

有效益芻料作物甜高粱及燕麥之生產

III. 地區輪作模式之經濟效益與 SWOT 分析⁽¹⁾

陳勃聿⁽²⁾ 張世融⁽²⁾⁽³⁾

收件日期：110 年 4 月 28 日；接受日期：111 年 11 月 8 日

摘 要

本試驗報告旨在評估我國各地區芻料作物輪作模式之經濟效益，以及分析國產芻料作物的經營策略。本試驗的芻料作物輪作模式分別為彰化縣福興鄉之 A. 水稻 (*Oryza sativa* L.) – 甜高粱 (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) – 早熟型燕麥 (*Avena strigosa* Schreb.)、B. 綠肥大豆 (*Glycine max* L.) – 甜高粱 – 燕麥 (*Avena sativa* L.)；臺南市鹽水區之 C. 甜高粱 – 綠肥大豆 – 青割玉米 (*Zea mays* L.)、D. 綠肥大豆 – 甜高粱 – 燕麥；臺東縣鹿野鄉之 E. 綠肥大豆 – 水稻 – 早熟型燕麥、F. 綠肥大豆 – 甜高粱 – 燕麥。經過 2 年的順利運作及調查研究，6 個輪作模式確實可以應用於各地區施行實作。在平均產值部分，以水稻的每公頃新臺幣 137,529 (NTD/ha) 為最高，燕麥 Swan 的 87,033 NTD/ha 次之，甜高粱的 76,909 NTD/ha 再次之，而燕麥 Saia 的平均產值僅為 45,120 NTD/ha，是所有作物裡產值最低的。在平均總收入部分，以甜高粱 (65,009 NTD/ha) 最高，水稻 (41,328 NTD/ha) 次之，燕麥 Swan (41,033 NTD/ha) 再次之，顯示栽培甜高粱及燕麥是可增加收益的。各模式的全年平均總收入中，除彰化縣福興鄉的模式 B (151,913 NTD/ha) 小於模式 A (152,876 NTD/ha) 外，其它地區皆以專門生產芻料作物的輪作模式 (D 及 F) 較高，顯示生產芻料作物具有較高的經濟效益。另一方面，本報告的分析指出，國產芻料燕麥是具有經濟潛力及市場優勢的，將其納入芻料生產輪作模式加以推廣種植，將有助解決國內冬季缺草問題。

關鍵詞：芻料、生產、經濟、效益。

緒 言

國內草食動物業者對進口乾草的依賴極深，進口乾草量高達 27 萬公噸 (財政部關務署，2019)，在缺乏國產優質牧草的狀況下，國產芻料自給率難以跨過 60% 的門檻。近年由於中東地區及中國大陸乾草進口量快速成長，使得國際乾草貨源緊縮且價格飆高，國內能否自行生產價廉之優質乾草關係到草食動物產業的生存。政府的稻田轉作策略，除「減少稻作面積」的目標外，也考量降低對進口作物依賴，逐步將農地轉作計畫調整為輔導「轉作進口替代」或「重點外銷農產品」等，以提升農產品產值及競爭力。目前大部分的休耕地以復耕水稻為主，其主要原因為水稻種植機械化程度高，且稻米有公糧保價收購而收益較高之誘因，導致農民大量復種水稻，造成稻穀生產過剩與國庫經費支出過鉅等問題。施及呂 (2017) 提出利用水旱田之輪作方式，例如一期水稻與一期青割玉米的輪作，除可避免水稻生產過剩，另一方面也可生產玉米青貯料提供給酪農飼養牛隻，有助於減少酪農對進口芻料的依賴。目前國內尚有數萬公頃休耕地待活化，若能導入優質牧草生產體系，將可提高牧草自給率，發揮進口替代功能，進而降低草食動物生產成本。

吳及連 (2004) 指出，依照地域和氣候條件進行種植，通常可有效提高作物的生產量，改善土地利用效率，增加農家收益。洪等 (1985) 也認為利用不同的轉作及耕作方式，將有效改善稻田耕作制度，且較好的生產模式將可提高農民所得。曾等 (1986) 研究發現，一期水稻 – 夏作綠肥 – 秋作玉米及一期早熟稻 – 夏作甜瓜 – 秋作玉米等 2 種耕作方式之淨收益高，值得推薦給農民採用。不過，由於轉作牽涉到農民的收益，轉作物之收益不低於水稻才能被農民接受 (許及邱，1984)。詹等 (2012) 以不同耕作模式進行效益評估，其在雲嘉南地區設定之水旱田輪作模式為春作種植水稻，夏作種植大豆，秋裡作種植飼料玉米，此耕作模式每公頃全年淨收益較雙期作種植水稻增加 42%；若

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2722 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所飼料作物組。

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

春作種植毛豆，夏作種植綠肥田菁，秋作種植甜玉米的耕作模式，則每公頃全年淨收益較雙期作種植水稻增加 36%。由此可知，合適的生產模式將更有效利用土地資源，改善農業生產結構，提高農民收益。

陳及張 (2021) 為評估具有生產潛力的短期芻料作物及其輪作生產模式，在彰化縣、臺南市及臺東縣等 3 個地區夏季種植甜高粱 (*Sorghum bicolor* (L) Moench)，冬季種植燕麥 (*Avena sativa* L.)，結果顯示，甜高粱具耐逆境特性，適合多颱風災害的夏季生產；燕麥在臺灣冬季的芻料產能與營養價值高，適合生產冬季牧草。臺灣的主要酪農區位於彰化縣、雲林縣、臺南市、屏東縣及東部地區，因各酪農區的氣候特性不同，所以各地區的芻料需求、牧草種類、栽培技術及產業型態也不盡相同，而適合各地區的芻料作物輪作生產模式也有所差別 (陳及張, 2021)。本研究擬以彰化縣福興鄉、臺南市鹽水區及臺東縣鹿野鄉等 3 個地區的芻料作物輪作生產模式進行經濟效益評估，並探討國產芻料燕麥的優劣勢及經營策略，以供農民種植及政府施政之參考。

