

北部地區仙草(*Mesona procumbens* Hemsl.) 肥培管理技術研究¹

賴昭宏²

摘 要

本研究旨在探討北部地區仙草施肥量與施肥分配率對仙草產量與品質之影響。以氮鉀各 4 級組合、磷肥 5 級及氮鉀不同施肥分配率處理進行試驗，以建立高凝膠強度的仙草肥培管理技術。試驗結果顯示，仙草施用氮 100-150 kg ha⁻¹、磷酐 50 kg ha⁻¹ 及氧化鉀 90-180 kg ha⁻¹ 為較佳之三要素施肥組合。以相同氮鉀肥施用量，並將 60% 鉀肥分配至中後期施用，可顯著提高仙草凝膠強度，但總體產量無明顯影響。凝膠強度分析結果以處理 1 (氮肥 1 追：2 追：3 追 = 60%：30%：10%、鉀肥 1 追：2 追：3 追 = 10%：30%：60%) 101.4 g cm⁻² 最高，處理 2 (氮肥 1 追：2 追：3 追 = 10%：30%：60%、鉀肥 1 追：2 追：3 追 = 60%：30%：10%) 32.7 g cm⁻² 最低，處理間達顯著差異。

關鍵詞：凝膠強度、推薦施肥量

前 言

仙草為重要飲料作物，亦為臺灣北部重要特色產業，2015 年行政院農業委員會農糧署調查北部地區栽培面積約 70.9 ha，占全國栽培面積約 43%；我國每年總產量約 500-800 t，依財政部關務署統計近 10 年進出口資料，每年進口量約 835-1,899 t，因此，農委會也將仙草納入活化休耕地政策之目標作物，以期擴大栽培面積與進口替代。作物施肥手冊推薦之施肥量為 20 年前之試驗結果，近年氣候變遷及品種更新，原推薦施肥量恐已不符實際栽培需求，須進一步進行試驗確認現有仙草主要品種之需肥量。作物施肥手冊中仙草三要素推薦量在施用堆肥 10 t ha⁻¹ 情況下，分別為氮 130-150

¹ 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究報告第 512 號。

² 桃園區農業改良場助理研究員(通訊作者，chlai@tydais.gov.tw)。

kg ha⁻¹，磷酐(P₂O₅) 40-60 kg ha⁻¹，氧化鉀(K₂O) 60-80 kg ha⁻¹ (羅和張，2011)；而台灣農家要覽(姜，2006)中仙草在施用堆肥 10 t ha⁻¹ 情況下，推薦量為氮 100-150 kg ha⁻¹，磷酐 80 kg ha⁻¹，氧化鉀 140 kg ha⁻¹；另，農業試驗所指出仙草有機栽培推薦為氮 130-180 kg ha⁻¹ 之雞糞堆肥。各推薦量不同使農友無所適從，常有屆採收期而仙草田仍未完全覆蓋畦面，或生長過於旺盛導致品質不佳，採收困難，本場爰辦理一系列試驗以建立仙草整合性肥培管理技術。

材料與方法

本研究自 2014 至 2016 年於新竹縣關西鎮仙草專業區進行，供試材料為仙草‘桃園 1 號’，供試肥料為尿素、過磷酸鈣及氯化鉀。

一、氮磷鉀肥需要量試驗

2014 年進行氮鉀肥需要量試驗，氮用量分為 0、50、100 及 150 kg ha⁻¹ 4 級，氧化鉀用量分為 90、180、270 及 360 kg ha⁻¹ 4 級，氮鉀肥完全組合進行試驗，磷酐用量則固定均為 60 kg ha⁻¹。2015 年進行磷肥需要量試驗，氮用量固定為 100 kg ha⁻¹，氧化鉀用量固定為 90 kg ha⁻¹，磷酐用量則分別為 20、50、80、110 及 140 kg ha⁻¹ 5 級。試驗採逢機完全區集設計(randomized complete block design, RCBD)，氮鉀肥施用量試驗 16 處理，3 重複，小區面積 7 m²；磷肥施用量試驗 5 處理，3 重複，小區面積 7 m²。

二、氮鉀肥分配率試驗試驗處理

氮用量為 100 kg ha⁻¹，氧化鉀用量為 90 kg ha⁻¹，磷酐用量則為 50 kg ha⁻¹。磷肥全量當基肥施用，整地前撒施後耕犁入土，與土壤充分混合，氮鉀肥分別於定植後 30、60 和 90 日追肥(1)氮肥 60%-30%-10%、鉀肥 10%-30%-60%；(2)氮肥 10%-30%-60%、鉀肥 60%-30%-10%；(3)氮肥 30%-30%-40%、鉀肥 30%-30%-40%；(4)氮肥 90%-10%-0%、鉀肥 90%-10%-0%。(5)定植後 30 和 60 日追肥各 35%及 65%方式(作物施肥手冊推薦)施用為對照。試驗採逢機完全區集設計，5 處理，3 重複，小區面積 7 m²。

