千如、邱垂豐、蔡憲宗. 有機茶園環境親和耕作制度之研究. 2017. 第五屆茶業科技研討會 (付印中)。

表一、各季綠肥作物生長量

Table 1 Biomass of green manure crops planted in different seasons

季別 seasons	綠肥作物 Green manure crops	株高 plant height (cm)	根長 root length (cm)	綠肥鮮重 green manure fresh weight (kg/ha)	綠肥乾重 green manure dry weight (kg/ha)
第 1 季 First season (冬播夏埋)	TN3 <i>Glycine max</i>	58.5 ± 4.5 a	13.5 ± 1.5 ab	4,561 ± 1,115 b	1,231 ± 252 ab
	TN7 <i>Glycine max</i>	70.0 ± 12.6 a	12.8 ± 0.4 ab	4,907 ± 1,342 b	1,126 ± 302 ab
	埃及三葉草 <i>T. alesandrium</i>	51.8 ± 7.5 a	10.6 ± 0.3 b	5,562 ± 1,443 b	984 ± 234 ab
	紫雲英 <i>Astragalus sinicus</i>	25.3 ± 1.1 b	12.6 ± 1.2 ab	4,724 ± 1,682 b	703 ± 267 b
	魯冰 <i>L. luteus</i>	56.7 ± 0.4 a	16.2 ± 1.5 a	11,985 ± 2,220 a	1,825 ± 379 a
第 2 季 Second season (夏播秋埋)	TN3 <i>Glycine max</i>	74.6 ± 8.5 a	18.5 ± 1.6 a	18,157 ± 1,590 b	5,162 ± 738 ab
	TN4 <i>Glycine max</i>	74.4 ± 6.1 a	16.1 ± 0.9 ab	14,751 ± 1,542 b	3,521 ± 499 b
	TN7 <i>Glycine max</i>	94.5 ± 13 a	16.1 ± 0.7 ab	17,329 ± 2,506 b	4,229 ± 523 b
	KSS10 <i>Glycine max</i>	68.6 ± 5.1 a	17.9 ± 1.1 a	14,960 ± 2,536 b	3,785 ± 602 b
	田菁 <i>Sesbania cannabina</i>	87 ± 7.3 a	13.3 ± 1.4 b	29,561 ± 3,890 a	7,232 ± 820 a
第 3 季 Third season (秋播冬埋)	TN3 <i>Glycine max</i>	20.6 ± 1.2 a	6.5 ± 0.5 b	757 ± 71 a	163 ± 11 a
	TN4 <i>Glycine max</i>	18.9 ± 0.2 ab	7.4 ± 0.1 a	219 ± 82 b	52 ± 18 b
	TN7 <i>Glycine max</i>	16.5 ± 1.6 b	7.7 ± 0.2 a	332 ± 101 b	82 ± 25 b
	KSS10 <i>Glycine max</i>	21.7 ± 1.1 a	7.9 ± 0.4 a	774 ± 156 a	163 ± 30 a
	田菁 <i>Sesbania cannabina</i>	11.4 ± 0.7 c	4.4 ± 0.2 c	305 ± 64 b	52 ± 13 b

註：表中有相同英文字母者表示未達 5 %顯著差異。

Note: Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at P<0.05 by Fisher's protected LSD test.

表二、各季綠肥病害調查

Table 2 Investigation on diseases of green manure crops in different seasons

季別	綠肥作物	銹病 rust
season	Green manure crops	(危害等級 Hazard level)
第 1 季 First season	TN3 <i>Glycine max</i>	2.33 ± 0.88 a
	TN7 <i>Glycine max</i>	1.00 ± 1.00 ab
	埃及三葉草 <i>T. alessandrium</i>	0.00 ± 0.00 b
	紫雲英 <i>Astragalus sinicus</i>	0.00 ± 0.00 b
	魯冰 <i>L. luteus</i>	0.00 ± 0.00 b
季別	綠肥作物	葉斑病 leaf spot
season	Green manure crops	(危害等級 Hazard level)
第 2 季 Second season	TN3 <i>Glycine max</i>	1.00 ± 0.00 a
	TN4 <i>Glycine max</i>	1.00 ± 0.00 a
	TN7 <i>Glycine max</i>	1.00 ± 0.00 a
	KSS10 <i>Glycine max</i>	1.00 ± 0.00 a
	田菁 <i>Sesbania cannabina</i>	1.00 ± 0.00 a

註：1. 危害等級：0~1 危害非常輕；1~2 危害輕；2~3 危害中等；3~4 危害嚴重；4~5 危害非常嚴重。

2. 表中有相同英文字母者表示未達 5 %顯著差異。

Note: 1. Hazard level: 0~1 means very light; 1~2 means light; 2~3 means s medium; 3~4 means serious; 4~5 means very serious.

2. Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at $P < 0.05$ by Fisher's protected LSD test.

表三、間作綠肥作物茶樹病蟲害調查

Table 3 Investigation on diseases and pests of intercropping green manure crops planted for different seasons in tea garden

季節	處理	茶捲葉蛾	茶姬捲葉蛾	茶小綠葉蟬	柑桔並盾介殼蟲	蚜蟲	茶蠶	褐色圓星病
Season	Treatment	<i>Homona magnanima</i>	<i>Adoxophyes sp.</i>	<i>Jacobiasca formosana</i>	<i>Pinnaspis theae</i>	Aphid	<i>Andraca bipunctata</i>	<i>Pseudocercospora ocellata</i>
春茶 Spring tea	CK	0.67 ± 0.33 a	0.67 ± 0.33 a	0.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 a	0.33 ± 0.33 ab	0.00 ± 0.00 b	1.00 ± 0.00 a
	TN3 <i>Glycine max</i>	0.00 ± 0.00 b	0.33 ± 0.33 a	0.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 a	0.33 ± 0.33 ab	0.00 ± 0.00 b	1.00 ± 0.00 a
	TN7 <i>Glycine max</i>	0.00 ± 0.00 b	0.67 ± 0.33 a	0.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 b	0.00 ± 0.00 b	1.00 ± 0.00 a
	埃及三葉草 <i>T.</i>	0.33 ± 0.33 ab	1.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.33 ± 0.33 a	0.67 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 b	1.00 ± 0.00 a
	紫雲英 <i>Astragalus sinicus</i>	0.00 ± 0.00 b	1.00 ± 0.00 a	0.67 ± 0.33 a	0.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 b	0.00 ± 0.00 b	1.00 ± 0.00 a
	魯冰 <i>L. luteus</i>	0.00 ± 0.00 b	1.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 b	0.00 ± 0.00 b	1.00 ± 0.00 a
	豆粕 Soybean meal	0.33 ± 0.33 ab	0.67 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 b	0.00 ± 0.00 b	1.00 ± 0.00 a
	台肥 1 號 Taifei No.1	0.00 ± 0.00 b	0.33 ± 0.33 a	0.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 b	1.00 ± 0.58 a	1.00 ± 0.00 a
季節	處理	茶捲葉蛾	茶姬捲葉蛾	茶小綠葉蟬	柑桔並盾介殼蟲	蚜蟲	茶黃薊馬	
Season	Treatment	<i>Homona magnanima</i>	<i>Adoxophyes sp.</i>	<i>Jacobiasca formosana</i>	<i>Pinnaspis theae</i>	Aphid	<i>Scitothrips dorsalis</i>	
夏茶 Summer tea	CK	0.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 b	3.67 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 b	0.00 ± 0.00 a	0.33 ± 0.33 a	
	TN3 <i>Glycine max</i>	0.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 b	3.67 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 b	0.00 ± 0.00 a	0.33 ± 0.33 a	
	TN7 <i>Glycine max</i>	0.33 ± 0.33 a	0.33 ± 0.33 a	4.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 b	0.00 ± 0.00 a	0.33 ± 0.33 a	
	埃及三葉草 <i>T.</i>	0.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 b	3.33 ± 0.33 a	0.67 ± 0.33 a	0.33 ± 0.33 a	0.67 ± 0.67 a	
	紫雲英 <i>Astragalus sinicus</i>	0.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 b	3.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 b	0.00 ± 0.00 a	0.67 ± 0.33 a	
	魯冰 <i>L. luteus</i>	0.67 ± 0.33 a	0.67 ± 0.33 a	3.67 ± 0.67 a	0.00 ± 0.00 b	0.00 ± 0.00 a	0.33 ± 0.33 a	
	豆粕 Soybean meal	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 b	4.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 b	0.00 ± 0.00 a	0.67 ± 0.67 a	
	台肥 1 號 Taifei No.1	0.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 b	3.67 ± 0.33 a	0.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 a	0.67 ± 0.67 a	

