根莖作物之施肥

黃山內
花蓮區農業改良場

摘　要

甘藷、馬鈴薯及樹薯爲台灣重要之根莖作物，其地下塊莖(或根)之肥大現象是由於地上部行光合作用所生之碳水化合物，扣除供給本身維持生命所需之消耗後貯蓄而成，故欲提高塊莖(或根)產量，在生育初期或前期應促進莖蔓發育，中期維持莖蔓同化機能之旺盛，後期則促進地下塊莖(或根)之肥大。故此類作物之施肥方法，旨以配合達成生理週期完全發揮而達最大生產目的。

台灣地區甘藷之施肥量，每公頃氮素用量在30～80公斤，磷酐30～40公斤，氧化鉀120～180公斤，强酸性土壤應施用石灰 2,000公斤，以補鈣鎂之不足。葉片診斷可作爲追施鉀肥之參考。樹薯之施肥量，每公頃爲氮素90公斤，氧化鉀90～120公斤，磷酐75公斤。馬鈴薯在每公頃施用堆肥15公噸下，其化學肥料施用量氮素150～225公斤，磷酐150～200公斤，氧化鉀240～260公斤，其施用法在本文中介紹。

(關鍵詞：甘藷、樹薯、馬鈴薯)

前　言

台灣地區位處亞熱帶及熱帶氣候圈內，陽光充足，冬季短而夏季長，雨量充沛　，甚適合於農作物之栽培生長，然而，土壤受氣候因子之影響，無機礦物及有機質之崩解及分解相當的快速，淋洗劇烈，天然土壤肥力偏低，施用肥料以補充土壤中植物養分，供給作物生長吸收，爲發揮品種潛在特性，提高產量及增進品質最有效之措施。

根莖作物包括甘藷、馬鈴薯、樹薯、食用美人蕉等過去爲台灣重要之澱粉兼飼料作物，種植面積總計高達30萬餘公頃之多，隨著社會經濟之發達，國際貿易之蓬勃，以及國民生活習慣之改變，栽培面積逐年下降，目前八十年栽培面積較大的甘藷僅爲11,751公頃，主要用途則轉爲食用，含有纖維素量高，有益於胃腸健康之維護。

根莖作物之主要生理，塊根肥大現象是由於同化作用所生之碳水化合物，供給本身維持生命所需消耗後貯蓄而成。故欲提高塊根產量及品質，在生育初期或前期應促進莖蔓發育，到中期由莖蔓促進同化機能之旺盛，後期應抑制莖蔓發育，使過剩之碳水化合物貯藏於根部肥大。因此，植物養分之供給及施肥補充，仍以配合達成生理週期完全發揮最大生產量爲目標。

內　　容

一、甘藷施肥法

根據分析結果，每公頃生產22500公斤塊根時，甘藷自土壤中吸收氮(N)98公斤，磷(P_2O_5)49公斤，鉀(K_2O)152公斤，如考慮一般作物之養分吸收率僅約30%，台灣地區土壤中含有氮磷鉀三要素之量，顯未能滿足需要，故適當的配合施肥，以提供生育需要，確有必要。

1.氮肥

氮素可促進甘藷地上部生長，相當的明顯，氮素供應充足時，葉色寬大濃綠。適量的氮素，可增進塊根產量，但單獨施用多量氮肥，而不配合施用磷鉀肥，尤其是鉀肥，則易引起氮素過多，致使地上部莖葉徒長，降低光合作用及澱粉之生成率，塊根產量因而減低。然而氮素不足時，植株生長受阻，葉片狹小，葉色呈淺綠或黃綠色，塊根產量也不能達到預期水準。

目前台灣常用之氮肥有硫酸銨，尿素及硝酸銨鈣，根據本省以往之試驗結果，各種氮肥種類間之肥效差異並不明顯，因此，可選擇氮素價格較廉者，減低施用氮肥成本爲原則。

台灣地區甘藷之經濟施用氮量，每公頃氮素用量在30－80公斤之間，其用量之增減視栽培期作，栽培條件及土壤性質的差異而定。春夏作之甘藷，因栽培生長期間之溫度高、雨量多，土壤水分充足，土壤有機物受微生物活耀之作用分解，提供較多之土壤有效氮素，因此，施用氮肥量可酌予減少。這種情形，特別發生於土壤有機物含量高之土壤或施用多量有機肥料，甚至可免施化學氮肥即可供給甘藷生長需要。如不注意而按一般施氮量施用，則可能引起氮素過多，蔓葉互相蔭蔽，葉面光度不足，降低光合成效率，反而引起塊根之產量低降。相對的，秋作包括一期糊仔作，甘藷栽植後氣溫逐漸低降，土壤微生物活動性較弱，雨量少，土壤有機物分解緩慢，提供氮素有限，爲促進初期莖蔓生長，以供後期塊根肥大，則可較一般量斟酌予以增施。總之，氮素肥料之施用量，係以根據前期作施氮量，土壤有機物含量，栽植時期，以及生育期間葉色的變化與地上部葉蔓生長情形，予以斟酌增減。

