農藝作者

芋的氮肥需求

◎農試所農藝系　魏夢麗　呂秀英

芋屬天南星科(*Araceae*) 多年生草本植物，為熱帶地區的重要根莖作物，除供主食與副食外，在本省為夏季重要的蔬菜，並可當製粉、加工食品、動物飼料及工業用途。芋品種依栽培環境不同，可分為旱芋及水芋兩類，水芋栽培是本省目前種植面積最多的一種栽培方式，長久以來農民幾乎均採用檳榔心芋品種為主，本省田間栽培多建議採以每公頃氮素總用量約在1000公斤左右(或更多)施重肥下進行管理。施以如此多的氮肥，是否必要？至今國內相關研究仍相當缺乏，因此我們很難進行正確的評估。不過，從目前所搜集到的國外研究報告所獲結果，仍值得供作本省芋栽培參考用。

如何測定芋的氮素需要量

分析土壤及植株組織的含氮量，可作為決定芋氮素需要量的指標。但是哪一種分析方法比較有效，則端視栽培方式而定。水芋栽培下氮素會經由滲漏及脫氮作用而流失，因此利用土壤氮素含量來測定氮素利用性並不可靠，利用組織分析或許可行，但有關這方面的研究報告甚少。旱芋栽培則可以利用分析土壤含氮量，再配合氮肥試驗以估算出氮素需要量。

葉柄的氮素含量，最常用來表示出作物植株的氮素狀態。一般而言，葉柄氮素含量會隨著植株生長及氮肥施用量而改變。芋葉柄氮素含量與氮肥用量間的關係，除生長期外，還受到栽培方式的影響。如圖一顯示，在移植後第90天旱芋的葉柄氮素含量和氮肥量之間呈直線正相關關係，但增施氮肥對水芋葉柄氮含量則影響有限；移植後第180天，旱芋及水芋的葉柄氮含量均隨氮肥增加而提高。由此結果推論，在移植後第90及180天時芋的葉柄氮含量，應該可以作為水芋及旱芋氮素狀態之指標。

氮肥用量對芋植株生長之影響

芋為一具有大葉面積的根莖作物且常是超過球莖生長所需，這些過大的葉面積常造成下位葉因遮蔭而低於光補償點，導致淨同化及球莖生長速率降低。許多報告指出高氮肥常形成葉面積過度生長，但究竟多少氮肥才是葉面積生長所需？在印度，由每公頃分別施用40、80、120公斤的氮肥田間試驗指出，在移植後第90天所有的氮素都蓄積於芋地上部，且每公頃分別累積20、28、30公斤的氮素；而移植後120天芋地上部含60-65%氮素，每公頃分別累積25、38、39公斤的氮素。而在夏威夷，水芋在氮肥每公頃施用量不超過280公斤之情況下，移植後第90天其地上部的

累積氮素均少於100公斤；旱芋則無論施用多少氮肥，其地上部的累積氮素也絕不會超過100公斤。由此明顯可知，即使在施以最適量的氮肥下，事實上僅有相當少量氮素供為芋植冠的生長。由目前各種報告顯示，芋球莖在收穫期所累積的氮素亦是相當少量，無論球莖產量多寡，每公頃累積氮素量均低於50公斤，但是球莖產量和氮素總吸收量間的關係不一定存在，因為不同生長環境存在有高度的變異性。由於有關芋植株在整個生長期間氮素吸收量變化的資料，至今尚十分缺乏，因此我們很難正確評估芋植株的氮素吸收量。但根據試驗結果顯示，不包括生長期枯萎葉片及其它腐壞組織所損失之氮素含量，僅就收穫期球莖所吸收氮素量而言，芋植株對氮素需求量並不高，假設芋在收穫時的氮含量約佔全生育期總含氮量的一半，則每公頃氮素需要量約在40-60公斤之間，且不超過每公頃100公斤。