季節	處理	茶捲葉蛾	茶姬捲葉蛾	茶小綠葉蟬	柑桔並盾介殼蟲	茶葉蟎	咖啡木蠹蛾	茶角盲椿象
Season	Treatment	<i>Homona magnanima</i>	<i>Adoxophyes sp.</i>	<i>Jacobiasca formosana</i>	<i>Pinnaspis theae</i>	<i>Oligonychus coffeae</i>	<i>Zeuzera coffeae</i>	<i>Helopeltis fasciaticollis</i>
第二次 夏茶 Second summer tea	CK	0.00 ± 0.00 a	0.33 ± 0.33 a	0.67 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 b	0.33 ± 0.33 b	0.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 a
	TN3 <i>Glycine max</i>	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.33 ± 0.33 a	0.33 ± 0.33 ab	0.67 ± 0.33 ab	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a
	TN4 <i>Glycine max</i>	0.00 ± 0.00 a	0.33 ± 0.33 a	0.33 ± 0.33 a	0.33 ± 0.33 ab	0.67 ± 0.33 ab	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a
	TN7 <i>Glycine max</i>	0.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 b	0.67 ± 0.33 ab	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a
	KSS10 <i>Glycine max</i>	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.33 ± 0.33 a	1.00 ± 0.00 a	1.00 ± 0.58 ab	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a
	田菁 <i>Sesbania cannabina</i>	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.67 ± 0.33 a	0.33 ± 0.33 ab	0.67 ± 0.33 ab	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a
	豆粕 Soybean meal	0.00 ± 0.00 a	0.33 ± 0.33 a	0.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 b	1.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a
	台肥 1 號 Taifei No.1	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.33 ± 0.33 ab	1.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 a	0.33 ± 0.33 a
季節	處理	茶小綠葉蟬	柑桔並盾介殼蟲	茶葉蟎	黑點刺蛾	柑桔刺粉蝨	日燒病	
Season	Treatment	<i>Jacobiasca formosana</i>	<i>Pinnaspis theae</i>	<i>Oligonychus coffeae</i>	<i>Thosea sinensis</i>	<i>Aleurocanthus spiniferus</i>	Sun scald	
秋茶 Autumn tea	CK	0.00 ± 0.00 a	1.00 ± 0.00 a	2.00 ± 0.00 ab	0.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 a	1.00 ± 0.00 b	
	TN3 <i>Glycine max</i>	0.00 ± 0.00 a	1.00 ± 0.00 a	2.00 ± 0.58 ab	0.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 a	1.00 ± 0.00 b	
	TN4 <i>Glycine max</i>	0.00 ± 0.00 a	1.00 ± 0.00 a	1.67 ± 0.33 ab	0.33 ± 0.33 a	0.33 ± 0.33 a	1.00 ± 0.00 b	
	TN7 <i>Glycine max</i>	0.00 ± 0.00 a	1.00 ± 0.00 a	2.00 ± 0.58 ab	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	1.00 ± 0.00 b	
	KSS10 <i>Glycine max</i>	0.00 ± 0.00 a	1.00 ± 0.00 a	2.33 ± 0.67 ab	0.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 a	1.00 ± 0.00 b	
	田菁 <i>Sesbania cannabina</i>	0.00 ± 0.00 a	1.00 ± 0.00 a	1.33 ± 0.33 b	0.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 a	1.00 ± 0.00 b	
	豆粕 Soybean meal	0.00 ± 0.00 a	1.00 ± 0.00 a	2.67 ± 0.33 a	0.67 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 a	1.67 ± 0.33 a	
	台肥 1 號 Taifei No.1	0.33 ± 0.33 a	1.00 ± 0.00 a	2.00 ± 0.58 ab	0.33 ± 0.33 a	0.33 ± 0.33 a	1.67 ± 0.33 a	

