

農 藝 化 學

嚴 梅 和 編

中 華 書 局 印 行



432.4  
420

# 農藝化學目錄

第一編 土壤化學	1
第一章 土壤所含植物養料	1
I. 土壤中之氮	1
II. 土壤中之磷酸	7
III. 土壤中之鉀	9
IV. 土壤中之石灰	11
V. 土壤中之鎂、硫、鐵	13
第二章 土壤之吸收性質	14
I. 土壤之吸收力	14
II. 土壤吸收之原因	15
III. 土壤吸收力之限度	16
IV. 結論	16
第二編 肥料化學	17
第三章 肥料總論	17
I. 肥料之定義	17
II. 肥料之必要條件	17
III. 施肥之必要	18
IV. 最少養分律	19

V. 報酬漸減律.....	20
<b>第四章 肥料之分類.....</b>	<b>22</b>
<b>第五章 有機肥料.....</b>	<b>25</b>
I. 動物質有機肥料.....	25
甲 廐肥.....	25
乙 人糞尿.....	28
丙 糞粉.....	31
丁 海鳥糞.....	31
戊 鴿糞及雞糞.....	31
己 魚肥.....	32
II. 植物質有機肥料.....	32
甲 綠肥.....	32
乙 泥炭.....	33
丙 油粕.....	33
丁 蒸餾廠之殘液.....	34
戊 澱粉廠之殘渣.....	34
己 堆肥.....	34
<b>第六章 化學肥料.....</b>	<b>36</b>
I. 化學肥料之必要性.....	36
II. 化學肥料與廐肥之合用.....	37
III. 化學肥料之種類.....	38

---

IV. 化學肥料之鑑定	39
<b>第七章 氮肥料</b>	<b>40</b>
1. 有機態氮肥料	40
2. 氨態氮肥料	43
3. 硝酸態氮肥料	44
<b>第八章 磷酸肥料</b>	<b>47</b>
I. 土壤何以需要磷酸肥料	47
II. 作物之攝取磷酸	48
III. 土壤所含磷酸量與動植物之關係	49
IV. 磷酸肥料之分類	49
<b>第九章 鉀肥料</b>	<b>51</b>
I. 土壤何以需要鉀肥料	51
II. 各種作物需要鉀之分量	51
III. 鉀肥料之種類	53
IV. 鉀肥料在土中之作用	54
<b>第十章 石灰肥料</b>	<b>55</b>
I. 石灰之功用	55
II. 土壤何以需要石灰肥料	56
III. 石灰之損失	56
IV. 石灰肥料之種類	57
V. 石灰在土中之作用	57

VI. 石灰之消耗地力.....	58
<b>第三編 植物生理化學.....</b>	<b>59</b>
<b>第十一章 植物養料之來源.....</b>	<b>59</b>
I. 空氣.....	59
II. 土壤.....	60
<b>第十二章 植物生理.....</b>	<b>62</b>
I. 碳之同化作用及其來源.....	62
II. 氫氧之同化作用及其來源.....	64
III. 氮之同化作用及其來源.....	65
IV. 附圖 自然界之碳素循環及自然界之氮素循環.....	68
<b>第四編 營養化學.....</b>	<b>69</b>
<b>第十三章 食物總論.....</b>	<b>69</b>
I. 食物之功用.....	69
II. 食物之定義.....	69
III. 食物之成分.....	69
甲 糖.....	70
乙 蛋白質.....	71
丙 脂肪.....	72
丁 無機鹽.....	75
戊 維生素.....	76
IV. 食物之性質.....	81

---

<b>第十四章 新陳代謝概要</b> .....	85
I. 食物之消化.....	85
II. 食物之代謝.....	87
III. 食物之消化率.....	89
IV. 蛋白質之生理價值.....	91
V. 蛋白質之互助作用.....	93
VI. 營養素之熱量.....	93
<b>第十五章 營養之需要</b> .....	95
I. 總熱量.....	95
甲 基本代謝.....	95
乙 特別動力.....	96
丙 體外工作.....	97
II. 蛋白質.....	101
III. 醣與脂肪.....	104
IV. 無機鹽.....	104