三、調查項目

試驗前、後土壤理化性質分析，產量及品質調查(凝膠強度)，植體氮、磷、鉀、鈣

及鎂含量分析。

四、土壤理化性質分析方法

土壤與蒸餾水比例 1:1 (w/v)，以 pH meter (EUTECH instrument pH510, Singapore) 測定 pH 值；土壤與蒸餾水比例 1:5 (w/v)，以電導度計(DKK-TOA CM-30G)測定 EC 值(Rhoades, 1982)；以 Walkley-Black 法測定有機碳(Nelson and Sommers, 1982)，並換算成土壤有機質含量；白雷氏第一法抽出土壤 Bray-1 磷，以原子分光光度計定量(Olsen and Sommers, 1982)；孟立克氏第一法抽出土壤有效性鉀、鈣及鎂，以感應耦合電漿原子發射光譜儀(inductively coupled plasma atomic emission spectrometer, ICP-AES, Horiba, JY2000)定量(Flannery and Markus, 1980)；0.1 N 鹽酸抽出土壤中有效性銅、鋅、鎳、鉻、鎘及鉛重金屬，以 ICP-AES 定量。植體樣本於採收時排除邊緣植株，每小區 5 株自根際切取一完整枝條，包含所有分枝與葉片，以 65°C 烘乾 24 h 後磨粉混合成一樣本。植體成分分析：利用凱氏法(regular Kjeldahl method)測全氮；以二酸混合液($\text{HNO}_3:\text{HClO}_4=5:1$)將有機質分解，分解液以 Murphy 和 Riley(1962)法測定磷含量，以火焰光度計(Sherwood, Corning 410)測定鉀含量(Knudsen *et al.*, 1982)，以 ICP-AES 測定鈣及鎂含量；以濃硝酸及濃過氯酸(conc. $\text{HNO}_3+\text{HClO}_4$)分解有機質，分解液以 ICP-AES 測定銅、鋅、鎳、鉻、鎘及鉛含量。

五、凝膠強度測試方法

仙草萃取液：秤取仙草乾 350 g、碳酸鈉 35 g 及水 7 L，利用壓力鍋(壓力最高時溫度約 117°C)進行熬煮 3 h(當達到最高壓力時開始計時)，結束後仙草液濾渣進行乾燥。濃縮仙草膠：將仙草萃取液以 60°C 熱風乾燥進行濃縮，所得成品以透明積層袋包裝後置於乾燥箱中備用。凝膠強度測定：將樣品以蒸餾水回溶至總固形物 1.0 °Brix，在攪拌狀態下緩緩加入 2.0% 小麥澱粉，加熱至沸騰後維持 1 min，隨後停止加熱，倒入直徑約 45.6 mm 之 100 mL 燒杯中，靜置冷卻後進行凝膠強度測定。凝膠強度測定以質地分析儀(texture analyzer TA.XT Express, Stable Micro System, Godalming, England)進行試驗。使用之探頭為 P/0.5R pr (1/2" Dia Cylinder Delrin Radiused)，以速度 0.5 mm s⁻¹ 下壓 20 mm，以硬度最大值作為該樣品之結果。

七、統計分析

數據以 SAS(statistical analysis system 6.10, SAS Institute)程式進行分析，處理因子達顯著差異者，再使用最小顯著差異性測驗(Fisher least significant difference (LSD))測定處理因子間之差異。

結果與討論

一、氮磷鉀肥施用量對仙草產量、品質與土壤性質之影響

2014 年之氮鉀施用量進行試驗，氮用量分為 0、50、100 及 150 kg ha⁻¹ 4 級，氧化鉀用量分為 90、180、270 及 360 kg ha⁻¹ 4 級，磷酐用量則固定均為 60 kg ha⁻¹。氮肥以施用 100 和 150 kg ha⁻¹ 其單株乾重最高，鉀肥施用量多寡對產量沒有顯著影響(表 1)。

