**鉀肥肥效增進之對策**

郭雅紋

**摘 要**

鉀為植物養分吸收量僅次於氮者，其雖廣泛分布於地殼，然土壤中大部分的鉀乃存於礦物構造中而無法即時為植物利用，滿足其生長需求。

鉀肥施用後能為當季作物吸收利用僅20-40%，而以淋洗、表面沖蝕及固定為其主要損失途徑。因此，若能提高植物吸收養分的能力、降低非交換性鉀量以及淋洗、沖蝕之損失，可增加鉀肥施用之肥效。

提高肥效的關鍵首重正確施肥觀念之落實，「適地、適作、適時、適量、適法」為其中心思想。調整施肥較選用新型肥料更顯經濟。土壤水分含量左右鉀在土體的行為。在水分缺乏的情況下，鉀的擴散作用受阻，縱然施用鉀肥，鉀能被植物吸收者仍甚低，故施肥前宜濕潤土壤。據土壤性質並配合植物生育需求決定鉀肥施用量，將鉀肥於栽培過程分次施用，除減少損失，亦可避免土壤酸化間接引起的鋁或氯毒害。施肥位置一般依植物根系分布情形決定，鉀肥因易溶於水，施肥位置不宜太近種子或根，否則易對植物產生肥傷。施肥後，必須覆土，此小動作的改變可大大降低肥料損失量。另，施用石灰資材改良酸性土壤亦可降低鉀肥淋洗量。植物根系主宰養分吸收，改善不利根系生長的土壤環境可促進鉀被利用，打破不透水層、改善土壤壓實等皆可促進根部伸展。

**內 容**

土壤鉀可分成難利用型態、緩利用型態及易利用型態，型態間並無真正界線，三種型態鉀在土壤系統呈一動態平衡，任一型態之增減均會影響其他型態之變化，進而改變鉀的有效性。難利用型態鉀亦稱為礦物鉀，佔土壤全鉀量的90-98%，主要存於含鉀之長石類及雲母類原生礦物中，以共價鍵結存在礦物晶格而成礦物性鉀。土壤中含鉀礦物的多寡關係土壤本身的鉀供應能力，不同母質與不同風化程度之土壤其鉀供應能力會有所不同，若有多量含鉀礦物則鉀量高，反之則低。土壤肥力高低與施肥效果有明顯關係，肥力低時施肥效果明顯。緩利用性鉀佔土壤全鉀之1-10%，包括固定在層狀粘土礦物(如風化的雲母、伊萊石及蛭石)層間或非結晶礦物之孔道中。易利用型態鉀包括以離子態存於土壤溶液中的溶液鉀和吸附在膠體表面之交換性鉀，此型態佔全鉀之1-2%。土壤溶液中鉀的濃度是控制鉀將被粘土礦物固定或釋放的因子，當交換性鉀、溶液鉀濃度降至甚低時，非交換性鉀即會從粘土礦物層間釋出；鉀肥施入土壤，鉀離子進入土壤溶液時，部分鉀會被吸附至粘土礦物邊緣而成交換態，破壞了交換性及非交換性鉀之平衡，於是多餘的鉀將會進入層狀矽酸鹽礦物之層間而被固定或淋洗損失。粘土礦物的種類和含量是導致鉀固定能力差異的因素，其中雲母、伊萊石及蛭石具有較大之鉀固定容量。土壤固定鉀之能力強弱，深深影響鉀肥的回收率及土壤鉀供應能力。固定能力強者，在相同施肥量下，植物短時間可吸收的鉀量較低，唯土壤固定作用對減少鉀的流失存有貢獻。

土壤化育環境與發育時間影響土壤膠體吸附位置上之離子種類。當吸附位置多為高價離子固持時，鉀離子未能與其競爭交換位置而損失。鉀在土體中的運移主要是以擴散方式移動至根的表面，再由根部吸收，擴散行為深受土壤水分含量影響。在乾旱土壤施肥，土壤水分變成最大限制因子。水分含量除影響鉀在土層之移動，水亦為植物生長必需，左右植物根系與地上部生育，進而影響植物對鉀之吸收程度。土壤水分含量與土壤空氣量互為消長，與土壤壓實程度相關。植物吸收養分所需之能量依賴呼吸作用提供，若土壤壓實或存有不透水層，土壤排水不良，土壤通氣性不足，根部呼吸作用所需之氧氣即缺乏，此時養分吸收受阻，縱然施入鉀肥，能被植物吸收者仍甚低。

茲就易發生施肥效果不彰之環境與提高肥效之對策簡述如下：

**容易發生低鉀回收率的環境：**鉀肥施用後能為當季作物吸收利用僅20-40%，而以淋洗、表面沖蝕及固定為其主要損失途徑，損失的程度視土壤而異。淋失量在低CEC之粗質地土壤及高風化之酸性土壤為大量，而富含2:1型粘土礦物之土壤則是以鉀的固定為主要損失機制。

