

品種、期作及生育期對大豆作為芻料之影響⁽¹⁾

朱明宏⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾ 林汶鑫⁽³⁾

收件日期：111 年 5 月 27 日；接受日期：111 年 9 月 12 日

摘 要

大豆 (*Glycine max*) 富含營養價值且在臺灣栽培面積廣，適合作為豆科芻料生產，本研究目的在探討品種、期作及生育期對大豆作為芻料之影響。試驗以籽粒用 (Au 及 TN3)、芻料 (KTS1) 及綠肥 (TN4) 大豆等共四個品種，在春及秋兩個期作栽培，分別於 R3 (開始結莢)、R5 (豆莢開始充實) 及 R7 (豆莢變黃，達生理成熟期) 三個生育期收穫，調查其株高、乾物產量及分析芻料化學組成之差異比較。試驗結果顯示，春作大豆的株高、乾物產量、粗蛋白質產量、酸洗及中洗纖維含量均高於秋作，但秋作之粗蛋白質含量則高於春作。不同生育期收穫時，以 R7 具有最高之株高、乾物產量、粗蛋白質含量及粗蛋白質產量，但此生育期之酸洗與中洗纖維含量最高。比較各參試品種，晚熟型籽粒用大豆 (Au) 在春、秋兩個期作均具有較高之乾物產量，分別為 6.16 與 5.51 mt/ha。此外，Au 之粗蛋白質含量 (17.8%) 與粗蛋白質產量 (1.06 mt/ha) 為最高，但酸洗及中洗纖維含量 (32.7 及 38.6%) 最低，在參試品種中最適合作為芻料利用，由以上結果顯示，晚熟型籽粒用大豆作為芻料生產可兼具產量與品質。此外，芻料大豆 (KTS1) 具晚熟且高產的特性，在秋作乾物產量可達 6.23 mt/ha，亦適合在大豆普遍產量較低的秋作作為芻料生產。

關鍵詞：期作、品種、芻料、生育期、大豆。

緒 言

為了提升動物的經濟產出，高品質的豆科芻料對於草食動物產業至關重要。然而，受限於地理位置與氣候因素，苜蓿等優質的豆科芻料不易在臺灣穩定生產，需仰賴進口豆科乾草來滿足國內產業的需求，進而增添生產成本也影響糧食安全 (Chang *et al.*, 2012)。大豆因蛋白質含量及乾物產量高，早期即由中國引進美國且被視為品質良好的芻料作物 (Hintz *et al.*, 1992; Sheaffer *et al.*, 2001)。此外，大豆的栽培週期短且對不同地區的氣候適應性佳，土地利用彈性優於多年生豆科芻料 (Seiter *et al.*, 2004; Asekova *et al.*, 2014)，對於全年土地可耕作期長的臺灣，大豆可作為豆科芻料的理想選項。

大豆依用途之別而具有不同的品種要求特性，不同於追求種子產量與品質的籽粒用大豆，芻料大豆考量的是全株乾物產量及營養組成的綜合表現，因此芻料大豆的成熟期較晚且生育期較長，乾物產量大多優於籽粒用大豆 (Darnosarkoro *et al.*, 2001)。晚熟及高產的特性也常見於綠肥大豆，因此綠肥大豆也具有作為芻料利用的潛力 (Chang *et al.*, 2012)。當播種期相同，芻料大豆的營養生長期平均較籽粒用大豆為長，造成在相同收穫期，芻料大豆因莖葉繁茂而乾物產量較高 (Darnosarkoro *et al.*, 2001; Rao *et al.*, 2005)。然而，受到品種特性的影響，多數芻料大豆的豆莢 (含種子) 占全株比重較低，使其粗蛋白質含量較低且纖維含量較高，芻料品質因而不如籽粒用大豆，因此部分晚熟型籽粒用大豆成為兼具芻料用途的品種 (Sheaffer *et al.*, 2001; Rogers *et al.*, 2017)。

