

# 施用土壤改良劑對結球白菜(桃亞二號)生長之影響

廖乾華

## 摘 要

本試驗於本場新屋試驗田進行，目的在探討施用苦土石灰、根源、堆肥及噴施檸檬酸等處理，對夏季結球白菜(桃亞二號)之生長效果，以提供農民參考。82、83年度試驗田土系依F.C.C.分類均為Cha，試驗前土壤性質82年試區為pH5.4，有機質含量3.6%，EC值0.52dS/m25°C，有效性磷、鉀、鈣、鎂含量分別為17、142、1,580、222mg/kg，83年試區為pH5.4，有機質含量2.7%，EC值0.85dS/m25°C，有效性磷、鉀、鈣、鎂含量分別為36、103、767、125mg/kg。每公頃施用2噸的苦土石灰可明顯增加土壤pH值有效性鈣、鎂的含量，並顯著提高結球白菜球葉中鈣、鎂的含量，而每公頃施用20噸根源或堆肥則可提高土壤有機質含量。每公頃施用苦土石灰2噸後再加20噸之堆肥或根源或噴施0.5%檸檬酸、0.5%硫酸鈣等處理，於82年試區可較對照區增產7~42%，且效果達顯著差異水準，而83年試區中單一施用均可達增產效果，唯差異未達顯著水準。

關鍵詞：土壤改良劑，結球白菜。

## 前 言

結球白菜是蔬菜之大宗，廣為民衆所喜愛，然夏季種植結球白菜時，常有頂燒症的發生，由於內部葉緣焦枯對其品質及商品價值影響甚鉅，農民對此甚感束手無策，咸盼政府有關農政單位能提出解決之道，以減少農民的損失。根據亞蔬中心研究人員暨許多學者專家研究結果認為此病係由於鉍離子的毒害，缺鈣或硼，根系生長受阻，土壤水分缺乏等原因所造成<sup>(5,8,9,10)</sup>。結球白菜內葉發生頂燒症時，其水溶性鈣的含量僅為外葉的1/7<sup>(11)</sup>而已，因此，頂燒症的發生似為結球白菜植體中缺鈣所引起。造成缺鈣的原因可能有如下幾個因素，1.土壤中有效性鈣的含量低，2.土壤水分含量不足<sup>(13,14)</sup>，3.溫度高，植物生長速率大於其從土壤中吸收鈣的速率，4.高濃度的鹽基離子或鉍離子抑制結球白菜對鈣離子的吸收<sup>(7,10)</sup>，5.植物根生長受抑制，導致對鈣離子的吸收不足<sup>(1)</sup>。針對這些可能發生的因素，有些學者從選育耐熱品種來解決此問題<sup>(2,6)</sup>，有些學者則從土壤管理，栽培方法及養分供給方面著手改善，目前發現土壤水分供應充足，氮肥少量多施<sup>(9)</sup>，噴施硝酸鈣或氯化鈣<sup>(1,4,12)</sup>、降低溫度<sup>(4)</sup>、遮蔭<sup>(3,15)</sup>等措施均可降低結球白菜內葉發生頂燒症的頻率，改善結球白菜的品質。

針對夏季種植結球白菜生長不良之原因，如何由土壤管理，養分供給方面著手研究改善之道，以增加其產量及品質，即為本計劃之執行目的。

## 材料與方法

本試驗於81年8月31日及82年10月1日在本場試驗田進行，種植結球白菜(桃亞二號)，以A.施苦土石灰2噸/公頃，B.不施石灰質材料為主區，以1.結球前噴施0.5%檸檬酸，2.種植前施用根源20噸/公頃，3.施用自製稻草有機質肥料20噸/公頃，4.結球前噴施0.5%硫酸鈣，5.不施上述處理(對照)為副區，採裂區設計，四重複，每小區三要素之施用量均為N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 200:100:150(公斤/公頃)，分別施以硫酸銨，過磷酸鈣，氯化鉀，施肥分配率為基肥50%氮、鉀肥，100%磷肥，其餘50%氮、鉀肥分別於移植後25天、50天各以25%分施。檸檬酸及硫酸鈣於種植後30天，每隔7天噴施乙次，共計噴施4次。