不同量氮鉀組合對凝膠強度無交感作用，凝膠強度隨氮肥增加而降低，施用氮 100 和 150 kg ha⁻¹ 其凝膠強度顯著低於不施氮肥與施用氮 50 kg ha⁻¹ 之處理；凝膠強度隨鉀肥增加而提升，施用氧化鉀 90 kg ha⁻¹ 凝膠強度顯著低於施用氧化鉀 270 和 360 kg ha⁻¹ 之處理。綜合考量產量、品質與施肥成本，則以施用氮 100 及氧化鉀 90 kg ha⁻¹ 之處理為較佳之氮鉀施肥組合(表 1)。姜等(1991)以氮 80-140 kg ha⁻¹ 進行試驗結果，最適氮肥施用量為 119 kg ha⁻¹，且適量增加氮施用量還可以提高凝膠強度。依楊等(1982)研究影響仙草凝膠強度主要成分為以 70%乙醇沉澱之多醣膠質，均為光合產物及其代謝物，適量增加氮供應可促進光合作用，使仙草產生較多光合產物，但過量氮使營養生長過盛反而不利光合產物累積。氮肥的吸收與運移可能因品種、氣候及磷鉀肥施用量而異。

仙草乾水萃取液中含有微量苯甲酸，而苯甲酸為食品中不得添加之防腐劑，經試驗後同步調查不同氮鉀施肥量之仙草乾水萃液烘乾殘餘物質中苯甲酸含量，以 N150K270 處理之 306 mg kg⁻¹ 最高，N100K360 處理之 147 mg kg⁻¹ 最低(表 1)。不同氮鉀組合對苯甲酸含量無交感作用，鉀肥施用量高低對苯甲酸含量沒有影響，施用氮 150 kg ha⁻¹ 之仙草萃取液其苯甲酸高於施用氮 50 kg ha⁻¹ 處理，顯示施用氮越多，苯甲酸含量呈上升趨勢(表 1)。結果亦顯示，苯甲酸含量最高值為 306 mg kg⁻¹(乾重基準)，消費者在攝取時會稀釋 80-200 倍來製作成仙草凍或仙草汁，稀釋後產品苯甲酸至多僅含 5 mg kg⁻¹，與其他存在天然苯甲酸的食物含量範圍差異不大(黃和史，2017)。

表 1. 氮鉀肥施用量對仙草產量與品質之影響

Table 1. Effects of nitrogen and potassium fertilizer rates on yield and quality of *Mesona*.

處理 Treatments	單株鮮重 Fresh weight (kg plant ⁻¹)	單株乾重 Dry weight (kg plant ⁻¹)	凝膠強度 Gel strength (g cm ⁻²)	苯甲酸含量 Benzoic acid content (mg kg ⁻¹)
N0K90 ^z	6.85ef ^y	1.84	78cd	232abc
N0K180	6.93def	1.72	93abcd	219abc
N0K270	6.60f	1.70	108ab	252abc
N0K360	6.53f	1.81	109ab	286ab
N50 K90	6.90ef	1.66	98abc	195abc
N50 K180	6.61f	1.68	110a	179bc
N50 K270	7.64bcd	1.88	88abcd	245abc
N50 K360	7.41bcde	1.55	97abc	279ab
N100 K90	7.85abc	1.84	75cd	265abc
N100 K180	6.96def	1.82	74cd	289ab
N100 K270	7.19cdef	1.96	85abcd	253abc
N100 K360	7.95ab	1.91	83bcd	147c
N150 K90	7.21cdef	1.93	70d	271ab
N150 K180	7.35bcde	1.63	72cd	285ab
N150 K270	8.47a	1.94	96abcd	305a
N150 K360	7.85abc	1.78	90abcd	280bc

z: N 和 K 後數字分別代表施用氮 0、50、100、150 kg ha⁻¹ 和氧化鉀 90、180、270、360 kg ha⁻¹。

y: 同行英文字母相同表示經 LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著。

z: N and K represent the application of nitrogen 0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹ and potassium oxide 90, 180, 270, 360 kg ha⁻¹, respectively.

y: Mean values within column followed by the same letters are not statistically different by LSD at 5% probability.

2015 年針對磷肥需要量試驗之氮用量為 100 kg ha^{-1} ，氧化鉀用量為 90 kg ha^{-1} ，磷酐用量則分別為 20、50、80、110 及 140 kg ha^{-1} 5 級。施用不同磷肥結果顯示，單株鮮重以施用磷酐 50 kg ha^{-1} 處理最高，其次為施用磷酐 110 kg ha^{-1} ，最低為 140 kg ha^{-1} ，惟處理間差異不顯著。單株乾重同樣以施用磷酐 50 kg ha^{-1} 處理最高，其次為施用磷酐 110 kg ha^{-1} ；最低為施用磷酐 80 kg ha^{-1} ，處理間差異不顯著。乾物質含量介於 23.0%-24.8%，以施用磷酐 80 kg ha^{-1} 最低。凝膠強度以施用磷酐 80 kg ha^{-1} 處理 207 g cm^{-2} 最高，施用磷酐 140 kg ha^{-1} 處理 120 g cm^{-2} 最低(表 2)。與前一年度不同氮鉀肥施用量試驗結果比較(表 1)，凝膠強度明顯提高，但原因仍有待確認。

表 2. 磷肥施用量對仙草產量與品質之影響

Table 2. Effects of phosphorus fertilizer rates on yield and quality of Mesona.