# 農藝化學

## 第一編 土壤化學

### 第一章 土壤所含植物養料

#### I. 土壤中之氮

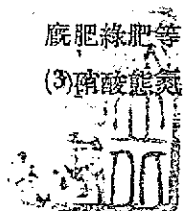
甲 土壤中之氮——分析土壤，可知土中各種養分之含有量，就其缺少或不足者，由人力補救之，此肥料之所以為農科中重要問題也。

土壤中氮之含量，約為土壤之千分之一，已足供用，茲就含氮量之多寡，而定土壤之高下：

土壤 1000 克中含氮量

下等土	0.5 克
次等土	0.5—1 克
中等土	1 克
優等土	1—2 克
超等土	2 克以上

乙 土中之各種含氮物質——土中含氮物質之主要者，可分為(1)有機氮：氮之含於有機物質者屬之（如腐植土腐枝敗葉腐肥綠肥等）。(2)氨態氮：銨鹽類屬之（如硫酸銨、硝酸銨等）。(3)硝酸態氮：硝酸鹽類屬之（如硝酸鈉、硝酸鉀、硝酸鈣等）。茲



分述於下：

1. 有機氮 土壤中之氮素，大部份（約佔 98%）皆含於有機物質中。此種含氮有機物，即腐植質是也。耕土所以呈褐色者，即因含腐植質而然。

土中腐植質由於腐敗有機物質經氧氣、溼氣、細菌等作用而變成。腐植質能與不溶性無機鹽相化合而成可溶性，而後供給植物之吸收，例如不溶性磷酸鹽，植物本不能直接吸取，如與腐植質化合後，便成可給態。腐植質實具不溶性無機鹽之消化機能也。

腐植質又因細菌、水份、氧氣等之種種關係而變成氨態氮，氨態氮可為植物直接利用。

2. 氨態氮 土中氨態氮直接來自肥料及空氣，或間接來自土中。

空中之氨其小部分能直接供用於植物，其大部分則由雨水帶入土中，與土中二氧化碳相化合而成碳酸銨。此外尚有一部分由硝酸細菌之作用而成硝酸，然後供植物之吸收。氨之來自肥料或腐植質者，亦能與土中二氧化碳化合而成碳酸銨，或經硝化而成硝酸鹽。