大豆屬於短日照植物且普遍對光週期變動的敏感性高，光週期的長短顯著影響開花及結莢充實與否，又氣溫的高低對於大豆生長發育及種子的營養組成影響甚鉅 (Bakal *et al.*, 2017)。不同於美國等溫帶國家全年僅一個期作適合大豆生產，臺灣主要的產季可區分為春作與秋作。春作和秋作的氣候截然不同，目前僅知綠肥大豆作為芻料時春作的乾物產量高於秋作，其粗蛋白質、纖維及水溶性碳水化合物含量均會受到期作與品種的交感效應影響 (Chang *et al.*, 2012)，但籽粒用及芻料大豆在不同期作的乾物產量與芻料品質變動情形則尚未有研究探討。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2715 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

(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。

除了品種與期作之外，收穫時的生育期亦是影響大豆芻料產量及品質的重要因素。Munoz *et al.* (1983) 及 Hintz *et al.* (1992) 指出大豆在 R6 (種子充實飽滿期, Fehr *et al.*, 1971) 至 R7 (豆莢變黃, 達生理成熟期) 階段收穫, 其乾物產量與品質最適合作為芻料利用。然而, 大豆成熟期早晩的差異, 會造成在相同生育期時, 晚熟品種的乾物產量較高, 但芻料品質以早熟品種較佳 (Hintz *et al.*, 1992), 品種與生育期的交感效應亦會影響綠肥大豆作為芻料的乾物產量與品質 (Chang *et al.*, 2012)。

國內育成之籽粒用及綠肥大豆品種繁多且栽培面積廣大, 但目前尚無芻料大豆品種。有鑑於國外以部分籽粒用大豆兼作芻料利用, 為減少對進口豆科乾草的依賴性, 本研究以不同用途之大豆品種, 探討春、秋兩個期作及不同生育期對於芻料產量與品質的影響, 提供國產大豆作為芻料利用的參考。

材料與方法

I. 試驗材料

參試大豆品種包含澳洲引進的晚熟型籽粒用大豆 (*Glycine max* cv. Leichhardt, 以下簡稱 Au)、畜產試驗所恆春分所選育之芻料大豆墾丁育 1 號 (以下簡稱 KTS1)、籽粒用大豆臺南 3 號 (以下簡稱 TN3) 及綠肥大豆臺南 4 號 (以下簡稱 TN4), 共計四種大豆品種。

II. 田間設計及栽培管理

四種參試大豆栽培於畜產試驗所恆春分所試驗田區, 分別在 2020 年 2 月 12 日 (春作) 及 9 月 14 日 (秋作) 種植。試驗採用完全隨機設計 (completely randomized design, CRD), 三重複, 小區面積為 2.4 m × 3 m, 行距 60 cm, 每小區 4 行, 採條播方式種植。以臺肥磷硝基黑旺特 43 號有機質複合肥料 (N : P₂O₅ : K₂O : MgO = 15 : 15 : 15 : 3) 每公頃施肥 400 kg, 40% 施肥量作為基肥, 剩餘 60% 分別於播種後 20 及 40 天各施一半作為追肥。試驗期間視植株生長狀況適度灌溉, 藉由中耕及人工除草方式進行雜草防除。

III. 收穫取樣調查

不同期作種植之大豆分別在 R3 (開始結莢)、R5 (豆莢開始充實) 及 R7 (豆莢變黃, 達生理成熟期) 生育期進行收穫, 收穫時以每個小區中間 2 行各 2 m 長度之收穫量, 估計每公頃大豆鮮重產量, 每小區隨機取樣測量 10 株大豆之高度計算平均株高, 株高量測完成之植株經 60°C 烘乾至恆重後計算乾物率, 推算單位面積乾物產量 (mt/ha)。

IV. 植體化學組成分析

大豆全株經 60°C 烘乾至恆重後, 利用多功能磨粉機 (HD-MI, 泰鈴有限公司, 臺灣) 將乾燥之材料研磨成粉 (篩網孔徑 1 mm), 分析大豆之粗蛋白質 (crude protein, CP)、酸洗纖維 (acid detergent fiber, ADF) 及中洗纖維 (neutral detergent fiber, NDF), 分析方法如下: CP 定量參考 AOAC (2019) 之方法, 由各大豆品種之 CP 及其單位面積乾物產量相乘計算單位面積粗蛋白質產量 (crude protein yield, CPY)。ADF 及 NDF 的測定參考 Vogel *et al.* (1999) 以 ANKOM²⁰⁰ 纖維分析儀 (ANKOM²⁰⁰ Fiber Analyzer, ANKOM Technology, Macedon, NY, USA) 進行。

