

控制型肥料的製作及應用

文／圖 林晉卿、黃山內、黃瑞彰、林經偉

一般而言，欲提高肥料利用率的方法與途徑主要有下列四種：一、利用分子生物學技術，選育具有營養要素吸收利用高效型的作物品種。二、合理分配肥料和改進施肥技術。三、充分發揮農地養分再循環作用，提高有機肥利用率。四、對肥料本身進行改良，研發更適應作物生長需求的新型肥料。其中，肥料改良，開發緩釋／控制肥料為最快捷方便、最能從根本上解決肥料損失問題的有效措施。由於傳統可溶性化學肥料的養分釋放速率，與植物吸收養分速率經常不一致，這是造成化肥利用率偏低的主要原因之一。藉由控制肥料中養分的釋放速度，使之儘可能的與作物的吸收速率相吻合，以達到減少肥料損失，提高作物養分利用率，儘量降低因施肥引起的環境污染，並根據需求，發展可增加殺蟲、除草等功能的新劑型化學肥料。

為了使肥料養分釋放速率與植物養分吸收速率儘量吻合，早在20世紀初農業化學家就已經提出了緩釋肥料的概念，但直到1955年，微溶性甲醛縮合尿素（UF）商品化合成後，緩釋肥料才真正用於農業生產。隨後1961年美國研製出硫裹尿素，如今經過近半個世紀的發展，緩釋肥料已經多樣化。

緩釋肥料是相對於常用的可溶性化學肥料而言的，它具有相對較長的肥

效，使一次性施肥能夠滿足作物至少一季生長的需要，也可稱為長效肥料或緩效性肥料。控制型肥料（controlled release fertilizer）屬於緩釋肥料的一種。控制技術是指活性化學物質在一定時間內以受控方式釋放，進而達到某一定目標的方法和技術。控制型肥料就是應用控制技術來控制植物易吸收養分的肥效，使肥料養分釋放速率與植物吸收養分速率相一致的肥料。

控制型肥料的製作技術

控制肥料的主要特點是：在作物整個生育期間僅需施用一次（通常是在播種前）便能滿足植物最適生長所需的營養量，且較之普通肥料有更高的營養元素利用率（最大回收率）。它們通常以三種主要途徑製造：一、化學途徑，通過化學合成緩溶性有機氮肥或無機氮肥，如甲醛縮合尿素、異丁醛縮合尿素（IBDU）等。二、物理途徑，利用物理方法生產控制型肥料，主要有物理包裹法和整體分散法兩種。物理包裹法即在肥料表面形成包被層，以控制其溶解速度，如裹硫、裹蠟、裹聚合物等。整體分散法則是將肥料均一的分散吸附於控釋材料中，施用後肥料養分隨著控釋材料對肥料的吸解能力的改變，或控釋材料本身的降解而釋放出來。由於本法尚無法解決要素含量較低、控釋效果不

穩定的缺點，因此少見應用於肥料上。三、生物化學途徑，即添加生化抑制劑以改良肥料，如添加脲酶抑制劑（urease inhibitor）、硝化抑制劑（nitrification inhibitor）等。不同抑制劑在不同的土壤、環境條件下，作用效果有很大的不同。要能真正轉化為生產力的調節途徑，應該進一步探索，於抑制劑的動態基礎下，在不同環境選擇不同種類的抑制組合，達到在特定生物環境中有效調節尿素氮轉化的目的。

物理包被法生產的肥料，即包膜肥料（coated fertilizer），包膜肥料的研製始於美國。現在，包膜肥料已成為控制型肥料研究的主攻方向之一。由生產的技術大體上可將包膜肥料區分為三類：一、採用轉鼓噴漿造粒技術生產的裹硫尿素。二、採用流化床或轉鼓噴漿造粒技術生產的聚合物包膜肥料（polymer coated fertilizer）。三、採用圓盤造粒技術或轉鼓噴漿造粒技術生產的包裹型肥料，此法於添加一定量固體物質的同

時，噴灑黏合劑，滾動包裹而成。用於肥料包膜的聚合物的共同特點是具有良好的成膜性或膠聯性。好的聚合物包膜為均質的半滲透膜，其養分累積釋放曲線有明顯的三個釋放階段，呈“S”型（圖1）。影響包膜肥料養分控釋的物理性因素，包括（1）包膜層的結構，如包膜層的材料特性、厚度、包膜層面積、孔隙度和孔隙的曲折度等因素都會影響包膜層的通透性。膜通透性越小，養分控釋時間越長。（2）土壤環境因素對包膜肥料養分控釋的影響，例如土壤溫度顯著影響包裹型肥料的養分溶出速率，溫度升高養分釋放速率加快。相對於土壤溫度，土壤水分對包膜肥料的影響較小。

