

肥料之認識與檢定

連 深

一、肥料的理化性

肥料的理化性，不僅影響它們肥效的高低，對貯藏和施用的方便與否，也有密切的關係。認識肥料的理化性將有助於肥料種類之辨別及鑑定。

(一)肥料的成份和化合態

1. 氮素肥料的化合態：氮素肥料的化合態，可大別為四種：

- (1) 硝酸態氮：硝酸鹽肥料所含的氮素為硝酸態氮。此種氮是水溶性，但不能為土壤所吸著，故易流失。對於旱作效果非常優良；但對於水稻却肥效較低。
- (2) 銨態氮：各種銨鹽所含的氮素均為銨態氮，亦易溶於水並能為土壤所吸著，不易流失故最適合於水田施用。銨態氮對旱作效果亦很好，因在旱田迅速地被氧化為硝酸態氮。
- (3) 簡單有機態氮：例如尿素和氰氮化鈣中的氮便是。易溶於水，亦容易分解，在土壤中受微生物的作用，先變為銨態氮，再變為硝酸態氮，肥效亦是很快。
- (4) 有機態氮：較複雜的有機態氮，例如糞尿、堆肥、豆餅及綠肥中的氮便是。在土壤中分解為銨態氮，再變為硝酸態氮，肥效較慢，但持續力較強。

2. 磷素肥料的化合態：亦可分為四種：

- (1) 水溶性磷酸：例如過磷酸鈣的磷便是，以磷酸一鈣為主。
 - (2) 檸檬酸可溶性的磷酸：不溶於水，但可溶於檸檬酸中，熔磷肥所含的磷酸便是，以磷酸二鈣為主。
 - (3) 不溶性磷酸：磷礦粉中之磷便是，水和檸檬酸都不能溶解，但經碳酸之作用可以慢慢變為水可溶性。以磷酸三鈣為主。
- 以上(1)(2)(3)均屬無機態磷。

(4) 有機態磷：動植物質中所含的磷便是，經分解為無機態磷酸，植物始能利用。

3. 主要鉀素肥料的化合態為鉀的氯化物，硫酸鹽或碳酸鹽，例如氯化鉀、硫酸鉀和草木灰等是，均屬水可溶性。含於綠肥或藁稈等植物體內的鉀亦是幾乎全部以此等無機鹽或其有機鹽之形態存在，故亦均屬水可溶性。

(二)肥料的反應

肥料的反應為肥料所表現的酸鹼程度，可分為化學的反應和生理的反應兩種。

1. 化學的反應：肥料溶於水中所呈之酸鹼度為肥料的化學反應，可以用 pH 試紙簡單鑑定。一般無機化合物溶解於水中，均解離為酸根及鹽基。由於所解離出來之酸根及鹽基強弱不同，所呈酸鹼程度亦就不同。例如硫酸銨及氯化銨溶於水中解離硫酸、鹽酸及銨等離子，前者屬強酸而後者屬弱鹽基，是故此水溶液是呈酸性。以同樣原理可以了解硝酸銨鈣及熔磷為鹼性，氯化鉀、硝酸鈉等為中性。尿素在水中不解離，故亦是中性。
2. 生理的反應：生理反應並非肥料自身的反應，而是肥料施用後經作物吸收對土壤所引起的反應。例如硫銨、硫酸鉀等施用於土壤中，其銨及鉀離子為作物吸收而遺留硫酸根使土壤酸度略增，是為生理的酸性肥料。同理硝酸鈉、氰氮化鈣為生理的鹼性肥料。

(三)肥料的物理性

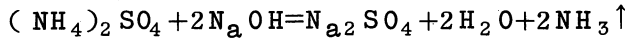
1. 外型：肥料的外型有粉狀和團粒狀。團粒狀者係由粉狀者加工製成，可減低吸濕性和結塊性。
2. 吸濕性：吸濕性與肥料的化學成分有關。凡硝酸態肥料吸濕性強，又尿素，氰氮化鈣和氯化鉀等肥料吸濕性亦強。粉狀的肥料吸濕性較團粒狀肥料為強。
3. 結塊性：吸濕性肥料久貯後，易結成硬塊，不但施用不便，有時且降低肥効，如氰氮化鈣是。

二、肥料成分的簡易檢定

(一)氮 肥

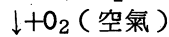
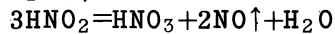
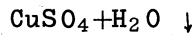
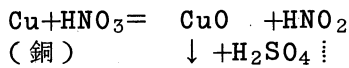
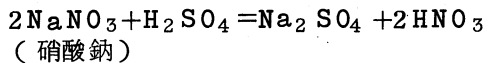
1. 銨態氮 NH₄⁺

