

113 年公務人員普通考試試題

類 科：農業技術

科 目：土壤與肥料概要

考試時間：1 小時 30 分

劉明老師

一、請說明兩種測定土壤有機質含量的方法、原理及其缺點。(25 分)

1. 《考題難易》：★★★★(最難 5 顆星)
2. 《解題關鍵》：了解土壤有機質含量的方法、原理及其缺點。
3. 《命中特區》：土壤學講義 1 PP. 106 與土壤學題庫講義 I PP. 76 題 25 與 PP. 102 題 62

【擬答】：

兩種測定土壤有機質含量的方法、原理及其缺點說明如下：

(一)濕式氧化法(如 Walkley-Black 法)測定；此法以重鉻酸鹽將有機碳氧化，然後以還原劑(FeSO_4)滴定剩餘氧化劑，由此定量消耗於碳氧化作用之重鉻酸鹽，然後可計算土壤有機碳含量。

Walkey-Black 濕氧化法步驟：

1. 秤取 0.5g 重的風乾土於 500ml 三角燒杯中，加 10ml $1\text{NK}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液輕輕轉動三角燒杯，使土壤分散於溶液後，迅速加入 96%以上濃度的濃硫酸 20ml，輕輕轉動三角燒杯直至土壤與溶液均勻混合，然後劇烈搖晃 1 分鐘，在靜置三角燒杯約 30 分鐘，加去離子水 200ml 後再加 10ml(85%)之磷酸。
2. 加入 30 滴之二苯胺磺酸鉍(0.01%，w/v)指示劑。
3. 加入攪拌子，在磁石攪拌器上，以 0.5N 之硫酸亞鐵溶液滴定。
4. 滴定的顏色變化會從暗褐色轉變為濁藍色再變成鮮明藍色，最後變為綠色。
5. 空白試驗：以上同步驟滴定一個空白溶液(不加土壤)。
6. 經由上述步驟完成後，可利用下列公式求有機質含量，

$$\text{有機質含量(\%)} = \frac{10 \times (1 + S/B) \times 1.0 \times 12 \times 1.724 \times 100}{4000 \times 0.77 \times \text{Soil(g)} / (1 + W_d)}$$

其中 10 為 $1\text{NK}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液量

S 為土壤樣品溶液所消耗之 $0.5\text{NFeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}(\text{ml})$

1.0 為 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液濃度

1.724 有機碳與有機質物之轉換係數

0.77 為濕式氧化之回收率

Soil(g) 為風乾土壤重： W_d 為土壤之含水量

(二)乾氧化法

乾灰化法的取樣量比濕氧化法多，且由於取樣不均所造成的試驗誤差相對較小，但本試驗以乾灰化法測定非有機質之碳酸鹽肥料時，亦可測得有有機質含量 (Loss-on-Ignition, LOI-燃燒失重法)，是故將乾灰化法所損失之重量視為有機質含量的作法

(三)兩者間之差異：

兩種有機質含量測定法(乾灰化法與濕氧化法)在測定不同種類的植物性、動物性和腐植酸類肥料的有機質或有機碳含量之適宜性，並比較兩種方法之測值間的關係，以建立最適宜的有機質含量測定法。結果顯示，雖然乾灰化法的取樣量比濕氧化法多，且由於取樣不均所造成的試驗誤差相對較小，但本試驗以乾灰化法測定非有機質之碳酸鹽肥料時，亦可測得有有機質含量(LOI)，是故將乾灰化法所損失之重量視為有機質含量的作法並不十分正確。試驗結果亦顯示，若在濕氧化法之操作過程中，將液溫維持 150°C ，繼續加熱五分鐘所測得之可氧化有機碳(OXC (heating)) 值與由元素分析法所得之全有機碳(TOC) 測值極為相近，且可由 OXC (heating) 值代入 $\text{TOC} = 0.995 \text{ OXC (heating)} + 0.42(R^2 = 0.97)$ (上標 **) 方程式而估算有機質肥料之全有機碳量。本試驗結果亦顯示，植物類、動物類和腐植酸類有機質肥料的 LOI/TOC 及

LOI/OXC(heating)比並非定值，故以傳統上將 Walkey-Black 濕氧化法測得之 OXC 或 OXC (heating) 測值乘以定值來估算有機質含量的方式，並無法正確的反映有機質的實際含量