處理 Treatments	單株鮮重 Fresh weight (kg plant^{-1})	單株乾重 Dry weight (kg plant^{-1})	乾物質含量 Dry matter content (%)	凝膠強度 Gel strength (g cm^{-2})
P20 ^z	5.18a ^y	1.24a	23.9a	170a
P50	5.34a	1.31a	24.5a	178a
P80	5.17a	1.19a	23.0a	207a
P110	5.21a	1.29a	24.8a	186a
P140	5.01a	1.24a	24.8a	120a

z: P 後數字分別代表施用磷酐 20、50、80、110、 140 kg ha^{-1} 。

y: 同行英文字母相同表示經 LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著。

z: P, respectively, represent the application of phosphoric anhydride 20, 50, 80, 110, 140 kg ha^{-1} .

y: Mean values within column followed by the same letters are not statistically different by LSD at 5% probability.

不同量氮鉀肥施用處理對仙草植體養分含量之影響如表 3 所示。試驗後植體營養分析結果，氮含量介於 7.0-9.3 g kg⁻¹、磷含量介於 1.3-1.8 g kg⁻¹、鉀含量介於 15.0-32.5 g kg⁻¹、鈣含量介於 6.4-8.7 g kg⁻¹、鎂含量介於 2.0-3.2 g kg⁻¹(表 3)。結果顯示氮鉀競爭明顯，施用低量氮肥(0、50 kg ha⁻¹)之處理其植體內鉀含量高於施用高量氮肥(100、150 kg ha⁻¹)之處理。銅、鋅、鎳、鉻、鎘及鉛等微量元素及重金屬含量部分處理組間達到顯著差異，屬於正常之濃度範圍，與氮肥或鉀肥不同處理沒有相關性。

表 3. 氮鉀肥施用量對仙草植體養分含量之影響

Table 3. Effects of nitrogen and potassium fertilizer rates on elements contents of *Mesona*.

處理 Treatments	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Cd	Ni	Cr	Pb
	----- (g kg ⁻¹) -----					----- (mg kg ⁻¹) -----					
N0K90 ^z	9.0	1.7	21.3	8.4	3.1	10.7	47.6	0.2	3.6	7.3	27.4
N0K180	9.2	1.5	24.2	7.5	2.4	21.3	90.2	0.3	6.5	18.4	28.5
N0K270	7.3	1.4	23.1	6.8	2.5	13.5	57.8	0.2	4.6	11.1	16.0
N0K360	8.6	1.8	32.5	7.4	1.8	11.8	48.4	0.2	11.5	35.5	21.8
N50 K90	9.3	1.7	20.2	7.8	2.8	18.3	40.7	0.2	5.5	15.1	28.1
N50 K180	8.7	1.5	21.5	7.1	2.4	12.1	48.5	0.1	4.3	10.2	32.2
N50 K270	8.3	1.4	24.8	7.6	2.0	13.7	39.3	0.2	4.3	9.9	19.4
N50 K360	8.3	1.5	20.8	6.6	2.1	22.8	48.7	0.3	4.3	11.2	27.9
N100 K90	9.0	1.3	22.1	6.7	3.1	9.6	38.5	0.1	3.6	8.5	23.7
N100 K180	7.0	1.4	15.2	7.5	3.2	9.1	52.8	0.2	4.4	10.6	32.0
N100 K270	8.4	1.4	18.3	8.7	2.3	15.2	42.2	0.2	3.1	7.0	19.7
N100 K360	7.2	1.3	26.0	7.9	2.0	8.3	60.2	0.2	4.2	11.6	23.5
N150 K90	7.7	1.5	15.0	8.3	2.9	10.6	43.2	0.2	5.2	13.2	32.1
N150 K180	8.2	1.4	18.5	7.7	2.6	11.9	47.5	0.2	3.5	8.5	15.8
N150 K270	8.9	1.4	21.7	7.7	2.2	12.1	47.3	0.2	5.0	13.4	15.6
N150 K360	9.0	1.3	21.0	6.4	2.3	12.3	41.9	0.1	4.0	8.9	14.2
LSD _{0.05}	3	0.4	9.1	2.2	1.1	2.3	15.0	0.25	2.7	2.7	8.3

z: 同表 1。

Same as table 1.