1. 陽離子交換容量(CEC)低之砂質土壤。陽離子交換容量的高低反應土壤固持陽離子量的多寡，其大小決定於粘土礦物的種類、含量及有機質量。一般而言，CEC愈大者固持鉀離子之能力愈高。CEC低之粗質地土壤，土壤溶液中多餘的鉀將易於淋洗損失。
2. 強風化的酸性土壤。高溫多溼環境下發育之土壤，其土壤膠體上之交換位置多為鋁和氫離子，鉀肥施入後，鉀離子無法與鋁和氫離子競爭交換位置而損失。
3. 坡度陡且表土沖蝕嚴重的地區。當沖蝕發生時，土壤粒子運移使土壤有效性鉀量降低，且肥料亦隨雨水沖刷流失。
4. 乾旱或水分含量低的土壤。鉀在土層之移動主要靠擴散作用，鉀離子經土壤粒子之水膜移往植物根表面以供植物吸收。在水分含量低的土壤由於鉀在土壤的擴散作用受阻，限制了鉀移動至根表面的量和速度，能被植物吸收之量甚低。
5. 排水不良或淹水土壤。植物根部吸收鉀的能力受土壤氧氣濃度影響。當土壤水分過高，土壤通氣性和氧氣濃度將降低，進而抑制根的活性及養分的吸收能力，以致施入的鉀能為植物吸收利用的比率相對減少。
6. 不適宜之鉀肥管理。過量的肥料施用不但增加鉀被固定之機會，同時降低土壤酸鹼度，易發生鋁和氯之毒害，而降低植物根系吸收鉀的能力。

**增進鉀肥肥效的對策：**

1. 減少鉀肥淋失、鉀固定及表面沖蝕。
2. 施用石灰資材以改良酸性土壤。石灰施用可增進土壤的陽離子交換容量和增加土壤膠體上所固持之鈣離子量。鉀離子置換鈣離子之能力較置換氫和鋁離子強，是故，鉀肥施入土壤後能被土壤所固持的量將略為增加，降低淋洗損失的量。
3. 配合植物生長需求採分施方式施用肥料，切勿一次大量施肥。如此除可減少淋失量外，亦可避免引起鋁和氯之毒害。
4. 採用敷蓋或覆蓋方式將植物殘體留至土面上。此方法可降低淋洗強度，保護表土，減少鉀肥隨表面逕流及表土沖蝕損失。另可用以調節土壤溫度及土壤水分，而促進鉀的移動。
5. 改善不利根系發育的環境。

土壤分析的意義在於檢驗土壤環境是否適宜根的生長、活動，即土壤是否充分提供植物生長發育的條件。土壤之酸鹼值、電導度值、壓實、排水、通氣、養分狀態等因子和植物生育大有相關。

壓實和犁底層會限制植物根系的發展，植物根系橫向及向下伸展能增加水分和鉀的吸收機會，因此打破犁底層及改善土壤壓實狀況可改善不利根系伸展的土壤環境，促進鉀被吸收利用。土壤水分亦為影響植物根部吸收鉀能力之因子，水分不適當(過多或不足)，將抑制根部活性，導致施入的鉀能為植物吸收利用的比率降低，可利用草生栽培維持適當之土壤水分增進鉀肥的利用率。

**結 語**

事實上，土壤並不是唯一影響施肥量的因素。氣候和栽培環境的天然和人為條件變化，都可以改變施肥量。全球氣候變化，極端天氣發生頻率增加，有效發揮肥料之功效，減少肥料的損失是求作物高產和品質提升的方法，藉改變施肥方式和改善土壤環境可使肥料發揮最大效益。

**參考文獻**

1. 林永鴻、洪崑煌 1999 台灣農地土壤鉀的交換特性 土壤與環境 2(3):227-234。
2. 陳仁炫、洪建民 1999 台灣主要耕地土壤之鉀釋出特性之研究 土壤與環境 2(3):235-249。
3. 顏正中 1996 本省主要土類土壤鉀有效性之評估 國立中興大學土壤環境科學研究所 碩士論文。
4. 蘇楠榮 1965 你的土地，到底需要多少鉀肥 豐年 15(16):18-23。
5. Brady, N. C. and R. R. Weil. 2002. Soil phosphorus and potassium. In: Brady, N. C. and R. R. Weil. (Eds.), The nature and properties of soils. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, pp. 593-637.
6. Brouder, S. M. and J. J. Volenec. 2008. Impact of climate change on crop nutrient and water use efficiencies. Physiol. Plant. 133:705-724.
7. Öborn, I., Y. Andrist-Range, M. Askekaard, C.A. Grant, C.A. Watson and A.C. Edwards. 2005. Critical aspects of potassium management in agricultural systems. Soil Use and Management 21:102-112.
8. Simonsson, M., S. Andersson, Y. Andrist-Rangel, S. Hillier, L. Mattsson, I. Öborn. 2007. Potassium release and fixation as a function of fertilizer application rate and soil parent material. Geoderma 140:188–198.