季節	處理	茶姬捲葉蛾	茶小綠葉蟬	茶蠶	茶葉蟬
	Treatment	<i>Adoxophyes sp.</i>	<i>Jacobiasca formosana</i>	<i>Andraca bipunctata</i>	<i>Oligonychus coffeae</i>
冬茶 Winter tea	CK	0.33 ± 0.33 a	0.67 ± 0.33 a	0.33 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 a
	TN3 <i>Glycine max</i>	0.00 ± 0.00 a	0.67 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a
	TN4 <i>Glycine max</i>	0.00 ± 0.00 a	1.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a
	TN7 <i>Glycine max</i>	0.33 ± 0.33 a	0.67 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a
	KSS10 <i>Glycine max</i>	0.00 ± 0.00 a	1.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a
	田菁 <i>Sesbania cannabina</i>	0.00 ± 0.00 a	1.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.33 ± 0.33 a
	豆粕 Soybean meal	0.00 ± 0.00 a	1.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a
	台肥 1 號 Taifei No.1	0.00 ± 0.00 a	0.67 ± 0.33 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a

註：1. 危害等級：0~1 危害非常輕；1~2 危害輕；2~3 危害中等；3~4 危害嚴重；4~5 危害非常嚴重。

2. 表中有相同英文字母者表示未達 5 %顯著差異。

Note: 1. Hazard level: 0~1 means very light; 1~2 means light; 2~3 means s medium; 3~4 means serious; 4~5 means very serious.

2. Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at $P < 0.05$ by Fisher's protected LSD test.

表四、各季綠肥作物植體礦物元素含量

Table 4 The mineral contents of green manure crops planted in different seasons

季別	綠肥	N	P	K	Ca	Mg
第一季 First season	TN3 <i>Glycine max</i>	3.27 ± 0.26 ab	3.37 ± 0.41 b	10.29 ± 0.43 d	12.12 ± 0.65 ab	3.60 ± 0.13 a
	TN7 <i>Glycine max</i>	3.77 ± 0.50 a	3.33 ± 0.54 b	12.98 ± 1.01 c	10.55 ± 0.37 b	2.92 ± 0.24 b
	埃及三葉草 <i>T. alexandrinum</i>	1.46 ± 0.17 c	4.95 ± 0.63 b	23.44 ± 0.60 b	12.54 ± 0.64 a	2.87 ± 0.09 b
	紫雲英 <i>Astragalus sinicus</i>	2.25 ± 0.19 bc	7.84 ± 1.29 a	28.27 ± 0.87 a	11.51 ± 0.34 ab	2.95 ± 0.11 b
	魯冰 <i>L. luteus</i>	3.09 ± 0.55 ab	2.70 ± 0.13 b	10.31 ± 0.73 d	8.43 ± 0.82 c	2.70 ± 0.22 b
第二季 Second season	TN3 <i>Glycine max</i>	2.26 ± 0.35 a	2.36 ± 0.36 b	17.36 ± 1.47 a	10.71 ± 0.36 ab	2.89 ± 0.06 ab
	TN4 <i>Glycine max</i>	1.70 ± 0.14 a	3.10 ± 0.26 ab	18.47 ± 0.87 a	11.33 ± 0.64 a	2.94 ± 0.29 ab
	TN7 <i>Glycine max</i>	1.88 ± 0.12 a	3.13 ± 0.19 a	19.17 ± 1.71 a	12.06 ± 0.98 a	2.43 ± 0.17 b
	KSS10 <i>Glycine max</i>	2.06 ± 0.02 a	3.40 ± 0.10 a	16.13 ± 1.45 a	10.67 ± 0.45 ab	3.23 ± 0.28 a
	田菁 <i>Sesbania cannabina</i>	2.05 ± 0.07 a	2.74 ± 0.27 ab	20.39 ± 2.48 a	9.03 ± 0.43 b	1.43 ± 0.13 c
第三季 Third season	TN3 <i>Glycine max</i>	2.47 ± 0.2 b	2.89 ± 0.60 b	18.99 ± 2.39 b	9.55 ± 0.04 b	3.52 ± 0.28 b
	TN4 <i>Glycine max</i>	2.40 ± 0.27 b	2.60 ± 0.19 b	17.50 ± 0.01 b	9.63 ± 0.44 b	3.36 ± 0.06 b
	TN7 <i>Glycine max</i>	2.68 ± 0.08 b	3.73 ± 0.07 ab	19.75 ± 0.84 b	13.82 ± 0.25 a	3.77 ± 0.13 b
	KSS10 <i>Glycine max</i>	2.86 ± 0.17 b	3.81 ± 0.13 ab	22.27 ± 0.97 b	12.80 ± 0.16 a	4.58 ± 0.15 a
	田菁 <i>Sesbania cannabina</i>	4.00 ± 0.43 a	4.88 ± 0.53 a	31.99 ± 4.76 a	13.07 ± 1.22 a	2.26 ± 0.24 c

