

脆稈品系稻稈在甘藍栽培之應用

林 煜 賢¹⁾ 黃 三 光²⁾

關鍵字：甘藍、脆稈品系稻稈、生育性狀

摘要：本研究探討脆稈品系稻稈 (brittle culm mutant rice straw, M)與田土混合應用於甘藍栽培是否比一般稻稈 (wild type rice straw, W)有更高的適用性，並開發 M 型稻稈於作物栽培之應用。兩種稻稈分別以體積比 (5 %與 15 %)與田土混合充當栽培介質，調查甘藍生育性狀與葉球性狀。兩種稻稈處理組空氣孔隙度與總孔隙度皆高於對照組(田土)。在栽培甘藍前，所有添加稻稈處理組之 pH 值 (6.55-6.70)與電導度 (0.672-1.023 dS/m)皆顯著高於對照組，陽離子交換能力則與對照組無顯著差異。生育性狀方面，兩種稻稈處理組除株寬顯著較對照組寬之外，其餘性狀與對照組無顯著差異。葉球性狀方面，M 型稻稈處理組之葉球密度 (0.417-0.420 g/cm³)與對照組 (0.402 g/cm³)無顯著差異且顯著高於 W 型稻稈處理組(0.361-0.376 g/cm³)，添加兩種稻稈均使平均葉球重顯著高於對照組，但以 M15 (881.7 g)顯著最高。綜合上述，M 型稻稈應用於甘藍栽培較一般稻稈更具優勢。

前 言

台灣每年約產生 195 萬公噸之稻稈，平均每公頃約能產生 6000 kg，為我國最大宗之農產廢棄物 (農業統計年報，2018；林 2004；朱，2001)。稻稈氮、磷、鉀、氧化鎂的含量分別為 34、11.5、78 及 10 kg/ha (Garman et al., 1962)。稻稈含有纖維素 (32 - 47 %)，半纖維素 (19 - 27 %)及木質素 (5 - 24 %)等結構複雜且穩定的有機聚合物 (Binod et al., 2010)，使得微生物需要相對較長的時間才能將稻稈分解，進而導致稻稈難以進一步的加工及應用 (楊等，2011)。

本試驗使用之脆稈品系稻稈為中興大學王強生教授經誘變育成之水稻突變株稻稈，此類稻稈除能開發為畜牧飼料之用外，因具有木質素較低，容易分解及利於裁切等特性，

1)國立中興大學園藝系碩士班研究生。

2)國立中興大學園藝系副教授，通訊作者。

本研究乃進一步探討此類稻稈應用於甘藍栽培之可行性並評估其是否較一般稻稈更具潛力。

材料與方法

一、試驗材料

本試驗所使用之甘藍品種為'初秋'，於中興大學園藝系溫室以 104 格穴盤育苗 28 天，待本葉展開後以美國花寶公司 (HYPONEX CORPORATION) 製造的花寶水溶性速效肥 2 號 (N:P:K=20:20:20) 稀釋 1000 倍每週施用一次。稻稈先經粉碎機碎化後，再以 1 cm 孔徑之篩網過篩，得到粒徑 < 1 cm 之碎化稻稈。一般稻稈 (wild type rice straw, W) 取自農民以慣行農法栽培之水稻，於採收後先將稻稈置於田間自然風乾後再行碎化。脆稈品系稻稈 (brittle culm mutant rice straw, M) 則取自中興大學王強生教授研究室，為經疊氮化鈉誘變育成之水稻突變株稻稈，該品系之水稻具有木質素較低之特性。

二、試驗方法

將田土以 8 mm 篩網過篩，清除田土中的石塊與垃圾。供試之兩種碎化稻稈皆以 5% 及 15% 之體積比與田土混合成試驗之處理組介質，並且以 0% 為對照組。稻稈依照各處理組之體積比與田土混合，接續於每個美植袋填入約 12 公升之稻稈混合介質，再將甘藍苗定植於美植袋中，每袋 1 株。幼苗定植前，於植穴內施用 1.8 g 台肥硝基特 43 號複合肥 (N:P:K = 15:15:15) 為基肥，基肥上方覆土約 2 cm，再將甘藍苗定植於植穴中。每袋每二週施用 1.2 g 台肥硝基特 43 號為追肥。甘藍苗於 2019/11/04 定植，採收標準以外葉反捲，葉球扎實不鬆散為主。介質於甘藍定植前與採收後皆以不鏽鋼土壤採集器進行採樣，採樣深度至土表下 20 cm，每處理三重複。

表 1. 介質原料與混合比例

Table 1. Raw materials and mixing ratios of substrates.