材料與方法

I. 各地區輪作模式

本試驗分別在彰化縣福興鄉、臺南市鹽水區及臺東縣鹿野鄉等三個地區進行。各地區芻料作物輪作生產模式參考陳及張 (2021) 建議，詳列於表 1。各模式各期作栽培作業時間與氣象資料詳列於表 2 及圖 1。各地區輪作生產模式的第 1 年度期間為 2017 年 7 月至 2018 年 6 月，第 2 年度為 2018 年 7 月至 2019 年 6 月。

表 1. 臺灣三地區的芻料作物輪作模式

Table 1. The different modes of crop rotation for forage production in different locations in Taiwan

| Location | Crop rotation mode | Growing period (days) | | | |
|----------|--------------------------------------|-----------------------|------|--------|-------|
| | | Spring | Fall | Winter | Total |
| Changhua | A. Rice-Sweet sorghum-Oat 'Saia' | 120 | 90 | 75 | 285 |
| | B. Soybean-Sweet sorghum-Oat 'Swan' | 80 | 90 | 120 | 290 |
| Tainan | C. Sweet sorghum-Soybean-Forage corn | 90 | 80 | 120 | 290 |
| | D. Soybean-Sweet sorghum-Oat 'Swan' | 80 | 90 | 120 | 290 |
| Taitung | E. Soybean-Rice-Oat 'Saia' | 80 | 120 | 75 | 275 |
| | F. Soybean-Sweet sorghum-Oat 'Swan' | 80 | 90 | 120 | 290 |

II. 試驗材料

本試驗的品種 (系) 分別為甜高粱臺畜 1 號，早熟燕麥 (*Avena strigosa* Schreb.) Saia、燕麥 Swan，綠肥大豆臺南 4 號，福興鄉第 1 年種植的水稻品種為臺中 194 號、第 2 年為臺中秈糯 2 號，鹿野鄉種植的水稻品種 2 年皆為臺東 33 號，鹽水區種植的青割玉米品種為明豐 3 號。水稻及青割玉米由農民自行選擇品種、種植方式及收穫時間。燕麥種子購自明豐種苗行，綠肥大豆種子則購自臺南市麻豆區雜糧產銷班，甜高粱為自行留種。

III. 試驗方法

田間設計：三地區每模式的試驗面積皆為 1,000 m²。播種方式及播種量分別為：燕麥 (撒播，種子量 120 kg/ha)，甜高粱 (條播，行距 75 cm，株距 10 cm)，綠肥大豆 (撒播，種子量 25 kg/ha)。每期作施肥量分別為 N：120 kg/ha、P₂O₅：30 kg/ha、K₂O：60 kg/ha，而綠肥大豆種植時不施肥。

試驗調查：燕麥分為 8 區 (視為 8 重複)，每區取樣 1 m²，早熟燕麥 Saia 於種植 75 日後取樣調查，晚熟燕麥 Swan 則為 120 日。甜高粱分為 4 區 (視為 4 重複)，每區取樣 3.75 m²，於種植後 90 日調查。以作物利用方式進行產量調查，甜高粱及青割玉米調查全株鮮重，而燕麥調查全株乾重，水稻則調查穀重，綠肥大豆只種植不調查。

IV. 作物售價

作物售價：參考農業統計年報 (2018)、財團法人中央畜產會及市場價格 (臺灣糖業公司，簡稱臺糖) 等資料。水稻以 2018 年一期稈稻的粗收益 / 樣本平均產量，計算每 kg 穀價為 22.2 元新臺幣 (New Taiwan Dollar, NTD)，青割玉米與甜高粱鮮草皆以 1.5 NTD/kg 計價，而燕麥乾草價格則比照臺糖售價定為 10 NTD/kg。

V. 政府補助金 (Subvention) 及收益計算方式

依據行政院農業委員會農糧署「對地綠色環境給付計畫」(農糧署, 2018) 規定, 每 1 年補助 2 期作, 轉作牧草的補助金為 35,000 NTD/ha, 而休耕種植綠肥作物則為 45,000 NTD/ha。模式 C 的 3 種作物皆符合補助規定, 而模式 A 及 E 的主作物 (水稻) 皆無額外補助, 故以甜高粱及綠肥大豆作為領取補助金之作物。

產值 (Value of output) = 產量 × 售價

淨收益 (Net income) = 產值 - 生產成本

總收入 (Total income) = 淨收益 + 政府補助金

VI. 經營策略分析

利用 SWOT 分析 (SWOT analysis) 歸納國內芻料作物燕麥的優勢 (strengths, S) 與劣勢 (weaknesses, W) 因素, 及探查國外進口影響的機會 (opportunities, O) 和威脅 (threats, T) 因素, 經綜合評估後提出未來經營策略。

VII. 統計分析

本試驗在三個地區進行兩個年度的評估, 為探討不同處理 (輪作模式在不同地區於二個年度下) 之表現進行合併地區的綜合變方分析 (combined analysis of variance), 地區及處理均為固定型效應, 年度則視為逢機型效應。試驗資料以 SAS-EG7.1 統計軟體進行統計分析, 若分析結果達顯著差異, 再以最小顯著差異性 (least significant difference test, LSD) 測驗比較處理組間的差異, 以 $P < 0.05$ 為顯著差異水準。