註：表中有相同英文字母者表示未達 5 %顯著差異。

Note: Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at $P < 0.05$ by Fisher's protected LSD test.

表五、茶園各季種植綠肥作物對製茶品質之影響

Table 5 Effects of planting green manure crops in tea garden for different seasons on qualities of made tea

季別 Season	處理 Treatment	形狀 Shape (10 分)	色澤 Color (10 分)	水色 Liq. (20 分)	香氣 Aroma (30 分)	滋味 Taste (30 分)	總分 Total (100 分)
春茶 Spring tea (綠茶) (green tea)	CK	5.8 ± 0.3 a	5.9 ± 0.4 ab	14.6 ± 0.4 ab	22.6 ± 0.3 a	22.6 ± 0.8 a	71.5 ± 1.0 a
	TN3 <i>Glycine max</i>	5.8 ± 0.2 a	6.2 ± 0.2 a	15.4 ± 0.2 a	23.6 ± 0.4 a	23.4 ± 0.3 a	74.4 ± 0.7 a
	TN7 <i>Glycine max</i>	5.6 ± 0.3 a	5.2 ± 0.3 b	14.6 ± 0.5 ab	22.7 ± 1.0 a	22.8 ± 0.7 a	70.8 ± 2.6 a
	埃及三葉草 <i>T. alessandrium</i>	5.6 ± 0.5 a	5.7 ± 0.4 ab	14.3 ± 0.1 b	22.8 ± 0.3 a	22.7 ± 0.6 a	71.1 ± 1.6 a
	紫雲英 <i>Astragalus sinicus</i>	6.2 ± 0.5 a	6.4 ± 0.5 a	14.6 ± 0.5 ab	22.6 ± 0.5 a	22.7 ± 1.0 a	72.5 ± 2.8 a
	魯冰 <i>L. luteus</i>	6.2 ± 0.1 a	6.2 ± 0.1 a	14.9 ± 0.3 ab	23.3 ± 0.3 a	23.0 ± 0.2 a	73.7 ± 0.9 a
	豆粕 Soybean meal	6.2 ± 0.6 a	6.5 ± 0.3 a	14.4 ± 0.4 ab	22.3 ± 0.4 a	22.1 ± 0.6 a	71.6 ± 1.9 a
夏茶 Summer tea (紅茶) (black tea)	台肥 1 號 Taifei No.1	5.8 ± 0.4 a	5.8 ± 0.4 ab	14.5 ± 0.4 ab	22.7 ± 0.4 a	22.2 ± 0.7 a	71.0 ± 1.0 a
	CK	7.5 ± 0.4 a	7.7 ± 0.4 a	13.3 ± 0.6 b	20.3 ± 0.6 b	20.2 ± 0.8 b	69.0 ± 1.7 b
	TN3 <i>Glycine max</i>	7.2 ± 0.3 a	7.3 ± 0.2 a	14.5 ± 0.6 ab	22.5 ± 0.6 a	22.2 ± 0.6 ab	73.7 ± 1.7 ab
	TN7 <i>Glycine max</i>	7.2 ± 0.5 a	7.2 ± 0.3 a	14.5 ± 0.6 ab	22.3 ± 0.6 ab	22.0 ± 0.7 ab	73.2 ± 1.7 ab
	埃及三葉草 <i>T. alessandrium</i>	6.8 ± 0.5 a	7.0 ± 0.4 a	15.8 ± 0.7 a	23.0 ± 1.0 a	22.3 ± 1.1 ab	74.9 ± 3.1 ab
	紫雲英 <i>Astragalus sinicus</i>	6.8 ± 0.4 a	7.2 ± 0.3 a	14.8 ± 0.7 ab	23.3 ± 0.4 a	22.7 ± 0.8 a	74.8 ± 2.0 ab
	魯冰 <i>L. luteus</i>	7.9 ± 0.3 a	7.8 ± 0.3 a	15.3 ± 0.7 a	22.3 ± 0.8 ab	22.2 ± 0.9 ab	75.5 ± 2.0 a
	豆粕 Soybean meal	7.0 ± 0.6 a	7.7 ± 0.4 a	15.2 ± 0.6 ab	21.8 ± 0.6 ab	21.0 ± 0.6 ab	72.7 ± 1.4 ab
	台肥 1 號 Taifei No.1	7.1 ± 0.4 a	7.5 ± 0.4 a	15.7 ± 0.8 a	21.3 ± 0.8 ab	22.2 ± 1.2 ab	73.8 ± 3.4 ab