二、請說明土壤細菌與真菌可改善土壤構造的原因為何？(25 分)

1. 《考題難易》：★★★★ (最難 5 顆星)

2. 《解題關鍵》：了解土壤細菌與真菌可改善土壤構造的原因。

3. 《命中特區》：土壤學講義 1 PP. 80-81 與土壤學題庫講義 I PP. 76 題 25

【擬答】：

(一)土壤細菌種類與改善土壤功能:

土壤中的細菌可分為自營性菌(autotrophic)，及異營性菌(heterophic)。自營性菌又分為化學自營性菌(chemoautotrophs)，可從無機化學反應的氧化作用(Oxidation)中獲得能量，如 S、H₂S、NH₃、NO₂⁻、Fe²⁺及 Mn²⁺(Stanier 等，1970)等化學物質的氧化，而這和土壤的肥力、作物生長及環境品質有很密切關聯。另一為濕土中有少許的光合自營性菌(Photoautotrophic)。以對氧氣之利用性來分，土壤中細菌可分為好氣性菌(aerobic)需要氧氣才能存活，及嫌氣性菌(anaerobic)不需氧氣，另有些兼性嫌氣性(facultative)細菌在有氧及無氧氣皆可存活者(靠氧化物做電子或氫的接受者)。異營性菌主要以有機碳做為能量來源，如 Arthobacter、Bacillus、Clostridium、Pseudomonas、Nitrobacter、Rhizobium 及 Azotobacter 等。土壤異營性菌以土壤有機質、動植物及細菌屍體及根圈分泌之有機物或根剝離物為能量來源，因此和土壤耕作制度有關。

細菌可分解有機質成腐植質可促進土壤之構造，土壤腐植物質之性質及改善土壤構造功效如下表：

表：土壤有機質的性質與土壤構造之關係

有機質的性質	說明	對土壤的功效
有保水力	有機質的質地鬆，可保持水分，可吸水增重達 20 倍。	增加土壤的保水力，尤其砂質土壤更重要，可防止土壤乾縮。
有聚結作用	土壤有機質多高分子量之成分，有聚結土粒的能力，形成團粒狀構造。	增加土壤的粒團穩定性及有助土壤通氣性與導水性。
有親水性但不易溶於水	土壤有機質為親水性，但與土壤粒子結合形成不溶性。	有機質不易淋洗。

(二)真菌可改善土壤構造:

真菌由菌絲 (hyphae) 組成。菌絲為微細管狀，細胞質外具有細胞膜及細胞壁，細胞壁由有彈性的多醣類——幾丁質組成，與植物的纖維素不同。

菌絲聚集成團簇稱為菌絲體 (mycelium)

● 黴菌(Molds)：為土壤菌類中最重要者，對酸鹼適應力甚強，由喜酸性環境，在強酸的土壤環境甚中為依靠其對有機質的分解。土壤各層均有黴菌，但多在表層因通氣良好。土壤中黴菌有青黴菌、白黴菌、紡錘菌與根足菌等。黴菌的營養全賴有機質，故其在土壤中的工作為分解有機質成腐植質有易於土壤構造的成形。

● 蕈菌(Mushroom Fungi)：廣見於森林土壤中，對有機質亦有分解成腐植質有易於土壤構造的成形。蕈菌有寄生於植物體上使植物受其害。亦有共生如菌根(Mycorrhiza Fungi)，常伸入高等植物的根部營共棲生活。

真菌可分解有機質成腐植質可促進土壤之構造，土壤腐植物質之性質及改善土壤構造其功效如上表。

腐植質促進土壤構造發達之原因：

1. 土壤腐植質含量比例愈高，愈易形成穩定之粒團構造，促進土壤構造之成形，反之則反。
2. 土壤腐植質愈多的土壤，土壤粒團作用愈發達，促進土壤構造之成形，反之則反。
3. 土壤腐植質含量愈高，土壤粒團作用愈明顯，促進土壤構造之化育，反之則反。

1. 《考題難易》：★★★★ (最難 5 顆星)
2. 《解題關鍵》：了解堆肥化之目的與原理。
3. 《命中特區》：土壤學講義 1I PP.166-167 與壤學題庫講義 II PP.115 題 77