結果與討論

I. 芻料作物輪作模式之運作評估

本試驗於 2017 年 7 月至 2019 年 6 月在彰化縣、臺南市及臺東縣進行 2 年共 6 期作的種植、收穫工作, 栽培作業時間詳列於表 2。彰化縣福興地區的輪作模式在第 1 年度運作順遂, 然第 2 年度 (2018) 的 7、8 月份因連續下雨關係 (圖 1), 使得土地泥濘而無法翻耕, 導致甜高粱 (模式 A 及 B) 延後至 9 月 3 日才可種植, 較第 1 年延遲 27 日, 因此收穫期延至 12 月 1 日。甜高粱的延後使得燕麥 Saia (模式 A) 種植日期延至 12 月 10 日, 而在 2019 年 2 月 22 日收穫。第 2 年度的水稻 (模式 A) 種植時間為 3 月 25 日 (7 月 3 日收穫), 與燕麥 Saia 收穫日期相距 31 日, 故甜高粱的延後種植對模式運作影響程度不大。而第 2 年度的燕麥 Swan (模式 B) 在 2018 年 12 月 10 日種植, 於 2019 年 4 月 8 日收穫, 而後續的綠肥大豆則於 4 月 24 日種植。因為綠肥大豆屬於綠肥作物, 不以收穫為目的, 故無種植期程的壓力。

在臺南市鹽水地區第 1 年度的受到 3、4 月份 (2018) 連續乾旱的影響 (圖 1), 導致春作 4 月下旬種植的甜高粱 (模式 C) 生長不佳, 於 5 月 22 日重新種植, 在 8 月 17 日收穫 (表 2)。而接續的綠肥大豆於 8 月 22 日 (第 2 年度) 種植, 10 月 31 日翻犁, 致使第 2 年度的青割玉米延後至 11 月 2 日才種植, 比第 1 年度延遲 25 日。雖然青割玉米的種植日期與原訂日期稍有延遲, 但還在適合的種植時間之內。臺南市鹽水地區的輪作生產模式 D 及臺東縣鹿野地區的 E、F 模式, 皆在 2 個年度之間的運作順遂, 並無延遲的情況發生。

洪等 (1985) 指出作物生產時會受氣候、整地、收穫及調製等因素影響, 前期作物播種期的延遲, 不但影響該期作物的生長, 同時亦影響下期作物的栽培時期與發育。許及邱 (1984) 研究結果顯示, 降雨時間會影響雜糧作物的最適種植時間, 並且導致作物產量降低。由試驗結果得知, 各作物的預訂種植時程雖會受到氣候影響而延遲, 但由於各模式於期作之間所預留的準備日數, 可有效降低氣候因素的干擾, 而不至於影響到輪作模式的運作, 在陳及張 (2021) 的研究亦指出相似的結論。歸納而論, 皆說明本研究所設計的輪作模式確實可以實際應用於各地區。

II. 輪作模式之收益分析

圖 2 為各作物於 2 年的平均產值及總收入。在平均產值部分以水稻的 137,529 NTD/ha 最高, 燕麥 Swan 的 87,033 NTD/ha 次之, 甜高粱的 76,909 NTD/ha 再次之, 而燕麥 Saia 的平均產值僅為 45,120 NTD/ha, 低於青割玉米的 45,533 NTD/ha, 是所有作物裡產值最低的。此結果與前人研究有相同的表現, 都是以水稻的產值較其他作物為高 (曾等, 1986; 詹等, 2012)。而在各作物平均總收入部分, 以甜高粱 (65,009 NTD/ha) 最高, 水稻 (41,328 NTD/ha) 次之, 燕麥 Swan (41,033 NTD/ha) 再次之, 僅青割玉米及燕麥 Saia 為負值 (分別為 -5,268 NTD/ha 及 -1,760 NTD/ha)。本研究將政府補助金歸於甜高粱及綠肥大豆, 因此使青割玉米之平均總收入為各作物裡最低的, 而若是將政府補助金歸於青割玉米, 則其總收入將轉正但仍低於燕麥 Swan。石 (2017) 指出, 若無政府的保價收購及

轉作獎勵金支撐，種植玉米的收益將與水稻相差甚多，且玉米遇乾旱常收穫量驟減，收穫的錢付完租金已所剩無幾，若無轉作獎勵金，則農民的栽種意願不高。

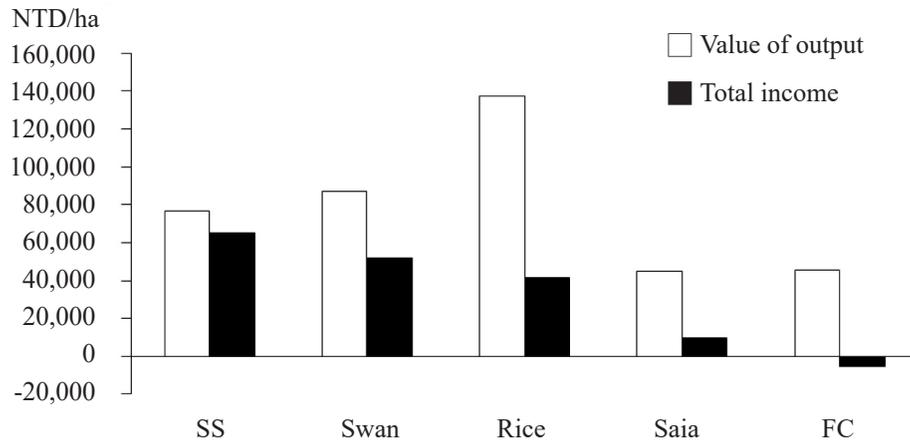


圖 2. 2017/07 – 2019/06 各作物的平均產值與總收入。

Fig. 2. The averaged values of output and total incomes for different crops in different years (2017/07-2019/06). The data were from Table 3. Crops: SS: Sweet sorghum; SB: Soybean; FC: Forage corn; Swan and Saia are oat varieties.