試驗前與收穫後分別採土壤分析其EC值(飽和土糊)、pH值(玻璃電極法，水:土=1:1)、有機質含量(Walkley-Black)、有效性磷(Bray No.1)、鉀、鈣、鎂(Mehlich)含量；於81年11月16日及82年12月2日收穫時，採取球葉分析其氮(濃硫酸法)、磷、鉀、鈣、鎂(三酸分解，鉬黃法、銨光分析、原子分析儀)的含量，並調查產量。

## 結果與討論

### 一、施用苦土石灰、根源及稻草堆肥對土壤性質的影響

82年度試驗田土壤依F.C.C.分類為Cha，紅壤，試驗前各小區土壤性質的範圍分別為pH5.2~5.5，有機質含量3.5~3.8%，有效性磷含量15~18mg/kg，有效性鈣含量1510~1840mg/kg，有效性鎂含量197~244mg/kg，經各試驗處理種植結球白菜(桃亞二號)，收穫後各小區土壤性質的範圍分別為pH4.4~5.3，有機質含量2.7~3.3%，有效性磷含量17~27mg/kg，有效性鉀含量103~165mg/kg，有效性鈣含量930~1,650mg/kg，有效性鎂含量173~309mg/kg(表1)；若以主區施用苦土石灰與否觀之，每公頃施用2噸苦土石灰，其收穫後土壤pH值平均為5.1，較試驗前5.4約降低0.3單位，不施苦土石灰質材料區土壤pH值平均為4.5，較試驗前降低0.9單位，兩試區處理間差異達極顯著水準，顯示在此酸性紅壤中種植結球白菜時，種植前每公頃施用2噸苦土石灰的必要性，此試區試驗前土壤之EC值為0.52dS/m 25°C，試驗後施用苦土石灰區及不施用區分別上升至1.65及1.42dS/m 25°C，顯示施肥量及各試驗處理會導致土壤中溶液鹽基離子的增加；土壤有機質含量，施用苦土石灰區其試驗後為2.92%較不施苦土石灰區3.04%為低，顯示施用苦土石灰會加速土壤有機質含量的分解；土壤有效性磷含量則試驗後約(22mg/kg)較試驗前約(17mg/kg)略增，土壤有效性鉀含量，處理間及試驗前後均維持在140mg/kg左右，土壤有效性鈣及鎂含量，施用苦土石灰區其試驗後分別為1,590及279mg/kg均較不施用區之1,940及183mg/kg為高，此乃因苦土石灰中含多量鈣、鎂之故，施用根源及堆肥可維持土壤中較高之有機質含量(表3)。82年試區試驗前各小區之土壤性質範圍分別為pH5.2~5.6，EC值0.7~1.04dS/m 25°C，有機質含量2.6~2.8%，有效性磷含量31~42mg/kg，有效性鉀含量191~127mg/kg，有效性鈣含量670~860mg/kg，有效性鎂含量118~138mg/kg，試驗後之土壤性質範圍分別為pH4.9~6.2，EC值1.66~3.55dS/m 25°C，有機質含量2.8~3.3%，有效性磷

含量 49 ~ 70mg/kg，有效性鉀含量 104 ~ 131mg/kg，有效性鈣、鎂含量分別為 880 ~ 2,380mg/kg 及 128 ~ 33mg/kg(表4)，83年度試區每公頃施用苦土石灰2噸種植結球白菜後，會提高土壤pH值約0.6單位，此與82年度試區降低0.3單位之結果，差異甚大，此可能係因82年試區前作為草生地，土壤有機質含量(約3.6%)較高，添加苦土石灰後促進有機質之分解，以致產生較多量之有機酸，導致土壤pH值略為降低，而83年度試區，前作種植水稻、蔬菜等作物，土壤有機質含量(約2.68%)較低，以致較能突顯施用苦土石灰提高土壤pH值之效果；此外由試驗後土壤施用苦土石灰處理之EC值3.04 dS/m25°C，有效性鈣含量1,950mg/kg，有效性鎂含量288mg/kg，均較不施苦土石灰處理為高，顯示每公頃施用2噸苦土石灰會提高土壤EC值及有效性鈣、鎂的含量，唯會降低土壤中磷的有效性，由此可知苦土石灰處理之有效磷含量52mg/kg較不施處理之61mg/kg略低，得到印證(表5)；每公頃施用20噸之根源會顯著增加土壤之EC值，有機質含量及有效性鈣的含量，每公頃施用20噸堆肥則會增加土壤有機質的含量(表6)。在82年試區中所施用之土壤改良劑導致土壤性質間變化之相關性為EC值與土壤中有效性鈣、鎂離子呈極顯著的正相關(方程式1、2)，顯示土壤中之鈣、鎂離子的含量