季別 Season	處理 Treatment	形狀 Shape (10 分)	色澤 Color (10 分)	水色 Liq. (20 分)	香氣 Aroma (30 分)	滋味 Taste (30 分)	總分 Total (100 分)
第二次夏茶 Second summer tea (紅茶) (black tea)	CK	7.8 ± 0.2 ab	7.7 ± 0.2 a	15.8 ± 0.6 a	22.8 ± 0.4 a	22.9 ± 0.3 bc	76.9 ± 0.8 b
	TN3 <i>Glycine max</i>	7.9 ± 0.2 ab	7.6 ± 0.3 a	15.7 ± 0.5 a	23.3 ± 0.6 a	21.8 ± 0.4 c	76.2 ± 0.7 b
	TN4 <i>Glycine max</i>	7.6 ± 0.1 b	7.6 ± 0.3 a	15.7 ± 0.4 a	23.1 ± 0.4 a	22.5 ± 0.4 bc	76.5 ± 0.6 b
	TN7 <i>Glycine max</i>	7.5 ± 0.2 b	7.4 ± 0.3 a	16.0 ± 0.4 a	22.7 ± 0.4 a	22.1 ± 0.2 bc	75.0 ± 0.8 b
	KSS10 <i>Glycine max</i>	7.9 ± 0.1 ab	7.9 ± 0.1 a	16.3 ± 0.6 a	23.1 ± 0.6 a	24.6 ± 0.5 a	79.8 ± 0.7 a
	田菁 <i>Sesbania cannabina</i>	8.1 ± 0.2 a	7.6 ± 0.3 a	15.6 ± 0.3 a	22.9 ± 0.4 a	21.9 ± 0.4 c	76.1 ± 0.7 b
	豆粕 Soybean meal	7.9 ± 0.2 ab	7.8 ± 0.1 a	15.7 ± 0.4 a	22.8 ± 0.5 a	23.3 ± 0.6 b	77.3 ± 0.8 b
	台肥 1 號 Taifei No.1	7.6 ± 0.1 b	7.4 ± 0.2 a	15.4 ± 0.4 a	23.3 ± 0.6 a	22.6 ± 0.5 bc	76.2 ± 1.1 b
秋茶 Autumn tea (紅茶) (black tea)	CK	7.5 ± 0.3 bc	7.7 ± 0.3 a	14.2 ± 0.4 ab	21.3 ± 0.3 a	21.0 ± 0.6 a	71.7 ± 0.3 c
	TN3 <i>Glycine max</i>	7.7 ± 0.2 abc	7.8 ± 0.2 a	14.3 ± 0.3 ab	21.8 ± 0.2 a	21.5 ± 0.3 a	73.2 ± 0.2 bc
	TN4 <i>Glycine max</i>	7.8 ± 0.2 ab	8.0 ± 0.0 a	14.5 ± 0.5 ab	22.0 ± 0.6 a	21.3 ± 0.3 a	73.7 ± 1.0 abc
	TN7 <i>Glycine max</i>	7.2 ± 0.2 c	7.8 ± 0.2 a	13.5 ± 0.3 b	21.7 ± 0.3 a	21.8 ± 0.2 a	72.0 ± 0.0 bc
	KSS10 <i>Glycine max</i>	8.2 ± 0.2 a	8.2 ± 0.2 a	14.8 ± 0.4 a	21.7 ± 0.3 a	21.3 ± 0.3 a	74.2 ± 0.2 ab
	田菁 <i>Sesbania cannabina</i>	8.2 ± 0.2 a	8.2 ± 0.2 a	15.2 ± 0.6 a	22.3 ± 0.3 a	22.0 ± 0.8 a	75.8 ± 1.6 a
	豆粕 Soybean meal	7.3 ± 0.2 bc	7.8 ± 0.2 a	13.3 ± 0.3 b	22.0 ± 0.0 a	21.5 ± 0.5 a	72.0 ± 0.3 bc
	台肥 1 號 Taifei No.1	7.7 ± 0.3 abc	8.0 ± 0.0 a	14.5 ± 0.5 ab	21.7 ± 0.3 a	21.3 ± 0.3 a	73.2 ± 0.7 bc
冬茶 Winter tea	CK	5.3 ± 0.6 bc	5.8 ± 0.3 abc	13.7 ± 1.1 c	22.2 ± 0.6 c	22.2 ± 0.2 b	69.2 ± 0.6 c
	TN3 <i>Glycine max</i>	5.1 ± 0.4 bc	5.3 ± 0.3 dc	15.7 ± 1.0 a	23.8 ± 0.4 a	23.7 ± 0.9 a	73.6 ± 1.7 a