在各模式各作物的平均產值部分 (表 3)，以水稻 (模式 A 及 E 分別為 171,828 及 103,230 NTD/ha) 顯著高於其他作物 ($P < 0.05$)；燕麥 Swan 於模式 D、B 及 F 的平均產值依序分別為 92,910、89,480、78,710 NTD/ha，僅低於水稻的產值；甜高粱平均產值介於 44,684 – 91,254 NTD/ha，高於模式 C 青割玉米的 (45,533 NTD/ha)；在模式 E 中的燕麥 Saia 的平均產值為 39,750 NTD/ha，是各模式中所有作物裡產值最低的。此結果與詹等 (2012) 相同，都是以春作水稻的產值最高。

在各模式各作物的平均總收入部分 (表 3)，以模式 C 的甜高粱 (79,354 NTD/ha) 與模式 A 的水稻 (75,627 NTD/ha)、模式 B 之甜高粱 (74,433 NTD/ha)，以及模式 A 的甜高粱 (72,759 NTD/ha) 顯著最高 ($P < 0.05$)；模式 D 之甜高粱的平均總收入 (65,716 NTD/ha) 次之；模式 D、B 及 F 之燕麥 Swan 的平均總收入再次之 (分別為 46,910 NTD/ha、43,480 NTD/ha 及 32,710 NTD/ha)。在模式 B、C、D、E 及 F 的綠肥大豆之總收入皆為 34,000 NTD/ha，高於模式 B 之燕麥 Saia (4,590 NTD/ha)、模式 E 之水稻 (7,029 NTD/ha) 及模式 F 之甜高粱 (32,784 NTD/ha)；所有作物裡僅模式 C 之青割玉米 (-5,268 NTD/ha) 及模式 E 之燕麥 Saia (-6,250 NTD/ha) 的總收入為負值。2018 年模式 C 在青割玉米的種植期間曾遭遇乾旱，因而導致產量由 2017 年的 37,990 kg/ha 大幅下降至 22,720 kg/ha (數據未呈現於報告)，大幅低於當年國內青割玉米的平均產量 (46,397 kg/ha) (行政院農業委員會，2018)，以至於造成模式 C 之青割玉米的總收入低於生產成本。

石 (2017) 指出儘管政府鼓勵種植其他替代性作物取代水稻，但在種植水稻獲利穩定及利潤佳的情況下，要農民轉作其他作物在推行上仍有其困難度。因此，本研究將模式 A 之水稻的總收入指數定為 100% 作為對照，進行所有模式各作物的總收入指數之比較 (表 3)。模式 C 甜高粱的總收入指數是 105%，為各模式各作物裡最高的。除甜高粱模式 F 的指數 (43%) 偏低外，其餘的指數範圍介於 87 – 98%，相當接近水稻的總收入。此外，燕麥 Swan 的總收入指數雖在 43 – 62% 之間，但若將政府補助金併入合計，則燕麥 Swan 的總收入將不亞於甜高粱及水稻。詹等 (2012) 研究結果顯示，各作物之總收入以春作水稻最高，而飼料玉米及青割玉米因為有政府的製作收購及轉作補貼，二者的總收入接近春作水稻。石 (2017) 指出，若無政府的保價收購及轉作獎勵金支撐，種植硬質玉米的收益與水稻相差甚多，如果承租的田地可以種植水稻，絕不會種植硬質玉米。由此可知，政府的補助款確實是影響作物總收入高低及農民轉作意願的一項重要因素。水稻有政府的保價收購使其產值是所有作物裡最高的，而甜高粱及燕麥並無此機制，完全依據市場價格進行交易。因甜高粱及燕麥的產量高使得產值也高，若有政府計畫支持，其總收入將有機會超越水稻 (模式 C 甜高粱)。

表 4 為主要作物輪作模式 (A、C、E) 與芻料作物輪作模式 (B、D、F) 的全年平均總收入。除彰化縣福興鄉模式 B 的總收入 (151,913 NTD/ha) 小於模式 A (152,876 NTD/ha) 之外，其它地區皆以芻料作物輪作模式有較高的總收入。模式 D 的總收入指數為 136%，而模式 F 更高達 286%，雖然模式 B 的指數 (99%) 低於模式 A (100%)，但二者已相差無幾，顯示專門生產芻料作物的輪作模式會有較高的獲利。詹等 (2012) 曾考量國內糧食自給率及氣候異常缺水環境下，提出「水稻－田菁－飼料玉米」及「綠肥大豆－青割玉米」兩個輪作制度予

農民參考應用，顯示種植芻料作物除具有經濟效益外，亦具有節水效果。綜合上述，甜高粱的收益高，納入主作物輪作栽培模式中可增加農民收益，而專門生產芻料作物的輪作模式因經濟效益高而具有發展前景。