3. 硝酸態氮 土中硝酸態氮，常以硝酸鹽之狀態存在，如硝酸鈣、硝酸鉀、硝酸鈉等，均為植物最重要之養料。

土中硝酸鹽之來源除施肥而外，可由細菌之硝化作用而生成。硝化作用當於下節述之：



**丙 硝化作用**——**氨態氮**或有機態氮，經特種細菌之作用，變成硝酸態氮，謂之硝化作用，硝化作用之進行有兩種重要細菌。此兩種細菌首由威氏 (Winogradsky) 分離而識別之。

1. **亞硝化細菌** 橢圓形細菌，能氧化氨使成亞硝酸，或氧化銨鹽，使成亞硝酸鹽。

威氏曾研究各種土壤，分別亞硝化細菌為二種：其一不具運動機能之細菌，其一具有運動機能之細菌，後者有尾如睫毛，愈長則硝化作用亦愈強。

2. **硝化細菌** 棒形細菌，對於銨鹽毫無作用。唯能氧化亞硝酸為硝酸，或氧化亞硝酸鹽為硝酸鹽。

由此二種細菌之互助，遂演成硝化作用。

綜上所述，腐植質之化學變化，其步驟有三，由三種細菌作用之。

(1) **氨化菌** 分解有機氮為氨或銨鹽。

(2) **亞硝化細菌** 變氨為亞硝酸或變銨鹽為亞硝酸鹽。

(3) **硝化細菌** 補助亞硝化細菌之工作，即變亞硝酸為硝酸或亞硝酸鹽為硝酸鹽。

**丁 硝化作用之要件**——欲使土壤發生硝化作用，必須具備以下各種條件：

1. **土中須含有亞硝化細菌及硝化細菌** 普通土壤均含有此兩種細菌，唯其數量則有多寡耳，土壤漸深，細菌之數漸減。

2. **排水疏鬆** 下層土壤不透水者，若排水疏鬆之可成

沃土，因如此則空氣流通，便於硝化作用之進行，於是硝酸鹽亦源源產生矣。

**3. 水分適當** 土壤之過於乾燥者，不易發生硝化作用。含水分過多者，則空氣不易流通，硝化作用亦無從發生。

硝化作用開始時，土壤含有水分 5% 即足，硝化作用盛行時，土壤最好有水分 10—15%。

**4. 溫度適宜** 溫度在 5° 以下，不能發生硝化作用。12° 以上始漸進行，溫度漸高，硝化作用亦漸盛，但過 37° 則又漸減低，至 55° 完全停止。至 100° 亞硝化細菌及硝化細菌均灼死。

**5. 鹽基之重要** 酸性土壤最難發生硝化作用。土壤中必須有適量鹽基存在，以便與硝化作用的生成物硝酸相中和，而成硝酸鹽。

酸性土壤可施以石灰，以助硝化作用之進行，但石灰施量適當，則硝化作用盛行；如施量過多，則鹼性反應過烈，反不利於硝化作用之進行矣。直至過量之石灰，與空中或土中之二氧化碳相化合而成碳酸鈣，硝化作用得復進行。

**6. 含氮物質之重要** 土壤中必須有含氮物質，作硝化作用之原料。

**7. 犁鋤土壤** 土壤疏鬆利於硝化作用之進行。

犁土不僅適於亞硝化細菌及硝化細菌之繁殖，且能使水及空氣容易流通。

戊 硝化作用之期間——硝化作用進行時間之久暫，視土

壤所含有機物之種類及其他因子，如溫度、水分而定。由含氮有機物變為氨，時間較久；由氨變為硝酸，則較速。如土壤中水分適當，則十五日內可使氨態氮全部變為硝酸。

**己 人造硝化材料**——人造硝化材料即堆肥是也。取農作所餘之腐敗動植物質，和以石灰土、圃土、廐土、廁土，並灑以相當水分即得。土壤作細菌之支柱，有機物以供硝化之原料，石灰以中和酸性土壤使呈鹼性，以便於硝化作用之進行。堆土宜時時灑以適量水分，高度宜為1.5—2呎，如此則水分之收蓄較易而發酵作用亦較盛也。

數月之後將堆肥翻倒，用耩攪拌均勻，復築成堆，使各部分皆深受氧化作用以蕃殖細菌，結果則有機物皆變為腐植質，而腐植質所含之氮素，皆變為硝酸鹽。

堆肥所含養料皆為可給態，最便於植物之吸收，且氮肥甚富，如有機氮、氨態氮、硝酸鹽以及由細菌直接固定之游離氮等。

**庚 硝化作用之阻礙**——有時土壤中含有阻礙硝化作用之細菌，能使硝酸鹽還原。如施肥太多，土孔充塞，空氣不通，水流停滯，則利於阻礙硝化作用細菌之發育，而土壤中硝酸鹽因此銳減。

**辛 耕地氮之消失**——耕地氮之消失，其原因甚多：

1. 耕地氮為植物所取用者，每年每萬方呎可達 30—200 尪之多（麥每年須用 80—100 尪，其他穀類須用 70—80 尪，苜

着等須用 200 尙)。

2. 耕地氮為雨水所溶，因而消失者，平均約為 17—20 尙 (每年每萬方枳)。

3. 細菌分解有機氮過盛時，常成游離氮而失之空中，損量約為土中有機物含氮總量十分之一。

4. 氨化細菌分解有機物，其所生氨如遇硝化作用太緩時，一部分氨常揮發於空中。

由 2. 3. 4. 三因子所消失氮之總量，頗難計算，平均每年每萬方枳約為 100 尙。

壬 耕地氮之增加——耕地氮消失之大概，既如上述，其彌補之法則如下：

1. 土壤能直接吸取空中氮化合物 (如氨及硝酸等)。

雷雨之時，由電能作用，使空中氧與氮相化合而成硝酸銨，硝酸銨溶於雨水中，因而輸入土壤。空中游離氮或硝酸，亦可由雨水引入土中，但空中之硝酸銨、氨及硝酸為量至少。

2. 豆科植物能固定空中游離氮 豆科植物之根瘤中有根瘤菌，根瘤菌能吸收空中游離氮以增加土中含氮有機物之量。每萬方枳苜蓿可增加土中氮量至 350 尙之多，故稱豆科植物為改良種植物。

