

# 高鹽分灌溉水對狼尾草生長之影響<sup>(1)</sup>

蔡立中<sup>(2)(3)</sup> 李姿蓉<sup>(2)</sup> 鍾萍<sup>(2)</sup>

收件日期：113 年 6 月 26 日；接受日期：113 年 12 月 9 日

## 摘 要

臺灣國產牧草自給率偏低，若能將濱海土地開發為新生耕地種植牧草，不僅能增加種植面積及國產牧草之供給，還能活化閒置土地。本研究以狼尾草 (*Pennisetum purpureum* Schum.) 台畜草三號、八號及九號作為研究材料，以澆灌 A. 0% (對照組)、B. 0.3%、C. 0.6% 及 D. 1% 之氯化鈉 (Sodium chloride, NaCl) 溶液來模擬狼尾草生長於不同鹽分環境，調查其品質及產量，並配合生理指標評估其生長狀況，以評估不同狼尾草品種之耐鹽性。調查結果顯示三個狼尾草品種於 0.6% 與 1% NaCl 鹽水澆灌處理之鮮重產量皆顯著低於對照組。將 SPAD 值 (soil-plant analysis development value) 及電解質滲漏率 (Electrolyte leakage rate) 分別與乾物產量進行相關性分析，其相關係數皆接近或大於 0.7，屬於高度相關。因此 SPAD 值及電解質滲漏率皆可很好地表現狼尾草於鹽分逆境下產量之改變。狼尾草植體營養成分受澆灌鹽水影響而改變，水溶性碳水化合物及澱粉含量在澆灌鹽水後顯著降低，鉀、鈣及鈉含量則隨著處理組鹽度提高而增加。臺灣南部沿海地下水鹽化嚴重之區域，其地下灌溉水電導度 (electrical conductivity, EC) 值最高約為 3 mS/cm。在本研究中，0.3% NaCl 處理組之灌溉水 EC 值約為 6 mS/cm，而三個狼尾草品種之乾物產量皆與其對照組無顯著差異，顯示狼尾草應具有承受臺灣南部沿海含鹽灌溉水鹽度之潛力。然而本研究僅探討澆灌鹽水之影響，實際種植於鹽土環境對狼尾草之影響仍待進一步研究闡明。

關鍵詞：狼尾草、含鹽灌溉水、耐鹽性、生理指標。

## 緒 言

臺灣國產牧草自給率偏低，擴大種植面積是提高牧草自給率的重要策略之一，然而臺灣寸土寸金，現有農地多已被使用，無法轉作為牧草用地。若能將濱海含鹽分高的閒置土地開發為新生耕地種植牧草，不僅能增加種植面積，活化閒置土地，種植狼尾草、甜高粱等高莖型牧草還有兼顧濱海防風之效果。一般濱海地區農地灌溉仰賴地下水，由於海水鹽分入侵等因素，濱海地區地下水多為高鹽或高鈉灌溉水，此類灌溉水中的鈉若過多積蓄在土壤裡，將使土壤不易形成強韌之團粒構造，導致土質惡化，排水不良，不易種植作物。土壤中水分移動主要依靠滲透勢 (Osmotic potential) 差，土壤長期施灌高鹽灌溉水，會使土壤滲透勢降低，作物根部不易吸收土壤水分從而引起脫水及氧化逆境，作物會誘導細胞內離層酸 (Abscisic acid) 合成，促使氣孔關閉與滲透調節物質累積以抵禦逆境。然而若此生理效應長時間維持，將導致作物光合作用下降，抑制作物生長、加速作物衰老 (Senescence) 或死亡。鹽分逆境帶給作物之傷害除了滲透勢之問題，過高的離子濃度也會對作物造成嚴重傷害 (Hniličková *et al.*, 2019)。一般造成作物鹽分逆境的物質主要為氯化鈉 (sodium chloride, NaCl)，過量的鈉會抑制作物根部對鉀的吸收，鉀與維持植物體之細胞膨壓、膜電位及酵素活性有關，因此長期遭受鹽分逆境將導致植物細胞內離子不平衡，進而引發嚴重的生理障害，影響作物生長 (Zhu, 2007)。

一般土壤電導度 (Electrical conductivity, EC) 大於 4 mS/cm 即為鹽土，大部分作物之生長便開始受影響 (謝及王, 1995)。研究顯示有些牧草具有較高之耐鹽性，如百慕達草 (*Cynodon dactylon* L. Pers.)、Saltgrass (*Distichlis spicata* L.)、濱藜 (*Atriplex lentiformis*) 等 (Pasternak *et al.*, 1993; Glenn *et al.*, 2013)，種植在高鹽環境下產量沒有明顯下降，因此濱海鹽分地仍有望規劃為牧草種植地，然而目前對於國產牧草之耐鹽性尚未有深入了解。狼尾草 (*Pennisetum purpureum* Schum.) 為主要的國產牧草之一，國內目前由農業部畜產試驗所陸續育成台畜草一至九號等共 9 個品種 (李等, 2018; 林等, 2018; 范等, 2019; 農業部畜產試驗所, 2023)。台畜草三、六號葉尖株高約 40 至 95 公分，其葉

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2809 號。

(2) 農業部畜產試驗所飼料作物組。

(3) 通訊作者，E-mail: humanspider123@tlri.gov.tw。

莖比高之特性適合家禽鮮飼或製成寵物用草等用途。台畜草七、八號葉尖株高約 120 至 170 公分，此兩品種莖粗不容易倒伏，有利於機械採收。台畜草二、四、五號葉尖株高可達 200 公分以上，不僅產量較高，除了台畜草二號為目前臺灣種植面積最廣泛之品種外，還有台畜草四號及五號分別能做為生質能與萃取花青素等特殊用途。台畜草九號為耐逆境選育品種，具有耐淹水特性，淹水 2 週仍不影響收穫產量及品質。

透過測量作物之 SPAD 值 (Soil-plant analysis development value) 及電解質滲漏率 (electrolyte leakage rate, EL) 等生理指標，能準確評估其耐逆境能力，是為簡單、快速耐逆境檢測方法之一 (Huang and Fry, 1998; Keshavars *et al.*, 2012)。測量 SPAD 值之原理為測量植株葉片 650 nm 和 940 nm 兩個波長的透射率，以此估計葉片之綠色程度 (Barutçular *et al.*, 2016)。SPAD 值與葉片萃取之葉綠素含量呈高度正相關 (Netto *et al.*, 2005)。因此作物之 SPAD 值越高代表其葉綠素含量越高，生長狀況越好。細胞膜由雙層磷脂質構成，在作物遭遇高溫、低溫、乾旱、淹水和高鹽等逆境時，細胞之代謝途徑異常，造成細胞膜構造改變，使之通透性增加，導致細胞電解質滲漏提高 (陳, 2013)，因此電解質滲漏率在逆境下會提高。