表 3. 2017/07 – 2019/06 不同輪作模式下各期作的作物平均產量、收益及生產成本

Table 3. The averaged yields, income and production costs of crops for different modes in different years (2017/7-2019/6)

| Mode and crop (period) | Yield ¹ | Value of output | Production cost ² | Net income | Subsidy | Total income | Index ³ |
|--------------------------------|--------------------|-----------------------|------------------------------|------------|---------|----------------------|--------------------|
| | kg/ha | NTD/ha | | | NTD/ha | | % |
| A ⁴ . Rice (Spring) | 7,740 | 171,828 ^a | 96,201 | 75,627 | 0 | 75,627 ^{ab} | 100 |
| A. Sweet sorghum (Fall) | 56,439 | 84,659 ^{cd} | 46,900 | 37,759 | 35,000 | 72,759 ^{ab} | 96 |
| A. Oat 'Saia'(inter) | 5,049 | 50,490 ^e | 46,000 | 4,490 | 0 | 4,490 ^e | 6 |
| B. Soybean (Spring) | — | 0 | 11,000 | -11,000 | 45,000 | 34,000 ^{cd} | 45 |
| B. Sweet sorghum (Fall) | 57,555 | 86,333 ^{cd} | 46,900 | 39,433 | 35,000 | 74,433 ^{ab} | 98 |
| B. Oat 'Swan' (Winter) | 8,948 | 89,480 ^{bcd} | 46,000 | 43,480 | 0 | 43,480 ^{cd} | 57 |
| C. Sweet sorghum (Spring) | 60,836 | 91,254 ^{bcd} | 46,900 | 44,354 | 35,000 | 79,354 ^a | 105 |
| C. Soybean (Fall) | — | 0 | 11,000 | -11,000 | 45,000 | 34,000 ^{cd} | 45 |
| C. Forage corn (Winter) | 30,355 | 45,533 ^e | 50,800 | -5,268 | 0 | -5,268 ^f | 0 |
| D. Soybean (Spring) | — | 0 | 11,000 | -11,000 | 45,000 | 34,000 ^{cd} | 45 |
| D. Sweet sorghum (Fall) | 51,744 | 77,616 ^d | 46,900 | 30,716 | 35,000 | 65,716 ^b | 87 |
| D. Oat 'Swan' (Winter) | 9,291 | 92,910 ^{bc} | 46,000 | 46,910 | 0 | 46,910 ^{cd} | 62 |
| E. Soybean (Spring) | — | 0 | 11,000 | -11,000 | 45,000 | 34,000 ^{cd} | 45 |
| E. Rice (Fall) | 4,650 | 103,230 ^b | 96,201 | 7,029 | 0 | 7,029 ^e | 9 |
| E. Oat 'Saia' (Winter) | 3,975 | 39,750 ^e | 46,000 | -6,250 | 0 | -6,250 ^f | 0 |
| F. Soybean (Spring) | — | 0 | 11,000 | -11,000 | 45,000 | 34,000 ^{cd} | 45 |
| F. Sweet sorghum (Fall) | 29,789 | 44,684 ^e | 46,900 | -2,217 | 35,000 | 32,784 ^d | 43 |
| F. Oat 'Swan' (Winter) | 7,871 | 78,710 ^{cd} | 46,000 | 32,710 | 0 | 32,710 ^d | 43 |

a, b, c, d, e, f Means with the different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

¹ Rice was paddy; sweet sorghum and forage corn were fresh weights; oat was hay; soybean was green manure.

² From table 5.

³ Total income of spring rice (A) was set to be 100%.

⁴ Different forage cropping systems at different locations, as shown in Table 1.

表 4. 2017/07 – 2019/06 不同輪作模式的平均總收入

Table 4. The averaged total incomes of different rotation modes in different years (2017/7-2019/6)

| Location | Mode | Total income ¹ | | | | Index ³ |
|--------------------|----------------|---------------------------|--------|--------|---------|--------------------|
| | | Spring ² | Fall | Winter | Total | |
| ----- NTD/ha ----- | | | | | | |
| Changhua | A ⁴ | 75,627 | 72,759 | 4,490 | 152,876 | 100 |
| | B | 34,000 | 74,433 | 43,480 | 151,913 | 99 |
| | C | 79,354 | 34,000 | -5,268 | 108,087 | 100 |
| Tainan | D | 34,000 | 65,716 | 46,910 | 146,626 | 136 |
| | E | 34,000 | 7,029 | -6,250 | 34,729 | 100 |
| Taitung | F | 34,000 | 32,784 | 32,710 | 99,494 | 286 |

¹ From Table 3.

² Planting period.

³ Total incomes of mode A、C、E were set to be 100%.

⁴ Different forage cropping systems at different locations as shown in Table 1.

III. 作物生產成本分析

本報告參考農業統計年報 (2018) 及市場價格，進行各輪作模式中各作物的生產成本分析，詳列於表 5。各作物以水稻的生產成本最高，高達 96,201 NTD/ha，青割玉米的 50,800 NTD/ha 次之，而甜高粱生產成本為 46,900 NTD/ha，與青割玉米的成本相近，因兩者所使用到的機械及管理方式相同，生產成本主要差異在於種子費的高低。燕麥的生產成本為 46,000 NTD/ha，主要是進口種子費用太高，佔總生產成本的 26%。綠肥大豆的生產成本為 11,000 NTD/ha，是所有作物中最低的。各作物成本與管等 (2012) 相近，因此種植甜高粱、青割玉米及燕麥的費用僅約水稻的 50%，有助於大幅降低經營成本與風險。現今農民從事農業生產活動通常以省工、省時、省力為最大考量，雖然政府利用保證價格收購或直接補貼方式鼓勵稻田轉作，不過稻農卻不願意改種其他機械化程度不若水稻之作物 (許及邱，1984)。石 (2017) 指出，種植雜糧類作物例如小麥、花生、大豆、胡麻、甘藷等，收益雖較高，但因為機械化程度不足，種植過程較為費工，在人力極度缺乏的農村，即使有利可圖，要擴大面積仍屬不易。目前除了水稻及硬質玉米機械化程度較為普及外，其他作物別仍侷限於機械化不足、人力短缺的困境中，進而影響了臺灣農業的產業結構。本試驗納入評估的甜高粱、青割玉米及燕麥等芻料作物，其機械費佔總生產成本的比例高 (分別為 77%、71% 及 48%)，而人力成本非常低，顯示能利用大量機械進行生產的芻料作物符合現今農民生產需求。