處理代號	介質原料及混合比例	處理代號	介質原料及混合比例
CK	soil (S)		
W	Wild type rice straw	M	Brittle culm mutant rice straw
W5	S : W = 95 : 5(v : v)	M5	S : M = 95 : 5(v : v)
W15	S : W = 85 : 15(v : v)	M15	S : M = 85 : 15(v : v)

三、調查項目

(一) 介質物理性質測定

依據 Fonteno 和 Bilderback (1993) 之方法修改，以直徑 4.8 cm、高 5 cm、體積約 90 ml 之鋼環，底部以 150 目之平絹網密封作為試驗容器。先秤量容器重量 W_r ，再以聚氯乙稀膜密封，使容器底部不透水。將水倒入容器直至水面與容器頂部面切齊，此時容器內水量及代表容器體積，紀錄為 V_r 。將各處理介質加入容器中，並在不施加外力的情況下使介質表面與容器頂部面切齊，介質體積即為容器體積，紀錄為 V_m ($V_m = V_r$)，並秤重紀錄為 W_1 。將水緩慢加入容器中，使介質充分吸水直到水面與容器頂部面切齊，秤重並記錄為 W_2 ，再計算加入之水分重量 $W_{add} = W_2 - W_1$ 。移除聚氯乙稀膜，使水分且容器底部自然滴落，待水分不再流出後秤重，秤重並記錄為 W_3 ，再計算流出之水分重量 $W_{drop} = W_2 - W_3$ ，及潮濕介質重量 $W_{wm} = W_3 - W_r$ 。將容器放入 70-80°C 烘箱乾燥 36hr 以上，秤量容器重量並記錄為 W_{dry} ，再計算乾燥介質之重量 $W_{dm} = W_{dry} - W_r$ 。每處理三重複，以下列公式計算介質之物理特性：

總孔隙度 (total porosity, TP) = $[(W_{add} + W_1 - W_{dry}) / V_m] \times 100\%$

介質容器含水量 (container capacity, CC) = $[(W_{wm} - W_{dm}) / V_m] \times 100\%$

空氣孔隙度 (air space, AS) = $(W_{drop} / V_m) \times 100\%$

介質總體密度 (bulk density, BD) = W_{dm} / V_m

氣相 (gas phase) = TP - CC

液相 (liquid phase) = CC

固相 (solid phase) = 100 - TP

(二) 介質 EC 值與 pH 值分析

取 5g 介質樣品和 25ml 去離子水置於燒杯中，以迴旋振盪器於 100 rpm 振盪 1 hr 後，靜置 30 min。以 ADVANTECE NO.1 濾紙過濾後取得濾液。以 EC meter (Suntex-SP 170) 及 pH meter (Suntex-SP-23) 測量介質之 EC 值與 pH 值。

(三) 介質 CEC 值測定

取 5g 介質樣品和 50 ml 1M NH_4OAc 置於燒杯中，並以 100 rpm 振盪 1hr。於布赫納漏斗內鋪上兩層 Whatman NO.41 濾紙，並將燒瓶置於漏斗下方，將振盪液及介質倒入漏斗，再以 50 ml 1M NH_4OAc 洗下燒杯中殘留的介質，充份過濾後將濾液蒐集於布赫納燒瓶內。以 25 ml 50% 乙醇淋洗漏斗中的介質，再以 25 ml 95% 乙醇淋洗一次後，將燒瓶中的廢棄 NH_4OAc 與乙醇清除。更換新的布赫納燒瓶後，以 100 ml 1M MgCl_2 充份淋洗介質，使介質吸附的銨離子充份的被鎂離子交換出來，將收集於燒杯中的淋洗液裝入 PE 瓶中，置於 4°C 冰箱儲藏。

取 10 ml 淋洗液加入 10 ml 去離子水和 10 ml 2M KOH 後，置於 Micro-Kjeldahl 裝置中，通入蒸氣使淋洗液氨化，將氨氣匯集於裝有 20 ml 燒氮指示劑 (19 μM Bromocresol green

及 25 μ M Metyl red 之 2% 硼酸溶液)之塑膠燒杯，直到燒杯溶液達到 50 ml，再以 0.01N H₂SO₄ 進行滴定。最後以 H₂SO₄ 的滴定量計算陽離子交換量，單位 cmol/kg。