固體肥料（或肥料溶液）放於試管中，加入苛性鈉溶液或消石灰（或草木灰）和水，如有氨臭味，則此肥料含有銨態氮。（例如硫酸銨、氯化銨、硝酸銨等）。

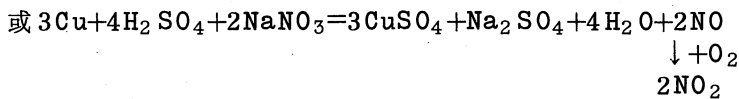


2. 硝酸態氮 NO₃⁻

肥料溶液約 2 cc 放試管中，加入銅片數片及濃硫酸約 2 cc 緩緩加熱，如有棕色氣體發生，則此肥料含有硝酸態氮。（例如硝酸銨鈣，硝酸鈉）



過氧化氮（棕色氣體）

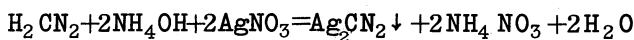
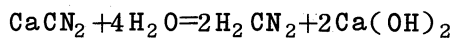


3. 尿素 CO(NH₂)₂

取肥料 2 ~ 3 g 於試管中，在 150 ~ 160°C 加熱 3 ~ 4 分鐘，放冷後加入水及少量苛性鈉溶液溶解，再加入硫酸銅溶液數滴，如呈赤紫色，此肥料含有尿素（Biuret 反應）。

4. 氰氮化鈣 CaCN₂

肥料加水抽出後，取抽出液 10cc 於試管中，加入氨水（1 : 10）及硝酸銀溶液（10%）各 1cc，如生成黃色沈澱（氰氮化銀 Ag₂CN₂），表示此肥料含有氰氮態之氮，例如氰氮化鈣。

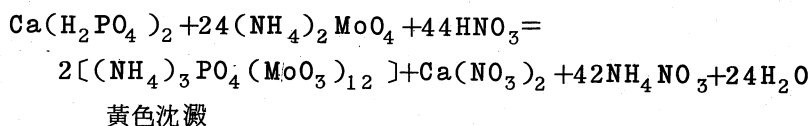


黃色 沈澱

(二) 磷 肥

1. 水溶性磷酸 $H_2PO_4^-$

肥料加水抽出。取抽出液 2~3 cc 於試管中，加入硝酸約 2 cc，硝酸鉍溶液 2~3 cc 及鉬酸鉍溶液 5~6 cc 如生成黃色沈澱，磷鉬酸鉍 $[(NH_4)_3PO_4(MoO_3)_{12}]$ ，此肥料含有水溶性磷酸。在 $65^\circ C$ 左右加溫時，黃色沈澱之生成較速。



(加苛性鈉溶液或氨水時溶解)

2. 檸檬酸可溶性磷酸 HPO_4^-

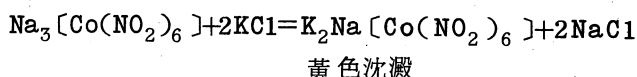
肥料加水抽出後之殘渣，再加 2% 檸檬酸溶液抽出。取抽出液 2~3 cc 如操作 1，如生成黃色沈澱則此肥料含有檸檬酸可溶性磷酸。(如熔磷肥)

3. 不溶性磷酸 PO_4^{3-}

肥料加檸檬酸溶液抽出後之殘渣，加硝酸溶解。此溶液中加入硝酸鉍溶液和鉬酸鉍溶液，如生成黃色沈澱，此肥料含有不溶性磷酸(如磷礦粉)。

(三) 鉀 肥 K^+

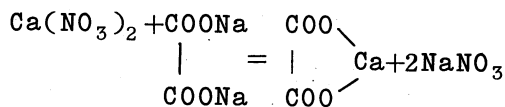
肥料溶液中加入亞硝酸鈷鉀溶液及等容之酒精，如生成黃色沈澱(亞硝酸鈷鉀) $K_2Na[Co(NO_2)_6]$ ，此肥料含有鉀鹽。鉍鹽亦與亞硝酸鈷鉀溶液反應生成黃色沈澱，故如肥料中含有鉍鹽，須預先加入苛性鈉溶液煮沸，除去氨氣，然後加入亞硝酸鈷鉀溶液及酒精。



(四) 其他成分

1. 鈣鹽 Ca^{++}

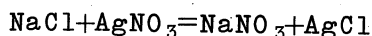
肥料溶液中加入氯化鉍溶液及氨水，再加入草酸鈉溶液，如生成白色沈澱(草酸鈣)，此肥料含有鈣鹽(如磷酸鈣、硫酸鈣、碳酸鈣等)。用草酸或草酸鉍代替草酸鈉亦可。



白色沈澱
(加鹽酸時可溶解)

2. 氯化物 Cl^-

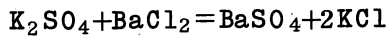
肥料溶液中加入硝酸及硝酸銀溶液，如生成白色沈澱(氯化銀 $AgCl$)，此肥料含有氯化物(如氯化鉍、氯化鈉、氯化鉀)



白色沈澱
(加氨水時可溶解)