依照過去試驗結果，台灣地區甘藷之推荐施氮量，春夏作爲每公頃氮素30－80公斤，一期糊作或秋作則爲40－80公斤。

肥料之施用法包括施用時期與施肥位置均會影響施肥效應。尤其氮肥是一種移動性非常快的肥料，如果施用法不當，則易流失。氮肥流失之情形，又易發生在台灣地區高溫多雨之中粗質地適合栽植甘藷之土壤。按過去之試驗結果，甘藷之氮肥施用時，以基肥及插植後30天培土時各50%，施用於畦溝深10公分，畦旁15公分之效果最佳。適當的氮肥，可維持中等地上部莖蔓之生長，進而獲得塊根之形成，以及塊根之肥大。

2.磷肥

磷肥能促進甘藷初期根部發育，增加每個塊根之平均重量，以及甘藷葉片及塊根之色澤

，增進食味。其吸收與土壤溫度有關，磷32同位素試驗，土壤溫度10℃至40℃間，葉片中磷之吸收量隨溫度增加，葉色深度與增，而最適的氣溫爲30℃，較高的土壤溫度有益於磷的移轉及累積。

台灣地區最常使用的磷肥爲過磷酸鈣，一般土壤每公頃可施用磷酐(P_2O_5)30～40公斤。土壤有效性磷特別低者，或者是土壤酸性强(PH低於5.5者)，含有高量游離鋁、鐵、錳離子與其氧化物者，對於磷肥之固定能力特別强，應酌增施之。

磷肥之在土壤中之移動性最慢，又易被固定，一般以一次當基肥條施以減少被土壤固定，提高肥效。

3.鉀肥

鉀素可提高甘藷葉片中光合成率，增加碳水化合物之形成，且能促進光合成產物之轉移於塊根中儲存，鉀肥施用供給充足時，塊根肥大，直徑略增，品質提高，亦即澱粉含有率提高，糖分增加，食味甘美。甘藷植株吸收鉀與塊根肥大生長有非常密切的關係，甘藷塊根產量，依據國外試驗結果隨鉀肥施用量提高，其鉀之用量高達K_2O 480磅／英畝。鉀量高時，大藷之比率增加。土壤中鉀是否充足，可由土壤速測值決定，土壤交換性鉀之臨界濃度爲70ppm(風乾土)，欲獲得高產則必須維持在80 ppm 。又因鉀之吸收受土壤中其他陽離離子如鈣、鎂之影響，因此，鉀肥之施肥推荐量，於非石灰性與石灰性土壤中顯有差異(表一)，於前者土壤中，交換性鉀低於40ppm時，推荐施鉀量爲K_2O 180 kg/ha，60－80ppm時90kg/ha，而於後者土壤中，交換性鉀雖同樣時60－80ppm，但應再視鉀之飽和度而定，如鉀之飽和度1.5%時，推荐施鉀量120－130kg/ha，2.5%時則推荐90kg/ha。又鉀在土壤密度高，通氣性差，土壤水分不適當時之吸收率差，可酌增施。反之，土壤通氣好，排水及保水、保肥性佳，則可酌減施。鉀肥之施用可分基肥及追肥二次施用，如果因氮素過多，田間莖蔓生長過茂，亦可以鉀肥溶液灌施。台灣地區鉀肥有氯化鉀與硫酸鉀兩種，兩者對塊根產量效應差異不明顯。因此，可以鉀素價格予以考量選擇施用。

4.鈣與鎂肥

土壤酸鹼度在pH3.5至3.7那麼低之土壤，即土壤酸性很强時，甘藷會發生缺鈣及鎂之可能，塊根產量低落，施用石灰資材提高pH至5.5，則明顯的增加塊根數及產量。新竹縣竹南鎮崎頂之酸性土壤試驗結果，施用矽酸爐渣或石灰2,000公斤／公頃，對甘藷塊根產量有明顯的增加(表二)。