3. 細菌間接吸收 細菌能間接吸取空中游離氮，以供給與土壤，土中細菌亦有能固定空中游離氮者，死後所遺有機物含氮甚多，故土壤中含氮量亦增，吸氮細菌已分離者有三：

- (1) *Clostridium pasteurianum*
- (2) *Azotobacfer chroobocccum*
- (3) *Azotobacfer agilis*

此種吸氮細菌，可以接種而輸入土壤，以增土壤之含氮量。

4. 菌藻類植物 菌藻類植物所蔓延之土壤，能吸取空氣中之游離氮。

**癸 土中氮之消長**——土中氮之增加及其消失，常不相抵，則其差額將何從而計算之？

設土中植物任其繁茂，任其萎死，則土中含氮量常有增加。

山林土壤無須施肥，則當林木鋤伐時，即失若干氮素，然其土未見貧瘠，蓋有苔蘚菌藻及豆科植物等，固定空中游離氮以補充之。

山上草地含氮量常見增加，亦是故也。

種植穀類蕃薯等地，理論上每年常增加若干氮量，但因植物之被刈，水流之疏引，故由細菌所獲得之氮量，常不能償其所失，故土壤漸成貧瘠，必須施肥料以補救之。

## II. 土壤中之磷酸

**甲 土壤中磷酸之分量**——土壤 1000 克含磷酸 1 克，已足供用。

按土壤含有磷酸之多寡，分為數級如下：

土壤 1000 克含磷酸之量	
下等土	0.5 克以下
次等土	0.5—1 克
中等土	1 克
優等土	1—2 克

乙 土中磷酸之狀態——土中磷酸，皆成磷酸鹽而存在，如磷酸鈣、磷酸鋁、磷酸鐵等。

磷酸鹽大半不溶於水，但少量磷酸鹽溶於水中，呈可給態，以供植物之吸取。故水非完全不能溶解磷酸鹽，惟其量甚小耳。

若水中磷酸已被植物所吸取，則水又能溶解土壤中所含磷酸，以補足之。如此土中之水時含磷酸，植物之供給未嘗或斷，其量雖小而其用至大。

水中如含有二氧化碳，則可增加磷酸鈣之溶解度，變不可給態磷酸鹽為可給態。

土壤之富有腐植質者，同時若含磷酸鹽，則磷酸鹽與腐植酸（見本章 IV 節）相化合，而為可給態。

植物根部，不僅能吸取可溶性無機鹽，即不溶性磷酸鹽等，亦可由其根部所分泌之根酸以溶解之，而後吸取。但須不溶性磷酸鹽與根部密切接觸，方始有效。

土中所含可給態磷酸量若無善法檢定之。如用熱濃硝酸為溶解劑，其結果不甚準確，蓋硝酸之作用與腐植酸及植物根酸絕不相同。設取乾燥細土一尅浸以各種酸類，其結果亦不相同，如：

