

# 割期與收穫季節對白桑作為灌木型芻料作物之影響<sup>(1)</sup>

朱明宏<sup>(2)(3)(4)</sup> 林汶鑫<sup>(3)</sup>

收件日期：112 年 4 月 19 日；接受日期：112 年 10 月 13 日

## 摘 要

白桑 (*Morus alba*) 具有生長速度快、環境適應性強及耐刈割等特性，除了高度木質化的枝幹，其葉片與嫩枝對於反芻動物適口性佳且營養價值高，適合作為多年生灌木型芻料。本研究以 40、60 及 80 天三種不同割期進行週年性收穫，試驗採完全隨機設計，每種處理三重複，探討白桑在不同割期與季節收穫下芻料產量與品質的變動情形。試驗結果顯示，白桑以 80 天割期在夏季收穫的株高 (168.7 cm)、葉 (4.1 t/ha)、莖 (5.1 t/ha) 及全株乾物產量 (9.2 t/ha)、酸洗與中洗纖維含量 (葉 27.2 與 40.9%、莖 52.3 與 68.7%、全株 41.7 與 56.9%) 最高，但葉 / 莖比 (0.7) 與粗蛋白質含量 (葉 21.0%、莖 5.6%、全株 12.1%) 最低；以 40 天割期在冬季收穫的株高 (58.1 cm)、葉 (1.2 t/ha)、莖 (0.5 t/ha) 及全株乾物產量 (1.7 t/ha)、酸洗與中洗纖維含量 (葉 20.5 與 30.5%、莖 37.3 與 47.8%、全株 25.0 與 35.1%) 最低，但葉 / 莖比 (2.8) 與粗蛋白質含量 (葉 26.9%、莖 13.0%、全株 23.2%) 最高。比較葉與全株之全年總粗蛋白質產量，葉片之產量在三種割期間無顯著差異；全株之產量以 80 天割期較高 (2.7 t/ha)，60 與 40 天割期的產量較低 (2.5 與 2.4 t/ha)，兩者間無顯著差異。當收穫季節相同，隨著割期愈長，株高與乾物產量愈高，但葉 / 莖比與芻料品質愈差。在相同割期下，株高與乾物產量均以夏季最高而冬季最低，葉 / 莖比與芻料品質則均以冬季最高而夏季最低。考量葉 / 莖比與芻料品質之關係、葉片與全株之全年總粗蛋白質產量，白桑以 40 天割期作為多年生灌木型芻料具有較高之營養價值。

關鍵詞：割期、灌木型芻料、收穫季節、白桑。

## 緒 言

受限於氣候影響，熱帶地區多以禾本科牧草、穀類作物收穫後的殘株及雜草等作為芻料。然而，上述芻料往往粗蛋白質含量低、有機質消化率不高且能量不足，需額外添加豆科芻料或飼料才能滿足反芻動物經濟產出的需求 (Vu *et al.*, 2011)。此外，優質的豆科牧草在熱帶地區不易調製成品質良好的芻料，需仰賴價格日益高漲的進口豆科乾草。因此，為減省飼養成本，許多地區利用粗蛋白質含量高且消化率理想的木本植物作為芻料 (Kabi and Bareeba, 2008; Delgado *et al.*, 2012)，其中對於環境適應性佳且營養價值高的桑科 (Moraceae) 植物成為提升芻料品質的理想選擇 (Saddul *et al.*, 2004; Salinas-Chavira *et al.*, 2011)。

白桑 (mulberry; *Morus alba*) 是原生於中國北部的桑科植物，廣泛分佈於熱帶及亞熱帶 (Salinas-Chavira *et al.*, 2011)。除了高度木質化的枝幹，葉片及軟嫩的莖桿含有豐富的粗蛋白質 (crude protein, CP)、碳水化合物 (water soluble carbohydrates, WSC)、礦物質及理想的試管乾物質消化率 (*in vitro* dry matter digestibility, IVDMD)，營養組成相當於高品質的豆科芻料，對於反芻動物具有良好的適口性 (Sanchez, 2000; Han *et al.*, 2022)。此外，白桑亦具有產量高、生長速度快且耐刈割的特性，適合以灌木型式栽培，便於反芻動物放牧或收穫作為芻料利用 (Benavides, 2002; Gonzalez-Garcia and Martin-Martin, 2016)。臺灣的氣候與環境適合白桑栽培，過往也透過葉用白桑的品種育成來推動蠶繭外銷。楊等 (2010) 以有機桑葉及細切桑幹餵飼山羊，證實桑葉及桑幹的適口性佳，是適合作為國內餵飼有機山羊的優質芻料。

當白桑作為芻料生產，其產量與品質會受到栽培方式、氣候、收穫成熟度及施肥量等因素影響，其中氣候與收穫成熟度是常被探討的重要因子 (Gonzalez-Garcia and Martin-Martin, 2016; Eshetu *et al.*, 2018)。Assen *et al.* (2016) 研究顯示，相較於乾季，白桑在雨季之粗蛋白質含量較高而酸洗 (acid detergent fiber, ADF) 與中洗纖維

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2762 號。

(2) 農業部畜產試驗所南區分所。

(3) 國立屏東科技大學農園生產系。

(4) 通訊作者，E-mail: mmchu@mail.tlri.gov.tw

(neutral detergent fiber, NDF) 含量較低。然而，Gonzalez-Garcia and Martin-Martin (2016) 研究指出，白桑在乾季之 CP 含量較高且 ADF 與 NDF 含量較低，芻料品質優於雨季。在收穫成熟度方面，隨著成熟度愈高，白桑的乾物產量愈高，但葉 / 莖比值愈低而芻料品質愈差，也造成植株的有機質消化率愈差 (Kabi and Bareeba, 2008; Eshetu *et al.*, 2018)。雖然國外已有探討白桑作為芻料之產量、品質及調製方法等文獻，但因品種特性與栽培氣候的差異，白桑在臺灣作為多年生芻料之產量與品質變動情形尚不清楚。

臺灣受到氣候影響，不易生產優質的豆科芻料，造成依賴進口乾草而增添反芻動物產業的成本壓力與飼糧供應不確定性。白桑的營養成分豐富、適口性佳且便於生產，適合開發作為國內平均飼養頭數較少且動物採食量低的反芻動物 (山羊與鹿) 芻料。本研究以灌木型式栽培葉用白桑品種臺桑 2 號，探討在不同割期下的週年性收穫對其農藝性狀、乾物產量及植體芻料化學組成之影響，評估作為多年生芻料利用的可行性。