本研究以國產主要牧草之一的狼尾草作為研究材料，以澆灌含鹽灌溉水方式模擬狼尾草於高鹽環境下之生長，調查其生長品質及產量，並配合生理指標評估其生長狀況，以檢測不同狼尾草品種之耐鹽性。本研究之試驗成果亦能精進狼尾草於高鹽環境下之栽培管理，為農民未來於濱海鹽分地種植狼尾草時提供依據。

## 材料與方法

### I. 試驗材料與試驗處理

本試驗於臺南市新化區農業部畜產試驗所試驗區之網室內進行，試驗期間為 112 年 4 至 6 月，4 月 28 日開始試驗，6 月 29 日收割材料結束試驗。本試驗以狼尾草台畜草三、八、九號 (Napier grass Taishiu grass No. 3, 8, 9; NP cv. TS 3, 8, 9) 為試驗材料，採用  $40 \times 40 \times 35 \text{ cm}^3$  之盆栽栽培，採取一般慣行之栽培模式。將每個盆栽各移植兩株狼尾草二節苗，使其生長 8 週後予以青刈，隨後將試驗材料移至可遮雨之網室內，任其正常再生 1 週後開始試驗處理。處理期間澆灌不同濃度之 NaCl 溶液，對照組以一般灌溉水源 (0%，A 組) 澆灌盆栽，處理組參考王等 (2012) 及 Maksup *et al.* (2020) 發表之狼尾草耐鹽閾值設定濃度梯度，分別澆灌 B. 0.3%、C. 0.6%、D. 1% 之 NaCl 溶液，灌溉水電導度值依序為 0.45、6.05、10.86、18.07 mS/cm。每週澆水 2 次，每次澆水量固定為 3 L。試驗盆栽排列採完全隨機設計 (completely randomized design, CRD)，四重複。試驗處理第 7 週 (生育期第 8 週) 後青刈試驗材料地上部分，進行農藝性狀、生理指標、植體營養成分之調查及分析。

### II. 農藝及經濟性狀調查

- (i) 葉尖株高 (plant height of leaf tip)：將植株葉部向上方拉直，自土面量至葉片頂點，每盆測量 3 次。
- (ii) 鮮重產量 (fresh yield, FY)：於青刈後收其莖葉部分秤重計算每盆鮮重產量。
- (iii) 乾物產量 (dry matter yield, DY)：記錄完鮮重產量後將試驗材料以  $65^\circ\text{C}$  烘乾至恆重，後秤其乾物產量。
- (iv) 乾物率 (dry matter)：乾物產量與鮮重產量之比值 (DY/FY)。
- (v) 莖徑圍 (stem diameter)：分別測量莖徑長與莖徑寬，再予以平均，每盆測量 3 次。
- (vi) 分蘗數 (tiller)：於青刈後予以再生一週，調查每盆之分蘗數。

### III. 生理指標項目與分析方法

- (i) SPAD 值：SPAD 值之測量方法改良自廖 (2018) 之方法，以葉綠素計 (Chlorophyll meter, SPAD-502Plus, Konica Minolta Inc., Tokyo, Japan) 對植株葉片進行非破壞性之 SPAD 值測量，測量部位為葉片中央葉寬最大之處並且避開中肋。每盆測量三葉，每葉取一測量點。
- (ii) 電解質滲漏率：電解質滲漏率之測定方法及計算公式參考周等 (2017) 及廖 (2018) 之方法，每盆取五片避開中肋之成熟葉圓片 (直徑為 0.6 cm)，以去離子水洗淨後置入離心管並加入 15 mL 之純水。將樣本以 100 rpm 震盪 3 小時，後以電導度計 (Microprocessor benchtop conductivity/resistivity meter, SC-2300, SUNTEX INSTRUMENTS Co. Ltd., New Taipei City, Taiwan) 測定初始電導度 (Initial electrical conductivity,  $EC_0$ )。接著將樣本置入  $95 - 100^\circ\text{C}$  之熱水浴 30 分鐘破壞細胞膜，待其回復至室溫後測定最大電導度 (Maximum electrical conductivity,  $EC_1$ )。電解質滲漏率之計算公式： $EL(\%) = (EC_1 / EC_0) \times 100\%$ 。

### IV. 植體營養成分分析方法

- (i) 收割材料後進行  $65^\circ\text{C}$  之烘乾作業，並磨粉進行植體營養成分分析。
- (ii) 粗蛋白質 (crude protein)：以 Kjeldahl 法測定 (A.O.A.C., 1990)。

- (iii) 水溶性碳水化合物 (water soluble carbohydrate, WSC)：將植體樣本加入蒸餾水以 100°C 煮沸後冷卻並定量至 100 mL，後取適量萃取液依照 Paleg (1959) 之比色法測定，以分光光譜儀 (Double beam spectrophotometer, U-2900, Hitachi High-Tech Corp. Tokyo, Japan) 設定波長 560 nm 對樣本進行水溶性碳水化合物含量之測定。
- (iv) 澱粉 (starch)：以 Yoshida *et al.* (1976) 之方法進行萃取，將植體樣本製成萃取液並加入呈色劑，之後以標準品檢量線經分光光譜儀測定 560 nm 之吸光值測定樣本之澱粉含量。
- (v) 中洗纖維 (Neutral detergent fiber, NDF)：以纖維分析器 (Fiber analyzer, A200, ANKOM Technology Corp., Macedon, NY., USA.) 進行測定。
- (vi) 酸洗纖維 (acid detergent fiber, ADF)：以纖維分析器進行測定。
- (vii) 礦物元素 (P、K、Ca、Mg、Na)：將植體樣本以分光光譜儀及原子吸收光譜儀 (Polarized Zeeman atomic absorption spectrophotometer, Z-8230, Hitachi High-Tech Corp. Tokyo, Japan) 進行礦物元素之測定。

## V. 土壤成分分析

於試驗前後分別採集土壤，並分析土壤質地、pH 值、電導度值、有機質 (Organic matter, OM)、氮，及磷、鉀、鈣、鎂、鈉等礦物元素。

## VI. 統計分析

試驗資料以 SPSS 軟體 (SPSS, 2011, SPSS Statistics for Windows, Version 20.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA.) 進行統計分析，以 One-Way ANOVA test 比較組間之差異顯著性，並以 LSD test 進行事後比較，相關性分析以皮爾森積差相關分析 (Pearson Correlation) 進行。

# 結果與討論

本試驗於農業部畜產試驗所之試驗田進行，試驗期間為 4 月至 6 月之初夏季，採盆栽試驗，以澆灌鹽水方式模擬鹽分逆境對狼尾草之影響。土壤質地為砂質粘壤土，試驗前之土壤成分背景值，如表 1。

表 1. 試驗前之土壤成分背景值

Table 1. Soil composition before present study

pH	EC <sup>1</sup>	OM	N	P	K	Ca	Mg	Na	Soil texture
	mS/cm	%	%	ppm	ppm	%	ppm	ppm	
5.3	3.32	7.4	0.28	549.6	612.5	0.20	430.0	74.3	Sandy clay loam

<sup>1</sup> EC: Electrical conductivity; OM: Organic matter.