表 4 為不同磷肥施用量處理對仙草植體養分含量。氮含量介於 4.4-5.6 g kg⁻¹、磷含量均為 1.1-1.3 g kg⁻¹、鉀含量介於 8.5-12.3 g kg⁻¹、鈣含量介於 5.4-6.3 g kg⁻¹、鎂含量介於 4.0-4.6 g kg⁻¹(表 4)。顯示，磷肥施用量增加相對導致仙草植體鉀含量降低，對其餘各種養分含量差異不顯著。銅、鋅、鎳、鉻、鎘及鉛等微量元素及重金屬含量部分，僅每公頃施 50 kg 磷酐之植體，其鎘含量顯著高於每公頃施 20 kg 磷酐處理，其餘各處理間差異不顯著。

表 4. 磷肥施用量對仙草植體養分含量之影響

Table 4. Effects of phosphorus fertilizers rates on elements contents of Mesona.

處理 Treatments	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Cd	Ni	Cr	Pb
	----- (g kg ⁻¹) -----					----- (mg kg ⁻¹) -----					
P20 ^z	5.6a	1.1a	10.2ab	5.4a	4.1a	6.5a	49.4a	0.3b	1.5a	3.5a	1.0a
P50	5.6a	1.3a	12.3a	6.3a	4.4a	7.1a	44.0a	0.4a	1.2a	2.3a	1.1a
P80	4.4a	1.2a	10.2ab	5.9a	4.6a	6.0a	58.9a	0.3ab	1.6a	4.3a	0.8a
P110	5.1a	1.1a	9.2ab	5.4a	4.0a	7.9a	54.1a	0.3ab	1.2a	2.7a	0.9a
P140	5.2a	1.1a	8.5b	5.8a	4.2a	5.5a	50.1a	0.3ab	0.9a	1.8a	0.7a

z: 同表 2。

Same as table 2.

經施用不同氮鉀肥試驗後，土壤 pH 值介於 4.9-5.4，EC 值介於 0.04-0.05 dS m⁻¹，有機質含量介於 19-26 g kg⁻¹，白雷氏第一法磷含量介於 17-24 mg kg⁻¹，可萃取鉀介於 13-23 mg kg⁻¹，可萃取鈣介於 257-720 mg kg⁻¹，可萃取鎂介於 49-85 mg kg⁻¹(表 5)。與試驗前土壤比較，pH 和 EC 值變動不大，有機質、磷及鉀均呈下降趨勢，尤其磷下降 49%-63%、鉀下降 71%-83%，此與胡等(1998)於水上鄉試驗結果相同，顯示仙草需要鉀肥甚多。

表 5. 氮鉀肥施用量對仙草土壤化學性質變化之影響

Table 5. Effects of nitrogen and potassium fertilizers rates on soil chemical properties after *Mesona* harvested.

處理 Treatments	酸鹼值 pH (1:1)	電導度 EC (1:5)	有機質 OM	Bray-1 磷 Bray-1 P	可萃取鉀 Mehlich-1 K	可萃取鈣 Mehlich-1 Ca	可萃取鎂 Mehlich-1 Mg
		(dS m ⁻¹)	(g kg ⁻¹)		----- (mg kg ⁻¹) -----		
Initial	5.2	0.04	30	45	78	314	49
N0K90	5.4a	0.04b	20ab	20a	19ab	509abc	65a
N0K180	5.1ab	0.04b	24ab	17a	16ab	446abc	80a
N0K270	4.9b	0.04b	21ab	17a	14ab	303bc	72a
N0K360	5.3ab	0.05a	26a	21a	17ab	720a	85a
N50 K90	5.1ab	0.04b	19b	21a	15ab	257c	62a
N50 K180	5.2ab	0.04b	21ab	20a	21ab	485abc	66a
N50 K270	5.2ab	0.04b	21ab	19a	17ab	334bc	66a
N50 K360	5.1ab	0.04b	23ab	19a	19ab	580abc	80a
N100 K90	5.1ab	0.04b	21ab	19a	13b	330bc	61a
N100 K180	5.2ab	0.04b	22ab	20a	13b	462abc	61a
N100 K270	5.2ab	0.04ab	24ab	17a	23a	411abc	57a
N100 K360	5.1ab	0.04b	22ab	22a	21ab	500abc	68a
N150 K90	5.2ab	0.04ab	20b	23a	13b	438abc	49a
N150 K180	5.2ab	0.04b	23ab	18a	15ab	629abc	53a
N150 K270	5.1ab	0.04ab	20ab	17a	20ab	513abc	66a
N150 K360	4.9b	0.04b	23ab	24a	18ab	362abc	66a

z: 同表 1。

Same as table 1.