$$EC = 1.252 + 0.0009 \times Ca \quad r = 0.83 \quad \text{方程式} \cdots \cdots \cdots 1$$

$$EC = 1.30 + 0.006 \times Mg \quad r = 0.83 \quad \text{方程式} \cdots \cdots \cdots 2$$

為土壤溶液電導度值的兩大相關因子；而土壤中有效性磷的含量與土壤中有效性鈣、鎂離子含量極顯著的負相關(方程式3、4)，此亦顯示添加苦土石灰會降低土壤中磷的有效性。

$$P = 388 - 0.044 Ca \quad r = 0.72 \quad \text{方程式} \cdots \cdots \cdots 3$$

$$P = 393 - 0.329 Mg \quad r = 0.75 \quad \text{方程式} \cdots \cdots \cdots 4$$

## 二、施用苦土石灰會降低土壤改良劑對結球白菜(桃亞二號)球葉養分含量及產量的影響。

每公頃施用2噸的苦土石灰或20噸之根源堆肥，對桃亞二號結球白菜球葉養分含量因土壤性質略有差異(如表7)，82年因試區土壤中有機質含量較高故其球葉中氮含量平均約3.17%較83年之平均氮含量2.78%為高，而鈣、鎂含量則83年之球葉(平均鈣0.50%，鎂0.123%)較82年之球葉(平均鈣0.41%，鎂0.075%)為高，此可能因83年試區之土壤有機質含量較82年試區為低，以致土壤中之鈣、鎂離子較能破結球白菜之根系所吸收。每公頃施用2噸苦土石灰於82年或83年試區中均可提高球葉中鈣、鎂的含量(表8)，83年試區中每公頃施用根源20噸之處理其球葉鈣含量0.57%，較其他處理略高，唯其他施用堆肥及噴施檸檬酸或硫酸鈣之處理對結球白菜球葉中養分含量均無顯著的影響(表9)。至於產量方面，82年施用苦土石灰處理平均產量為每公頃28,900公斤，與不施苦土石灰處理(平均22,100公斤/公頃)差異達極顯著水準，而噴施硫酸鈣、檸檬酸及每公頃施用20噸之堆肥或根源，均能顯著的增加結球白菜的產量，唯83年施用苦土石灰之主處理平均產量為每公頃26,700公斤較不施處理的24,960公斤略高，唯處理間差異未達顯著水準，若單施苦土石灰而不施根源，堆肥或噴施檸檬酸、硫酸鈣等則其產量31,800公斤為各處理間之最高，若施苦土石灰再施上述處理則產量反而降低，與82年處理間之加權效果完全相反。83年在不施苦土石灰之情形下施用根源，堆肥或噴施檸檬酸、硫酸鈣，亦可增加結球白菜的產量，此可由不施苦土石灰材料之B主區下，不施改良劑的產量20,200公斤/公頃，較其他處理產量為低，得到印證(表10)，83年結球白菜之產量僅與土壤有效性鈣含量有顯著的正相關存在(方程式5)，與其他因子均無顯著的相關性存在。

$$Y = 21200 + 3.09 \times Ca \quad r = 0.59 \quad \text{方程式} \cdots \cdots \cdots 5$$

表1. 施用苦土石灰、根源及稻草堆肥對土壤性質的影響(82年度)  
Table 1. Effects of application of dolomite, bark slag and straw compost on the soil properties (1993)