表 5. 各作物的生產成本

Table 5. Production costs of different crops

| Crop | Seed or seeding | Fertilizer | Pesticide | Labor | Mechanization | Total cost |
|---------------------------|-----------------|------------|-----------|--------|---------------|------------|
| ----- NTD/ha/period ----- | | | | | | |
| Rice | 10,328 | 12,618 | 10,007 | 11,330 | 51,918 | 96,201 |
| Sweet sorghum | 900 | 8,000 | 0 | 2,000 | 36,000 | 46,900 |
| Forage corn | 4,800 | 8,000 | 0 | 2,000 | 36,000 | 50,800 |
| Oat hay | 12,000 | 8,000 | 0 | 4,000 | 22,000 | 46,000 |
| Soybean | 4,000 | 0 | 0 | 1,000 | 6,000 | 11,000 |

Production cost of rice was from 2018 agricultural statistics yearbook. The other crops were estimated by this research.

甜高粱及燕麥 Swan 的平均產值分別為 76,909 及 87,033 NTD/ha，皆大於其生產成本 (圖 2)。而各模式各作物的平均淨收益，僅模式 C 的青割玉米 (-5,268 NTD/ha)、模式 E 的燕麥 'Saia' (-6,250 NTD/ha) 及模式 F 的甜高粱 (-2,217 NTD/ha) 呈現虧損 (表 3)，其餘皆有盈餘 (種植綠肥大豆不以生產為目的，其平均淨收益雖然是負值，但不作虧損討論)。政府自 2009 年起調整計畫，提高製作硬質玉米、青割玉米及其它牧草等給付，鼓勵農民種植飼料作物或芻料作物，以替代進口 (林等，2013)。此政策成果非常顯著，國內青割玉米的種植面積由 2010 年的 5,154 ha 增加至 2018 年的 7,959 ha，成長 54.4%，而硬質玉米的種植面積更由 7,154 ha 擴大至 14,562 ha，提高 1 倍以上 (農業統計年報，2018)。許及邱 (1984) 指出，水稻轉作其他作物牽涉到農民的收入問題，轉作的作物之收益必須不低於水稻，農民才可能接受轉作的建議。施及呂 (2017) 更指出，公糧保價收購政策是農民選擇種植水稻的主要因素。因此，政府若將經費用於補貼具有市場競爭力且無滯銷問題的芻料作物，減少其與水稻的收益差距，將更能提高農民生產芻料作物的意願。

IV. 國產芻料燕麥生產之 SWOT 分析

根據財政部關務署海關進出口統計資料 (圖 3)，國內進口牧草的數量逐年增加，由 2008 年的 161,255 ton 增加至 2019 年的 272,719 ton，增加 69%。而進口牧草的平均價格由 3.41 NTD/kg 漲至 9.21 NTD/kg，漲幅高達 270%。因此，進口金額由 549,883,174 NTD 增長至 2,511,558,000 NTD，增加幅度更高達 357%。近年由於中國的富裕階層擴大，對乳製品及肉製品的需求呈現大幅增長之勢 (廖，2008)，因此畜牧業的飼養數大幅增加，導致穀物、牧草進口量也隨著大幅增長。所以，臺灣除了必須與中國爭搶國際牧草供應量的配額之外，貿易商尚必須與中國業者進行價格競爭，才能確保國內牧草進口數量不致短缺。國內進口牧草主要的生產國家為美國及澳洲 2 國，而最主要的進口項目為百慕達草 (*Cynodon dactylon* L. Pers.) 乾草、苜蓿 (*Medicago sativa* L.) 乾草及燕麥乾草 (財政部關務署)。百慕達草為多年生禾本科牧草，以生產乾草為主，在國內主要的競爭草種為盤固草 (*Digitaria decumbens* Stent.)。苜蓿乾草為優質的豆科芻料，因臺灣高溫多雨的環境，不適合其生產，故國內所需苜蓿乾草必須仰賴進口。由於上述的百慕達草及苜蓿此二者，其一為國內亦有種植生產的多年生牧草，另一種

則是國內無法生產取代的豆科牧草。再者，國內並無進口青貯料作為芻料飼糧。陳及張 (2021) 試驗結果顯示燕麥 saia 及燕麥 swan 的平均乾物產量顯著高於小麥 (*Triticum aestivum* L.)，故臺灣冬季芻料作物以燕麥較為合適，而陳及張 (2022) 更將其納入輪作生產模式中進行產量及品質評估，故本研究將就國產燕麥乾草作為進口芻料替代選項的經營策略加以探討分析。

本報告利用 SWOT 分析法評估國內芻料燕麥的生產現況，找出國產芻料燕麥之於進口牧草的優勢與劣勢項目，並針對進口牧草對於國產芻料燕麥的威脅，以及國產芻料燕麥生產的機會，經綜合評估後擬定未來經營策略 (表 6)。芻料燕麥是高品質及適口性佳的單年生牧草，經過數年來於國內各地區試種後，發現臺灣的冬季非常適合芻料燕麥的生產 (陳及張，2021)。目前國內並無大面積生產芻料燕麥，故每年皆須進口大量燕麥乾草使用，然而進口燕麥乾草的市場價格平均高達 12.57 NTD/kg (中央畜產會)，比本研究的採計的 10 NTD/kg (臺糖公司售價) 高出 25.7%，因此國產燕麥乾草在價格上是具有競爭力的。盤固草為臺灣最主要的乾草來源，然而其為熱帶牧草在低溫環境生長緩慢，導致國內冬季普遍缺少可利用的芻料乾草 (施及李，2020)，也因此優質國產牧草並不存在滯銷問題。酪農對於牧草的要求除價格及品質的考量外，最重要的就是穩定供應，因為更改營養配方將牽涉乳量的穩定生產。所以，國內單年生乾草遭遇最大的問題就是單一牧草的產量不足、供應不穩。而進口乾草能穩定供應，且品質優良、適口性佳，導致國內酪農戶對進口乾草得仰賴甚深。然而國際牧草價格逐年高漲，大幅增加酪農戶生產成本，且近年受疫情、貿易戰等突發性國際事件影響，引起貨物運輸問題，最後可能引發國內乾草斷貨或價格大漲等危機。