## 所得磷酸之克數

極稀鹽酸	0.31 克
熱稀鹽酸	0.93 克
沸濃硝酸	1.41 克

如用醋酸爲溶劑，則所得磷酸之量，最與可給態磷酸相近。或用檸檬酸銨爲溶劑，以溶解土壤中可給態磷酸，所得結果較用醋酸爲溶劑者多。

各種土壤之磷酸，溶解於醋酸者，約爲全量四分之一至三分之一。

丙 土壤之含磷量與地質之關係——由地質之種類，可檢出磷酸之分量，雖不得確數，然亦略能知其大略。

花崗巖之土壤，含磷酸最少，土壤每 1000 克，含磷酸不及 0.5 克。

石灰巖土壤，每 1000 克約含磷酸 0.5—1 克。

火山巖土壤，含磷酸最多，每 1000 克約含磷酸 2 克以上。

## III. 土壤中之鉀

甲 土壤中鉀之分量——土壤 1000 克，含有鉀 1 克，昔時農學家已認爲適用，今日則認爲含有 2 克時始適用。

土壤之下級者，含鉀頗多。然不能全數變爲可給態，以供用於植物。

乙 土壤中鉀之狀態——土中鉀之狀態甚多：

1. 與酸類相化合而成鉀鹽，如氯化鉀、硫酸鉀等。
2. 矽酸鉀呈不可溶性，混合於黏土中。
3. 與水中所含碳酸相化合，成可溶性碳酸鉀，易為土壤所吸取。

檢定土中可給態鉀，亦如磷酸，未有善法。

凡土壤中鉀化合物 溶解於水中者，當然為可給態。若用此法以提取土中之鉀，則所得結果超過於植物所吸取者甚多，蓋其大半皆為土壤所截留，僅有少數能供用於植物。惟植物之根有時能制勝土壤，而攘奪其所截留之鉀。

試驗植物根部所能吸取鉀之分量，常用稀硝酸法。每1000克土壤，投入稀硝酸中。若檢得鉀之含量在 0.3 克以下者，則土壤為下級土，有施鉀肥料之必要矣。

此外尚有檸檬酸法及鹽酸法，結果均佳。但土中含鉀量，未可視為標準，或由分析而認作上等土者，往往亦有施鉀肥料之必要。

總之由分析而認為下級土者，固當施以鉀肥料，由分析而認作上級土者，其所含鉀，未必盡為可給態，非從事直接種植之實驗，不能決定施肥之必要與否。

丙 土中鉀之含量與地質之關係 —— 花崗巖或火山巖土壤，常富有鉀；黏土含量亦多，石灰土則否。但此觀察亦不足特為施肥標準，只可視為大約之估計。鉀之含量唯由分析可以檢定，黏土有時亦須施以鉀肥料。



#### IV. 土壤中之石灰（即鈣素）

甲 土壤中石灰之分量——石灰亦如氮、磷、鉀等，為植物所不可或少之養料。但無論何種土壤，並非絕對缺少石灰。砂礫之地，石灰含量雖微，亦足供植物發育之用。

石灰含量，若僅以供作植物之養料，則土壤每 1000 克，含石灰一克，已稱適用。惟石灰在土中尚有種種作用，故其分量不得求稍多。

1. 腐植質之生成，及硝化作用，皆需石灰。
2. 凝聚黏土，以維持土壤之輕鬆，亦需石灰。
3. 多種化學反應，亦不可缺少石灰，施用鉀肥料或氨肥料之土壤，須含石灰，以維持其吸收力。

石灰既有上述種種作用，故土壤中所含之量，至少每 1000 克須達 5 克。

乙 土中石灰之狀態——石灰在土中不能自由存在，必與他物相化合。

1. 矽酸鈣 土中含之最多，性質硬，不溶於水，與碳酸化合，變為碳酸鈣。若土壤中之石灰僅呈此狀態，以石灰論，則為下級土。
2. 硫酸鈣 普通土壤含之頗少。稍溶解於水中，若水中含有碳酸及腐植質，溶解較速。
3. 磷酸鈣 土中甚少。

4. 硝酸鈣 前述硝化作用所產生之硝酸，能分解碳酸鈣，而成硝酸鈣。易溶於水，不滯留於土壤，水流得疏引之，而入於下層土，故上層土中，其量常微。硝酸鈣為植物重要之含氮養料，同時且可輸入鈣質。

5. 腐植酸鈣 含氮有機物，漸次分解，變為腐植質，其未與鹽基相中和而具有酸性者，稱曰腐植酸。腐植酸能使土壤變成酸性，不利於種植，必先施以石灰，中和而成腐植酸鈣。腐植酸鈣之組成甚複雜，除有機物外，尚有磷酸、石灰、鉀、氧化鐵、氧化鋁等，總名之曰腐植酸鹽，為土中製造硝酸鹽之重要原料。