甘藷葉片如有缺鎂徵狀，則可建議施用硫酸鎂200-400kg/ha或白雲石灰每公頃1,000-2,000 公斤。

5.有機質肥料

有機質肥料之功效包括供給植物養份，改善土壤理化性，增進土壤中植物養份有效性，以及提供土壤微生物生活能源及棲息場所。但由於其本身含有植物養分之量低，且均需經微生物分解後方可釋放，也就是其效性遲緩，再者，其供給養分比例與甘藷所需比例並不見得一樣，故單施有機質肥料，往往不易完全供甘藷生長吸收需要。譬如，每10公噸堆肥中，含

有氮素50公斤，磷酐20公斤，氧化鉀50公斤，如不配合施用化學肥料鉀肥，則有鉀素不足之虞。堆肥施用量過多，可導致氮素過多，莖蔓過茂，藷形變劣，產品品質低降。但施用堆肥，卻有改善土壤理化性質之功效，增進土壤團粒結構，土壤疏鬆後其通氣性、排水及保水、保肥性佳，甘藷產量及品質也得隨之提升。因此，有機質肥料配合合理而充足的施用化學肥料，是施肥之基本原則，而不能單單施用有機質肥料而期待獲得高產且品質優之塊根。

6.葉片營養要素診斷

各種作物於生育期間，其葉片中各營養要素含量均保持一定之缺乏臨界濃度，如果某一要素低於此臨界濃度，則發育與產量均受影響，因此，葉片營養要素分析，瞭解各要素含量之臨界濃度，可採用作爲施用追肥之參考。然而，各要素臨界濃度因生長季節、品種、葉齡、著生部位、栽培密度及土壤因子而變化頗大，此方面之研究在台灣地區甚少，有待努力建立。由於鉀素對甘藷之塊根產量關係密切，鉀肥研究社曾於民國53/55 年研究，結果顯示，以秋植台農新31號言，於生育中期(插植後30－100天間)，如採用自甘藷先端數起之全展葉第五葉(包括葉柄)而言，其葉片鉀含量3.5%爲臨界濃度，在此含量以下即爲缺鉀，灌施鉀肥可獲得增產。此一結果再經討論，略爲修正，其臨界濃度爲2.9%，并已在農林廳編印施肥手冊說明，供爲施肥管理之依據。

表一、土壤鉀含量與鉀肥推荐施用量

1.非石灰性沖積土

表土中交換性鉀 (K)*		鉀 肥 推 薦 量 (公斤／公頃)			
ppm	公斤／公頃	不施堆肥時		施用5-10 噸／公頃	
		氧化鉀 (K_2O)	氯化鉀	氧化鉀 (K_2O)	氯化鉀
＜ 40	＜ 90	180-240	300-400	120-180	200-300
40 - 60	90 - 130	180	300	120	200
60 - 80	130 - 180	90-180	150-300	60-120	100-200

*：以中性醋酸銨抽出者倘欲以K_2O表示，應乘以1.2。

2.石灰性沖積土

表土鉀離子飽和度 (%)	鉀 肥 推 薦 量 (公斤／公頃)	
	氧化鉀 (K_2O)	氯化鉀
＜ 1.5	120-180	200-300
1.5 - 2.5	90-120	150-200
＞ 2.5	＜ 90	＜ 150

*：此係在施用堆肥情形下(5噸／公頃)推薦量，如在不施堆肥情形，則應酌量提高鉀肥施用量。

表二、强酸土壤施用石灰資材對甘藷生育之影響

處　理	鮮莖葉產量 kg/ha	製簽率 %	塊根面分（%）			塊根產量 kg/ha
			小藷 <300g	中藷 300-600g	大藷 >600g	
對　照	7147	28.1	43.0	45.0	11.7	14122(100)
石　灰	7208	27.5	43.9	40.2	15.7	16333(116)
白雲石	7665	28.5	41.2	40.7	18.1	17796(136)
爐　渣	7866	28.2	40.0	38.9	20.5	18833(133)
堆　肥	7838	27.6	39.0	40.0	21.0	19315(137)

資料來源:戴堯城、陳釗和，1992。

二、樹薯施肥法

樹薯是一種耐土壤酸性之作物，爲熱亞熱帶地區重要之澱粉、食用及飼料作物，台灣地區歷年來栽培最大面積曾達 2 萬餘公頃，供味精工業製造味麩酸、酒精製酒原料以及作爲飼料之用。

樹薯之栽培雖以粘土至砂土均可，但以深厚疏鬆，富有機質與養分之土壤最佳。土壤排水不良，塊根易腐爛而生育不良，土壤水分過低，有礙塊根發育，且易早期木質化，澱粉量少。

當土壤肥沃而生長正常時，樹薯可後土壤中吸收大量之植物養分。樹薯生長需要大量鉀肥，因此，產量常受土壤鉀素缺乏之限制。依照最低要素需要量律，如因土壤鉀供應不多，就是施用多的氮與磷，也不能提高樹薯塊根產量。再者過量施氮肥，亦可能使莖株不正常生長，競爭消耗根與塊根之生長所需養分，同時導致氰化糖甘類有害物含量之增加，對品質有不良影響。