## 材料與方法

### I. 試驗材料與栽培管理

以葉用白桑品種臺桑 2 號作為試驗材料，取直徑約 1.0 – 1.5 cm、長度約 20 – 25 cm 帶有 4 – 5 芽之莖條，於 2020 年 9 月 22 日扦插栽培於畜產試驗所恆春分所試驗田區，栽培之行距為 60 cm，株距為 40 cm。試驗採完全隨機設計 (completely randomized design, CRD)，以 40、60 及 80 天三種割期作為試驗處理，每種處理三重複，試驗區域分為 9 個小區，小區面積為 2.4 m × 1.6 m。參考作物病蟲害與肥培管理技術 (行政院農業委員會農業試驗所, 1999) 肥料推薦用量，每小區以臺肥硝磷基黑旺特 1 號有機質複合肥料 (N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 20 : 5 : 10，肥製 (複) 字第 0792075 號) 300 kg/ha 作為基肥，後續每隔 240 天以臺肥硝磷基黑旺特 1 號有機質複合肥料 150 kg/ha 作為追肥。試驗期間視植株生長狀況適度灌溉，透過人工刈割及中耕培土進行雜草防除。

### II. 農藝性狀與芻料乾物產量調查

當所有白桑株高達 1.5 m 以上後 (2021 年 2 月 22 日)，自地面上方約 20 cm 處刈割，作為不同割期之刈割起始日，後續以 40、60 及 80 天三種割期進行為期 2 年之收穫。收穫前每小區隨機選取 5 株白桑，量測地面至最高葉在莖桿節點之距離計算平均株高。自植株離地面上方 20 cm 處刈割相同試驗處理小區之所有白桑地上部，秤重估算每公頃鮮重產量。由相同試驗處理小區所刈割之白桑隨機取樣 10 株，分離葉片與莖桿經 60°C 烘乾至恆重，秤重後計算葉片與莖桿各占全株乾重比例、葉 / 莖比、全株乾物率，由鮮重產量、葉片及莖桿各占全株乾重比例、全株乾物率計算單位面積白桑葉、莖及全株之乾物產量 (t/ha)。

### III. 芻料化學組成分析

收穫後烘乾之白桑利用多功能磨粉機 (HD – MI，泰鈴有限公司，臺灣) 研磨成粉 (篩網孔徑 1 mm)，分析其植體芻料化學組成之粗蛋白質 (crude protein, CP)、酸洗纖維 (acid detergent fiber, ADF) 及中洗纖維 (neutral detergent fiber, NDF) 含量。分析方法如下：CP 定量參照 A.O.A.C. (2019) 之方法，ADF 與 NDF 的測定參考 Vogel *et al.* (1999) 之濾袋法以 ANKOM<sup>200</sup> 纖維分析儀進行。

### IV. 數據統計分析

試驗數據以 SAS 統計軟體 (Statistical Analysis System, SAS 9.4) 進行綜合變方分析 (combined analysis of variance, CANOVA)，檢定季節與割期之主效應與交感效應，其中季節與割期為固定型。季節判定：3 – 5 月收穫者為春季、6 – 8 月為夏季、9 – 11 月為秋季、12 – 2 月為冬季。經綜合變方分析後，如各處理效應顯著存在，則各處理平均值再以最小顯著差異 (least significance difference, LSD) 進行檢定，比較各處理平均值之間是否達差異顯著。

## 結 果

### I. 割期與收穫季節對農藝性狀與乾物產量之影響

白桑的株高、葉 / 莖比、葉片、莖桿及全株之乾物產量均極顯著受到割期與收穫季節之交感效應影響，各農藝性狀與乾物產量亦均極顯著受到割期與收穫季節之各別主效應影響 (表 1)。割期與收穫季節交感效應對農藝性狀與乾物產量影響之結果顯示 (表 2)，白桑以 80 天割期在夏與秋季之株高最高，可達 168.7 cm 與 165.8 cm；40 天割期在冬季之株高最矮，僅 58.1 cm。在葉 / 莖比方面，以 40 天割期在春與冬季之數值最高，分別可達 2.5

與 2.8；80 天割期在夏與秋季之數值最低，分別僅 0.7 與 0.8。在乾物產量方面，葉、莖及全株均以 80 天割期在夏季之產量最高，分別可達 4.1 t/ha、5.1 t/ha 及 9.2 t/ha；40 天割期在冬季之產量最低，分別僅 1.2 t/ha、0.5 t/ha 及 1.7 t/ha。

表 1. 不同割期與收穫季節對於白桑農藝性狀與乾物產量之綜合變方分析

Table 1. Combined analysis of variance of agronomic traits and dry matter yield of mulberry among different cutting interval and harvest seasons.

Source	DF	Mean square				
		PH <sup>†</sup>	L/S	LDMY	SDMY	DMY
Cutting interval (C)	2	51918.0**	10.3**	51.3**	102.0**	107.3**
Harvest season (H)	3	7864.7**	7.0**	0.9**	11.7**	6.7**
C × H	6	437.4**	0.6**	0.5**	1.5**	0.8**
rep (C × H)	8	80.3	0.1	0.0	0.1	0.0
Error	97	65.1	0.1	0.1	0.1	0.1

<sup>†</sup> PH, plant height; L/S, leaf to stem ratio; LDMY, leaf dry matter yield; SDMY, stem dry matter yield; DMY, whole plant dry matter yield.

\*, \*\*: significant at 5% and 1% levels, respectively.