經不同磷肥施用量試驗試驗後，土壤 pH 值介於 5.5-6.0，EC 值介於 0.05-0.08 dS m⁻¹，有機質含量介於 28.9-33.1 g kg⁻¹，白雷氏第一法磷含量介於 40-45 mg kg⁻¹，可萃取鉀介於 11-19 mg kg⁻¹，可萃取鈣介於 791-1,035 mg kg⁻¹，可萃取鎂介於 66-85 mg kg⁻¹ (表 6)。與試驗前土壤比較，pH、EC 值、有機質及有效磷含量變動不大，但可萃取鉀呈明顯下降趨勢，下降 76%-86%。可萃取鈣增加 2-3 倍，應為種植前防治土壤蟲害施用生石灰所致。綜合考量產量、品質與施肥成本，本研究顯示以每公頃施用氮 100 kg、磷酐 50 kg 及氧化鉀 90 kg 為較佳之三要素施肥組合。綜合對照作物施肥手冊中仙草三要素推薦量在施用堆肥 10 t ha⁻¹ 情況下，分別為氮 130-150 kg ha⁻¹，磷酐 40-60 kg ha⁻¹，氧化鉀 60-80 kg ha⁻¹ (羅和張，2011)，以及台灣農家要覽 (姜，2006) 中仙草在施用堆肥 10 t ha⁻¹ 情況下，推薦量為氮 100-150 kg ha⁻¹，磷酐 80 kg ha⁻¹，氧化鉀 140 kg ha⁻¹ 之推薦量，建議北部地區仙草施肥推薦量為氮 100-150 kg ha⁻¹，磷酐 50 kg ha⁻¹，氧化鉀 90-180 kg ha⁻¹。

表 6. 磷肥施用量對仙草土壤化學性質變化之影響

Table 6. Effects of different phosphorus fertilizers rates on soil chemical properties after Mesona harvested.

處理 Treatments	酸鹼值 pH (1:1)	電導度 EC (1:5)	有機質 OM	Bray-1 磷 Bray-1 P	可萃取鉀 Mehlich-1 K	可萃取鈣 Mehlich-1 Ca	可萃取鎂 Mehlich-1 Mg
		(dS m ⁻¹)	(g kg ⁻¹)		----- (mg kg ⁻¹) -----		
Initial	5.2	0.04	30.1	45	78	314	49
P20 ^z	5.8a	0.05a	33.1a	45a	19a	835a	85a
P50	5.9a	0.07a	30.0a	41a	13b	941a	76a
P80	5.5a	0.06a	29.2a	40a	13b	862a	71a
P110	5.8a	0.05a	28.9a	45a	14ab	791a	66a
P140	6.0a	0.08a	31.3a	45a	11b	1,035a	72a

z: 同表 2。

Same as table 2.

二、氮鉀肥不同分配率對仙草產量與品質之影響

氮鉀肥不同施肥分配率對仙草產量與品質之影響試驗結果，不同氮鉀肥分配率處理單株乾重調查結果以對照(氮鉀肥 1 追：2 追：3 追=35%：65%：0%)每株 1.3 kg 最高，處理 1(氮肥 1 追：2 追：3 追=60%：30%：10%、鉀肥 1 追：2 追：3 追= 10%：30%：60%)每株 1.15 kg¹ 最低，但各處理間未達顯著差異。凝膠強度分析結果，處理 1(氮肥 1 追：2 追：3 追=60%：30%：10%、鉀肥 1 追：2 追：3 追=10%：30%：60%)101 g cm⁻² 最高，處理 2(氮肥 1 追：2 追：3 追=10%：30%：60%、鉀肥 1 追：2 追：3 追=60%：30%：10%)33 g cm⁻² 最低，顯著高於處理 2、3 及 4(表 7)。仙草於北部地區多於 4 月上旬定植，4-5 月間生長緩慢，至 6-7 月間急速營養生長，8 月下旬開始日長縮短及夜溫降低則營養生長漸緩，於 9 月中下旬開始開花，農友多於開花前完成採收及曬乾作業，一旦植株開花則產量與品質俱降。作物施肥手冊推薦之施肥分配率為定植後 30 天及 60 天，分別施用 35%及 65%之氮磷鉀肥。而台灣農家要覽推薦施肥分配率為磷鉀肥全量做基肥，氮肥分 3 次追肥，於定植後每 30 天追施全量 1/3，於 7 月底前施完。前揭 2 項施肥指導可能因施用等量氮鉀肥而互相拮抗，或鉀肥做基肥因生長期長達 5-6 個月導致淋洗流失而使後期鉀肥供應不足。本研究以相同氮鉀肥施用量，經試驗得知將主要氮肥於前期施用，60%鉀肥分配至中後期施用，明顯提高仙草凝膠強度，對總體產量則無明顯影響。應是鉀在植體內與氮拮抗，並參與植體內醣類運移與累積，中後期供應鉀肥可抑制過度營養生長，保留較多醣類累積於葉肉中，因而提高仙草製凍之凝膠強度。