綜合上述分析，芻料燕麥在臺灣是具有生產潛力及市場優勢的，將其納入「對地綠色環境給付」或「小地主大專業農」等政府輔導計畫，可提升農民種植意願及增加栽培面積以穩定生產，另透過政策支持輔導建立區域農機代耕隊及芻料供應中心以穩定供應，形成產銷供應鏈將有利於芻料燕麥產業的建立，以降低國內酪農戶的糧食危機。

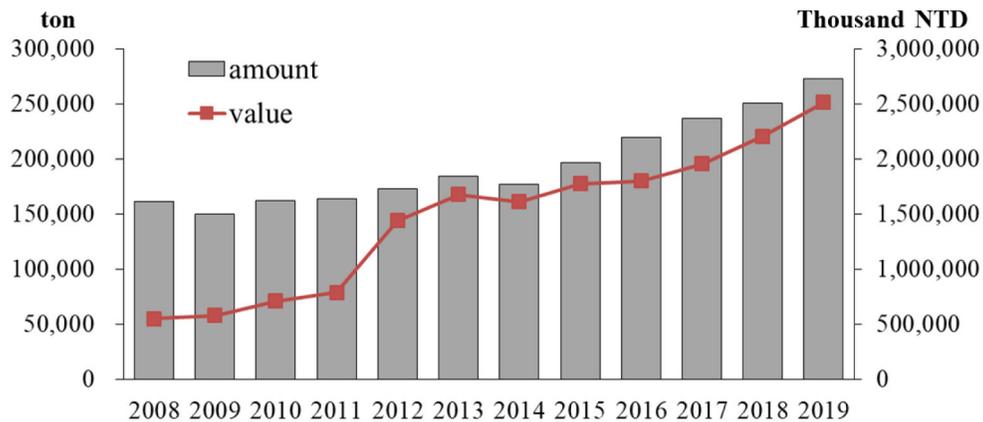


圖 3. 2008 — 2019 年牧草進口量及金額 (資料來源：財政部關務署)。

Fig 3. Forage import volumes and amounts from 2008 to 2019.
The data from the customs administration.

表 6. 國產芻料燕麥生產之 SWOT 分析

Table 6. SWOT analysis of forage oat production in Taiwan

| 優勢 Advantage | 劣勢 Disadvantage |
|---|--|
| <p>1. 冬季環境適合種植 It is suitable for planting in winter.</p> <p>2. 單位面積產量高 It is high yield per unit area.</p> <p>3. 單位面積生產成本低，具有效益 It is low production cost per unit area and beneficial.</p> <p>4. 可機械化栽培，適合現今臺灣農業發展趨勢 Cultivation mechanization is suitable for the current development trend of Taiwan agriculture.</p> <p>5. 政府政策支持進口替代 Policies supports the import substitution</p> <p>6. 國內無滯銷、庫存等問題 No unsalable and overstocking problems occur domestically.</p> <p>7. 售價較進口牧草低，具有競爭力 The price of domestic forage is lower than that of imported forage, which is competitive.</p> | <p>1. 乾草品質較進口為差 The hay quality is worse than that imported.</p> <p>2. 採收後調製技術不佳 Poor post-harvest modulation techniques is bad.</p> <p>3. 缺少大面積耕地，增加操作難度 Lack of large-scale cultivated field increases the difficulty of operation.</p> <p>4. 總產量不足，無法全年穩定供應 Insufficient total yield is unable to stabilize supplyment for throughout the year.</p> <p>5. 燕麥屬新興作物，品種選擇性少 Oat is a newer crop with few options on varieties in Taiwan.</p> <p>6. 農民對於種植芻料作物之接受度不佳 Acceptance to grow forage crops are poor for farmers.</p> <p>7. 牧草產業在國內屬小眾市場，經濟規模小，難吸引企業投入 The domestic forage industry is a minori market with small economic scale, which is difficult to attract investment from enterprises.</p> <p>8. 尚未形成上下游整合的牧草產業鏈 The upstream and downstream of industry chain for producing forages has not yet been integrated.</p> <p>9. 國內生產牧草的機械量不足，無法像水稻一樣提供專業的代耕服務 The machinery for domestic forage production is too insufficient to provide professional farming services like rice.</p> |
| 機會 Opportunity | 威脅 Threat |
| <p>1. 中國等國家需求量大增，導致國際芻料供應日益趨緊，增加國內進口難度 The huge increases in demand in China and other countries have led to the tightening of the international supplyment of forages, increasing the difficulty of domestic import.</p> <p>2. 國際牧草價格高漲，增加國內酪農戶生產成本 International forage prices are soaring, resulting in increasing the production cost of domestic dairy farmers.</p> <p>3. 美國及澳洲為主要供應國家，因路途遙遠運費昂貴 The United States and Australia are the main supplying countries, and the freight is expensive due to the long distance.</p> <p>4. 跨洲運輸時間長，海運過程濕度高，芻料品質易受影響 The forage quality is susceptible under high humidity circumstance during the long term transportation shipping.</p> <p>5. 突發性的國際事件會影響跨國運輸，短暫引發國內斷貨危機 Sudden international events will affect cross-border transportation and trigger the domestic out-of-stock crisis temporarily.</p> | <p>1. 進口牧草品質穩定且優良 The quality of imported forage is stable and excellent.</p> <p>2. 進口牧草貨源充足可穩定供應酪農戶所需 Sufficient supplyment of imported forage can provide dairy farmers stably.</p> <p>3. 進口牧草規格化、標準化，讓酪農容易使用 The imported forage is normalized and standardized, which is easy for dairy farmers to use.</p> |