【擬答】：

(一)堆肥即使用廣泛分布於自然界之微生物，在控制的條件下，將廢棄物中不穩定的有機成分加以分解，轉換為安定的有機質成分，即腐熟的堆肥。其在農業生產及保持地力上，兼具肥料及土壤改良的效益，故為廢棄物處理中重要的一環。

(二)堆肥的原理：

1. 堆肥化(composting)就是依靠自然界廣泛分布的細菌、放線菌、真菌等微生物，在一定的人工條件下，有效的控制並促進可被微生物降解的有機物質向穩定的腐植質轉化的生物化學過程，其實質上是一種醱酵的過程。堆肥化的過程在人工控制條件下進行，亦即採取有效促進生物分解，且於堆肥化過程中所產生的『生物穩定』(biostabilization) 作用，說明了堆肥化的過程實質是生物化學作用及無害化作用，所謂的穩定，即是指堆肥產品對環境無害。廢棄物經堆肥處理之後，所形成的成品叫做堆肥(compost)。堆肥是一種棕色的、泥炭狀、腐植質含量相當高的疏鬆物質。當廢棄物經過堆肥化處理後，體積會變成只有原體積的 50%-70%。
2. 所謂堆肥化是經通氣性的分解將新鮮有機資材轉變成腐植化有機物質，並釋放出熱量的過程。轉變後的腐植化有機物質就稱為堆肥。
 - (1)堆肥化控制條件即是控制微生物的生長環境，這些因素包括空氣量、水分、營養分、溫度及酸鹼值等，而變化其中任一因素皆會改變堆肥化速度（時間），也就是說當提供微生物的生長環境愈佳，堆肥化所需時間就愈短。
 - (2)經堆肥化之有機物碳氮比會降低，一半以上的碳會散失，且氮的有效性會增強，有機酸亦隨之增加，雜草種子被破壞、病原菌減少，但微量元素則會累積。
 - (3)經堆肥化以後的有機資材有下列優點：易於儲存、處理方便、有效性氮增加、性質穩定、堆肥化過程具消毒作用、抑制病害。

志光×學儒×保成
為你絕佳助攻

5大衝刺課程 帶你直攻地方特考

測驗常考易錯

埋頭苦練 不如讓老師點通學習之路

常考題型 知識強化

易錯題型 觀念釐清

總複習

考點update!時事修法update!

關鍵考點

考前複習

最新考情

短期密集

題庫班

各科名師專業訓練 審題神速、答題神準
讀書精熟+答題精準=快速上榜

題庫演練

精準教學

解題技巧

作文實戰班

作文學得好，同時提升寫作能力與論述邏輯

高分
寫作指引

強化
論述深度

架構
分層演練

新式
作文教戰

四、作物施用肥料之目的在於使作物正常生長，提高產量與品質，但亦須考慮施肥之經濟效益及對環境之衝擊。請就施肥之原理原則說明「最少養分律」、「報酬漸減律」之意涵。(25 分)

1. 《考題難易》：★★★ (最難 5 顆星)

2. 《解題關鍵》：了解施肥之原理原則中之「最少養分律」與「報酬漸減律」。

3. 《命中特區》：土壤學講義 II PP. 75-76 與土壤學題庫講義 II PP. 139 題 123

【擬答】：

(一)最少養分律

作物的生產量受其生育所必需的諸因子中供給比率最少者所支配，在此最少因子未作適當調整前，其他因子雖給予充分量，亦不能發揮增產效果，故施肥前應判斷土壤中何種要素最缺，針對最缺要素施肥，才能得到最佳效果。此即植物生長的最少養分律。所以施肥時一定要有養分平衡的觀念是由德國化學家 Liebig's Law of the Minimum，它說明雖然植物的生長所需的元素有量多量少的區分，但是為維持正常生長，這些元素間的需要量必須維持一定程度的平衡，只要當中某一元素比例偏低，則整棵植物的生長即受其支配，如圖 1 之桶子作說明。桶子是由各種元素所圍成，當有一元素太少時，所裝的水及受此元素支配。上述所謂生育所必需的因子最初僅指養分供給，然現在擴大解釋為舉凡影響作物生長的全部因子，包括陽光、空氣、水、溫度、土壤性質、栽培管理以及各營養離子等。