6. 碳酸鈣 土中含量最多，且最適用。植物若無碳酸鈣，則硝化作用不能發生。多種化學反應亦不可或缺之，石灰之輸入土中者，常變為碳酸鈣。

碳酸鈣之存留土中者，顆粒宜小，其效始見。若塊粒甚大，則與腐植質，水中二氧化碳，或植物根酸相接觸之面積太小，其效甚微，故粉末狀碳酸鈣其效最佳。

### 丙 土中石灰之消失

1. 酸性碳酸鈣 通過土中之水，每坪能溶解碳酸鈣 0.196 克，成酸性碳酸鈣而存在。

土中有有機物愈多，則含二氧化碳亦愈多。所成酸性碳酸鈣亦愈多。

$$\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$$

2. 硝酸鈣 土壤起硝化作用時發生硝酸，與碳酸鈣相化合，生成硝酸鈣，溶解於水中，而不易為土壤所吸取，得隨排水

而弛流，則氮與石灰同時消失。

土中有機物愈多，則硝化作用愈強，硝酸鈣之製成愈多，而其消失量亦愈巨。

3. 硫酸鈣 不易溶解於水中，不為土壤所吸收。用硫酸肥料時（硫酸銨、硫酸鉀等）如與土中碳酸鈣相觸，則成硫酸鈣，而漸能溶解於水中，並隨水他泄。

4. 氯化鈣 氯化鉀肥料，能分解碳酸鈣，而變成碳酸鉀及氯化鈣。溶解度甚大，每易隨流水而消失。

綜上所述，石灰之消失，為數頗大，若土壤含石灰，在5%以下，往往有壓灰之必要。

## V. 土壤中之鎂、硫、鐵

甲 鎂——土壤中常含有碳酸鎂及矽酸鎂，碳酸鎂尤有利於植物。大概土壤1000克，含有氧化鎂1克，石灰土每1000克，含有氧化鎂多至4克。總之，土壤中含鎂，已足供植物之吸收。

乙 硫——植物頗需要之。豆科植物、十字科植物尤不可缺乏。其含於土中者大概呈硫酸鹽狀態而存在。有機物中亦多含有之。如施石膏肥料，鈣與硫同時皆有所增加。

丙 鐵——土壤皆含有氧化鐵，其量已足供植物吸收。

## 第二章 土壤之吸收性質

### I. 土壤之吸收力

土壤皆具有吸收溶液中諸溶質而勿使流失之性質，是謂土壤之吸收力。

試驗 1.——糞汁漏過土壤，其濾液呈無色，且無臭。若不用糞汁，而用氨溶液，或銨鹽（碳酸銨、硫酸銨等）溶液，大部分氨或全部分，亦必為土壤所吸收。

若用鉀鹽溶液，或磷酸鈣溶液，土壤亦有同樣之功效。

試驗 2.——取硝酸鹽溶液，作同樣之試驗，可證硝酸鹽不為土壤所吸收。

試驗 3.——取試驗 1 中已吸收某種物質之土壤，再用清水濾過之，檢其濾液，僅夾帶些少被土壤所吸取之成分。

由此證明土壤能吸取溶液中諸溶質，使成固體而存在。

試驗 4.——取瓦盆三個，皆貯瘠土，第一盆澆糞汁，第二盆澆糞汁後，且繼澆以水，此水通過土層，夾帶糞汁之量甚微，第三盆不澆何物，用作比較。於是三盆中各種大麥種子十餘枚，第一盆第二盆發育狀態略同，第三盆則不如其茂盛。

由此可證明土壤能吸取可溶性養料，而供給於植物。

綜上試驗結果可確定：

1. 土壤能吸取銨鹽溶液中之氨、鉀鹽溶液中之鉀等。
2. 硝酸鹽不被土壤所吸收，經雨水排水之疏引必至消失。

3. 磷酸肥料所含游離磷酸及過磷酸鈣 ( $\text{CaH}_4\text{P}_2\text{O}_8$ ) 等，土壤均能吸收，與土中所含之鈣、鐵、鋁等相化合，而成不溶性化合物，即土中之腐植質遇之，亦成不溶性化合物。

土壤吸收力，在農業上頗為重要，若土壤無吸收力，則存在土壤中之植物養料，遇雨必至流失，而滲入下土層，為植物根部所不及處，縱多亦屬無用。

## II. 土壤吸收之原因

砂礫缺少吸收力，黏土、腐植土吸收力甚強。土壤所以有吸收力者，因含有黏土或腐植質使然也。

土壤之缺乏黏土及腐植土者，不能吸收養料，然若含有碳酸鈣、碳酸鎂等，則亦有吸收作用。

今由各種試驗，可簡述土壤吸收作用如次：

1. 碳酸鹼類（碳酸鉀或鈉等）、磷酸鹽、腐植酸鹽等，土壤雖絕不含碳酸鈣，亦能吸收之。

2. 鹼類與無機酸相化合，而成無機酸鹽，再變為碳酸鹽，即可被土壤所吸收。

碳酸鈣存於土壤中，使鉀鹽或銨鹽成為碳酸鉀或碳酸銨，而後土壤得吸收之。設無碳酸鈣，則鉀鹽及銨鹽不生以上之反應，將為水流所疏引而消失。此點在施用鉀肥料或氨肥料時，最應注意。