表 2. 割期對於白桑在不同收穫季節之農藝性狀與乾物產量影響

Table 2. Effect of cutting interval on agronomic traits and dry matter yield of mulberry among different harvest seasons

Trait	Cutting interval	Spring	Summer	Fall	Winter
PH <sup>†</sup> (cm)	40 d	64.7 ± 1.8 <sup>cC‡</sup>	84.9 ± 1.6 <sup>cA</sup>	78.1 ± 2.4 <sup>cB</sup>	58.1 ± 1.3 <sup>cD</sup>
	60 d	100.0 ± 2.4 <sup>bB</sup>	123.4 ± 2.4 <sup>bA</sup>	120.2 ± 2.3 <sup>bA</sup>	89.7 ± 1.7 <sup>bC</sup>
	80 d	125.2 ± 6.0 <sup>aB</sup>	168.7 ± 5.4 <sup>aA</sup>	165.8 ± 3.9 <sup>aA</sup>	121.5 ± 2.4 <sup>aB</sup>
L/S	40 d	2.5 ± 0.2 <sup>aA</sup>	1.3 ± 0.0 <sup>aC</sup>	1.7 ± 0.1 <sup>aB</sup>	2.8 ± 0.1 <sup>aA</sup>
	60 d	1.7 ± 0.1 <sup>bA</sup>	1.1 ± 0.0 <sup>bB</sup>	0.9 ± 0.0 <sup>bB</sup>	1.7 ± 0.1 <sup>bA</sup>
	80 d	1.2 ± 0.1 <sup>cA</sup>	0.7 ± 0.0 <sup>cB</sup>	0.8 ± 0.1 <sup>bB</sup>	1.3 ± 0.1 <sup>cA</sup>
LDMY (t/ha)	40 d	1.4 ± 0.1 <sup>cB</sup>	1.6 ± 0.0 <sup>cA</sup>	1.5 ± 0.0 <sup>c<sup>AB</sup></sup>	1.2 ± 0.0 <sup>cC</sup>
	60 d	2.4 ± 0.1 <sup>bB</sup>	2.8 ± 0.0 <sup>bA</sup>	2.1 ± 0.1 <sup>bC</sup>	2.0 ± 0.1 <sup>bC</sup>
	80 d	3.7 ± 0.2 <sup>aB</sup>	4.1 ± 0.1 <sup>aA</sup>	3.7 ± 0.1 <sup>aB</sup>	3.8 ± 0.2 <sup>aB</sup>
SDMY (t/ha)	40 d	0.6 ± 0.1 <sup>cC</sup>	1.2 ± 0.0 <sup>cA</sup>	0.9 ± 0.1 <sup>cB</sup>	0.5 ± 0.0 <sup>bD</sup>
	60 d	1.5 ± 0.1 <sup>bC</sup>	2.6 ± 0.1 <sup>bA</sup>	2.3 ± 0.1 <sup>bB</sup>	1.2 ± 0.1 <sup>aC</sup>
	80 d	3.2 ± 0.3 <sup>aB</sup>	5.1 ± 0.3 <sup>aA</sup>	5.1 ± 0.2 <sup>aA</sup>	3.1 ± 0.2 <sup>aB</sup>
DMY (t/ha)	40 d	2.0 ± 0.1 <sup>cC</sup>	2.8 ± 0.1 <sup>cA</sup>	2.4 ± 0.1 <sup>cB</sup>	1.7 ± 0.1 <sup>cD</sup>
	60 d	3.9 ± 0.1 <sup>bB</sup>	5.4 ± 0.1 <sup>bA</sup>	4.4 ± 0.1 <sup>bB</sup>	3.1 ± 0.2 <sup>bC</sup>
	80 d	6.9 ± 0.4 <sup>aC</sup>	9.2 ± 0.4 <sup>aA</sup>	8.8 ± 0.2 <sup>aB</sup>	6.9 ± 0.1 <sup>aC</sup>

<sup>†</sup> PH, plant height; L/S, leaf to stem ratio; LDMY, leaf dry matter yield; SDMY, stem dry matter yield; DMY, whole plant dry matter yield.

<sup>‡</sup> Values are means ± standard error. Values within each column (in lowercase letter) and within each row (in uppercase letter) with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

由割期與收穫季節之各別主效應進行白桑農藝性狀與乾物產量的比較（表 3），三種不同割期之間，以 80 天割期之株高、葉片、莖桿及全株乾物產量最高，分別為 147.6 cm、3.8 t/ha、4.2 t/ha 及 8.0 t/ha，但其葉 / 莖比最低，僅 1.0；40 天割期之株高、葉片、莖桿及全株乾物產量最低，分別為 72.9 cm、1.4 t/ha、0.9 t/ha 及 2.3 t/ha，但其葉 / 莖比最高，可達 2.0。不同收穫季節之間以夏季之株高、葉片、莖桿及全株乾物產量最高，分別為 115.4 cm、2.4 t/ha、2.5 t/ha 及 5.0 t/ha，但其葉 / 莖比最低，僅 1.1；冬季之株高、葉片、莖桿及全株乾物產量最低，分別為 83.4 cm、2.0 t/ha、1.3 t/ha 及 3.3 t/ha，但其之其葉 / 莖比最高，可達 2.1。

表 3. 白桑在不同割期與收穫季節之農藝性狀與乾物產量比較

Table 3. Comparisons of agronomic traits and dry matter yield of mulberry among different cutting intervals and harvest seasons.

		PH <sup>†</sup> (cm)	L/S	LDMY (t/ha)	SDMY (t/ha)	DMY (t/ha)
Cutting interval	40 d	72.9 ± 1.7 <sup>cd</sup>	2.0 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.4 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.9 ± 0.1 <sup>c</sup>	2.3 ± 0.1 <sup>c</sup>
	60 d	107.7 ± 2.8 <sup>b</sup>	1.4 ± 0.4 <sup>b</sup>	2.3 ± 0.1 <sup>b</sup>	1.9 ± 0.1 <sup>b</sup>	4.2 ± 0.2 <sup>b</sup>
	80 d	147.6 ± 4.8 <sup>a</sup>	1.0 ± 0.1 <sup>c</sup>	3.8 ± 0.1 <sup>a</sup>	4.2 ± 0.2 <sup>a</sup>	8.0 ± 0.2 <sup>a</sup>
Harvest season	Spring	88.6 ± 5.6 <sup>b</sup>	1.9 ± 0.2 <sup>a</sup>	2.2 ± 0.2 <sup>b</sup>	1.5 ± 0.2 <sup>c</sup>	3.7 ± 0.4 <sup>c</sup>
	Summer	115.4 ± 5.4 <sup>a</sup>	1.1 ± 0.0 <sup>b</sup>	2.4 ± 0.1 <sup>a</sup>	2.5 ± 0.3 <sup>a</sup>	5.0 ± 0.4 <sup>a</sup>
	Fall	111.3 ± 8.0 <sup>a</sup>	1.3 ± 0.1 <sup>b</sup>	2.3 ± 0.2 <sup>b</sup>	2.3 ± 0.4 <sup>b</sup>	4.6 ± 0.6 <sup>b</sup>
	Winter	83.4 ± 4.5 <sup>b</sup>	2.1 ± 0.1 <sup>a</sup>	2.0 ± 0.2 <sup>c</sup>	1.3 ± 0.2 <sup>d</sup>	3.3 ± 0.4 <sup>c</sup>

<sup>†</sup> PH, plant height; L/S, leaf to stem ratio; LDMY, leaf dry matter yield; SDMY, stem dry matter yield; DMY, whole plant dry matter yield.