V. 數據統計分析

試驗數據以統計套裝軟體 SAS 9.4 (Statistical Analysis System, SAS 9.4, SAS Institute, Cary, NC, USA) 進行變方分析 (analysis of variance, ANOVA), 如達顯著差異, 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. 品種、期作及生育期對株高與乾物產量的影響

參試大豆的株高與芻料乾物產量均受到品種及期作之交感效應影響, 並極顯著受到品種、期作及生育期之主效應影響 (表 1)。品種及期作交感效應對株高與乾物產量影響之結果顯示 (表 2), KTS1 在春作的株高最高 (93.8 cm), Au、TN3 及 TN4 在秋作的株高較矮 (50.0、50.2 及 53.9 cm)。Au 在春作、KTS1 在兩個期作的產量較高 (6.16、6.38 及 6.23 mt/ha), TN3 及 TN4 在秋作的產量較低 (4.65 及 4.83 mt/ha)。除 KTS1 的乾物產量在兩個期作間無顯著差異外, 其餘品種的株高與乾物產量均以春作高於秋作。

表 1. 品種、期作及生育期對大豆株高、乾物產量、粗蛋白質產量與芻料化學組成之統計差異顯著性

Table 1. Statistical significances of cultivar, crop season and growth stage on plant height, dry matter yield, crude protein yield and forage chemical components of soybean

SOV	PH [†]	DMY	CP	ADF	NDF	CPY
----- P > F -----						
Cultivar (C)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.005
Crop season (CS)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Growth stage (GS)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
C × CS	<0.001	0.036	0.322	0.666	0.037	0.139
C × GS	0.052	0.666	0.967	0.039	0.008	0.557
CS × GS	0.534	0.980	0.787	0.962	0.984	0.983
C × CS × GS	0.760	0.926	0.952	0.965	0.899	0.852

[†] PH, plant height; DMY, dry matter yield; CP, crude protein; ADF, acid detergent fiber; NDF, neutral detergent fiber; CPY, crude protein yield.

表 2. 品種及期作對大豆株高與乾物產量之影響

Table 2. Effect of cultivar and crop season on plant height and dry matter yield of soybean

Cultivar	PH [†] (cm)		DMY (mt/ha)	
	Spring	Fall	Spring	Fall
Au	59.2 ^{bcA‡}	50.0 ^{bB}	6.16 ^{aA}	5.51 ^{bB}
TN3	55.6 ^{cA}	50.2 ^{bb}	5.56 ^{bA}	4.65 ^{cB}
TN4	64.8 ^{bA}	53.9 ^{bb}	5.73 ^{bA}	4.83 ^{bcB}
KTS1	93.8 ^{aA}	61.7 ^{aB}	6.38 ^{aA}	6.23 ^{aA}

[†] PH, plant height; DMY, dry matter yield.

[‡] Means within each column (in lowercase letter) and within each row (in uppercase letter) with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

比較品種、期作及生育期之主效應對大豆株高與乾物產量的影響 (表 3)，在品種方面，KTS1 的株高與乾物產量最高，分別可達 77.8 cm 及 6.31 mt/ha；TN3 的株高與乾物產量最低，分別為 52.9 cm 及 5.19 mt/ha。在期作方面，受到氣溫與光週期等氣候因素差異的影響，春作大豆莖葉的生長發育較為旺盛，造成春作的株高與乾物產量均高於秋作。在生育期方面，隨著植株的成熟度愈高，大豆的株高與乾物產量均隨之增加。R3 因大豆僅開始結莢，株高與乾物產量最低；R7 則因大豆發育成熟且種子充實飽滿，株高與乾物產量最高。

表 3. 大豆株高與乾物產量在不同品種、期作及生育期之比較

Table 3. Comparisons of plant height and dry matter yield of soybean in different cultivars, crop seasons and growth stages

		PH [†] (cm)	DMY (mt/ha)
Cultivar	Au	54.6 ^{c‡}	6.03 ^a
	TN3	52.9 ^c	5.19 ^b
	TN4	59.4 ^b	5.21 ^b
	KTS1	77.8 ^a	6.31 ^a
Crop season	Spring	68.4 ^a	6.09 ^a
	Fall	53.9 ^b	5.33 ^b
Growth stage	R3	51.5 ^c	4.35 ^c
	R5	62.5 ^b	5.57 ^b
	R7	69.5 ^a	7.21 ^a

[†] PH, plant height; DMY, dry matter yield.