主區 Main Plot	副區 Subplot	土壤質地 Soil texture	pH		OM(%)		P(mg/kg)		K(mg/kg)		Ca(mg/kg)		Mg(mg/kg)	
			試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.
A 施用 苦土 石灰	1. 噴檸檬酸0.5% Spray 0.5% citrate	C	5.4	5.1 <sup>a</sup>	3.6	2.8	18	22	138	148	1560	1580	225	270
	2. 根源20噸/公頃 Bark slag 20 t/ha	C	5.4	5.1 <sup>a</sup>	3.6	3.1	15	22	139	149	1670	1650	218	277
	3. 堆肥20噸/公頃 Compost 20 t/ha	C	5.3	5.2 <sup>a</sup>	3.6	3.2	17	20	138	165	1510	1620	210	309
	4. 噴硫酸鈣0.5% Spray 0.5% CaSO <sub>4</sub>	C	5.4	5.3 <sup>a</sup>	3.8	2.8	17	25	153	103	1550	1490	231	263
	5. 不施(對照) No application	C	5.4	5.0 <sup>a</sup>	3.6	2.7	17	20	145	130	1840	1620	244	275
B 不施 石灰 質材	1. 噴檸檬酸0.5% Spray 0.5% citrate	C	5.4	4.4 <sup>b</sup>	3.7	3.0	16	17	149	131	1520	1010	224	173
	2. 根源20噸/公頃 Bark slag 20 t/ha	C	5.4	4.5 <sup>b</sup>	3.5	3.3	15	19	136	153	1530	1260	197	200
	3. 堆肥20噸/公頃 Compost 20 t/ha	C	5.5	4.6 <sup>b</sup>	3.7	3.1	18	27	147	147	1610	930	233	193
	4. 噴硫酸鈣0.5% Spray 0.5% CaSO <sub>4</sub>	C	5.5	4.5 <sup>b</sup>	3.7	2.9	15	22	137	149	1520	1000	213	180
	5. 不施(對照) No application	C	5.2	4.5 <sup>b</sup>	3.6	2.9	17	21	140	126	1580	990	224	167

註: 1. 試驗田土系依F.C.C.分類為Cha。

2. 試前係試驗前81年8月31日採取之土壤, 試後係試驗後81年11月16日收穫採取之土壤。

3. 英文字母不同者表示處理間差異顯著水準。

Note: 1. According to F.C.C., the soil series of experimental field was Cha.

2. Soil before experiment was sampled at 31 August, 1992 and Soil after experiment was sampled at 16 November, 1992.

3. The different alphabets indicate significant difference between the treatments according to Duncan's test.

表2. 種植結球白菜施用苦土石灰對土壤性質的影響(82年度)

Table 2. Effects of application of dolomite on the soil properties as planting Chinese cabbage (1993)

主處理 Main treatment	EC(dS/m25°C)		pH		OM(%)		P(mg/kg)		K(mg/kg)		Ca(mg/kg)		Mg(mg/kg)	
	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.
A 苦土石灰2噸/公頃 Dolomite 2t/ha	0.52	1.65 <sup>a</sup>	5.4	5.1	3.64	2.92	17	22	142	139	1630	1590	226	279
B 不施苦土石灰 No dolomite	0.52	1.42 <sup>b</sup>	5.4	4.5	3.64	3.04	16	21	142	141	1550	1040	218	183

表3. 種植結球白菜施用不同改良劑對土壤性質的影響(82年度)

Table 3. Effect of application of different amendment on the soil properties as planting Chinese cabbage (1993)

副處理 Sub treatment	EC(dS/m25°C)		pH		OM(%)		P(mg/kg)		K(mg/kg)		Ca(mg/kg)		Mg(mg/kg)	
	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.
1. 噴檸檬酸0.5% Spray 0.5% citrate	0.52	1.53	5.4	4.8	3.65	2.9	17	20	144	140	1540	1300	225	222
2. 根源20噸/公頃 Bark slag 20 t/ha	0.49	1.51	5.4	4.8	3.55	3.2	15	21	138	151	1600	1460	208	239
3. 堆肥20噸/公頃 Compost 20 t/ha	0.52	1.74	5.4	4.9	3.65	3.2	18	24	143	156	1560	1280	222	251
4. 噴硫酸鈣0.5% Spray 0.5%CaSO <sub>4</sub>	0.53	1.38	5.5	4.9	3.75	2.9	16	24	145	126	1540	1250	222	222
5. 對照 CK.	0.54	1.53	5.3	4.8	3.60	2.8	17	21	143	128	1710	1310	234	221