<sup>‡</sup> Values are means ± standard error. Values in the same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

## II. 割期與收穫季節對芻料化學組成之影響

除了葉的 ADF 之外，白桑葉、莖及全株之 CP、ADF 及 NDF 在割期與收穫季節間存在顯著之交感效應，各芻料化學組成亦顯著受到割期與收穫季節之各別主效應影響（表 4）。分析割期與收穫季節交感效應對白桑芻料化學組成之影響（表 5），葉、莖及全株之 CP 均以 40 天割期在冬季的含量最高，分別為 26.9、13.0 及 23.2%；80 天割期在夏季之 CP 最低，分別為 21.0、5.6 及 12.1%。莖與全株之 ADF 均以 80 天割期在夏季的含量最高，分別為 52.3 與 41.7%；40 天割期在春與冬季之 ADF 最低，分別為 38.3 與 26.4%（春）、37.3 與 25.0%（冬）。葉、莖及全株之 NDF 均以 80 天割期在夏與秋季的含量最高，分別為 40.9 與 40.1%、68.7 與 67.4%、56.9 與 55.3%；40 天割期在冬季之 NDF 最低，分別為 30.5、47.8 及 35.1%。

比較割期與收穫季節之各別主效應對白桑芻料化學組成之影響（表 6），在割期方面，葉、莖及全株均以 40 天割期之 CP 最高，分別為 25.2、10.4 及 19.8%，ADF 與 NDF 最低，分別為 22.7 與 33.4%（葉）、40.2 與 52.7%（莖）、29.0 與 40.4%（全株）；葉、莖及全株均以 80 天割期之 CP 最低，分別為 22.1、6.7 及 14.1%，ADF 與 NDF 最高，分別為 25.3 與 38.4%（葉）、48.9 與 64.5%（莖）、37.5 與 52.0%（全株）。在收穫季節方面，CP 以春與冬季最高，分別為 24.8 與 25.3%（葉）、9.9 與 10.8%（莖）、19.4 與 20.3%（全株），夏季之 CP 最低，分別為 22.7%（葉）、7.1%（莖）及 15.2%（全株）；葉、莖及全株之 ADF 均以夏季最高，分別為 25.5、46.2 及 35.6%，春與冬季之 ADF 最低，分別為 22.1 與 21.4%（葉）、41.2 與 40.7%（莖）、29.1 與 28.2%（全株）；葉、莖及全株之 NDF 亦均以夏季最高，分別為 37.8、60.7 及 49.1%，春與冬季之 NDF 最低，分別為 33.5 與 32.8%（葉）、54.1 與 51.7%（莖）、41.1 與 39.4%（全株）。

## III. 不同割期之全年乾物產量與粗蛋白質產量比較

比較白桑葉片與全株在三種不同割期之全年總乾物產量與總粗蛋白質產量（表 7），葉片與全株之全年總乾物產量均以 80 天割期最高，分別為 9.1 與 19.7 t/ha；40 天割期最低，分別為 7.7 與 12.3 t/ha。在全年總粗蛋白質產量方面，葉片之粗蛋白質產量在三種割期間無顯著差異，介於 1.94 – 1.99 t/ha；全株之粗蛋白質產量以 80 天割期較高，可達 2.65 t/ha，60 與 40 天割期的產量較低，兩者間無顯著差異，分別為 2.49 與 2.38 t/ha。

表 4. 不同割期與收穫季節對於白桑芻料化學組成之綜合變方分析  
 Table 4. Combined analysis of variance of forage chemical components of mulberry among different cutting intervals and harvest seasons.

Source	DF	Mean square											
		CP <sup>†</sup>			ADF			NDF					
		leaf	stem	total	leaf	stem	total	leaf	stem	total			
Cutting interval (C)	2	90.0**	144.4**	313.8**	61.8**	707.5**	681.8**	232.1**	1260.7*	1229.2**			
Harvest season (H)	3	44.0**	90.5**	181.7**	120.4**	218.6**	412.3**	181.0**	532.4**	651.9**			
C × H	6	2.0**	7.0**	7.1**	0.3	5.3*	7.3*	5.0**	11.3**	12.4**			
rep (C × H)	8	0.2	0.5	1.3	0.2	1.1	1.4	1.0	0.9	0.5			
Error	97	0.5	0.6	1.3	1.3	2.0	3.3	1.3	3.1	3.7			

<sup>†</sup> CP: crude protein, ADF: acid detergent fiber, NDF: neutral detergent fiber; total: leaf and stem included.

\*, \*\*, significant at 5% and 1% levels, respectively.

表 5. 割期對於白桑在不同收穫季節之芻料化學組成影響

Table 5. Effect of cutting interval on forage chemical components of mulberry among different harvest seasons.