[‡] Means in the same column with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

II. 品種、期作及生育期對芻料化學組成的影響

如統計差異顯著性檢定顯示(表1)，大豆 NDF 受到品種及期作之交感效應影響，又 ADF 與 NDF 均受到品種及生育期之交感效應影響。此外，品種、期作及生育期之主效應均極顯著影響大豆的 CP、ADF、NDF 及 CPY。品種及期作交感效應對 NDF 影響之結果顯示(表4)，在春、秋期作的表現上，Au 與 TN3 在春作的 NDF 均較秋作為高，TN4 與 KTS1 在兩個期作間之 NDF 不具顯著差異。此外，TN3 在春作、TN4 與 KTS1 在兩個期作之 NDF 較高，均達 40.1% 以上；Au 與 TN3 在秋作之 NDF 較低，分別為 38.0 與 38.5%。

表 4. 品種與期作對大豆中洗纖維含量之影響

Table 4. Effect of cultivar and crop season on neutral detergent fiber content of soybean

Cultivar	NDF [†] (%)	
	Spring	Fall
Au	39.1 ^{ba‡}	38.0 ^{bB}
TN3	40.2 ^{abA}	38.5 ^{abB}
TN4	40.3 ^{abA}	40.1 ^{aA}
KTS1	41.0 ^{aA}	40.2 ^{aA}

[†] NDF, neutral detergent fiber.

[‡] Means within each column (in lowercase letter) and within each row (in uppercase letter) with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

品種及生育期對 ADF 與 NDF 之交感效應分析結果顯示(表5)，在 ADF 方面，TN4 與 KTS1 在 R7 之 ADF 較高，分別為 36.2 與 36.9%；各品種在 R3 之 ADF 較低且品種間不具顯著差異，ADF 介於 31.3 – 32.2%。在 NDF 方面，KTS1 在 R7 之 NDF 最高(43.1%)，各品種在 R3 之 NDF 較低且品種間不具顯著差異，NDF 介於 37.4 – 38.1%。此外，所有大豆品種之 ADF 與 NDF 均以 R7 最高而 R3 最低。

表 5. 品種與生育期對大豆酸洗纖維及中洗纖維含量之影響

Table 5. Effect of cultivar and growth stage on acid detergent fiber and neutral detergent fiber content of soybean

Cultivar	ADF [†] (%)			NDF (%)		
	R3	R5	R7	R3	R5	R7
Au	31.3 ^{ac‡}	32.7 ^{bB}	34.2 ^{ba}	37.4 ^{aC}	38.4 ^{bB}	39.9 ^{dA}
TN3	31.6 ^{aC}	33.4 ^{bB}	35.1 ^{ba}	37.8 ^{aC}	39.3 ^{abB}	40.9 ^{eA}
TN4	31.4 ^{aC}	33.8 ^{bB}	36.2 ^{aA}	38.1 ^{aC}	40.4 ^{abB}	42.1 ^{ba}
KTS1	32.2 ^{aC}	35.2 ^{abB}	36.9 ^{aA}	38.1 ^{aC}	40.6 ^{abB}	43.1 ^{aA}

[†] ADF, acid detergent fiber; NDF neutral detergent fiber; R3, R5 and R7, soybean growth stage.