農藝性狀之調查結果，如表 2。三個狼尾草品種在不同濃度 NaCl 處理下之葉尖株高沒有顯著差異，惟 1% NaCl 處理組之葉尖株高較對照組有降低之趨勢。台畜草三號及九號在 0.6%、1% NaCl 處理組之鮮重產量皆顯著低於對照組；台畜草八號則為三個 NaCl 處理組皆顯著低於對照組。此外，台畜草三號及九號 0.6%、1% NaCl 處理組之乾物產量皆顯著低於對照組，台畜草八號只有 1% NaCl 處理組顯著低於對照組。乾物率方面有隨著 NaCl 處理濃度提高而增加的趨勢。莖徑圍方面，台畜草三號所有處理組皆顯著低於對照組，台畜草八號及九號之 1% NaCl 處理組亦有降低，但與對照組相比未達顯著。再生之分蘗數方面，所有 NaCl 處理組在三個品種中皆較對照組具有顯著降低，其中 0.6、1% NaCl 處理組分蘗數僅為個位數，已將近死亡，顯示已幾乎不可能再生。本研究 B. 0.3%、C. 0.6% 及 D. 1% 等三個 NaCl 處理組之體積莫耳濃度約等於 50、100 及 170 mM，依產量之結果顯示從 0.6% NaCl 濃度以上其鮮重產量開始具有顯著降低。過去研究顯示狼尾草之耐鹽閾值約在 0.57% (王等, 2012)，並且在 100 mM 之 NaCl 培養液下生長之狼尾草，其根部構造開始出現破壞，150 mM 以上則顯示出永久性枯萎與死亡 (Maksup *et al.*, 2020)。本研究之結果與過去對狼尾草耐鹽閾值之描述相符。

生理指標方面 (表 3)，SPAD 值在澆灌鹽水後降低，台畜草三號只有 1% NaCl 處理組顯著低於對照組，台畜草八號之 0.6、1% NaCl 處理組皆顯著低於對照組，台畜草九號之三個 NaCl 處理組皆顯著低於對照組。電解質滲漏率在澆灌鹽水後增高，台畜草三號之 1% NaCl 處理組顯著高於對照組，台畜草八號及台畜草九號之 0.6、1% NaCl 處理組皆顯著高於對照組。Sharavdorj *et al.* (2022) 針對紅菽草 (Red clover, *Trifolium pratense*) 及 Tall fescue (*Festuca arundinacea*) 兩種牧草進行 100 mM 濃度之 NaCl 鹽水澆灌，發現澆灌鹽水後兩種牧草之產量及 SPAD 值皆顯著低於對照組，而在添加能抑制高濃度 NaCl 影響之硫酸鈣及硫酸鎂後，產量及 SPAD 值皆增加，顯著高於只添加 NaCl 灌

表 2. 鹽水澆灌對狼尾草農藝性狀之影響

Table 2. The effect of saline irrigation water on agronomic traits of the different Napier grass varieties

Variety	Treatment	PHL <sup>2</sup>		FY	DY	DM	SD	Tiller
		cm	mm					
NP cv. TS 31	% NaCl							
	A. 0	83.50 ± 5.943		0.87 ± 0.12 <sup>a</sup>	0.18 ± 0.02 <sup>a</sup>	21.13 ± 1.45	12.40 ± 1.06 <sup>a</sup>	74.75 ± 18.37 <sup>a</sup>
	B. 0.3	85.58 ± 7.37		0.85 ± 0.10 <sup>a</sup>	0.22 ± 0.04 <sup>a</sup>	25.65 ± 1.50	10.84 ± 0.88 <sup>b</sup>	25.00 ± 6.58 <sup>b</sup>
	C. 0.6	81.92 ± 12.37		0.57 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.14 ± 0.01 <sup>b</sup>	23.83 ± 1.70	10.43 ± 0.61 <sup>b</sup>	6.50 ± 2.65 <sup>c</sup>
NP cv. TS 8	D. 1	79.00 ± 6.75		0.34 ± 0.06 <sup>c</sup>	0.09 ± 0.01 <sup>c</sup>	28.11 ± 5.83	10.08 ± 0.44 <sup>b</sup>	0.50 ± 0.58 <sup>c</sup>
	A. 0	103.17 ± 14.91		0.72 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.16 ± 0.02 <sup>a</sup>	22.11 ± 2.16 <sup>b</sup>	12.01 ± 2.04	23.25 ± 5.56 <sup>a</sup>
	B. 0.3	101.42 ± 4.03		0.55 ± 0.15 <sup>b</sup>	0.15 ± 0.04 <sup>a</sup>	27.43 ± 0.61 <sup>a</sup>	11.59 ± 0.18	15.75 ± 7.63 <sup>b</sup>
	C. 0.6	93.33 ± 8.25		0.47 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.12 ± 0.02 <sup>a</sup>	26.41 ± 3.06 <sup>a</sup>	11.17 ± 2.01	2.50 ± 2.08 <sup>c</sup>
NP cv. TS 9	D. 1	86.92 ± 5.70		0.25 ± 0.03 <sup>c</sup>	0.07 ± 0.00 <sup>b</sup>	27.77 ± 2.08 <sup>a</sup>	10.86 ± 1.18	0.00 ± 0.00 <sup>c</sup>
	A. 0	112.92 ± 15.09		0.85 ± 0.15 <sup>a</sup>	0.21 ± 0.04 <sup>a</sup>	24.42 ± 0.96 <sup>b</sup>	11.62 ± 1.64 <sup>ab</sup>	59.50 ± 18.63 <sup>a</sup>
	B. 0.3	114.17 ± 14.46		0.73 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.20 ± 0.02 <sup>a</sup>	27.78 ± 2.62 <sup>b</sup>	13.19 ± 0.81 <sup>a</sup>	22.50 ± 9.75 <sup>b</sup>
	C. 0.6	114.92 ± 9.89		0.58 ± 0.08 <sup>b</sup>	0.14 ± 0.01 <sup>b</sup>	25.23 ± 2.59 <sup>b</sup>	12.66 ± 0.81 <sup>a</sup>	3.00 ± 6.00 <sup>c</sup>
	D. 1	103.25 ± 7.08		0.23 ± 0.06 <sup>c</sup>	0.09 ± 0.00 <sup>c</sup>	40.02 ± 9.80 <sup>a</sup>	9.93 ± 1.71 <sup>b</sup>	0.00 ± 0.00 <sup>c</sup>

<sup>1</sup> NP cv. TS 3, 8, 9; Napier grass Taishiu grass No. 3, 8, and 9.<sup>2</sup> PHL: Plant height of leaf tip; FY: Fresh yield; DY: Dry matter yield; DM: Dry matter yield; SD: Stem diameter.<sup>3</sup> Mean ± SD.<sup>a, b, c</sup> Means within the same variety in the same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