結 論

甜高粱的產量高且總收入不亞於水稻，適合推廣作為稻田轉作作物。芻料燕麥適合冬季裡作生產，符合國內市場需求，將有助解決國內冬季缺草問題，極具發展價值。芻料作物輪作生產模式：綠肥大豆—甜高粱—晚熟燕麥具有高的經濟效益，若能藉由政策支持推廣於國內各地區，將有助於國產短期性芻料作物產業的發展。

參考文獻

- 石郁琴。2017。雲嘉南地區水稻及硬質玉米大專業農經營規模及效益之研究。臺南區農業改良場研究彙報 69：69-95。
- 行政院農業委員會。2018。農業統計年報 107 年。行政院農業委員會印行。
- 林美華、莊岳峰、曾玫菁。2013。農政與農情 247：6-11。
- 吳昭慧、連大進。2004。豆科綠肥在休耕田的栽培利用。臺南區農業專訊 50：8-12。
- 洪梅珠、侯福分、宋勳。1985。低產稻田轉作雜糧之研究。臺中區農業改良場研究彙報 10：96-100。
- 施意敏、呂秀英。2017。活化休耕地之重要農產品產業發展策略之研究。畜產研究 50：70-77。
- 施意敏、李姿蓉。2020。臺灣北部地區芻料用燕麥生產與利用之研究。畜產研究 53：244-252。
- 財團法人中央畜產會。<https://www.naif.org.tw>。
- 財政部關務署。<https://portal.sw.nat.gov.tw>。
- 陳勃聿。2017。芻料供應中心 4.0 之展望。畜產專訊 99：12-13。
- 陳勃聿、張世融。2021。有效益芻料作物甜高粱及燕麥之生產 I. 地區輪作模式之建議。畜產研究 54：198-205。
- 陳勃聿、張世融。2022。有效益芻料作物甜高粱及燕麥之生產 II. 地區輪作模式之產量及品質評估。畜產研究 55：56-67。
- 許東暉、邱發祥。1984。稻田轉作雜糧作物可行性及效益之研究。桃園區農業改良場研究彙報 2：1-11。
- 曾勝雄、宋勳、黃美紅。1986。臺中地區雙期作水田耕作制度之探討。臺中區農業改良場研究彙報 12：11-18。
- 詹碧連、王培珊、詹雅勳。2012。雲嘉南地區稻田耕作制度之研究。臺南區農業改良場 研究彙報 59：15-25。
- 廖俊男。2008。全球農產品市場之發展現況及未來展望。國際金融參考資料 56：80-98。
- 農糧署。2018。107 年「對地綠色環境給付計畫」。
- SAS Institute. 2014. SAS User's Guide: Statistics, Version 13.2 Edition. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

Production of profit-basis forage crops – Sweet Sorghum and Avena: III. Economic benefit evaluation and SWOT analysis of regional rotation production modes ⁽¹⁾

Po-Yu Chen ⁽²⁾ and Shyh-Rong Chang ⁽²⁾⁽³⁾

Received: Jan. 21, 2022; Accepted: May 25, 2022

Abstract

The objective of this experiment was to evaluate the economic benefits of different crop rotation production modes in various regions in Taiwan, and to analyze the management strategies of domestic forage production. These six forage rotation production modes were proposed as follows: Fuxing Township of Changhua County, A. Paddy rice (*Oryza sativa* L.)- sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench)- precocious oat (*Avena strigosa* Schreb.) and B. manure soybean (*Glycine max* L.)- sweet sorghum- late maturing oat (*Avena sativa* L.); Yenshui District of Tainan City, C. sweet sorghum- manure soybean- silage corn (*Zea mays* L.) and D. manure soybean- sweet sorghum- late maturing oat.; Luye Township of Taitung County, E. manure soybean- rice- precocious oat and F. manure soybean- sweet sorghum- late maturing oat. After two years of successful operation and investigation research, the results showed that the six crop rotation modes could indeed be applied to various regions for implementation. In terms of the average output values, the highest value was paddy rice with 137,529 NTD (New Taiwan Dollars)/ha, followed by oat Swan with 87,033 NTD/ha, and then followed by sweet sorghum with 76,909 NTD/ha, while oat Saia with 45,120 NTD/ha was the lowest output value among all crops. In terms of average total income, sweet sorghum yielded the highest with 65,009 NTD/ha, followed by rice with 41,328 NTD/ha, and oat Swan with 41,033 NTD/ha, indicating that the cultivation of sweet sorghum and oat Swan might be possible to increase revenue. Except for Mode B (151,913 NTD/ha) in Fuxing Township, Changhua County, which had lower annual average total income than that of Mode A (152,876 NTD/ha). All other regions adopting the crop rotation mode specializing in the production of forage crops (Mode D and F) had higher annual averaged total income. It indicated that the economic benefits of forage crops production were higher. On the other hand, the analysis of this report suggested that domestic forage oats had the economic potential and market advantages. It was suggested that forage oats could be included into the forage production rotation modes to produce forages, which might help improve the short age of domestic forage in winter.

Key words: Forage, Production, Economic, Benefits.

(1) Contribution No. 2722 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Forage Crops Division, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

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