Trait	Cutting interval	Spring	Summer	Fall	Winter
Leaf CP <sup>†</sup> (%)	40 d	25.5 ± 0.2 <sup>aB‡</sup>	23.8 ± 0.2 <sup>aC</sup>	25.1 ± 0.2 <sup>aB</sup>	26.9 ± 0.2 <sup>aA</sup>
	60 d	24.9 ± 0.2 <sup>aA</sup>	22.4 ± 0.2 <sup>bB</sup>	22.7 ± 0.1 <sup>bB</sup>	25.0 ± 0.3 <sup>bA</sup>
	80 d	23.3 ± 0.3 <sup>bA</sup>	21.0 ± 0.3 <sup>cB</sup>	21.6 ± 0.2 <sup>cB</sup>	22.9 ± 0.3 <sup>cA</sup>
Stem CP (%)	40 d	11.6 ± 0.3 <sup>aB</sup>	7.9 ± 0.2 <sup>aD</sup>	10.3 ± 0.3 <sup>aC</sup>	13.0 ± 0.2 <sup>aA</sup>
	60 d	8.6 ± 0.2 <sup>bB</sup>	6.9 ± 0.2 <sup>bC</sup>	6.1 ± 0.1 <sup>bD</sup>	10.1 ± 0.2 <sup>bA</sup>
	80 d	7.7 ± 0.2 <sup>bA</sup>	5.6 ± 0.2 <sup>cB</sup>	6.0 ± 0.1 <sup>bB</sup>	7.8 ± 0.2 <sup>cA</sup>
Total CP (%)	40 d	21.3 ± 0.5 <sup>aB</sup>	16.8 ± 0.3 <sup>aD</sup>	19.6 ± 0.3 <sup>aC</sup>	23.2 ± 0.2 <sup>aA</sup>
	60 d	18.8 ± 0.2 <sup>bA</sup>	14.9 ± 0.3 <sup>bB</sup>	14.1 ± 0.4 <sup>bB</sup>	19.4 ± 0.4 <sup>bA</sup>
	80 d	16.1 ± 0.4 <sup>cA</sup>	12.1 ± 0.4 <sup>cB</sup>	13.0 ± 0.3 <sup>cB</sup>	16.2 ± 0.5 <sup>cA</sup>
Stem ADF (%)	40 d	38.3 ± 0.4 <sup>cC</sup>	43.0 ± 0.3 <sup>cA</sup>	40.7 ± 0.4 <sup>cB</sup>	37.3 ± 0.2 <sup>cC</sup>
	60 d	42.7 ± 0.3 <sup>bB</sup>	46.3 ± 0.3 <sup>bA</sup>	46.3 ± 0.4 <sup>bA</sup>	41.7 ± 0.5 <sup>bB</sup>
	80 d	45.7 ± 0.7 <sup>aC</sup>	52.3 ± 0.7 <sup>aA</sup>	50.4 ± 0.7 <sup>aB</sup>	45.5 ± 0.4 <sup>aC</sup>
Total ADF (%)	40 d	26.4 ± 0.6 <sup>cC</sup>	32.6 ± 0.4 <sup>cA</sup>	30.0 ± 0.4 <sup>cB</sup>	25.0 ± 0.4 <sup>cC</sup>
	60 d	29.8 ± 0.3 <sup>bB</sup>	35.6 ± 0.3 <sup>bA</sup>	36.3 ± 0.3 <sup>bA</sup>	29.0 ± 0.6 <sup>bB</sup>
	80 d	33.9 ± 0.9 <sup>aC</sup>	41.7 ± 0.8 <sup>aA</sup>	39.6 ± 0.9 <sup>aB</sup>	32.9 ± 0.9 <sup>aC</sup>
Leaf NDF (%)	40 d	32.1 ± 0.3 <sup>bC</sup>	36.0 ± 0.2 <sup>cA</sup>	33.9 ± 0.3 <sup>cB</sup>	30.5 ± 0.3 <sup>cD</sup>
	60 d	34.8 ± 0.2 <sup>aC</sup>	38.3 ± 0.4 <sup>bA</sup>	37.1 ± 0.3 <sup>bB</sup>	33.2 ± 0.3 <sup>bD</sup>
	80 d	35.0 ± 0.4 <sup>aB</sup>	40.9 ± 0.6 <sup>aA</sup>	40.1 ± 0.3 <sup>aA</sup>	36.4 ± 0.5 <sup>aB</sup>
Stem NDF (%)	40 d	51.3 ± 0.3 <sup>cC</sup>	56.6 ± 0.3 <sup>cA</sup>	53.1 ± 0.6 <sup>cB</sup>	47.8 ± 0.3 <sup>cD</sup>
	60 d	53.2 ± 0.2 <sup>bC</sup>	60.8 ± 0.6 <sup>bA</sup>	59.0 ± 0.2 <sup>bB</sup>	51.6 ± 0.6 <sup>bC</sup>
	80 d	60.4 ± 1.0 <sup>aB</sup>	68.7 ± 0.8 <sup>aA</sup>	67.4 ± 1.0 <sup>aA</sup>	59.6 ± 0.3 <sup>aB</sup>
Total NDF (%)	40 d	37.9 ± 0.5 <sup>cC</sup>	45.0 ± 0.4 <sup>cA</sup>	41.1 ± 0.5 <sup>cB</sup>	35.1 ± 0.3 <sup>cD</sup>
	60 d	41.7 ± 0.1 <sup>bB</sup>	49.2 ± 0.6 <sup>bA</sup>	48.5 ± 0.1 <sup>bA</sup>	40.1 ± 0.5 <sup>bB</sup>
	80 d	46.7 ± 1.0 <sup>aB</sup>	56.9 ± 1.0 <sup>aA</sup>	55.3 ± 0.9 <sup>aA</sup>	46.6 ± 1.0 <sup>aB</sup>

<sup>†</sup> CP: crude protein, ADF: acid detergent fiber, NDF: neutral detergent fiber; total: leaf and stem included.

<sup>‡</sup> Values are means ± standard error. Values within each column (in lowercase letter) and within row (in uppercase letter) with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

## 討 論

Boschini (2002) 與 Saddul *et al.* (2004) 研究均顯示，隨著割期延長，白桑葉與莖桿的乾物產量均隨之提升，其中以莖桿的增加幅度尤為顯著，進而造成全株之乾物產量隨著割期延長而增加，但葉/莖比值下降，本研究結果(表3)與此變動趨勢相同。然而，在 60 天割期下，本研究參試白桑之全株乾物產量較前人研究 (Boschini, 2002; Saddul *et al.*, 2004; Kabi and Bareeba, 2008) 低，又葉/莖比值 (1.4) 較 Boschini (2002) (1.6) 與 Kabi and Bareeba (2008) (2.3) 低，但較 Saddul *et al.* (2004) (0.88) 高。Boschini (2002) 與 Gonzalez-Garcia and Martin-Martin (2016) 指出，

表 6. 白桑在不同割期與收穫季節之芻料化學組成比較

Table 6. Comparisons of forage chemical components of mulberry among different cutting intervals and harvest seasons.