(四) 甘藍生育性狀及採收天數調查

株寬：測量外葉之葉幅寬度，單位 cm。

莖徑：土表上方 1 cm 處之莖部寬度，單位 cm。

外葉數：計算未脫落之外葉數。

採收天數：自定植至採收之天數

(五) 甘藍結球性狀調查

葉球橫徑：葉球最寬處之直徑，單位 cm。

葉球縱徑：葉球基部至頂部長度，單位 cm。

葉球周徑：葉球周徑長度，單位 cm。

葉球重：葉球鮮重，單位 g。

葉球體積：參考橢圓球體積公式 (Barrett, 2015)，依下公式計算葉球體

積，葉球體積 = $\left(\frac{\text{葉球橫徑}}{2}\right)^2 \times \frac{\text{葉球縱徑}}{2} \times \frac{4}{3}\pi$ ，單位 cm³。

葉球密度：葉球重/葉球體積，單位 g/cm³。

結 果

一、介質之物理性質

兩種稻稈以不同體積比混合田土而成之育苗介質的總孔隙度皆顯著高於對照組 (41.71%)。介質容器含水量方面，各處理組的介質容器含水量皆與對照組介質容器含水量 39.93% 無顯著差異。介質空氣孔隙率方面，僅有 M5 之空氣孔隙率 2.71% 與對照組介質空氣孔隙率 1.86% 無顯著差異，其餘處理組介質空氣孔隙率皆顯著高於對照組，兩種稻稈混合介質之介質空氣孔隙率變化趨勢大致皆隨稻稈體積比上升而上升。介質總體密度方面，僅有 M5 之介質總體密度 1.008 g/cm³ 與對照組之介質總體密度 1.038 g/cm³ 無顯著差異，其餘處理組介質總體密度皆顯著低於對照組，兩種混合介質之介質總體密度變化趨勢大致皆隨稻稈體積比上升而下降。介質三相方面，兩種稻稈混合介質之氣相比例皆與對照組 39.93% 無顯著差異。介質液相比例方面，僅有 M5 之介質液相比例與對照組無顯著差異，介質液相比例變化趨勢大致則隨稻稈體積比上升而上升。介質固相比例方面，兩種稻稈混合介質之固相比例皆顯著低於對照組介質固相比例 58.29%，其中 W 型稻稈混合介質之固相比例變化趨勢大致隨稻稈體積比上升而下降 (表 2)。

表 2. 碎化稻稈混合田土之栽培介質之物理性質

Table 2. Physical properties of the cultivation medium made from shredded rice straw mixed with soil.

處理	總孔隙度 (%)	容器含水量 (%)	空氣孔隙率 (%)	總體密度 (g/cm ³)	氣相 (%)	液相 (%)	固相 (%)
CK ^z	41.71c ^y	39.93a	1.86c	1.038a	39.93a	1.86c	58.29a
M5	44.29b	41.48a	2.71bc	1.008ab	41.48a	2.71bc	55.71b
M15	44.00b	41.01a	3.00ab	0.986bc	41.01a	3.00ab	56.00b
W5	45.43b	42.08a	3.71a	0.967c	42.08a	3.71a	54.57b
W15	47.71a	42.14a	3.86a	0.967c	42.14a	3.86a	52.29c

z：代號說明參考表 1.

y：According to LSD test, different letters in the same column indicate that the means are significantly different (P <0.05).

二、介質之化學性質

分別於甘藍定植前與採收後以不鏽鋼土壤採集器進行介質採樣，採樣深度至土表下 20 cm，測量土壤之化學性質。栽培甘藍前，兩種稻稈混合栽培介質之 EC 值與 pH 值皆顯著高於對照組介質 EC 值 0.545 dS/m 與 pH 值 6.02，相同體積比之稻稈處理中，W 型稻稈處理組之 EC 值顯著較 M 型稻稈高，pH 值則無顯著差異。採收甘藍後，M5 與 W15 介質之 EC 值分別為 0.496 dS/m 與 0.465 dS/m 與對照組介質 EC 值 0.498 dS/m 無顯著差異，W5 與 M15 介質之 EC 值分別為 0.432 dS/m 與 0.413 dS/m 則顯著低於對照組。介質 pH 值方面，M5 之 pH 值 6.18 略高於對照組之 5.90，但無顯著差異，W15、W5 與 M15 之 pH 值分別為 6.98、6.62 與 6.28 均顯著高於對照組，相同體積比之稻稈處理中，W 型稻稈混合栽培介質之 pH 值顯著較 M 型稻稈混合栽培介質高。栽培前與栽培後，兩種稻稈混合之栽培介質 CEC 值，皆無顯著差異 (表 3)。