表4. 施用苦土灰、根源及稻草堆肥對土壤性質的影響(83年度)  
 Table 4. Effects of application of dolomite, bark slag and straw compost on the soil properties(1994)

Main plot	Sub plot	土壤質地 Soil texture	EC(dS/m25°C)		pH		OM(%)		P(mg/kg)		K(mg/kg)		Ca(mg/kg)		Mg(mg/kg)		
			Before exp.	After exp.	Before exp.	After exp.	Before exp.	After exp.	Before exp.	After exp.	Before exp.	After exp.	Before exp.	After exp.	Before exp.	After exp.	
A	施2 用噴 苦/ 土公 石磚 灰	CL	1. 噴檸檬酸0.5% Spray 0.5% citrate	1.04	3.55	5.2	5.9	2.7	2.8	42	49	127	104	760	1810	133	276
			2. 根源20噸/公頃 Bark slag 20 t/ha	0.71	3.52	5.4	6.2	2.6	3.3	36	51	109	117	860	2380	138	333
			3. 堆肥20噸/公頃 Compost 20 t/ha	0.83	2.76	5.5	6.0	2.7	3.1	35	53	101	123	770	1890	125	291
			4. 噴硫酸鈣0.5% Spray 0.5%CaSO <sub>4</sub>	0.82	2.75	5.5	5.9	2.6	2.9	31	54	100	116	790	1880	125	277
			5. 不施改良劑 CK.	0.87	2.61	5.6	6.0	2.8	2.8	28	51	91	109	810	1790	118	263
B	不 施 石 灰 質 材 料	CL	1. 噴檸檬酸0.5% Spray 0.5% citrate	0.79	1.71	5.4	4.9	2.8	2.9	32	58	103	131	760	880	125	128
			2. 根源20噸/公頃 Bark slag 20 t/ha	0.70	2.86	5.3	5.1	2.7	3.3	34	59	97	123	730	1250	118	152
			3. 堆肥20噸/公頃 Compost 20 t/ha	0.88	1.66	5.3	5.1	2.8	3.1	32	70	98	122	730	920	121	130
			4. 噴硫酸鈣0.5% Spray 0.5%CaSO <sub>4</sub>	0.82	2.17	5.3	4.9	2.8	2.9	34	60	103	123	670	980	118	142
			5. 不施改良劑 CK.	0.83	2.17	5.4	4.9	2.8	2.8	32	60	95	123	790	910	130	129

表5. 種植結球白菜施用苦土石灰對土壤性質的影響(83年度)

Table 5. Effects of application of dolomite on soil properties as planting Chinese cabbage(1994)

主 處 理	EC(dS/m25°C)		pH		OM(%)		P(mg/kg)		K(mg/kg)		Ca(mg/kg)		Mg(mg/kg)	
	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.
A 苦土石灰2噸/公頃 Dolomite 2 t/ha	0.85	3.04 <sup>a</sup>	5.4	6.0 <sup>a</sup>	2.68	2.99	36	52 <sup>a</sup>	106	114	798	1950 <sup>a</sup>	128	288 <sup>a</sup>
B 不施苦土石灰 No dolomite	0.80	2.12 <sup>b</sup>	5.4	5.0 <sup>b</sup>	2.78	2.95	33	61 <sup>b</sup>	99	124	736	990 <sup>b</sup>	122	136 <sup>b</sup>

表6. 種植結球白菜施用不同改良劑對土壤性質的影響(83年度)

Table 6. Effect of application of different amendment on the soil properties as planting Chinese cabbage(1994)