季別 Season	處理 Treatment	形狀 Shape (10 分)	色澤 Color (10 分)	水色 Liq. (20 分)	香氣 Aroma (30 分)	滋味 Taste (30 分)	總分 Total (100 分)
(綠茶)	TN4 <i>Glycine max</i>	6.3 ± 0.8 a	6.3 ± 0.6 a	14.2 ± 1.2 bc	22.7 ± 0.4 bc	22.7 ± 0.7 ab	72.2 ± 1.5 ab
(green tea)	TN7 <i>Glycine max</i>	5.5 ± 0.5 bc	5.3 ± 0.6 dc	12.8 ± 1.4 c	21.0 ± 0.3 d	20.8 ± 0.2 c	65.5 ± 0.8 d
	KSS10 <i>Glycine max</i>	6.3 ± 0.6 a	6.2 ± 0.7 ab	13.3 ± 1.2 c	22.5 ± 0.3 c	22.0 ± 0.3 bc	70.3 ± 0.4 bc
	田菁 <i>Sesbania cannabina</i>	5.7 ± 0.4 ab	5.8 ± 0.5 bc	13.3 ± 1.2 c	23.0 ± 0.6 abc	23.0 ± 0.5 ab	70.8 ± 1.1 abc
	豆粕 Soybean meal	4.8 ± 0.4 c	5.0 ± 0.3 d	15.3 ± 0.6 ab	23.7 ± 0.3 ab	23.2 ± 0.6 ab	72.0 ± 1.3 abc
	台肥 1 號 Taifei No.1	5.5 ± 0.6 bc	5.8 ± 0.3 abc	13.3 ± 1.4 c	22.8 ± 0.2 abc	22.7 ± 0.7 ab	70.2 ± 1.2 bc

註：表中有相同英文字母者表示未達 5 %顯著差異。

Note: Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at $P < 0.05$ by Fisher's protected LSD test.

表六、茶園各季種植綠肥之成本分析

Table 6 Cost analysis of planting green manure in tea garden for different seasons