溉水之組別。在本研究中 SPAD 值在鹽分逆境下降低，處理組之產量亦顯著低於對照組，兩者變化之方向一致，符合過去文獻之描述。在逆境之下若植物之電解質滲漏率數值越高，表示植物細胞膜受傷越嚴重，生長狀況越不佳。Hniličková *et al.* (2019) 以萵苣 (*Lactuca sativa* L. cv. Orion)、番杏 (*Tetragonia tetragonoides* (Pall) Kuntze) 及馬齒莧 (*Portulaca oleracea* L. cv. Green Purslane) 等不同種蔬菜作物分別於 0、50、100、200 及 300 mM 之 NaCl 鹽分梯度下進行生長狀況之觀察及電解質滲漏率之測定，結果顯示所有品種之電解質滲漏率皆隨著澆灌鹽水之鹽度增加而有顯著上升，且產量亦有顯著降低。在本研究中電解質滲漏率在澆灌鹽水後具有顯著提高，其變化方向亦與過去文獻描述之情形相符。將 SPAD 值及電解質滲漏率分別與乾物產量進行相關性分析，其結果顯示 SPAD 值與乾物產量成顯著正相關，電解質滲漏率與乾物產量則成顯著負相關，兩者之相關係數皆接近或大於 0.7，屬於高度相關 (圖 1)。蔡等 (2022) 針對狼尾草之不同生理指標在乾旱處理下與產量之相關性，其結果顯示 SPAD 值及電解質滲漏率與產量之相關性最高，此兩種生理指標與乾物產量之相關係數分別為 0.737 及 -0.837，與本研究之相關係數結果約略相等 (分別為 0.797 及 -0.825)，顯示不只是乾旱逆境，在鹽分逆境下 SPAD 值及電解質滲漏率同樣可以很好地表現產量之改變，能作為優良的生理指標評估狼尾草的耐鹽能力。

表 3. 鹽水澆灌對狼尾草生理指標之影響

Table 3. The effect of saline irrigation water on SPAD values and electrolyte leakages of the different Napier grass varieties

Variety	Treatment	SPAD value <sup>2</sup>	EL
	% NaCl		%
NP cv. TS 3 <sup>1</sup>	A. 0	46.1 ± 6.33 <sup>a</sup>	40.1 ± 22.4 <sup>b</sup>
	B. 0.3	47.6 ± 5.7 <sup>a</sup>	32.7 ± 10.8 <sup>b</sup>
	C. 0.6	38.9 ± 12.2 <sup>a</sup>	58.1 ± 20.6 <sup>ab</sup>
	D. 1	23.0 ± 8.2 <sup>b</sup>	79.8 ± 16.9 <sup>a</sup>
NP cv. TS 8	A. 0	32.8 ± 2.6 <sup>a</sup>	16.6 ± 1.6 <sup>c</sup>
	B. 0.3	33.5 ± 4.3 <sup>a</sup>	26.4 ± 6.2 <sup>c</sup>
	C. 0.6	23.1 ± 4.3 <sup>b</sup>	50.3 ± 17.9 <sup>b</sup>
	D. 1	16.2 ± 2.5 <sup>c</sup>	86.0 ± 9.1 <sup>a</sup>
NP cv. TS 9	A. 0	37.6 ± 2.4 <sup>a</sup>	25.9 ± 9.7 <sup>c</sup>
	B. 0.3	31.0 ± 2.5 <sup>b</sup>	36.9 ± 2.4 <sup>c</sup>
	C. 0.6	24.7 ± 5.0 <sup>c</sup>	64.0 ± 12.2 <sup>b</sup>
	D. 1	15.2 ± 4.2 <sup>d</sup>	95.6 ± 2.2 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> As shown in Table 2.

<sup>2</sup> SPAD value: Soil-plant analysis development value; EL: Electrolyte leakage.

<sup>3</sup> As shown in Table 2.

<sup>a, b, c, d</sup> Means within the same variety in the same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

植體營養成分分析之結果，如表 4。粗蛋白質含量在台畜草八號及台畜草九號之所有 NaCl 處理組皆顯著高於對照組，台畜草三號雖然也有上升趨勢但差異不顯著。水溶性碳水化合物及澱粉含量在澆灌鹽水後亦有顯著降低，所有品種的兩者皆以 1% NaCl 處理組為最低。中洗纖維及酸洗纖維含量在澆灌鹽水後顯著降低。飼料作物之粗蛋白質含量與其消化率成正比 (Lee, 2018)，一般而言，植物在逆境下生長狀況不佳，植體粗蛋白質含量會降低 (Habermann *et al.*, 2019)。然而在本研究中，粗蛋白質含量隨著鹽度上升卻呈現增加之狀況，其原因可能與植物在逆境下合成某些抗逆境蛋白有關 (Pareek *et al.*, 1997)。水溶性碳水化合物多寡代表植物之營養狀況，在逆境下如果能維持較高的水溶性碳水化合物含量被認為是具有較佳的營養狀況，表示耐逆境能力較佳 (Hou *et al.*, 2018)。在本研究中所有品種之 0.6、1% NaCl 處理組水溶性碳水化合物含量皆顯著低於對照組，表示此三個品種在 0.6% 以上之鹽度下生長狀況受影響，能與產量之結果相對應。澱粉作為另一種碳水化合物貯存形式，當植物遭受逆境影響，光合作用下降時，水解澱粉可以為植物提供能量和碳來源 (Dien *et al.*, 2019)。在本研究中，主要以 1% NaCl 處理組之澱粉含量與對照組之差異較大，而水溶性碳水化合物含量之結果為 0.6% NaCl 處理組便已顯著低於對照組，顯示比起澱粉，水溶性碳水化合物較容易受到鹽分逆境之影響。中洗纖維及酸洗纖維攸關飼料作物之適口性及消化率 (Waghorn and Clark, 2004)，通常兩者與適口性及消化率呈負向關係，亦即纖維含量增加則牧草品質降低。在植物的生長過程中，有許多因素都會影響中洗纖維及酸洗纖維含量，如植體發育階段、葉莖比、氣溫及雨量等環境因子，以及營養狀況

(Liu *et al.*, 2018)。一般而言在逆境下，植體之中澱粉與纖維含量皆會降低，其原因與植物受逆境影響生長受抑制，使纖維無法累積有關 (Küchenmeister *et al.*, 2013)，本研究之結果符合過去文獻之描述。