副 處 理	EC(dS/m25°C)		pH		OM(%)		P(mg/kg)		K(mg/kg)		Ca(mg/kg)		Mg(mg/kg)	
	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.	試前 Before exp.	試後 After exp.
1. 噴檸檬酸0.5% Spray 0.5% citrate	0.92	2.63 <sup>b</sup>	5.3	5.4	2.75	2.81 <sup>c</sup>	37	53 <sup>b</sup>	115	117	760	1340 <sup>b</sup>	129	202
2. 根源20噸/公頃 Bark slag 20t/ha	0.70	3.19 <sup>a</sup>	5.4	5.7	2.65	3.31 <sup>a</sup>	35	55a <sup>b</sup>	102	120	795	1820 <sup>a</sup>	128	242
3. 堆肥20噸/公頃 Compost 20t/ha	0.85	2.21 <sup>b</sup>	5.4	5.5	2.75	3.09 <sup>b</sup>	34	62 <sup>a</sup>	100	121	750	1410 <sup>b</sup>	123	210
4. 噴硫酸鈣0.5% Spray 0.5%CaSO <sub>4</sub>	0.82	2.46 <sup>b</sup>	5.4	5.4	2.70	2.88 <sup>c</sup>	33	57 <sup>b</sup>	101	119	730	1430 <sup>b</sup>	122	209
5. 對照 CK.	0.85	2.39 <sup>b</sup>	5.5	5.5	2.80	2.78 <sup>c</sup>	35	56 <sup>ab</sup>	93	116	800	1350 <sup>b</sup>	124	196

表7. 施用苦土石灰及不同改良劑處理對結球白菜(桃亞2號)球葉養分含量的影響

Table 7. Effects of application of dolomite and different amendments on the nutrient contents of ball leaves of Chinese cabbage.

主區 Main plot	副 區 Subplot	N(%)		P(%)		K(%)		Ca(%)		Mg(%)	
		82	83	82	83	82	83	82	83	82	83
A											
施2 用噸 苦/ 土公 石噸 灰	1. 噴檸檬酸0.5% Spray 0.5%citrate	3.43	2.73	0.34	0.35	3.42	3.06	0.42	0.55	0.038	0.118
	2. 根源20噸/公頃 Bark slag 20t/ha	2.87	2.97	0.30	0.37	2.95	3.18	0.43	0.57	0.074	0.128
	3. 堆肥20噸/公頃 Compost 20t/ha	3.22	2.67	0.42	0.41	3.41	3.41	0.44	0.58	0.084	0.139
Dolomite 2t/ha	4. 噴硫酸鈣0.5% Spray 0.5%CaSO <sub>4</sub>	3.11	2.69	0.37	0.35	3.33	3.06	0.45	0.54	0.079	0.127
	5. 不施改良劑 No amendment	3.34	2.80	0.39	0.37	3.50	3.33	0.50	0.58	0.088	0.125
B											
不 施 石 灰 質 材 料 No lime	1. 噴檸檬酸0.5% Spray 0.5%citrate	3.13	2.83	0.31	0.32	3.39	2.87	0.40	0.45	0.067	0.117
	2. 根源20噸/公頃 Bark slag 20t/ha	3.20	2.74	0.37	0.35	3.24	3.33	0.40	0.57	0.068	0.124
	3. 堆肥20噸/公頃 Compost 20t/ha	3.28	2.81	0.37	0.34	3.17	2.80	0.32	0.41	0.07	0.116
	4. 噴硫酸鈣0.5% Spray 0.5%CaSO <sub>4</sub>	3.13	2.84	0.33	0.32	3.37	2.76	0.43	0.36	0.07	0.113
	5. 不施改良劑 No amendment	3.04	2.90	0.32	0.39	3.28	3.44	0.35	0.41	0.065	0.131



表8. 施用苦土石灰對結球白菜(桃亞2號)球葉內葉養分含量之影響

Table 8. Effects of application of dolomite on the nutrient contents of ball leaves of Chinese cabbage

主處理 Main treatment	N(%)		P(%)		K(%)		Ca(%)		Mg(%)	
	82	83	82	83	82	83	82	83	82	83
A 苦土石灰2噸/公頃 Dolomite 2 t/ha	3.18	2.73	0.36	0.37	3.32	3.20	0.44 <sup>a</sup>	0.57 <sup>a</sup>	0.082 <sup>a</sup>	0.127 <sup>a</sup>
B 不施苦土石灰 No dolomite	3.16	2.82	0.34	0.35	3.29	3.04	0.38 <sup>b</sup>	0.44 <sup>b</sup>	0.068 <sup>b</sup>	0.120 <sup>b</sup>

表9. 施用不同改良劑對結球白菜球葉內養分含量的影響

Table 9. Effects of application of different amendments on the nutrient contents of ball leaves of Chinese cabbage