表 7. 氮鉀肥不同分配率對仙草產量與品質之影響

Table 7. Effects of different ratios of nitrogen and potassium fertilizers on yield and quality of Mesona.

處理編號 Treatments	單株鮮重 Fresh weight (kg plant ⁻¹)	單株乾重 Dry weight (kg plant ⁻¹)	乾物質含量 Dry matter content (%)	凝膠強度 Gel strength (g cm ⁻²)
1 ^z	4.99a ^y	1.15a	23.1a	101a
2	4.97a	1.19a	23.9a	33b
3	4.97a	1.19a	23.9a	38b
4	5.20a	1.20a	23.1a	53b
5	5.60a	1.30a	23.2a	68ab

z: (1) 氮肥 60%-30%-10%、鉀肥 10%-30%-60%；(2) 氮肥 10%-30%-60%、鉀肥 60%-30%-10%方式施用；(3) 氮肥 30%-30%-40%、鉀肥 30%-30%-40%；(4) 氮肥 90%-10%-0%、鉀肥 90%-10%-0%。(5) 定植後 30 和 60 日追肥各 35%及 65%。

y: 同行英文字母相同表示經 LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著。

z: (1) nitrogen fertilizer 60% -30% -10%, potassium 10% -30% -60%; (2) nitrogen fertilizer 10% -30% -60%, potassium 60% -30% -10%; (3) nitrogen fertilizer 30% -30% -40%, potassium 30% -30% -40%; (4) nitrogen fertilizer 90% -10% -0%, potassium 90% -10% -0%; (5) 35% and 65% of after planting 30 and 60 days.

y: Mean values within column followed by the same letters are not statistically different by LSD at 5% probability.

相同施肥量不同分配率對仙草植體養分含量之影響資料顯示，除鎂與鉛 2 元素，處理間可能因元素間拮抗作用有差異外，各元素間均無顯著差異(表 8)，顯示雖然氮鉀肥施用時期不同，但最終吸收量並無差異，對產量與凝膠強度影響，應是不同時期吸收氮鉀肥量不同所致。

表 8. 氮鉀肥不同分配率對仙草植體養分之影響

Table 8. Effects of different ratios of nitrogen and potassium fertilizers on element contents of *Mesona*.

處理 Treat-ments	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Cd	Ni	Cr	Pb
	(g kg ⁻¹)					(mg kg ⁻¹)					
1 ^z	14.0a ^y	1.6a	15.8a	7.9a	3.4ab	8.7a	43.0a	0.2a	3.3a	6.1a	1.6b
2	18.6a	1.8a	20.0a	8.4a	3.1b	9.8a	44.6a	0.1a	3.2a	6.4a	2.1ab
3	15.9a	1.6a	16.3a	9.2a	4.3a	9.1a	44.3a	0.3a	4.4a	9.0a	2.1ab
4	13.2a	1.4a	14.2a	6.4a	3.1b	7.7a	36.5a	0.2a	3.6a	7.0a	1.9b
5	15.6a	1.9a	20.0a	8.2a	3.3ab	8.8a	46.4a	0.1a	3.5a	6.9a	2.6a

y, z: 同表 7。

Same as table 7.

仙草採收後各處理區之土壤化學性質資料顯示，各元素間均無顯著差異，顯示不同氮鉀肥分配率條件下，所施用肥分已被充分吸收(表 9)，並未因施用時期不同發生吸收不及而殘留。

表 9. 氮鉀肥不同分配率對仙草收穫後土壤化學性質之影響

Table 9. Effects of different ratios of nitrogen and potassium fertilizers on soil chemical properties after *Mesona* harvested.