三、甘藍生育性狀與結球性狀調查

本試驗將 W 型稻稈與 M 型稻稈依照不同體積比混合田土，作為‘初秋’甘藍之栽培介質，於底徑一呎之美植袋中栽培，定植至採收期間調查甘藍之生育性狀及結球性狀。在生育性狀方面，於稻稈混合介質栽培之甘藍莖徑及外葉數與對照組 (田土) 皆無顯著差異。W5、M5、M15 與 W15 株寬分別為 59.40 cm、53.15 cm、55.30 cm 與 54.30 cm，皆顯著高於對照組 49.58 cm。採收天數方面，對照組(56.86 d)與各處理間之採收天數皆無顯著差異，而 W15 之採收天數 62.61 d 顯著高於 M5 及 M15 之採收天數 53.00 d 及 51.80 d，W5 之採收天數 56.26 d 略高於 M5 之採收天數值 53.00 d，但未達顯著差異 (表 4)。

球橫徑方面，僅有 W5 17.71 cm 顯著高於對照組 16.15 cm，其餘混合介質處理組皆與對照組無顯著差異。M15、M5、W5 與 W15 球縱徑分別為 13.61 cm、13.11 cm、12.91 cm 與 12.73 cm，皆與對照組 13.14 cm 無顯著差異。

表 3. 碎化稻稈混合田土之栽培介質栽培甘藍前與栽培甘藍後之之化學性質

Table 3. The chemical properties of the cultivation medium made from shredded rice straw mixed with soil before and after cultivation of cabbage.

	栽培前				栽培後		
	EC (dS/m)	pH	CEC (cmol/kg)		EC (dS/m)	pH	CEC (cmol/kg)
CK ^z	0.545d ^y	6.02c	77.23a	CK	0.498a	5.90d	67.54a
M5	0.672c	6.70ab	83.69a	M5	0.496a	6.18cd	69.31a
M15	0.875b	6.85a	75.46a	M15	0.413b	6.28c	62.02a
W5	0.848b	6.55b	79.15a	W5	0.432b	6.62b	67.39a
W15	1.023a	6.73ab	81.52a	W15	0.465ab	6.98a	72.00a

z：代號說明參考表 1.

y：According to LSD test, different letters in the same column indicate that the means are significantly different (P <0.05).

表 4. 碎化稻稈混合田土之栽培介質對甘藍生育性狀及採收天數之影響

Table 4. Effect of shredded rice straw mixed with soil as growing medium on growth phenotype and days to harvest of cabbage.

	株寬(cm)	莖徑(cm)	外葉數	採收天數(d)
CK ^z	49.58c ^y	14.25a	16.93a	56.86ab
M5	53.15b	14.29a	16.67a	53.00b
M15	55.30b	14.27a	16.93a	51.80b
W5	59.40a	14.33a	17.47a	56.26ab
W15	54.30b	14.30a	17.87a	62.61a

z：代號說明參考表 1.

y：According to LSD test, different letters in the same column indicate that the means are significantly different (P <0.05).

球周徑方面，僅有 W15 球周徑 46.22 cm 顯著低於對照組球周徑 49.53 cm，其餘處理組皆與對照組無顯著差異。葉球體積方面，W15 之葉球體積 1594.30 cm³ 顯著低於對照組 1792.83 cm³，W5 與 M15 葉球體積分別為 2118.80 cm³ 與 2098.47 cm³ 皆顯著高於對照組，M5 之葉球體積 1785.32 cm³ 則與對照組無顯著差異。W15 之葉球重 599.4 g 顯著低於對照組 720.3 g，M5、W5 及 M15 葉球重分別為 744.3 g、764.3 g 及 881.7 g 皆顯著高於對照組。葉球密度方面，W 型稻稈處理之甘藍葉球密度皆顯著低於對照組 0.402 g/cm³，M 型稻稈處理組之甘藍葉球密度則與對照組無顯著差異 (表 5)。

表 5. 碎化稻稈混合田土之栽培介質對甘藍葉球性狀之影響

Table 5. Effect of shredded rice straw mixed with soil as growing medium on phenotype of cabbage head.