氮肥對芋乾物質生產及分配之影響

在最適量氮肥栽培下，芋植株之生長期可區分為 (1)生長初期（移植後第1~2個月）(2)地上部生長旺盛期（移植後第2~5個月）(3)球莖快速膨大期（移植後第5~7個月）(4)收穫期（移植後第7個月或更長時間）。其中第三階段生育期為乾物質生產最快速時期，其中乾物質以極大比例轉移分配至球莖。利用分配係數（partitioning coefficient ,PC)可測定根莖作物之乾物質分配至可食用部位的比例，即根莖生長速率與植株生長速率之比。在最適量氮肥下，芋在移植後第90天之生長初期的分配係數大約為0.40，隨著球莖生長膨大，其分配係數增大，但是分配係數也隨著氮肥用量增加而降低，尤其是旱芋。氮肥用量對水芋分配係數之影響則較小，無論施用多少氮肥，其分配係數均低於0.4（圖二）。由此顯示，芋乾物質分配型式因氮肥施用量不同而有所差異，即在缺氮肥時地上部生長變差而影響球莖的生長，在高氮肥時乾物質則最先蓄積於植株地上部，造成葉面積過度生長而影響乾物分配至球莖。再者，水芋及旱芋的乾物質分配型式有極大差異，旱芋在最適氮肥施用量下有極高比率的乾物質分配至球莖，但在高氮肥下此分配係數卻急遽下降；水芋的乾物質分配係數在不同的氮肥施用量下則相當低且表現穩定。

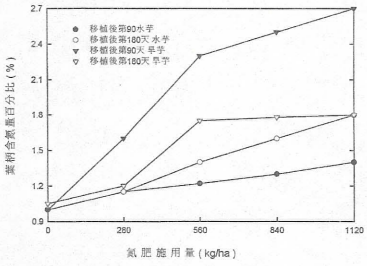
芋之最適氮肥推薦量

為抵消濕水狀態下所流失的部份氮肥，通常會建議水芋施以高氮肥用量。本所進行水芋栽培試驗是以每公頃700公斤氮肥量，平均分為七等分，分於移植時及移植後每隔一個月施用一次。在夏威夷對旱芋亦有高氮肥的推薦量，即在種植時施用每公頃88公斤氮肥，於移植後第90-180天內再施以每公頃44公斤氮肥。其他也有推薦在種植前施用每公頃146公斤氮肥，以及在移植後第60、120、180天施用每公頃78公斤氮肥。顯然，此處旱芋所施用的

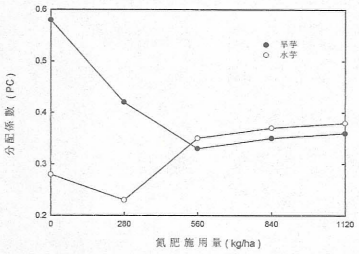
氮肥量遠超過其實際需求量。在適宜的生長環境中，芋可具有較大的葉面積，並在球莖累積多量的乾物質，而為了維持高產，作物則需要施用大量的氮肥。然而，施用過量的氮肥雖有利於芋之地上部的生長，但同時也降低了球莖所累積的同化產物分配比率。但是究竟多少才是最適當的氮肥推薦量？由表一所示，在適量氮肥下可提高旱芋產量，但若超每公頃120公斤，過量氮肥則反而導致地上部生長旺盛而降低球莖產量。根據前人研究成果顯示，95%的旱芋肥料試驗在施以每公頃100公斤氮肥下可達到最高產量。

芋之氮肥需求的未來研究課題

雖然氮素對芋之植株生長及產量扮演著關鍵性角色，但有關這方面的知識及資訊至今仍不完整。在旱芋方面，已有證據顯示氮肥用量在每公頃100-120公斤可獲得最大產量。至於水芋，尚未有明確的結論，因此有關芋之氮肥需求的研究課題，應針對以下課題進行研究：(1)瞭解施用氮肥後土壤中的氮素代謝途徑，(2)證明湛水狀態下需施用高氮肥以彌補流失氮素的必要性，(3)確認施以過量的氮肥對芋植株發育的不良反應。冀望不久之將來,有更多學者專家投入這方面的研究工作,以有利於本省芋作物之產業發展。



圖一、不同氮肥施用量對芋之葉柄含氮量的影響



圖二、芋在移植後第90天不同氮肥用量下分配係數之變化

表一、旱芋不同氮肥用量之產量比較

地區	氮肥施用量(Kg/ha)	球莖產量 (Mg/ha)
印度 Vellayani	40	7.6
	80	9.5
	120	9.2
印度 Kerala	0	4.3
	20	5.2
	40	6.1
	60	6.4
印度 Kerala	40	14.8
	80	17.2
	120	17.6
印度 Trivandrum	120	26.5
奈及利亞 Umudike	0	5.0
	40	14.0
	80	11.0
夏威夷 Kauai	0	9.8
	280	20.6
	560	25.5
	1120	16.7
菲律賓 Visaya	0	18.8
	30	28.5
	60	35.4