	CP <sup>†</sup>			ADF			NDF		
	leaf	stem	total	leaf	stem	total	leaf	stem	total
Cutting interval									
40 d	25.2 ± 0.2 <sup>‡</sup>	10.4 ± 0.3 <sup>a</sup>	19.8 ± 0.4 <sup>a</sup>	22.7 ± 0.3 <sup>c</sup>	40.2 ± 0.4 <sup>c</sup>	29.0 ± 0.5 <sup>c</sup>	33.4 ± 0.3 <sup>c</sup>	52.7 ± 0.5 <sup>c</sup>	40.4 ± 0.6 <sup>c</sup>
60 d	23.7 ± 0.2 <sup>b</sup>	8.1 ± 0.3 <sup>b</sup>	16.9 ± 0.4 <sup>b</sup>	23.6 ± 0.4 <sup>b</sup>	44.2 ± 0.4 <sup>b</sup>	32.6 ± 0.6 <sup>b</sup>	35.8 ± 0.4 <sup>b</sup>	56.2 ± 0.8 <sup>b</sup>	44.8 ± 0.8 <sup>b</sup>
80 d	22.1 ± 0.2 <sup>c</sup>	6.7 ± 0.2 <sup>c</sup>	14.1 ± 0.4 <sup>c</sup>	25.3 ± 0.4 <sup>a</sup>	48.9 ± 0.7 <sup>a</sup>	37.5 ± 0.8 <sup>a</sup>	38.4 ± 0.6 <sup>a</sup>	64.5 ± 0.9 <sup>a</sup>	52.0 ± 1.0 <sup>a</sup>
Harvest season									
Spring	24.8 ± 0.2 <sup>a</sup>	9.9 ± 0.4 <sup>a</sup>	19.4 ± 0.5 <sup>a</sup>	22.1 ± 0.3 <sup>c</sup>	41.2 ± 0.7 <sup>b</sup>	29.1 ± 0.7 <sup>b</sup>	33.5 ± 0.3 <sup>c</sup>	54.1 ± 0.8 <sup>b</sup>	41.1 ± 0.8 <sup>b</sup>
Summer	22.7 ± 0.2 <sup>c</sup>	7.1 ± 0.2 <sup>c</sup>	15.2 ± 0.3 <sup>c</sup>	25.5 ± 0.3 <sup>a</sup>	46.2 ± 0.6 <sup>a</sup>	35.6 ± 0.4 <sup>a</sup>	37.8 ± 0.4 <sup>a</sup>	60.7 ± 0.8 <sup>a</sup>	49.1 ± 0.8 <sup>a</sup>
Fall	23.6 ± 0.3 <sup>b</sup>	8.2 ± 0.5 <sup>b</sup>	16.6 ± 0.7 <sup>b</sup>	24.6 ± 0.3 <sup>b</sup>	44.5 ± 0.9 <sup>a</sup>	34.0 ± 0.9 <sup>a</sup>	36.3 ± 0.6 <sup>b</sup>	58.2 ± 1.3 <sup>a</sup>	46.5 ± 1.3 <sup>a</sup>
Winter	25.3 ± 0.3 <sup>a</sup>	10.8 ± 0.4 <sup>a</sup>	20.3 ± 0.5 <sup>a</sup>	21.4 ± 0.2 <sup>c</sup>	40.7 ± 0.6 <sup>b</sup>	28.2 ± 0.6 <sup>b</sup>	32.8 ± 0.5 <sup>c</sup>	51.7 ± 0.8 <sup>b</sup>	39.4 ± 0.7 <sup>b</sup>

<sup>†</sup> CP: crude protein, ADF: acid detergent fiber, NDF: neutral detergent fiber; total: leaf and stem included.

<sup>‡</sup> Values are means ± standard error. Values in the same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

栽培密度、刈割高度、施肥量及栽培地點之氣候等均是影響白桑乾物產量與葉/莖比值之因素。此外，不同桑樹 (*Morus* spp.) 品種在相同割期下具有不同的全株乾物產量與葉/莖比值 (Hutasoit *et al.*, 2017)。本研究參試之臺桑 2 號雖屬白桑 (*Morus alba*)，但為苗栗區農業改良場經選育後作為週年常綠之葉用品種 (張, 2006)，推測參試白桑的全株乾物產量與葉/莖比值和前人研究之差異來自於品種特性、栽培管理模式及氣候環境之不同。

表 7. 白桑葉片與全株在不同割期之全年總乾物產量與總粗蛋白質產量比較

Table 7. Comparisons of annual total dry matter yield and crude protein yield of mulberry leaf and whole plant in different cutting intervals.

Cutting interval	LDMY <sup>†</sup>	DMY	LCPY	CPY
-----t/ha year-----				
40 d	7.7 ± 0.1 <sup>cd</sup>	12.3 ± 0.3 <sup>c</sup>	1.94 ± 0.04 <sup>a</sup>	2.38 ± 0.07 <sup>b</sup>
60 d	8.4 ± 0.1 <sup>b</sup>	15.2 ± 0.3 <sup>b</sup>	1.98 ± 0.04 <sup>a</sup>	2.49 ± 0.05 <sup>b</sup>
80 d	9.1 ± 0.1 <sup>a</sup>	19.7 ± 0.2 <sup>a</sup>	1.99 ± 0.02 <sup>a</sup>	2.65 ± 0.03 <sup>a</sup>

<sup>†</sup> CP: LDMY, leaf dry matter yield; DMY, whole plant dry matter yield; LCPY, leaf crude protein yield; CPY, whole plant crude protein yield.

<sup>‡</sup> Values are means ± standard error. Values in the same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

對芻料作物而言，割期愈長代表所收穫之植株成熟度愈高，葉/莖比值愈低，動物易消化的細胞內含物比重下降，不易消化的纖維素與木質素比重提升，造成割期愈長芻料之品質愈不理想 (Buxton, 1996)。隨著割期延長，白桑葉、莖及全株之 CP 均隨之降低，ADF 與 NDF 隨之增加 (表 6)，全株芻料品質下降主要來自於葉/莖比值之降低 (表 3)，又莖桿芻料品質顯著低於葉片 (表 6)，此結果與前人研究相符 (Saddul *et al.*, 2004; Kabi and Bareeba, 2008)。此外，若將莖桿分為可食用的嫩枝與木質化枝條，隨著割期愈長，嫩枝的 CP 隨之降低，ADF 與 NDF 隨之增加，但木質化枝條的 CP、ADF 及 NDF 在不同割期間之變化無顯著差異 (Eshetu *et al.*, 2018)。與割期相近之多年生國產盤固草與狼尾草比較，白桑之 CP 顯著較高且 ADF 與 NDF 顯著較低 (陳等, 1999; 王等, 2003)，具有較佳之芻料品質。