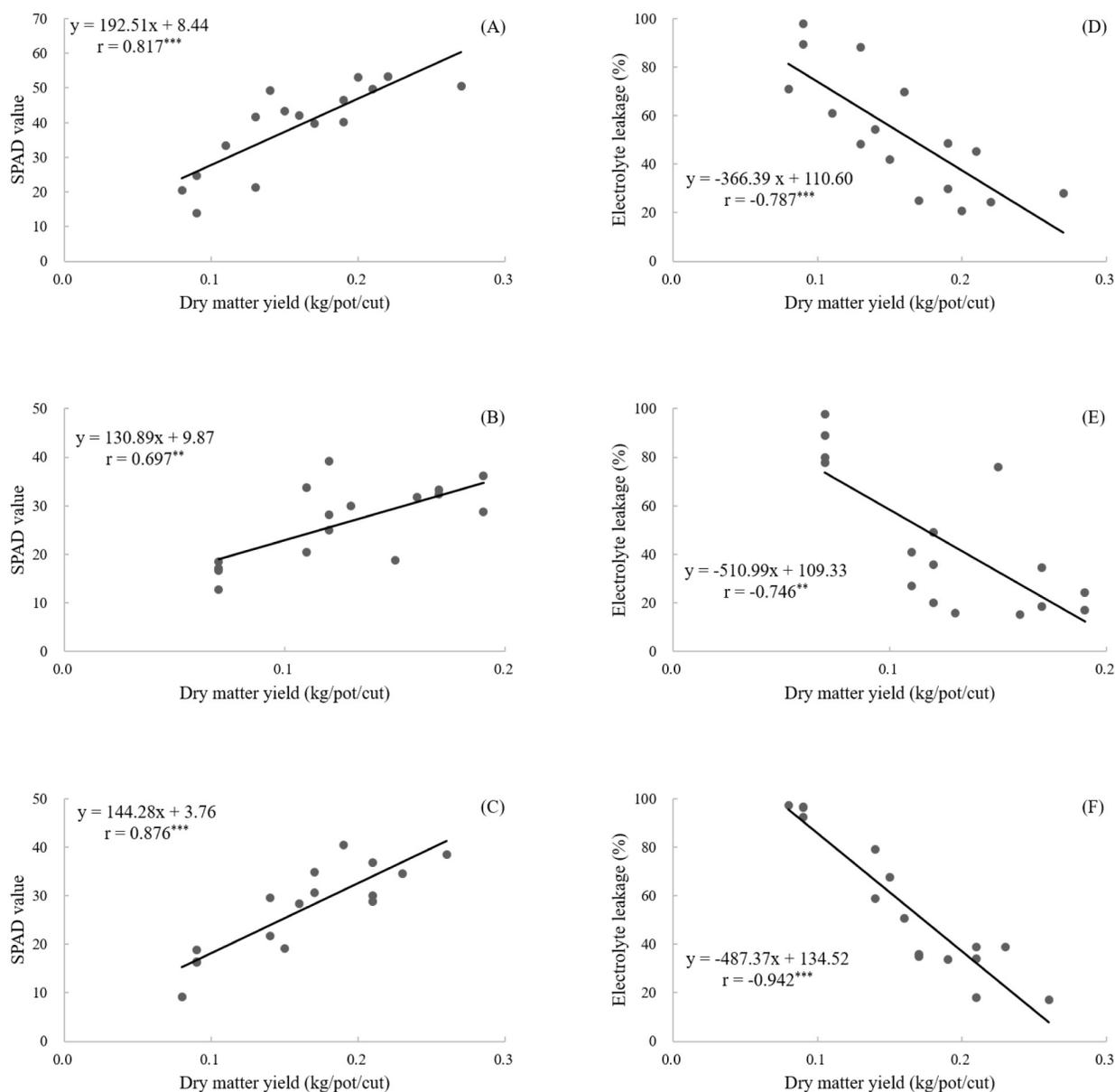


圖 1. 狼尾草台畜草三號乾物產量與 SPAD 值 (A)、台畜草八號乾物產量與 SPAD 值 (B)、台畜草九號乾物產量與 SPAD 值 (C)、台畜草三號乾物產量與電解質滲漏率 (D)、台畜草八號乾物產量與電解質滲漏率 (E) 及台畜草九號乾物產量與電解質滲漏率 (F) 之相關性分析。

Fig. 1. Correlation analysis between dry matter yield and SPAD value of Napier grass Taishiu grass No. 3 (A), Napier grass Taishiu grass No. 8 (B), and Napier grass Taishiu grass No. 9 (C), and between dry matter yield and electrolyte leakage of Napier grass Taishiu grass No. 3 (D), Napier grass Taishiu grass No. 8 (E), and Napier grass Taishiu grass No. 9 (F).

\*\* Means  $P < 0.01$ , \*\*\* Means  $P < 0.001$ .

礦物元素方面，所有處理組之磷含量皆顯著低於對照組，鎂含量無明顯變化，鉀、鈣、鈉含量皆隨著處理組鹽度提高而增加，其中以鈉含量之差異最大 (表 5)。鉀及鈣是植物在逆境下的滲透調節物質，能增加植物對缺水的耐受性 (Karimi *et al.*, 2018)，一般而言，土壤中過量的鈉會抑制植物根部對鉀的吸收 (Zhu, 2007)，在本研究中卻並未看到此情形，縱使 1% NaCl 處理組之鈉含量為對照組的 41.4、31.7 及 47.7 倍 (台畜草三號、八號及九號)，其鉀含量卻不減反增，此結果與 Hniličková *et al.* (2019) 隨著處理組鹽度增加，鉀含量降低之結果不符。然而有些文獻亦提出在乾旱逆境下鉀及鈣含量增加 (Patakas *et al.*, 2002)，間接說明本研究之狼尾草在經歷澆灌鹽水後，可能引起乾旱之效應發生。

表 4. 鹽水澆灌對狼尾草植體營養成分之影響

Table 4. The effect of saline irrigation water on chemical contents of the different Napier grass varieties