副處理 Subtreatment	N(%)		P(%)		K(%)		Ca(%)		Mg(%)	
	82	83	82	83	82	83	82	83	82	83
1. 噴檸檬酸0.5% Spray 0.5%citrate	3.23	2.78	0.33	0.34	3.41	2.97	0.41	0.50 <sup>ab</sup>	0.075	0.12
2. 根源20噸/公頃 Bark slag 20t/ha	3.03	2.76	0.34	0.37	3.10	3.25	0.41	0.57 <sup>a</sup>	0.071	0.13
3. 堆肥20噸/公頃 Compost 20t/ha	3.25	2.74	0.40	0.38	3.29	3.10	0.38	0.50 <sup>ab</sup>	0.077	0.13
4. 噴硫酸鈣0.5% Spray 0.5%CaSO <sub>4</sub>	3.12	2.63	0.35	0.34	3.35	2.91	0.44	0.45 <sup>b</sup>	0.075	0.12
5. 對照 CK.	3.18	2.85	0.35	0.39	3.39	3.39	0.42	0.50 <sup>ab</sup>	0.076	0.13

註：英文字母不同者表示處理間差異達顯著水準。

Note: The different alphabets indicate significant difference between the treatments according to Duncan's test.

表10. 施用苦土石灰、根源及稻草堆肥對結球白菜產量之影響

Table 10. Effects of application of dolomite, bark slag and straw compost on the yields of Chinese cabbage

主區 Main plot	副區 Sub plot	產量(kg/ha) Yields		主區平均產量(kg/ha) Average yields of main plot		副區平均產量(kg/ha) Average yield of subplot	
		82	83	82	83	82	83
<b>A</b>							
施2 用噸 苦/ 土公 石噸 灰  Dolomite 2 t/ha	1. 噴檸檬酸0.5% Spray 0.5% citrate	26,000(111) <sup>bc</sup>	23,600			24,900 <sup>bc</sup>	24,200
	2. 根源20噸/公頃 Bark slag 20 t/ha	32,500(138) <sup>a</sup>	26,400	28,900 <sup>a</sup>	26,700 <sup>a</sup>	28,100 <sup>a</sup>	27,300
	3. 堆肥20噸/公頃 Compost 20 t/ha	29,000(124) <sup>b</sup>	25,200			25,800 <sup>b</sup>	25,400
	4. 噴硫酸鈣0.5% Spray 0.5% CaSO <sub>4</sub>	33,300(142) <sup>a</sup>	26,600			27,100 <sup>a</sup>	26,300
	5. 不施改良劑 No amendment	23,500(100) <sup>c</sup>	31,800			21,600 <sup>c</sup>	26,000
<b>B</b>							
不 施 石 灰 質 材 料 No lime	1. 噴檸檬酸0.5% Spray 0.5% citrate	23,800(121) <sup>a</sup>	24,800				
	2. 根源20噸/公頃 Bark slag 20 t/ha	23,700(121) <sup>a</sup>	28,200	22,100 <sup>b</sup>	24,960 <sup>a</sup>		
	3. 堆肥20噸/公頃 Compost 20 t/ha	22,500(115) <sup>ab</sup>	25,600				
	4. 噴硫酸鈣0.5% Spray 0.5% CaSO <sub>4</sub>	20,900(107) <sup>b</sup>	26,000				
	5. 不施改良劑 No amendment	19,600(100) <sup>c</sup>	20,200				

註：英文字母不同者表示處理間差異達顯著水準。

Note: The different alphabets indicate significant difference between the treatments according to Duncan's test.