3. 酸類、鹼鹽及銨鹽等，除不溶性化合物外，皆不為土壤

所吸收。

### III. 土壤吸收力之限度

土壤吸收養料（鉀、氮等），至一定分量時，不能再行吸收。

土壤每 1000 克，吸收一物質，不得超過 2—3 克。其數似甚微，但已足供植物之用。

### IV. 結論

土壤之肥沃者，多含黏土及腐植質，與少量碳酸鈣。

1. 種植之前，即可施肥，如鉀肥料、磷酸肥料等，土壤能吸收而貯蓄之，不致為雨水所疏引而流失。

2. 銨鹽肥料如硫酸銨等，土壤能吸收之，但因硝化作用，銨鹽變成硝酸鹽甚速，硝酸鹽不為土壤所吸收，故此種肥料宜於作物必要時施用之。

3. 硝酸肥料如硝酸鈉等，不被土壤所吸收，施用之時，亦必視作物之需要為準（春時）。

砂質土壤（砂土），缺乏黏土及腐植質，其吸收力甚弱。施肥不可太早，亦不可太多，務於作物有必要時，然後施用，且宜分數次施用之。

## 第二編 肥料化學

### 第三章 肥料總論

#### I. 肥料之定義

植物所需養分，均自土壤及空中攝取；攝之空中者，取之無竭；得之土壤者，則有一相當限度。野生植物之產於山林原野者，聽其自然榮枯；土壤中養分，為植物所吸收，植物枯死後，仍回諸土中；故土壤中所含養分，無所增減。普通耕地則不然，土中養分常隨農產物之收穫而他移，其量逐漸減少，終至農作物無以生長。如此必須加某種物質於土壤，以維持或增進土壤之生產力（或稱地力），所加物質謂之肥料，肥料一語，英作 Manure，德作 Dünger，法作 Fumier，均由「家畜之排洩物」轉化而來。大概上古未有農業的時代，人類偶見人畜糞尿撒布之地，植物生長茂盛，於是糞尿即開始應用於農作物，並稱糞尿為肥料。至於英語 Fertilizer 大抵含有人造肥料之意義。

#### II. 肥料之必要條件

1. 含直接可供作物營養之成分 如魚肥及人糞尿中之有機氮肥、骨粉及過磷酸石灰中之磷肥、草木灰中之鉀肥等，均直接可供作物之養料。
2. 間接可助作物之生育 如石灰、食鹽、木炭等，間接

可助作物之生育者屬之。

3. 不含有害物質 含有有害物質，致危及作物或土壤者，即不能應用。如使用昇汞消毒後之人糞尿，不能作為肥料。

4. 價格低廉，搬運處置方便 如硝酸鉀、硝酸鈉等，肥料成分雖富，惟價格過高，故除盆栽試驗外，普通農場應用極少。又如肥料養分少而容積大，則搬運處置不便，亦無利用之價值。

### III. 施肥之必要

肥料之主要成分為氮、磷、鉀、鈣等。此等元素為土壤所不能充分供給於植物者也。

有時土中雖含植物養料甚多，但非全為可給態，仍不能直接供用於植物。土中養料可分為兩種：

1. 不可給態養料 植物根部，不能直接取用，惟隨可給態養料之逐漸消滅，而逐漸變成可給態以補充之，此實土中養料之儲蓄機關也。

2. 可給態養料 為不可給態養料所變成，而能直接供用於植物者。

中等土所含可給態養料，為量無多，若不施肥，則第一次耕種，費去其一部分，所餘者與不可給態相合，而供給第二次耕種之用，如此耕種不斷，土中養料漸見減少，作物將專待不可給態養料之變成可給態，而後利用之。