Variety	Treatment	CP <sup>2</sup>	WSC	Starch	NDF	ADF
		% NaCl ----- % -----				
NP cv. TS 3 <sup>1</sup>	A. 0	10.8 ± 2.83	5.6 ± 0.8 <sup>a</sup>	16.7 ± 1.9 <sup>a</sup>	56.0 ± 1.4 <sup>a</sup>	30.7 ± 1.6 <sup>a</sup>
	B. 0.3	14.2 ± 2.7	4.8 ± 1.1 <sup>ab</sup>	18.3 ± 1.1 <sup>a</sup>	51.2 ± 2.1 <sup>b</sup>	25.9 ± 1.4 <sup>b</sup>
	C. 0.6	14.1 ± 2.1	3.8 ± 1.2 <sup>b</sup>	17.2 ± 0.7 <sup>a</sup>	51.6 ± 1.4 <sup>b</sup>	26.4 ± 1.5 <sup>b</sup>
	D. 1	15.8 ± 1.0	2.1 ± 0.8 <sup>c</sup>	14.0 ± 2.2 <sup>b</sup>	45.8 ± 1.8 <sup>c</sup>	23.0 ± 1.2 <sup>c</sup>
NP cv. TS 8	A. 0	6.2 ± 0.8 <sup>c</sup>	9.8 ± 1.5 <sup>a</sup>	15.9 ± 0.4 <sup>b</sup>	58.3 ± 0.4 <sup>a</sup>	33.3 ± 0.5 <sup>a</sup>
	B. 0.3	8.6 ± 1.8 <sup>b</sup>	6.5 ± 1.5 <sup>b</sup>	18.0 ± 0.4 <sup>a</sup>	57.3 ± 2.7 <sup>a</sup>	30.3 ± 2.7 <sup>b</sup>
	C. 0.6	10.7 ± 0.7 <sup>a</sup>	3.7 ± 0.2 <sup>c</sup>	17.0 ± 0.8 <sup>b</sup>	55.9 ± 3.4 <sup>a</sup>	28.7 ± 1.7 <sup>bc</sup>
	D. 1	11.0 ± 1.0 <sup>a</sup>	3.0 ± 0.1 <sup>c</sup>	14.6 ± 1.1 <sup>c</sup>	50.2 ± 1.4 <sup>b</sup>	26.3 ± 0.9 <sup>c</sup>
NP cv. TS 9	A. 0	6.5 ± 1.0 <sup>d</sup>	6.8 ± 0.5 <sup>a</sup>	16.1 ± 1.0 <sup>b</sup>	61.8 ± 1.0 <sup>a</sup>	33.2 ± 0.8 <sup>a</sup>
	B. 0.3	8.5 ± 0.6 <sup>c</sup>	5.3 ± 1.1 <sup>a</sup>	17.3 ± 0.3 <sup>a</sup>	56.5 ± 2.4 <sup>b</sup>	29.1 ± 2.0 <sup>b</sup>
	C. 0.6	12.1 ± 0.6 <sup>b</sup>	3.7 ± 1.6 <sup>c</sup>	15.0 ± 0.7 <sup>c</sup>	50.9 ± 2.6 <sup>c</sup>	25.4 ± 1.2 <sup>c</sup>
	D. 1	13.7 ± 1.3 <sup>a</sup>	1.4 ± 0.0 <sup>d</sup>	11.4 ± 0.4 <sup>d</sup>	44.9 ± 1.5 <sup>d</sup>	23.4 ± 0.5 <sup>d</sup>

<sup>1</sup> As shown in Table 2.<sup>2</sup> CP: Crude protein; WSC: Water soluble carbohydrate; NDF: Neutral detergent fiber; ADF: Acid detergent fiber.<sup>3</sup> As shown in Table 2.<sup>a, b, c, d</sup> Means within the same variety in the same column with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

表 5. 鹽水澆灌對狼尾草礦物元素成分之影響

Table 5. The effect of saline irrigation water on mineral element contents of the different Napier grass varieties

Variety	Treatment	P	K	Ca	Mg	Na
		% NaCl ----- % -----				
NP cv. TS 3 <sup>1</sup>	A. 0	0.48 ± 0.102 <sup>a</sup>	4.33 ± 0.34	0.41 ± 0.05 <sup>c</sup>	0.32 ± 0.04 <sup>c</sup>	0.08 ± 0.02 <sup>c</sup>
	B. 0.3	0.30 ± 0.03 <sup>b</sup>	4.63 ± 0.14	0.51 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.39 ± 0.04 <sup>ab</sup>	0.35 ± 0.06 <sup>b</sup>
	C. 0.6	0.33 ± 0.01 <sup>b</sup>	4.88 ± 0.29	0.52 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.37 ± 0.04 <sup>bc</sup>	0.58 ± 0.08 <sup>b</sup>
	D. 1	0.35 ± 0.04 <sup>b</sup>	4.74 ± 0.34	0.64 ± 0.06 <sup>a</sup>	0.44 ± 0.05 <sup>a</sup>	3.31 ± 0.32 <sup>a</sup>
NP cv. TS 8	A. 0	0.72 ± 0.07 <sup>a</sup>	2.14 ± 0.34 <sup>c</sup>	0.36 ± 0.04 <sup>c</sup>	0.59 ± 0.05	0.10 ± 0.01 <sup>d</sup>
	B. 0.3	0.40 ± 0.04 <sup>b</sup>	2.40 ± 0.20 <sup>c</sup>	0.50 ± 0.09 <sup>b</sup>	0.58 ± 0.04	0.49 ± 0.05 <sup>c</sup>
	C. 0.6	0.36 ± 0.02 <sup>b</sup>	3.10 ± 0.46 <sup>b</sup>	0.53 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.56 ± 0.06	2.29 ± 0.29 <sup>b</sup>
	D. 1	0.42 ± 0.03 <sup>b</sup>	3.88 ± 0.19 <sup>a</sup>	0.62 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.54 ± 0.08	3.17 ± 0.02 <sup>a</sup>
NP cv. TS 9	A. 0	0.49 ± 0.10 <sup>a</sup>	3.13 ± 0.51 <sup>c</sup>	0.33 ± 0.01 <sup>d</sup>	0.34 ± 0.06	0.09 ± 0.01 <sup>c</sup>
	B. 0.3	0.37 ± 0.04 <sup>b</sup>	4.16 ± 0.36 <sup>b</sup>	0.41 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.31 ± 0.02	0.25 ± 0.05 <sup>c</sup>
	C. 0.6	0.34 ± 0.01 <sup>b</sup>	3.97 ± 0.31 <sup>b</sup>	0.48 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.35 ± 0.03	2.00 ± 0.34 <sup>b</sup>
	D. 1	0.35 ± 0.02 <sup>b</sup>	5.15 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.56 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.38 ± 0.04	4.29 ± 0.00 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> As shown in Table 2.<sup>2</sup> Mean ± SD.<sup>a, b, c, d</sup> Means within the same variety in the same column with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

表 6 呈現試驗處理結束後土壤之 pH 值、電導度及有機質含量。土壤 EC 值隨著處理組鹽度增加而顯著上升，其中台畜草八號之土壤 EC 值較另外兩品種稍低。土壤 EC 值大於 2 mS/cm 之土壤即可稱為鹽土，EC 值介於 2 – 4 mS/cm 為輕微鹽害鹽土，開始影響鹽害敏感作物或某些作物之幼苗；EC 值介於 4 – 8 mS/cm 為中度鹽土，開始影響大部分作物之生長；EC 值介於 8 – 16 mS/cm 為高度鹽土，只適合部分耐鹽植物生長，而 EC 值 16 mS/cm 以上時，只有極端耐鹽之作物可以生長 (謝及王, 1995)。在本研究中所有品種 0.3% NaCl 處理組之乾物產量皆較對照組無顯著降低，其土壤 EC 值介於 6 – 10 mS/cm，屬於中度至高度鹽土之間。灌溉水鹽分若高於 0.75 mS/cm，即

開始對作物栽培產生不利影響，臺灣南部沿海地下水鹽化嚴重之區域，其地下灌溉水 EC 值最高為 3.09 mS/cm (蔡等, 2015)，在本研究中，0.3% NaCl 處理組之灌溉水 EC 值為 6.05 mS/cm，顯示狼尾草應具有承受臺灣南部沿海含鹽灌溉水鹽度之潛力。