處理編號 Treatments	酸鹼值 pH (1:1)	電導度 EC (1:5)	有機質 OM	Bray-1 磷 Bray-1 P	可萃取鉀 Mehlich-1 K	可萃取鈣 Mehlich-1 Ca	可萃取鎂 Mehlich-1 Mg
		(dS m ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)			
Initial	5.5	0.03	17	13	26	343	52
1 ^z	4.8a ^y	0.11a	16a	21a	17a	469a	54a
2	4.7a	0.15a	18a	24a	28a	404a	44a
3	4.8a	0.14a	17a	25a	26a	408a	42a
4	5.1a	0.08a	16a	26a	23a	471a	48a
5	5.0a	0.07a	16a	25a	14a	398a	39a

y, z: 同表 7。

Same as table 7.

結 論

試驗結果顯示，仙草施用氮 100 kg ha^{-1} 、磷酐 50 kg ha^{-1} 及氧化鉀 90 kg ha^{-1} 為較佳之三要素施肥組合。建議北部地區仙草施肥推薦量為氮 $100\text{-}150 \text{ kg ha}^{-1}$ ，磷酐 50 kg ha^{-1} ，氧化鉀 $90\text{-}180 \text{ kg ha}^{-1}$ 。施肥分配率以定植後 30、60 和 90 日追氮肥 60%-30%-10%、鉀肥 10%-30%-60%，以提高仙草凝膠強度。

參考文獻

- 姜金龍。2006。仙草、增修訂三版臺灣農家要覽農作篇(一)。p. 229-232。行政院農業委員會，台灣農家要覽增修訂三版策劃委員會。臺北。
- 姜金龍、史宏財、龔財立。1991。植苗數與氮肥施用量對仙草產量與品質之影響。桃園區農業改良場研究彙報 8:1-8。
- 胡敏夫、張愛華、呂椿棠、劉新裕。1998。不同氮磷鉀肥施用量與種植密度對仙草品質及產量之影響。中華農業研究 47(3):259-266。
- 黃勝新、史宏財。2017。仙草多元化加工利用及苯甲酸之檢測。仙草栽培管理技術暨產業輔導研討會。桃園區農業改良場編印。p. 23-32。
- 楊啟春、陳理宏、呂政義。1982。仙草凝膠機構之研究-以不同乙醇濃度沉澱仙草多醣膠體之凝膠性及其醣成分之組成。食品科學 9(1-2):19-26。
- 羅秋雄、張金城。2011。仙草。作物施肥手冊。p. 46。
- Flannery, R.L. and D.K. Markus. 1980. Automated analysis of soil extracts for phosphorous, potassium, calcium and magnesium. Jour. Assoc. Off. Anal. Chem. 63:779-787.
- Knudsen, O., G.A. Peterson, and P.F. Pratt. 1982. Lithium, sodium and potassium. p. 225-246. In A.L. Page (ed.). Methods of soil analysis. Part 2. 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.
- Murphy, J. and L.E. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chem. Acta. 27:31-36.
- Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p. 539-579. In A. L. Page (ed.). Methods of soil analysis. Part 2. 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.

Olsen, S.R. and L.E. Sommers. 1982. Phosphorus. p. 403-429. In A.L. Page (ed.). Methods of soil analysis. Part 2. 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.

Rhoades, J.D. 1982. Soluble salts. p. 167-179. In A.L. Page (ed.). Methods of soil analysis, Part 2. 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.

The Study of Fertilization Management for Mesona in Northern Taiwan ¹

Chao-Hung Lai ²

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of fertilization and fertilization rate on the yield and quality of Mesona in the field of northern region Taiwan. The experiment was conducted with a combination of nitrogen and potassium in four rates respectively, a phosphorus fertilizer five rates and a different distribution rate of nitrogen and potassium. The results showed that the application of N 100-150 kg ha⁻¹, 50 kg ha⁻¹ of P₂O₅ and 90-180 kg ha⁻¹ of K₂O was the best fertilization combination. With the same amount of nitrogen and potassium fertilizer application rates, it was found that the application of 60% potassium fertilizer to the middle and late stage significantly increased the gel strength. Gel strength analysis results showed that the first treatment (nitrogen 1st topdress : 2nd topdress : 3rd topdress = 60% : 30% : 10%, potassium 1st topdress : 2nd topdress : 3rd topdress = 10% : 30% : 60%) was the largest (101.4 g cm⁻²), the second treatment (nitrogen 1st topdress : 2nd topdress : 3rd topdress = 10% : 30% : 60%, potassium 1st topdress : 2nd topdress : 3rd topdress = 60% : 30% : 10%) was the smallest (32.7 g cm⁻²), and the difference between both treatments was significant.

Key words: gel strength, recommended amount of fertilizer

¹. Contribution No.512 from Taoyuan DARES, COA.

². Assistant Researcher (Corresponding author, chlai@tydais.gov.tw).