氣溫、降雨量、日照輻射量及光週期等氣候因子會隨著季節轉換而變化，是導致芻料產量與品質變動的重要因素 (Buxton, 1996)。本研究顯示，白桑葉、莖及全株乾物產量受到收穫季節主效應、收穫季節與割期之交感效應影響 (表 1)，以 80 天割期在夏季之產量最高，40 天割期在冬季之產量最低 (表 2)，此結果與 Gonzalez-Garcia and Martin-Martin (2016) 相同。然而，Gonzalez-Garcia and Martin-Martin (2016) 指出，白桑葉片與莖桿之乾物產量雖然均以溫暖多雨季節高於冷涼乾燥季節，但葉片之乾物產量在溫暖多雨季節隨著割期延長而下降，在冷涼乾燥季節則隨著割期延長而增加；莖桿之乾物產量則不論季節轉換，隨著割期愈長而產量愈高。季節效應造成葉片產量變動差異的原因來自於溫暖多雨季節下白桑生長速度快，割期愈長植株愈老化，葉片枯萎與掉落愈多而產量下降 (Hutasoit *et al.*, 2017)，本研究與前人之差異推測來自於割期 (40、60、80 天 v.s. 60、90、120 天) 與栽培氣候不同，進而造成葉片產量變動之趨勢不同。

白桑葉、莖及全株芻料化學組成受到收穫季節主效應、收穫季節與割期之交感效應影響 (表 4)，以 40 天割期在冬季之品質最佳，80 天割期在夏季之品質最差 (表 5)，此結果與 Gonzalez-Garcia and Martin-Martin (2016) 相同。雖然白桑的芻料品質受到收穫季節影響之變化情形與前人研究相同，但 CP、ADF 及 NDF 之數值具有差異，來自於白桑芻料品質會受到品種、季節、栽培地點氣候、施肥量、割期及刈割高度等因素之綜效影響 (Liu *et al.*, 2002; Martin *et al.*, 2002; Gonzalez-Garcia and Martin-Martin, 2016)。由不同割期與收穫季節之葉片與全株芻料化學組成顯示 (表 6)，白桑之芻料品質與苜蓿相近 (CP: 14 – 22%, ADF: 28 – 43%, NDF: 38 – 56%) (Dunham, 1998)，屬於高品質之芻料。

Saddul *et al.* (2004) 研究顯示，以 3、5、7 及 9 週為割期進行全年性收穫，白桑葉片與全株之全年總粗蛋白質產量均在不同割期之間無顯著差異。然而，Kabi and Bareeba (2008) 研究顯示，以 1、2、4 及 6 個月為割期進行全年性收穫，白桑葉片之全年總粗蛋白質產量以 2 個月最高 (2.8 t/ha)，1 個月次之 (2.5 t/ha)，4 與 6 個月則顯著下降 (1.0 與 0.9 t/ha)。雖然白桑以愈短割期收穫可獲得愈高之葉/莖比與芻料品質，但以短於 30 天的割期進行全年性收穫，將導致其刈割耐受性差而再生後之產量下降，因此 Saddul *et al.* (2004) 與 Kabi and Bareeba (2008) 分別認為 5 週與 2 個月是較適合白桑作為多年生芻料的割期。此外，Kabi and Bareeba (2008) 指出，白桑收穫時之葉/莖比應大於 1 才具有優良之芻料品質，又植株成熟度較低除了葉/莖比值高且葉片具有較佳之芻料品質，白桑可食用之嫩枝比



例也較高 (Gonzalez-Garcia and Martin-Martin, 2016)。本研究參試白桑之葉片與全株全年總乾物產量雖均隨著割期延長而增加 (表 7)，但考量葉 / 莖比與芻料品質之關係、葉片與全株之全年總粗蛋白質產量，白桑以 40 天割期作為灌木型芻料具有較高之營養價值。

## 結 論

白桑為生長速度快、環境適應性佳且營養價值高之植物，適合以灌木型式栽培作為芻料。經由不同割期的週年性試驗評估後，以 80 天割期在夏季收穫的葉、莖及全株乾物產量最高，但芻料品質最不理想；40 天割期在冬季收穫的芻料品質最佳，但葉、莖及全株乾物產量最低。為獲得較高之營養價值，考量葉 / 莖比與芻料品質之關係、葉片與全株之全年總粗蛋白質產量，白桑適合以 40 天割期作為灌木型芻料利用。

## 參考文獻

- 王紓愨、陳嘉昇、陳文、顏素芬、成游貴。2003。割期、季節及地區對狼尾草粗蛋白質、中洗纖維及酸洗纖維含量的影響。畜產研究 36：357-367。
- 行政院農業委員會農業試驗所。作物病蟲害與肥培管理技術。1999。
- 陳嘉昇、黃耀興、王紓愨、成游貴。1999。盤固草酸洗纖維、中洗纖維及粗蛋白質與氣象因子的關係。畜產研究 32：255-265。
- 張哲嘉。2006。台灣桑樹之分類及品種改良。臺灣園藝 52：377-392。
- 楊深玄、蘇安國、王勝德。2010。利用有機乾桑葉生產有機山羊之研究。畜產研究 43：351-360。
- Assen, E., A. Getachew, U. Mengistu, and H. Aklilu. 2016. Nutritional value of mulberry (*Morus alba*) forage harvested during dry and wet seasons in northern Ethiopia. *Indian J. Anim. Res.* 33: 45-53.
- A. O. A. C. 2019. *Official Methods of Analysis*. 21st ed. Assoc. Offic. Anal. Chem., Arlington, VA.
- Benavides, J. 2002. Utilisation of mulberry in animal production systems. In: *Mulberry for animal production* (M. D. Sanchez). *Animal Health and Production Paper No. 147*. FAO, Rome, Italy. pp. 291-327.
- Boschini, C. F. 2002. Establishment and management of mulberry for intensive forage production. In: *Mulberry for animal production* (M. D. Sanchez). *Animal Health and Production Paper No. 147*. FAO, Rome, Italy. pp. 115-122.
- Buxton, D. R. 1996. Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Anim. Feed Sci. Tech.* 59: 37-49.
- Delgado, D. C., J. Galindo, R. Gonzalez, N. Gonzalez, I. Scull, L. Dihigo, J. Cairo, A. I. Aldama, and O. Moreira. 2012. Feeding of tropical trees and shrub foliages as a strategy to reduce ruminal methanogenesis: studies conducted in Cuba. *Trop. Anim. Health Prod.* 44: 1097-1104.
- Dunham, J. R. 1998. Relative feed value measures forage quality. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, Manhattan.
- Eshetu, T., T. Negesse, and A. Nurfeta. 2018. Biomass yield, chemical composition, in vitro organic matter digestibility and gas production of morphological fractions of mulberry (*Morus alba*) plant harvested at three cutting stages. *Am. Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 18: 173-184.
- Gonzalez-Garcia, E. and G. Martin-Martin. 2016. Biomass yield and nutrient content of a tropical mulberry forage bank: effects of season, harvest frequency and fertilization rate. *Grass Forage Sci.* 72: 248-260.
- Han, H., L. Zhang, Y. Shang, M. Wang, C. J. C. Phillips, Y. Wang, C. Su, H. Lian, T. Fu, and T. Gao. 2022. Replacement of maize silage and soybean meal with mulberry silage in the diet of Hu lambs on growth, gastrointestinal tissue morphology, rumen fermentation parameters and microbial diversity. *Animals* 12: 1406.
- Hutasoit, R., S. P. Ginting, J. Sirait, and A. Tarigan. 2017. Effect of cutting interval on yield, nutrient composition and digestibility of several species of mulberry. In: *Proc. Int. Sem. Livest. Prod. Vet. Technol.* Denpasar, Bali, Indonesia. pp. 476-485.
- Liu, J. X., J. Yao, B. Yan, J. Q. Yu, Z. Q. Shi, and X. Q. Wang. 2002. The nutritional value of mulberry leaves and their use as supplement to growing sheep fed ammoniated rice straw. In: *Mulberry for animal production* (M. D. Sanchez). *Animal Health and Production Paper No. 147*. FAO, Rome, Italy. pp. 1-13.