表 6. 鹽水澆灌對土壤 pH 值、電導度及有機質含量之影響

Table 6. The effect of saline irrigation water on pH, electrical conductivity, and organic matter of the soil

Variety	Treatment	pH	EC <sup>2</sup>	OM
	% NaCl		mS/cm	%
NP cv. TS 3 <sup>1</sup>	A. 0	6.30 ± 0.113 <sup>a</sup>	1.59 ± 0.18 <sup>c</sup>	6.45 ± 0.31
	B. 0.3	5.76 ± 0.13 <sup>b</sup>	9.18 ± 0.57 <sup>b</sup>	7.69 ± 0.93
	C. 0.6	5.94 ± 0.23 <sup>b</sup>	12.43 ± 1.95 <sup>a</sup>	9.83 ± 2.05
	D. 1	5.95 ± 0.17 <sup>b</sup>	13.37 ± 2.15 <sup>a</sup>	10.90 ± 5.10
NP cv. TS 8	A. 0	6.38 ± 0.10	1.91 ± 1.03 <sup>c</sup>	4.45 ± 0.76 <sup>c</sup>
	B. 0.3	6.35 ± 0.10	6.59 ± 1.77 <sup>b</sup>	5.22 ± 0.97 <sup>bc</sup>
	C. 0.6	6.30 ± 0.16	8.31 ± 0.83 <sup>ab</sup>	6.70 ± 1.14 <sup>a</sup>
	D. 1	6.38 ± 0.14	9.03 ± 0.62 <sup>a</sup>	5.83 ± 0.34 <sup>ab</sup>
NP cv. TS 9	A. 0	6.23 ± 0.12 <sup>a</sup>	1.86 ± 0.70 <sup>c</sup>	6.34 ± 0.82 <sup>b</sup>
	B. 0.3	5.95 ± 0.09 <sup>bc</sup>	9.67 ± 0.82 <sup>b</sup>	8.38 ± 0.71 <sup>a</sup>
	C. 0.6	6.08 ± 0.16 <sup>ab</sup>	11.95 ± 1.32 <sup>a</sup>	8.37 ± 1.21 <sup>a</sup>
	D. 1	5.91 ± 0.08 <sup>c</sup>	12.45 ± 0.80 <sup>a</sup>	9.62 ± 0.46 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> As shown in Table 2.

<sup>2</sup> EC: electrical conductivity; OM: organic matter.

<sup>3</sup> As shown in Table 2.

<sup>a, b, c</sup> Means within the same variety in the same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

## 結 論

狼尾草台畜草三、八及九號之產量皆在 0.6% NaCl 鹽度以上相較於對照組開始具顯著降低，符合過去文獻對狼尾草耐鹽閾值約為 0.6% 鹽度之描述。將 SPAD 值及電解質滲漏率分別與乾物產量進行相關性分析，其相關係數皆接近或大於 0.7，屬於高度相關，因此 SPAD 值及電解質滲漏率皆可反應出產量之改變，能作為優良的生理指標評估狼尾草在鹽分逆境下之生長表現。在本研究中，所有狼尾草品種 0.3% NaCl 處理組之乾物產量皆較其對照組無顯著降低，而 0.3% NaCl 處理組之灌溉水 EC 值為 6.05 mS/cm，臺灣南部沿海地下水鹽化嚴重之區域，其地下灌溉水 EC 值最高僅為 3.09 mS/cm，顯示狼尾草應具有承受臺灣南部沿海含鹽灌溉水鹽度之潛力。本研究探討澆灌含鹽灌溉水對狼尾草生長之影響，研究成果能為農民於濱海鹽分地栽培牧草時提供依據，未來將進一步解除了含鹽灌溉水之外，將狼尾草直接種植於高鹽度之鹽土上，對其產量與品質之影響。

## 參考文獻

- 王殿、袁芳、王寶山、陳敏。2012。能源植物雜交狼尾草對 NaCl 脅迫的回應及其耐鹽閾值。植物生態學報 36：572-577。
- 李姿蓉、鍾萍、林正斌、顏素芬。2018。狼尾草品種改良。行政院農業委員會畜產試驗所年報。行政院農業委員會畜產試驗所，臺南市，第 36 頁。
- 周小燕、羅劍甯、李金月、李偉華、吳海濱。2017。有稜絲瓜苗期耐熱性及其對熱脅迫的生理響應。熱帶亞熱帶植物學報 25：357-369。
- 林正斌、李姿蓉、成游貴、顏素芬、盧啟信、范耕榛、李春芳。2018。狼尾草育種改良與應用。行政院農業委員會畜產試驗所六十週年所慶學術研討會專輯－飼作。行政院農業委員會畜產試驗所，臺南市，第 7-12 頁。