	球橫徑 (cm)	球縱徑(cm)	球周徑(cm)	葉球體積(cm ³)	葉球重(g)	葉球密度 (g/cm ³)
CK ^z	16.15b ^y	13.14ab	49.53ab	1792.83c	720.3d	0.402a
M5	16.13b	13.11ab	47.78bc	1785.32c	744.3c	0.417a
M15	17.17ab	13.61a	50.78a	2098.47b	881.7a	0.420a
W5	17.71a	12.91b	51.60a	2118.80a	764.3b	0.361b
W15	15.47b	12.73b	46.22c	1594.30d	599.4e	0.376b

z：代號說明參考表 1.

y：According to LSD test, different letters in the same column indicate that the means are significantly different (P <0.05).

討 論

(一) 栽培介質之物理性質分析

根據 Brady 與 Raymond (2008) 的研究，碎化稻稈之粒徑較田土高，使碎化稻稈質地較粗，導致空氣孔隙度的上升，進而造成介質氣相比例之上升與固相比例之下降。有趣的是，本研究介質總孔隙度和介質總體密度之變化趨勢和 Brady 與 Raymond (2008) 的研究結果不同，介質總體密度並沒有隨介質粗顆粒占比上升而上升 (data not shown)，可能由於稻稈密度顯著低於田土，使稻稈混合介質總體密度多顯著低於對照組 (表 2)。所有處理組之介質容器含水量與對照組相較皆無顯著差異，而兩種稻稈混合介質之空氣孔隙度相較於對照組皆有上升之趨勢，由此可知兩種稻稈混合介質之介質總孔隙度上升主要受介質空氣

孔隙度上升之影響，此現象與陳 (2018)之試驗結果相似。造成上述現象之原因可能為稻稈粒徑較田土粗，使介質空氣孔隙度大幅上升，導致介質總孔隙度顯著上升 (表 2)。

(二) 甘藍栽培前與栽培後栽培介質之化學性質分析

兩種稻稈混合田土之栽培介質在甘藍栽培前，pH 值與 EC 值之變化趨勢皆隨稻稈體積比上升而上升，此結果與林 (2000)和朱 (2001)的結果相似，而 CEC 值則各組間無顯著差異 (表 3)。甘藍栽培後，所有介質 EC 值與栽培前相較皆下降，相同稻稈體積比之處理組，W 型稻稈處理組之 EC 值下降幅度較 M 型稻稈之處理組高，介質溶液離子可能被植物吸收之外，亦可能由於 W 型稻稈介質總孔隙度較 M 型稻稈介質大，使 W 型稻稈介質溶液離子較易隨重力水排出容器外，因而使其 EC 值於栽培後有較大之下降幅度。稻稈在微生物代謝作用下會產生有機酸與二氧化碳，因而使土壤 pH 值降低 (卓，2005；郭等，2005)，M 型稻稈木質素含量較低，可能較容易被微生物分解，因而使 M 型稻稈混合介質於栽培後 pH 值較栽培前低。反之，W 型稻稈混合介質之 pH 值則於栽培後較栽培前微量上升 (表 3)，除了微生物不易將 W 型稻稈分解之外，含量較 M 型稻稈高之木質素上的羧基使木質素表面帶有負電荷 (陳，2018)，推測有可能因此會吸附較多之氫離子，使 W 型稻稈混合介質溶液之 pH 值在栽培後微量上升。根據陳(1993)與楊(1998)之研究，甘藍適合之土壤 pH 值約為 5.5-6.7，本試驗栽培甘藍前 M15 與 W15 之 pH 值分別為 6.85 與 6.73，皆超過此範圍，栽培甘藍後 M15 之 pH 值 (6.28)下降至適當範圍，W15 之 pH 值 (6.98)可能因上述之原因而仍然超過適當範圍。甘藍栽培後所有介質 CEC 值皆下降，但是與對照組相較皆無顯著差異 (表 3)，Brady 與 Raymond (2008)提出介質 CEC 值下降可能原因為栽培過程中有機質被微生物分解所導致。