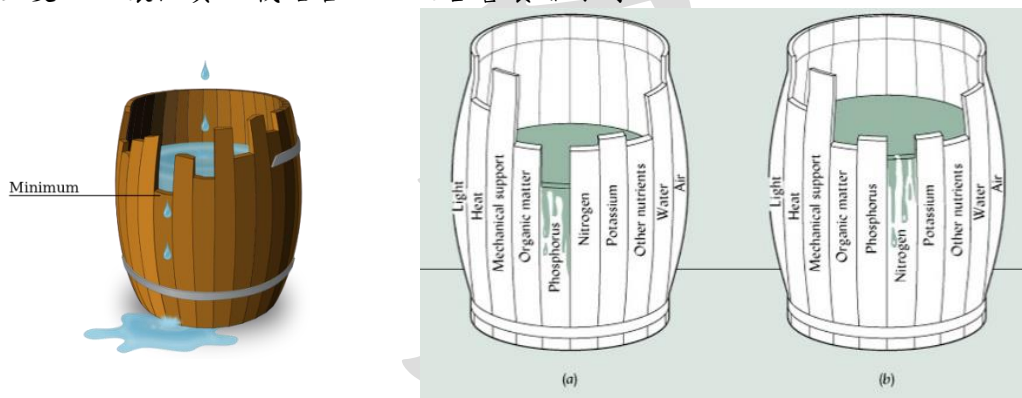


圖 1 植物生長的最少養分律說明

(二)報酬漸減率

從農作物栽培的經驗得知，在一般土壤栽培作物時最限制作物生長的要素是氮、磷和鉀，通常就稱為肥料三要素。假設氮素是某一栽培作物最缺乏的營養要素，那麼施用氮肥很快就會看到施肥增進生長的效果，但是植物生長量並不會隨著氮肥增施呈現固定比率增加，反而有逐漸遞減的現象，終至再補施氮肥也不見生長量，甚至有減產現象，此即施肥的報酬漸減率。所以施肥時也要有施肥的效益觀念，應該講求適量施肥，過量施肥不僅得不到作物增長的回報，反而有肥傷之虞。可以圖 2 說明之。初始要素增加與產量成正比，其後要素再增加產量持平，最後要素增加產量可能有減產之虞，此時對作物言，該重要因素已經過量而造成毒害了。因此，最理想的施肥量並非在最大產量的肥料用量，因為此時肥料施用雖仍增產，但並不符經濟成本，即投入的肥料成本大於增產的作物價值，況且多施肥料極易造成對環境的污染，破壞生態的平衡。是故，理想的肥料用量為最高產量的 75-90% 即可。

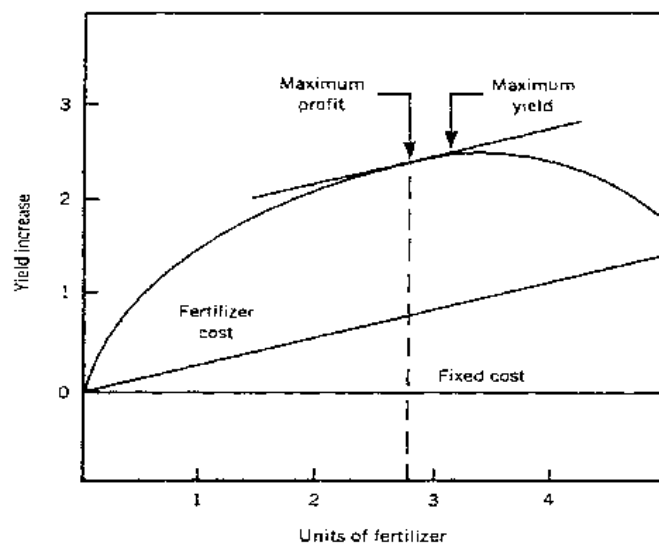


圖 2 報酬漸減率

全方位智能學習系統



志光×學儒×保成

虛實整合 引你入勝



學習助手最智能

關鍵服務 勝在起跑點

配合學習階段與模式
規劃最符合需求的服務

便利操作實力精進

· 手機APP系統 · 課業諮詢 · 申論批閱

學習檢視時事補充

· 線上模擬考平時測驗 · 歷屆試題
· 國考加分學習資訊網 · 能力指標檢測

依各區規劃為主，請洽全國門市