- 范耕榛、施柏齡、李姿蓉、蕭宗法、李滋泰、李春芳。2019。狼尾草台畜草 8 號對泌乳山羊飼養價值的評估。畜產研究 52：256-263。
- 陳葦玲。2013。作物耐熱性篩選指標之建立。臺中區農業改良場特刊 116：217-220。
- 農業部畜產試驗所。2023。淹水逆境下少災損「狼尾草台畜草九號」通過命名。<https://www.tlri.gov.tw/view.php?theme=news&subtheme=&id=860>。
- 廖冠琳。2018。低溫對甘藷葉片生理的影響及生物刺激素增加低溫耐受性之研究。國立中興大學園藝學系，碩士論文，臺中市。
- 蔡立中、李姿蓉、鍾萍。2022。狼尾草耐旱性生理指標之研究。畜產研究 55：275-282。
- 蔡尚翰、蘇博信、林永鴻、顏昌瑞。2015。臺灣屏東沿海蓮霧園鹽害現況調查。作物、環境與生物資訊 12：105-112。
- 謝兆申、王明果。1995。土壤調查技術手冊。國立中興大學土壤調查試驗中心，臺中市。
- Association of the Official Analytical Chemists (A.O.A.C.). 1990. Official methods of analysis. Vol. 1. 15th ed. A.O.A.C., Arlington, VA. USA.
- Barutçular, C., M. Yıldırım, M. Koç, C. Akıncı, I. Toptaş, O. Albayrak, A. Tanrıku, and A. El Sabagh. 2016. Evaluation of SPAD chlorophyll in spring wheat genotypes under different environments. Fresenius Environ. Bull. 25: 1258-1266.
- Dien, D. C., T. Mochizuki, and T. Yamakawa. 2019. Effect of various drought stresses and subsequent recovery on proline, total soluble sugar and starch metabolisms in rice (*Oryza sativa* L.) varieties. Plant Prod. Sci. 22: 530-545.
- Glenn, E. P., T. Anday, R. Chaturvedi, R. Martinez-Garcia, S. Pearlstein, D. Soliz, S. G. Nelsona, and R. S. Felger. 2013. Three halophytes for saline-water agriculture: An oilseed, a forage and a grain crop. Environ. Exp. Bot. 92: 110-121.
- Habermann, E., E. A. Dias de Oliveira, D. R. Contin, G. Delvecchio, D. O. Vicedo, M. A. de Moraes, R. de Mello Prado, K. A. de Pinho Costa, M. R. Braga, and C. A. Martinez. 2019. Warming and water deficit impact leaf photosynthesis and decrease forage quality and digestibility of a C4 tropical grass. Physiol. Plant. 165: 383-402.
- Hniličková, H., F. Hniliček, M. Orsák, and V. Hejnák. 2019. Effect of salt stress on growth, electrolyte leakage, Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> content in selected plant species. Plant Soil Environ. 65: 90-96.
- Hou, J., X. Huang, W. Sun, C. Du, C. Wang, Y. Xie, Y. Ma, and D. Ma. 2018. Accumulation of water-soluble carbohydrates and gene expression in wheat stems correlates with drought resistance. J. Plant Physiol. 231: 182-191.
- Huang, B. and J. D. Fry. 1998. Root anatomical, physiological, and morphological responses to drought stress for tall fescue cultivars. Crop Sci. 38: 1017-1022.
- Karimi, S., M. Rahemi, A. A. Rostami, and S. Sedaghat. 2018. Drought effects on growth, water content and osmoprotectants in four olive cultivars with different drought tolerance. Int. J. Fruit Sci. 18: 254-267.
- Keshavars, L., H. Farahbakhsh, and P. Golkar. 2012. The effects of drought stress and super absorbent polymer on morphophysiological traits of pear millet (*Pennisetum glaucum*). Intl. Res. J. Appl. Basic Sci. 3: 148-154.
- Küchenmeister, K., F. Küchenmeister, M. Kayser, N. Wrage-Mönnig, and J. Isselstein. 2013. Influence of drought stress on nutritive value of perennial forage legumes. Int. J. Plant Prod. 7: 693-710.
- Lee, M. A. 2018. A global comparison of the nutritive values of forage plants grown in contrasting environments. J. Plant Res. 131: 641-654.
- Liu, Y., Q. Wu, G. Ge, G. Han, and Y. Jia. 2018. Influence of drought stress on alfalfa yields and nutritional composition. BMC Plant Biol. 18: 1-9.
- Maksup, S., S. Sengsai, K. Laosuntisuk, and K. Burana. 2020. Expression of cellulose and lignin biosynthetic genes and responses of five napier grass hybrids under salt stress. Burapha Sci. J. (วารสาร วิทยาศาสตร์ บุรพา) 25: 482-499.
- Netto, A. T., E. Campostrini, J. G. de Oliveira, and R. E. Bressan-Smith. 2005. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. Sci. Hortic. 104: 199-209.
- Paleg, L. G. 1959. Citric acid interference in the estimation of reducing sugars with alkaline copper reagents. Anal. Chem. 31: 1902-1904.
- Pareek, A., S. L. Singla, and A. Grover. 1997. Salt responsive proteins/genes in crop plants. In: Strategies for improving salt tolerance in higher plants. Oxford and IBH Publ. Co., New Delhi, India, pp. 365-391.
- Pasternak, D., A. Nerd, and Y. De Malach. 1993. Irrigation with brackish water under desert conditions IX. The salt tolerance of six forage crops. Agr. Water Manage. 24: 321-334.
- Patakas, A., N. Nikolaou, E. Zioziou, K. Radoglou, and B. Noitsakis. 2002. The role of organic solute and ion accumulation

- in osmotic adjustment in drought-stressed grapevines. *Plant Sci.* 163: 361-367.
- Sharavdorj, K., S. O. Byambadorj, Y. Jang, and J. W. Cho. 2022. Application of magnesium and calcium sulfate on growth and physiology of forage crops under long-term salinity stress. *Plants* 11: 3576.
- Waghorn, G. C. and D. A. Clark. 2004. Feeding value of pastures for ruminants. *New Zeal. Vet. J.* 52: 320-331.
- Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cock, and K. A. Gomez. 1976. Determination of sugar and starch in plant tissue. In: *Laboratory manual of physiological studies of rice* 3rd edition. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, pp. 46-49.
- Zhu, J. K. 2007. Plant salt stress. *Encyclopedia of Life Sciences*. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, UK.

# Effect of saline irrigation treatment on the growth of Napier grass <sup>(1)</sup>

Li-Chung Tsai <sup>(2)(3)</sup> Tzu-Rung Li <sup>(2)</sup> and Ping Chung <sup>(2)</sup>

Received: Jun. 26, 2024; Accepted: Dec. 9, 2024

## Abstract

The self-sufficiency rate of domestic forage crops in Taiwan is relatively low. The development of coastal lands into new farmlands for cultivation of forage crops not only will increase the planting area and the supply of domestic forage crops but also revitalize idle farmlands. The study used Napier grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) Taishiu grass No. 3, 8, and 9 (NP cv. TS 3, 8, 9) as study materials, which were irrigated by A. 0% (control), B. 0.3%, C. 0.6%, and D. 1% sodium chloride (NaCl) solution. The forage quality and yields of Napier grass growing in environments of different salinity were investigated and evaluated for the salt tolerance of different varieties of Napier grass by physiological parameters. The results showed that the yields of all three varieties of Napier grass in 0.6% and 1% NaCl treatment were significantly lower than those in control groups. The correlation analysis was conducted between SPAD (Soil-plant analysis development) value and dry matter yield, and between electrolyte leakage rate and dry matter yield. The results showed that both correlation coefficients were approaching or exceeding 0.7, indicating a strong correlation. Therefore, both SPAD value and electrolyte leakage rate can well express the changes in yields of the Napier grass in salt stress. The nutritional contents of the Napier grass were affected by saline irrigation. Water soluble carbohydrate contents of all varieties in treatment groups were significantly lower than those of control groups. The potassium (K), calcium (Ca), and sodium (Na) contents of the Napier grass increased with the increase of salinity of the treatment groups. In southern Taiwanese and along the coast of serious groundwater salinization, the highest electrical conductivity (EC) value of the underground irrigation water is approximately 3 mS/cm. In this study, the EC value of irrigation water in 0.3% NaCl treatment group was approximately 6 mS/cm, and the dry matter yields of all the Napier grass varieties did not show significant difference from those in the control groups, indicating that Napier grass should be able to sustain the saline irrigation water in southern Taiwan and along the coast. However, this study merely explored the impact of saline irrigation, while the actual impact on Napier grass planting on salt soil remained for further clarification in the future.

Key words: Napier grass, Saline irrigation water, Salt tolerance, Physiological parameter.

---

(1) Contribution No. 2809 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Forage Crops Division, MOA-TLRI, HsinHua, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(3) Corresponding author, E-mail: humanspider123@tlri.gov.tw.