精確的施肥推荐取決於土壤肥力、前作施肥情形、作物品種、栽種密度等因子，土壤中交換性鉀低於0.06%時,鉀施用推荐量爲K_2O 90～120Kg／ha，台灣地區之施肥一般推荐量N－P_2O_5－K_2O爲90－75－180Kg／ha，分於植後 1 ～ 2 個月70%與 2 ～ 3 個月30%二次追肥施用，可以條施或穴施植株旁爲原則。

三、馬鈴薯施肥法

隨著西洋文明之介入，國民生活習慣隨之改變，馬鈴薯消耗量激增，目前本省之栽培面積約爲2000餘公頃。

馬鈴薯之生長習性與其他根莖作物大同小異。馬鈴薯之施肥，經由台中區農業改良場王錦堂在台中縣后里，石岡試驗已獲具體結果。三要素之推荐量在每頃施用堆肥15公噸情況下，氮素爲150～225公斤，磷酐150～200公斤氧化鉀240～260公斤。其施用法在壤土或砂質壤土農田，氮肥三分之一及磷肥、鉀肥與堆肥全量當基肥，於馬鈴薯種植時施於溝畦中間下10

公分，剩餘三分之二氮肥則分二次於發芽後每隔15天施用一次。施用畦中間淺溝拌入，以減少損失，提高肥料吸收效率。

有關馬鈴薯之施肥管理資料，國外文獻甚多，應用土壤與葉片包括葉柄，分析診斷土壤肥力及植體各生長期營養狀況，作爲施肥推荐之參考，已相當的普遍，有待借鏡。

結　論

根莖作物尚有薯蕷（美人蕉）、山藥等，其在台灣地區之土壤管理及施肥試驗相當的少，但其生理特性與上述根莖作物相似，種植時宜選擇排水性良好，土壤肥力中等之壤土或砂質壤土，配合生長時期，補充土壤中植物養分不足，控制土壤濕度，則可獲得高度生產量及優良品質。

應用土壤速測，時解土壤肥力狀況，再參考前作輪作施肥情形及預定栽培之氣候，由上述之考量及預定產量目標，訂定施肥量及施肥法（包括施肥時期及施肥位置），生長期間則觀察植株之生長形態、葉色，并採取植體樣本，分析各主要生長期營養元素含量，診斷其充足或缺乏，再作進一步施肥調整，相信可獲滿意且穩定之生產結果。

參考文獻

1. 王洪範、馬蔭春。1963。台灣樹薯品種與栽培技術。科學農業 11：237-250。
2. 李良。1989。甘藷形態和生理性狀與塊根產量間之關係。 中華農學會報新147：10-25。
3. 李良。1988。台灣甘藷產業之現況及展望。科學農業 36：255-264。
4. 作物施肥手冊。1987。指導員手冊 181A- 土肥 7。行政院農業委員會及台灣省農林廳編印。

Root Crop Yield Improvement, Processing and Utilization : 163~169 (1994)

The Fertilization of Root Crops in Taiwan

Shan Ney Huang
Hualien District Agricultural Improvement Station
Chi-an, Hualien, Taiwan
Republic of China

ABSTRACT

Sweet potato, Irish Potato and Cassava are the three main root crops in Taiwan. The enlargement and dry matter accumulation of roots or tubers depend solely on the net photosynthetic production by the above-ground portion of the plants. In view of the physiological characteristics of the plant at various developmental phases, how to accelerate the early-stage growth, maintain a vigorous mid-stage vegetative development, and enhance the late-stage root or tuber growth is essential to the increase of economic yield. The principle of fertilizer application is to supply the need of plant nutrients at various growth stages. The average rates of fertilizer for sweet potato production in Taiwan are 30-80 kg N/ha, 30-40 kg P_2O_5/ha, and 120-180 kg K_2O/ha. In strongly acidic soils, the application of 2,000 kg/ha, of calcium carbonate is recommended. Plant leaf diagnoses is useful to determine the potash application at mid-growth stage. For cassava the fertilization of N-P_2O_5-K_2O = 90-75-90 kg/ha is generally used. The recommended fertilization rates for Irish potato, are 150~225 kg N/ha, 150~200 kg P_2O_5/ha, and 240~260kg K_2O/ha in addition to 15 t/ha of compost.

(Key works : Sweet potato, Irish potato, cassava, fertilization.)