[‡] Means within each column (in lowercase letter) and within each row (in uppercase letter) with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

比較品種、期作及生育期之主效應對大豆芻料化學組成與粗蛋白質產量(CPY)的影響(表6)，品種間以 Au 之 CP 最高(17.8%)，又其 ADF 與 NDF 最低，分別為 32.7 與 38.6%，芻料品質最佳；TN4 與 KTS1 之 CP 均僅為 17.1%，又兩者之 ADF 與 NDF 較高，分別為 33.8、34.8 (ADF)、40.3 與 40.6% (NDF)，在 4 種大豆品種中之芻料品質較差。雖然 KTS1 之 CP 較低，但其乾物產量較高，與 Au 均具有較高之 CPY 且兩個品種間無顯著差異，平均分別為 1.10 與 1.06 mt/ha；品種間之 CPY 以 TN3 與 TN4 較低，平均分別為 0.92 與 0.90 mt/ha。在期作方面，秋作大豆的 CP 較高且 ADF 與 NDF 較低，芻料品質優於春作，但因春作之乾物產量高於秋作，造成春作之 CPY 高於秋作。在生育期方面，R7 因種子充實飽滿且乾物產量最高，其 CP 與 CPY 最高，但此階段之植株成熟度最高，亦具有最高之 ADF 與 NDF；R3 因豆莢開始形成且乾物產量最低，其 CP 與 CPY 最低，但因植株成熟度最低而 ADF 與 NDF 最低。

表 6. 大豆芻料化學組成與粗蛋白質產量在不同品種、期作及生育期之比較

Table 6. Comparisons of forage chemical composition and crude protein yield of soybean in different cultivars, crop seasons and growth stages

		CP [†] (%)	ADF (%)	NDF (%)	CPY (mt/ha)
Cultivar	Au	17.8 ^{a‡}	32.7 ^c	38.6 ^c	1.06 ^a
	TN3	17.6 ^a	33.4 ^b	39.4 ^b	0.92 ^b
	TN4	17.1 ^b	33.8 ^b	40.3 ^a	0.90 ^b
	KTS1	17.1 ^b	34.8 ^a	40.6 ^a	1.10 ^a
Crop season	Spring	16.8 ^b	34.3 ^a	40.1 ^a	1.04 ^a
	Fall	17.9 ^a	33.1 ^b	39.2 ^b	0.97 ^b
Growth stage	R3	16.2 ^c	31.6 ^c	37.9 ^c	0.70 ^c
	R5	17.5 ^b	33.8 ^b	39.7 ^b	0.97 ^b
	R7	18.5 ^a	35.6 ^a	41.5 ^a	1.33 ^a

[†] CP, crude protein; ADF, acid detergent fiber; NDF neutral detergent fiber; CPY, crude protein yield.

[‡] Means in the same column with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

討 論

芻料大豆一般具有晚熟的特性，因此營養生長期較長而莖葉繁茂，當收穫期較晚或在相同的生育期收穫，芻料大豆的株高與乾物產量會顯著高於籽粒用大豆 (Darmosarkoro *et al.*, 2001; Rao *et al.*, 2005)。然而，當進入生殖生長期，隨著植株成熟度愈高，芻料大豆的葉 / 莖比重愈低，其豆莢占全株比重亦顯著低於籽粒用大豆，因葉片與豆莢的 CP 較高且纖維含量較低，造成芻料大豆的芻料品質低於籽粒用大豆 (Darmosarkoro *et al.*, 2001; Rogers *et al.*, 2017)。此外，若以晚熟型籽粒用大豆作為芻料生產，在 R6 階段收穫時，籽粒用與芻料大豆的乾物產量彼此間不具顯著性差異，而芻料品質則以籽粒用大豆較佳 (Rogers *et al.*, 2017)。本研究之結果與前人研究相符，芻料大豆 (KTS1) 的株高顯著高於其他參試品種，其乾物產量亦較高 (表 3)，晚熟型籽粒用大豆 (Au) 的乾物產量可與 KTS1 不具顯著差異，又其芻料品質可優於其他參試品種 (表 6)。