3. 硫酸鹽 $\text{SO}_4^{=}$

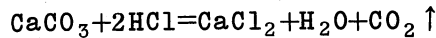
肥料溶液中加入鹽酸及氯化鋇，如生成白色沈澱（硫酸鋇 BaSO_4 ），此肥料含有硫酸鹽（如硫酸銨、硫酸鉀、硫酸鈣等）



白色沈澱（加氨水時可溶解）

4. 碳酸鹽 $\text{CO}_3^{=}$

固體肥料中加入鹽酸，如發生氣泡（碳酸瓦斯），此肥料含有碳酸鹽，如碳酸鈣、碳酸鉀（草木灰）等。



碳酸瓦斯（二氧化碳）

5. 有機質

固體肥料加濃硫酸如變焦黑則含有機質。

三、常用的肥料與其性能

(一) 氮素肥料

1. 硫酸銨：為速効性生理酸性肥料，純者白色結晶，含氮 21%，吸濕性小，如有乾燥不良現象，多係由於含水分及遊離硫酸過多之故。
2. 氰化鈣：純者應該為白色，用於肥料者因含炭素故呈暗灰色，含 12~15% 之氧化鈣，為鹼性肥料。氰化鈣含氮 18~20%。吸濕性很強，在空氣中因吸收水分及二氧化碳發生化學變化，使表面硬化，增加體積與重量，降低含氮率及肥効。氰化鈣具有毒性，有殺滅地下害蟲及抑制雜草生長之功效，對作物也一樣有害。它在土壤中之分解約需 1~2 週，視溫度高低而異，分解後其毒性亦隨之消失。當基肥時，多在插秧前一週至二週間施下；如需用作追肥時，應先將其與 5~10 倍量之泥土混合堆置，經 1~2 週時間始可施用。本省已停止生產，故現在已很少使用此種肥料。
3. 硝酸銨鈣：為灰色或含雜色的粒狀肥料，含氮 20.5%，其中銨態及硝酸態者各佔一半。因含石灰，略呈鹼性反應。吸濕性強。貯藏時勿與火種接近以防燃燒。對旱作之肥効良好，但對稻作，尤其是在水田當基肥時肥効較遜。
4. 氯化銨：為白色粉狀結晶物，一般含氮 26%。稍具吸濕性。對水稻的肥効與硫酸銨差不多。施用後增加土壤酸性，較硫酸銨略甚。
5. 尿素：白色針狀結晶，因吸濕性強故多製成粒狀。若在製造過程中混入微量鐵素雜質時，可能略帶桃紅色，但與肥効無關。含氮 45~46%。

尿素極易溶解，在未分解前極易流失。在土壤中受微生物作用而分解，分解之速度因土壤性質而異，其中溫度之影響最大，20°C 經 3~4 日則全部可分解為銨鹽。

(二) 磷酸肥料

1. 過磷酸鈣：為淡灰色粉狀的磷酸肥料，含有磷酸一鈣和石膏。含水溶性磷 18%，為生理的中性肥料，通常當基肥，但亦可作追肥。
2. 熔磷肥：係以磷礦石、橄欖石或蛇紋石等含鎂礦物，磨碎混合後在高溫電爐溶製而成，是一

種灰褐色的粉末。含磷酐 18 %，但不溶於水，能溶於酸性土壤溶液或植物根酸中而被植物吸收。具有鹼性，有矯正土壤酸性的功效。

本省已停止生產，故現在已很少使用此種肥料。

3. 磷礦石粉：係由磷礦石粉碎而成，為粉末狀肥料。主要為磷酸三鈣；一般含磷酐 30~40 %。因溶解性低，肥效較遲。

(三) 鉀素肥料

1. 硫酸鉀純者為白色結晶。製造過程中有微量雜質時呈土黃至紅色，但與含鉀量及肥效無關。其氧化鉀的含量在 48 % 左右。物理性良好。其價格較氯化鉀貴，故只施用於忌氮的作物，如煙草。
2. 氯化鉀純者為白色結晶。氧化鉀含量為 60 % 左右，稍富吸濕性。
3. 草木灰主成分為鉀鈣鎂的矽酸鹽、磷酸鹽和碳酸鹽。其中 90 % 左右為水溶性碳酸鉀，極易溶解於水，肥效很高。

四複合肥料：與普通氮磷鉀單質肥料不同，係含有兩種以上要素的肥料，均為粒狀。色澤因磷礦石來源不同而略有不同，呈淺灰至淺黃色。其製法先以液氨製成硝酸，以硝酸酸解磷礦，再依次加入液氨、硫酸及氯化鉀製成漿狀，然後經粒化，乾燥製成。依三要素原料之比例不同而有各種成分，如 20-5-10, 18-8-8 等之複合肥料，可供不同作物的需要。

參 考 資 料

台灣省糧食局肥料運銷處（民國 66 年）。肥料手冊