季別 season	綠肥作物 Green manure crops	綠肥作物提供的氮肥 Green manure crops provides nitrogen fertilizer (kg/ha)			綠肥作物種子用量 Amount of green manure crops (kg/ha)	綠肥作物種子費 cost of green manure crops (NTD/ha)	綠肥提供之氮肥效益換算豆粕之肥料成本 Fertilizer Benefits of Green Manure Convert fertilizer costs of soybean meal (NTD/ha)	實際降低的成本 Actually reduced cost (NTD/ha)
第一季 First season	TN3	41.6	± 12	ab	60	3,900	16,030	12,130
	TN7	39.4	± 4.5	ab	30	2,500	15,211	12,711
	三葉草	15.2	± 4.9	b	10	3,500	5,847	2,347
	紫雲英	16.8	± 7.7	b	10	1,500	6,485	4,985
	魯冰	60.0	± 19	a	30	10,500	23,140	12,640
第二季 Second season	TN3	115.9	± 20.5	ab	60	4,800	44,694	39,894
	TN4	60.7	± 11.3	c	30	1,500	23,394	21,894
	TN7	78.8	± 6.4	bc	30	2,500	30,379	27,879
	KSS10	77.8	± 12.0	bc	90	8,100	29,993	21,893
	田菁	149.1	± 21.0	a	20	800	57,491	56,691
第三季 Third season	TN3	4.0	± 0.4	ab	60	4,800	1,556	-3,244
	TN4	1.6	± 0.6	b	30	1,500	631	-869
	TN7	2.2	± 0.7	b	30	2,500	863	-1,637
	KSS10	4.7	± 1.0	a	90	8,100	1,812	-6,288
	田菁	2.6	± 0.1	ab	20	800	997	197

註：1. 每公斤豆粕以 27 元計算。

2. 表中有相同英文字母者表示未達 5 %顯著差異。

Note: 1. The cost per kilogram of soybean meal is calculated at 27 NT dollars.

2. Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at $P < 0.05$ by Fisher's protected LSD test.

Study on Intercropping Green Manure Crops during Anniversary Tea Plantation

Chiou-fang Liu¹ Yen-Shuo Su² Hsing-Kuang Tseng¹ Chui-Fong Chiu¹
Hsien-Tsung Tsai¹

Summary

We planted leguminous green manure seeds when after harvest last year winter tea, summer tea and autumn tea in six-year-old tea garden with Chin-Shin-Dah-Pan cultivar. Before the summer tea, autumn tea, winter tea harvest about 3 weeks, the green manure crops buried in the soil. Compared with the application of soybean meal and Taifei No.1 fertilizer and non-fertilization treatment, investigated the amount of green manure harvest, mineral element, pest, tea quality, cost analysis and green manure supply nitrogen. Select in the season for planting green manure crops and establish the mode of planting green manure crops for year in different seasons for tea garden.

The results showed that the fresh weight of green manure was the highest is in the second quarter (sowing in after summer tea harvest, hoe in before three weeks autumn tea harvest). The second is first quarter of green manure (sowing in after winter tea harvest, hoe in before three weeks in summer tea harvest). The least is the third quarter of green manure (sowing in after autumn harvest, hoe in before three weeks in winter tea harvest). Indian Sesbania had the best growth in summer, Its fresh weight was 29,561 kg per hectare, Lupin (one of the first quarter green manure crops) fresh weight is the highest, there are 11,985 kg / ha. The pests and diseases that occur in green manure crops not spread to tea trees neither increase the density of tea pests and diseases. In the growth period of green manure, there will not cause the decline in the quality of tea, Indian Sesbania can even improve the quality of tea, when the green manure buried in the soil and supply nutrients to tea trees, the tea quality is not only better than the check, it also better than fertilization group. Combine planting the first season and the second season of green manure crops, green manures can provide the maximum nitrogen amount about 209 kg/ha. The nitrogen fertilizer recommended dosage is 320 kg / ha for 6-year-old tea tree. It is about 2/3 of the amount of nitrogen fertilizer. According to cost prices of soybean meal (27 dollars / kg) to calculate and deduct the cost of seeds, can save about 70,000 dollars cost. Due to low fresh yields for the third quarter green manure, not only can't reduce the cost of fertilizer, but also increase the cost of seeds, it is not recommended planting. Therefore, the tea plantation plan to plant the green manure, it could prior to planting them in summer. There are available to supply more nitrogen fertilizer. The first recommendation to plant is Indian Sesbania, second are KSS10 and TN3, third are TN4 and TN7. If want obtain more nitrogen, can plant green manure crops in after winter tea harvest. The first option is Lupin, second are TN3 and TN7 to supplement the lack of nitrogen fertilizer in summer season.

Key words: Tea Garden, Green manure, Intercropping

-
1. Assistant Agronomist, Associate Agronomist, Senior Agronomist and Chief, Senior Agronomist and Deputy chief, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R. O. C.
 2. Associate Agronomist, Yuchih Branch, Tea Research and Extension Station, Natou, Taiwan, R. O. C.