## 參考文獻

1. Aloni, B. 1986. Enhancement of leaf tipburn by restricting roots in Chinese cabbage. *plants. J.of Horticultural Science*. V. 61(4):509-513.
2. Buitelaar, K. 1980. Effects of cultivar, plant age and soil temperature on the yields of Chinese cabbage and the incidence of tipburn. *Glasshouse Crops Research Station, annual report* p.72-73.
3. Buitelaar, K. 1982. Prevention of tipburn in Chinese cabbage by calcium sprays and by insulating the glasshouse with plastic film. *Glasshouse Crops Research Station, annual report* p.73.
4. Buitelaar, K. 1984. Effects of temperature reduction in combination with calcium sprays on the incidence of tipburn. *Glasshouse Crops Research Station, annual report* p.63.
5. Chen, R.W. 1984. Tipburn of cabbage, Chinese cabbage and lettuce. *Harvest* V.34(7):30-31.
6. Chen, Y.W. 1988. A study of tipburn in cabbage and Chinese cabbage. 1. Occurrence of tipburn in seasons and various varieties and its characteristics. *Report of vegetable crops improvement Series No.5*:50-56.
7. Hori, Y., K. Yamasaki, T. Kamihama, and M. Aoki. 1960. Calcium nutrition of vegetable crops. 2. Calcium deficiency symptoms of Chinese cabbage and the effect of the composition and salt concentration of culture solution on its occurrence. *Japanese Society for Hort. Sci., J.* V.79(3) 169-180.
8. Imai, H. 1987. NH<sub>4</sub>-N toxicity and calcium deficiency in tipburn and internal rot in Chinese cabbage. *Food and Fertilizer Technology Center, Technical Bulletin No. 105*[269]. *Technology Center, Technical Bulletin No. 105*[269].
9. Imai, H., C.H. Ma, and D.L. Wu. 1988. Integrated cultural practices to reduce Chinese cabbage tipburn and internal rot in the tropics, *Japanese. Journal of tropical agriculture*. V.32(1):22-34.
10. Imai, H., C.H. Ma, and D.L. Wu. 1988. Effect of time, form and concentration of nitrogen application on Chinese cabbage tipburn. *Japanese. J. of tropical agriculture*. V.32(2):85-94.
11. Kuo, C.G., J.S. Tsay, C.L. Tsai, and R.J. Chen. 1981. Tipburn of Chinese cabbage in relation to calcium nutrition and distribution. *Scientia Horticulturae* V.14:131-138.
12. Osawa, T. 1962. Studies on the sodium chloride injury of vegetable crops in relation to the form of nitrogen supplied and the calcium nutrition in sand culture. *Japanese Society for Horticultural science*, V.31(2): 227-234.
13. Suh, H. D., S.K. Park, and Y.S. Kwon. 1987. Effect of amounts of intervals of irrigation on the yield of hot pepper, radish and Chinese cabbage. *Research Reports of the Rural Development Administration (Hort)*. V. 29(1):24-29.
14. Suh, H. D., S.K. Park, and Y. S. Kwon. 1987. Effect of drought time and period on the growth and yield of Chinese cabbage. *Research Reports of the Rural Development Administration (Hort)*. V.29 (1):30-37.
15. Van Berkel, N. 1984. Tipburn in Chinese cabbage. *Glasshouse Crops. Research Station, annual report* p.34-35.

# Effect of Application of Soil Amendmentson the Growth of Chinese Cabbage (Taoyuan Yiasu No.2)

Chien-Hua Liao

## Summary

The experiments were conducted in the fields of Taoyuan DAIS for studying the effects of application of dolomite, bark slag, compost and citric acid on the growth of Chinese cabbage (Taoyuan-Yiasu No.2) in summer. The results of experiment might be provided the methods of planting Chinese cabbage for farmers.

According to F. C. C, the soil series of experimental farm were all Cha in 1993 and 1994. The soil properties before experiment in 1993 were pH 5.4, O.M. 3.6%, E.C. 0.52 dS/m<sup>25</sup> °C and the contents of available P, K, Ca, Mg were 17, 142, 1580, 222 mg/kg, respectively. In 1994's experimental farm, the soil properties were pH 5.4, O.M. 2.7%, E.C. 0.85 dS/m<sup>25</sup> °C, and the contents of available P, K, Ca, Mg were 36, 103, 767, 125 mg/kg, respectively. Application of dolomite with 2 tons/ha obviously increased the available Ca and Mg contents of soil, and significantly increased the Ca and Mg contents of ball leaves of Chinese cabbage. Application of bark slag or compost could increased the soil organic matter content.

After application of dolomint with 2 tons/ha, and bark slag or compost with 20 tons /ha, or spraying 0.5% citric acid or 0.5% calcium sulfate, showed significantly in increase of Chinese cabbage yield for 7 to 42% higher than that without application treatment in 1993's experiment.

In 1994's experiment, application of single material showed able to increase the yields of Chinese cabbage, but were not significantly different among the treatments.

**Key words:** Soil amendment, Chinese cabbage.