(三) 甘藍生育和結球性狀調查

所有稻稈混合介質栽培之甘藍，其株寬皆顯著高於對照組 (表 4)，本試驗藉由測量球橫徑、球縱徑與球周徑等數值，套用橢圓形體積公式估算出甘藍葉球體積，除了 W15 葉球體積顯著小於對照組之外，其餘處理組皆不低於對照組，依葉球體積與葉球重計算出葉球密度，W 型稻稈混合介質栽培之甘藍葉球密度皆顯著低於對照組與 M 型稻稈混合介質栽培之甘藍 (表 5)。葉球密度可代表甘藍葉球之緊實度，而甘藍葉球之緊實度為我國評斷甘藍葉球品質之重要依據之一，M 型稻稈混合介質之甘藍葉球密度相較於 W 型稻稈混合介質栽培之甘藍皆有較佳的表現且與對照組相似 (表 5)。此外，M15 之葉球重亦顯著高於其他處理組 (表 5)。綜合上述，M 型稻稈混合介質應用於甘藍栽培相較於 W 型稻稈混合介質具有更高的適用性。

參 考 文 獻

朱海鴻。2001。農業廢棄物共同清除處理機構管理輔導辦法簡介。農政與農情 109:26-27。

- 林天傑 龔宗浩。2000。稻草發酵過程理化性質變化及其作為栽培基質的研究。上海農學院學報(2):101-106。
- 卓家榮。2005。柑桔土壤肥力檢測及營養診斷技術。合理化施肥專刊 177-191。
- 陳仁炫、郭惠千、林正銜。1993。作物養分需求及植體分析之分級標準彙集 71-72。
- 郭鴻裕、劉滄琴、朱戩良、江志峰。2005。雲嘉南農田土壤及其特性。臺南區農業改良場技術專刊。
- 陳奕君。2018。稻稈生物炭混合介質培育之甘藍及番茄幼苗移植後之生育評估。中興大學園藝學系碩士論文。
- 楊紹榮。1998。甘藍。台南區農業改良場特刊(2) 63。
- 楊秋忠、陳仁炫、郭孟德、曾慶平、黃裕銘、楊盛行、李文汕。2011。台灣有機廢棄物的再利用—有機肥料之生產及應用研究。中正基金會專題報告(22)。
- Brady, N. C. and R. R. Raymond. 2008. The nature and properties of soils. Pearson College Div.
- Binod, P., R. Sindhu, R. R. Singhanian, S. Vikram, L. Devi, S. Nagalakshmi, N. Kurien, R. K. Sukumaran, and A. Pandey. 2010. Bioethanol production from rice straw: An overview. *Bioresour. Technol.* 101: 4767-4774.
- Barrett, C. E. 2015. Optimum planting configuration for high population plasticulture grown cabbage. *HortScience*. 50(10): 1472-1478.
- Fonteno, W. C. and T. E. Bilderback. 1993. Impact of hydrogel on physical properties of coarse structured horticultural substrates. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118: 217-222.
- Garman, W. H., Williams, A. W. Tenny, and E. T. York. 1962. Our land and its care. The fertilizer institute, Washinton, D.C.

Application of Brittle Culm Mutant Rice Straw in Cultivation of Cabbage

Yu-Sian Lin ¹⁾ San-Gwang Hwang²⁾

Key words: Cabbage, Brittle culm mutant rice straw, Growth phenotypes

Summary

In this study, growth substrates derived from shredded brittle culm mutant rice straw (M) mixed with soil (s) were investigated to see if they are more suitable for cultivation of cabbage compared to shredded wild type rice straw (W) mixed with S. The application of M in crop cultivation was also developed.

Substrates with mixing ratios of W/S (5 and 15%, v/v) and M/S (5 and 15%, v/v) were used as growth substrates for cultivation of cabbage and growth phenotypes of cabbage and cabbage head were investigated. The air space and the total porosity were higher in all M-containing and W-containing substrates compared to those of control (S). Before cultivation of cabbage, the pH values (6.55-6.70) and EC values (0.672-1.023 dS/m) in all rice straw-containing substrates were higher than those of control and no significant difference was found in CEC between all rice straw-containing substrates and control. In terms of growth phenotypes, except for plant width which was wider in all rice straw-containing treatments compared to control, the rest phenotypes were not significantly different between rice straw-containing treatments and control. The density of cabbage head for cabbage cultivated in M-containing substrates (0.417-0.420 g/cm³) was not significantly different from that of control (0.402 g/cm³) but higher than that cultivated in W-containing substrates (0.361-0.376 g/cm³). On the other hand, cabbage grown in soils mixed with both W and M had higher mean head weight compared to that of control, the highest mean head weight (818.7 g) was observed in cabbage cultivated in soil mixed with 15% of M. Taken together, M had more advantage than W when applied for the cultivation of cabbage.

1) Student in M.S. program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Associate Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

Corresponding author.