氣候是影響大豆生長發育的重要因素，其中又以光週期與氣溫的影響較為顯著 (Bakal *et al.*, 2017)。在春作三個不同月份栽培大豆作為芻料，隨著播種期愈晚，光週期愈長且氣溫愈高，有利於營養生長而造成株高與乾物產量上升，但豆莢占全株比重愈低，大豆 CP 愈低而 ADF 與 NDF 愈高 (朱及陳, 2016)。反之，隨著秋作的播種期愈晚，光週期愈短且氣溫愈低，大豆提前進入生殖生長期而導致株高與乾物產量下降，但豆莢占全株比重愈高，大豆 CP 愈高而 ADF 與 NDF 愈低 (朱等, 2020)。本研究顯示，大豆在春作的株高、乾物產量、CPY、ADF 與 NDF 均高於秋作，但 CP 則是秋作高於春作 (表 3 及表 6)，此結果推測來自於隨著大豆的栽培天數增加，春作的光週期漸增且氣溫上升，促進大豆的營養生長，但氣溫上升造成纖維含量加速累積而顯著提升；秋作的光週期漸減且氣溫下降，造成營養生長期縮短而株高與乾物產量下降，但豆莢占全株比重增加且纖維含量累積減緩，導致大豆在秋作的 CP 較高而 ADF 與 NDF 較低。

Hintz *et al.* (1992) 與 Açıkgöz *et al.* (2013) 指出，以芻料及籽粒用大豆作為芻料生產，隨著大豆的生育期 (R1 至 R7) 提升，株高與乾物產量均隨之增加，但在芻料化學組成方面，由 R1 至 R5，CP 漸減而 ADF 與 NDF 漸增，由 R5 至 R7，CP 增加而 ADF 與 NDF 下降，不同生育期的芻料品質變化主要受到植株成熟度、豆莢發育與種子充實程度的綜效影響。此外，Chang *et al.* (2012) 研究顯示，以 TN4 及 TN7 兩種綠肥大豆作為芻料生產，大豆的農藝性狀與芻料化學組成會受到生育期及品種之交感效應影響，造成綠肥大豆的株高、乾物產量、CP、ADF 及 NDF 在不同生育期間的變動情形與芻料及籽粒用大豆不同，又因品種特性差異，TN4 與 TN7 的農藝性狀與芻料化學組成在不同生育期間的變動情形亦不盡相同，因此大豆以生育期作為芻料生產須考量品種效應之影響。

由品種與期作之交感效應顯示 (表 2 與表 4)，以晚熟型籽粒用大豆 Au 作為芻料生產，在春、秋作均可獲得較高之乾物產量與較低之 NDF。相較於其他品種，Au 在各生育期均具有最低之 ADF 與 NDF (表 5)，又由品種效應顯示 (表 3 及表 6)，Au 之乾物產量、CP 與 CPY 最高且 ADF 與 NDF 最低，此結果與 Rogers *et al.* (2017) 認為晚熟型籽粒用大豆適合作為芻料生產之結論相符。雖然芻料大豆 KTS1 在芻料品質方面不如 Au，但其在春、秋作均為生育期最長、乾物產量及 CPY 最高，亦適合在大豆普遍產量較低的秋作 (表 2) 作為芻料。

結 論

參試大豆在春作的株高、乾物產量、CPY、ADF 及 NDF 均高於秋作，但秋作之 CP 高於春作。生育期則以 R7 具有最高的株高、乾物產量、CP 及 CPY，但此時之 ADF 與 NDF 最高。品種間以晚熟型籽粒用大豆 (Au) 在兩個期作均具有較高之乾物產量，又其 CP 與 CPY 最高且 ADF 與 NDF 最低，最適合作為芻料利用，而芻料大豆 (KTS1) 晚熟、高產且 CPY 高的特性亦適合於秋作。