根據Hays J. T. (1965) 尿素態（ureaform）控制型肥料的氮溶出速率，可以下述簡單的方法評估。假設某氮肥全氮（TN）為38.0%、冷水不可溶氮（WIN）為27.0%、活性指標（AI）

$$【 = (WIN - HWIN) / WIN \times 100 】$$
為

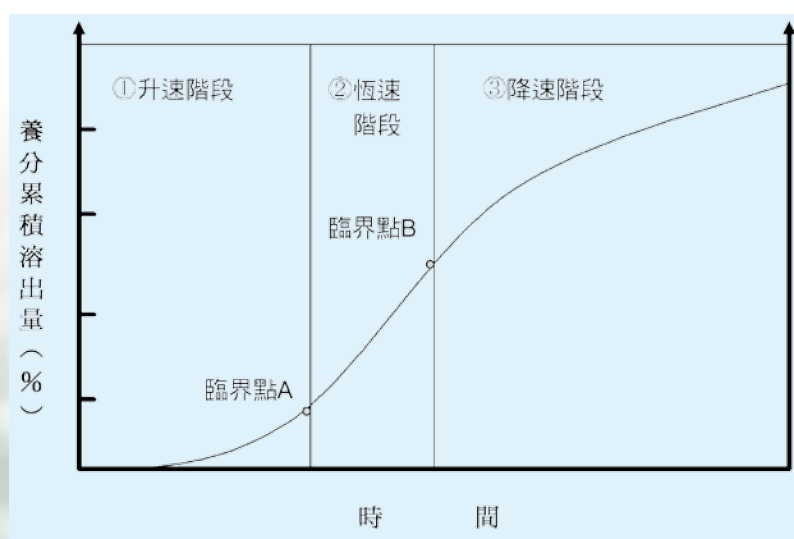


圖1. 包膜肥料養分溶出釋放曲線 (Arata, 1997)

45，則此緩釋肥料，不同期間氮的釋放比率，可計算得如表一。台灣經濟部國家標準CNS對於裹覆複合肥料，要求氮的初期溶出率（substrate dissolution rate）應在50%以下。歐洲標準委員會（CEN）對緩釋型肥料的標準是，肥料養分在水中的溶出率及養分釋放，在25°C時能滿足下列三個條件：□24小時釋放量不大於15%，□28天釋放量不超過75%，□在規定時間內至少有75%被釋放。

控制型肥料的應用

國內市售裹覆複合肥料，較知名的品牌如奧妙肥（Osmocote）及好康多（Hi-control），價格為一般化學肥料的7倍以上，因此目前大都被應用在栽培較高單價的園藝作物上，譬如家庭庭院

及某些溫室園藝栽培。商品化的裹覆控制型肥料，外殼不易破碎，同時植物營養要素成分在微潮條件不向外釋放，使得其可適於與一般化學肥料摻混。國外在種植長期作物如水稻、玉米、小麥、棉花、茶等，於田間播種初期一次施用控制型肥料加複合肥料，皆可有的增產效果及高的肥料利用率。由於控制型肥料一般採用一次基施，所以播種時基肥的施用量會較以往慣常為多，在田間應用須避免造成苗的灼傷。然而肥料是否影響種子的發芽、出苗，除肥料本身的養份特性外，尚取決於施肥量和種子與肥料的距離，因此施肥播種機須配合作適當的改裝。由於土壤水分含量對包膜肥料的影響較小，因此包膜肥料用於水耕或介質滴灌栽培可有很大的發展潛力，此也是本場未來研究的方向之一。

表一、緩釋肥料氮的釋放比率及釋放期間

不同部分	百分率（占全氮%） 【計算式】	釋放期間
I、冷水可溶氮（TN-WIN）	29 【(38-27)/38×100】	幾個星期
II、冷水不可溶但熱水可溶氮（WIN-HWIN）	32 【0.27×0.45/0.38×100】	幾個月
III、熱水不可溶氮（HWIN）	39 【100-29-32】	1-2年



奧妙肥



好康多