- Kabi, F. and F. B. Bareeba. 2008. Herbage biomass and nutritive value of mulberry foliage (*Morus alba*) and *Calliandra calothyrsus* harvested at different cutting frequencies. *Anim. Feed Sci. Technol.* 140: 178-190.
- Martin, G., F. Reyes, F. Reyes, I. Hernandez, T. Gonzalez, and M. Milera. 2002. Agronomic studies with mulberry in Cuba. In: *Mulberry for animal production* (M. D. Sanchez). Animal Health and Production Paper No. 147. FAO, Rome, Italy. pp. 103-114.
- Saddul, D., Z. A. Jelan, J. B. Liang, and R. A. Halim. 2004. The potential of mulberry (*Morus alba*) as a fodder crop: the effect of plant maturity on yield, persistence and nutrient composition of plant fractions. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 17: 1657-1662.
- Salinas-Chavira, J., O. Castillo-Martinez, J. E. Ramirez-Bribiesca, and M. Mellado. 2011. Effect of increasing levels of white mulberry leaves (*Morus alba*) on ruminal dry matter degradability in lambs. *Trop. Anim. Health Prod.* 43: 995-999.
- Sanchez, M. D. 2000. Mulberry: an exceptional forage available almost worldwide. *World Anim. Rev.* 93: 1-1.
- SAS Institute. 2013. *SAS/STAT User's guide: Statistics*. Version 9.4th ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Vogel, K. P., J. F. Pedersen, S. D. Masterson, and J. J. Toy. 1999. Evaluation of a filter bag system for NDF, ADF, and IVDMD forage analysis. *Crop Sci.* 39: 276-279.
- Vu, C. C., M. W. A. Verstegen, W. H. Hendriks, and K. C. Pham. 2011. The nutritive value of mulberry leaves (*Morus alba*) and partial replacement of cotton seed in rations on the performance of growing Vietnamese cattle. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 24: 1233-1242.

# Effect of cutting interval and harvest season on mulberry as forage shrub<sup>(1)</sup>

Ming-Hung Chu <sup>(2)(3)(4)</sup> and Wen-Shin Lin <sup>(3)</sup>

Received: Apr. 9, 2023; Accepted: Aug. 31, 2023

## Abstract

Mulberry (*Morus alba*) is characterized by fast growth, strong environmental adaptability and mowing resistance. Except for its highly lignified trunk, leaves and tender branches of mulberry are well-palatable and highly-nutritive to herbivore, which is suitable as perennial shrub forage. To determine the fluctuation of forage yield and quality of mulberry in different harvest seasons and cutting intervals, this study was conducted to harvest mulberry at 40, 60 and 80 days of cutting intervals annually. The experimental design was a completely randomized with three replications. By 80 days cutting interval in summer, plant height (PH, 168.7 cm), dry matter yield (DMY) of leaf (4.1 t/ha), stem (5.1 t/ha), and whole plant (9.2 t/ha), ADF and NDF (leaf, 27.2 and 40.9%; stem, 52.3 and 68.7%; whole plant, 41.7 and 56.9%) were all the highest, but leaf to stem ratio (L/S, 0.7) and CP (leaf, 21.0%; stem, 5.6%; whole plant, 12.1%) were both the lowest. By 40 days cutting interval in winter, PH (58.1 cm), DMY of leaf (1.2 t/ha), stem (0.5 t/ha), and whole plant (1.7 t/ha), ADF and NDF (leaf, 20.5 and 30.5%; stem, 37.3 and 47.8%; whole plant, 25.0 and 35.1%) were all the lowest, but L/S (2.8) and CP (leaf, 26.9%; stem, 13.0%; whole plant, 23.2%) were both the highest. Comparing the annual total CP yield of leaf and whole plant, there was no significant difference in the yield of leaf among the three cutting intervals. The annual total CP yield of whole plant was higher under 80 days of cutting interval (2.7 t/ha), but were lower under 40 and 60 days of cutting intervals (2.5 and 2.4 t/ha), which there was no significant difference between each other. In the same harvest season, the longer the cutting interval, the higher the PH and DMY, the worse the L/S and forage quality. Under the same cutting interval, PH and DMY were both highest in summer and lowest in winter, but L/S and forage quality were both highest in winter and lowest in summer. Considering the relationship between L/S and forage quality, and the annual total CP yield of leaf and whole plant, mulberry has higher nutritional value as a perennial shrub forage under 40 days of cutting interval.

Keywords: Cutting interval, Forage shrub, Harvest season, Mulberry.

---

(1) Contribution No. 2762 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Southern Region Branch, MOA-TLRI, Pingtung 94644, Taiwan, R. O. C.

(3) Department of Plant Industry, National Pingtung University of Science and Technology, Neipu 912301, Taiwan, R. O. C.

(4) Corresponding author, E-mail: mmchu@mail.tlri.gov.tw.