參考文獻

- 朱明宏、陳嘉昇。2016。播種期及品種對春作大豆作為芻料利用之影響。畜產研究 49：304-311。
- 朱明宏、陳嘉昇、林汶鑫。2020。不同品種與播種期對於秋作大豆作為芻料之影響。臺灣農學會報 21：55-67。
- Açikgöz, E., M. Sincik, G. Wietgreffe, M. Sürmen, S. Çeçen, T. Yavuz, C. Erdurmuş, and A. T. Göksoy. 2013. Dry matter accumulation and forage quality characteristics of different soybean genotypes. Turk. J. Agric. For. 37: 22-32.
- A. O. A. C. 2019. Official Methods of Analysis. 21st ed. Assoc. Offic. Anal. Chem., Arlington, VA. USA.
- Asekova, S., J. G. Shannon, and J. D. Lee. 2014. The current status of forage soybean. Plant Breed. Biotechnol. 2: 334-341.
- Bakal, H., L. Gulluoglu, B. Onat, and H. Arioglu. 2017. The effect of growing season on some agronomic and quality characteristics of soybean varieties in mediterranean region in Turkey. Turk. J. Field Crops 22: 187-196.
- Chang, S. R., C. H. Lu, H. S. Lur, and F. H. Hsu. 2012. Forage yield, chemical contents and silage quality of manure soybean. Agron. J. 104: 130-136.
- Darmosarkoro, W., M. M. Harbur, D. R. Buxton, K. J. Moore, T. E. Devine, and I. C. Anderson. 2001. Growth development, and yield of soybean lines developed for forage. Agron. J. 93: 1028-1034.
- Fehr, W. R., C. E. Caviness, D. T. Burmood, and J. S. Pennington. 1971. Stage of development descriptions for soybean, *Glycine max* (L.) Merrill. Crop Sci. 11: 929-931.
- Hintz, R. W., K. A. Albrecht, and E. S. Oplinger. 1992. Yield and quality of soybean forage as affected by cultivar and management practices. Agron. J. 84: 795-798.
- Munoz, A. E., E. C. Holt, and R. W. Weaver. 1983. Yield and quality of soybean hay as influenced by stage of growth and plant density. Agron. J. 75: 147-148.
- Rao, S. C., H. S. Mayeux, and B. K. Northup. 2005. Performance of forage soybean in the southern great plains. Crop Sci. 45: 1973-1977.
- Rogers, J., L. Florez-Palacios, P. Chen, M. Orazaly, L. M. Jaureguy, A. Zheng, and C. Wu. 2017. Evaluation of diverse soybean germplasm for forage yield and quality attributes. Crop Sci. 57: 1020-1026.
- Seiter, S., C. E. Altemose, and M. H. Davis. 2004. Forage soybean yield and quality responses to plant density and row distance. Agron. J. 96: 966-970.
- Sheaffer, C. C., J. H. Orf, T. F. Devine, and J. G. Jewett. 2001. Yield and quality of forage soybean. Agron. J. 93: 99-106.
- 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.

Effects of cultivar, crop season and growth stage on soybean as forage ⁽¹⁾

Ming-Hung Chu ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾ and Wen-Shin Lin ⁽³⁾

Received: May 27, 2022; Accepted: Sep. 12, 2022

Abstract

Soybean (*Glycine max*) has a high nutritional value and is widely cultivated in Taiwan, making it suitable for production as legume forage. The purpose of this study was to determine the effect of cultivar, crop season and growth stage on soybean as forage. To compare plant height (PH), dry matter yield (DMY) and forage chemical composition, four cultivars of grain (Au and TN3), forage (KTS1) and manure (TN4) soybean were planted in the crop season of spring and fall, which were harvested at R3 (beginning bloom), R5 (beginning seed) and R7 (beginning maturity) growth stage, respectively. The results showed that soybean PH, DMY, crude protein yield (CPY), content of acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber (NDF) of spring were all higher than those of fall, but crude protein (CP) content of fall was higher than that of spring. When harvested in different growth stage, PH, DMY, CP and CPY were highest in R7 stage, but its ADF and NDF were both the highest among other stages. Compared with tested cultivars, DMY in spring and fall of late-maturing oilseed soybean (Au) were 6.16 and 5.51 mt/ha, respectively, which were both higher than other cultivars. Furthermore, CP (17.8%) and CPY (1.06 mt/ha) of Au were the highest, and its ADF and NDF (32.7% and 38.6%) were both the lowest among other cultivars. Among the tested cultivars, Au was most suitable as forage. According to the result, it showed that late-maturing grain-type soybean for forage use could retain both higher quantity and quality. In addition, forage soybean (KTS1) was characterized in late maturing and high yield, whose DMY could reach 6.23 mt/ha and was also an appropriate forage in fall when soybean DMY were generally low.

Key words: Crop season, Cultivar, Forage, Growth stage, Soybean.

(1) Contribution No. 2715 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Hengchun Branch, COA-LRI, 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.