倘土中養料之供給，不能應其所需，則作物立見其頹敗。設



耕土本非腴沃，而作物之需要甚奢，則其衰敗必更加甚。

有時亦有耕地特別腴沃，土層甚深，無需施肥，作物亦能繁茂，例如俄國之黑色土壤，其地麥之收成，雖經久未見衰敗。又如佩魯(Perou)沿海地，數百年來收穫之盛，未嘗變更。又如安忒平原，穀類之豐，兩三百年無間斷。諸如此類，皆為例外。凡中等以下之土壤，不施肥料，則其收穫將立見減低。

務農者為個人利益計，為民生民食計，固不能任作物之自行枯衰，必施各種養料於土中，以援助各種作物之發育，則肥料尚焉。

#### IV. 最少養分律

氣候適宜之地，收穫之盛衰，以土中所含必要可給態養料之最少量者為標準。

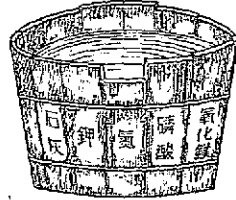
例如栽麥 10000 方呎當須

氮	90 尅
磷酸	92 尅
鉀	53 尅

設土中磷酸、鉀之量，皆足供麥之需要，而氮僅為需要量之半，即 45 尅，則理論上麥之收穫，亦必減其半。麥利用此所含氮 45 尅（土中成分之最少量者），由比例之法，以與他種成分相配，即利用磷酸 46 尅，鉀 26 尅而已，剩餘之成分（尚餘磷酸 46 尅，鉀 26 尅），皆歸於無用。

實際上麥之收穫，較其應得量之半稍多，但其性質不佳。氮量缺少，易感染各種病害。故土中養料成分之最少量者，能操縱全部收穫。

杜乃克 (Doueneck) 舉一特別構造之木桶為例，以說明最少養分律。如右圖，作物之量以桶中所貯之流質表之。各主要養料成分，則以桶旁各木板表之。



桶中液體之平面，僅達最短木板上第一圖 杜乃克所製之木桶  
端而止，其他木板，雖皆較長，但於增加液體之貯量，則毫無功效。猶言他種養料成分雖豐，亦無裨於作物也。而最少量養分，實有操縱作物收成之權。綜上所述，結論如下：

1. 土中各種養料成分，有一缺少，則他種養料成分雖豐，亦無能為力，收穫將受莫大打擊。
2. 增加土中之最少量養分，可恢復他種養分為有用，使得完滿之收穫。
3. 缺乏任何一種養分，即為作物致衰之原因。

## V. 報酬漸減律

一定面積之土地，其產量雖常隨肥料之施用量與資本之投入而增加。然增加量達某種限度時，則漸次減少，甚至所增之收益尚不足施肥及人工之投資。此即報酬漸減律使然也。故所施肥料，當依作物土壤詳加試驗，或其增加率達某程度而後止，過量

之施肥，不但虛耗金錢，有時且反有害。

設某地土壤磷酸與鉀充分供給，氮則逐漸增加，以求作物收穫量與施肥量之關係：

每畝氮肥施與量	糙米(擔)	比較無氮時 增收量(擔)	對於氮肥十斤 增收比率
〇斤	0.65	0	0
五斤	1.83	$1.83 - 0.65 = 1.18$	2.36
十斤	3.38	$3.38 - 0.65 = 2.73$	2.73
十五斤	5.23	$5.23 - 0.65 = 4.58$	3.05
二十斤	6.03	$6.03 - 0.65 = 5.38$	2.69
二十五斤	6.51	$6.51 - 0.65 = 5.86$	2.34

增收比率以十五斤時為最高。最為有利，即最經濟的最大收穫量，超過此點，作物不能盡量利用，所施肥料必致流失。同時土壤溶液過於濃厚，甚至有妨作物之生育。

## 第四章 肥料之分類

肥料種類甚多，分類方法亦不一致。今從效驗上分類，大別爲下列二類：

甲 直接肥料(Direct manure)：

乙 間接肥料(Indirect manure)：

直接肥料含有氮、磷、鉀三要素中一種成分或二種至三種成分，直接可供作物之養料。間接肥料並不含有三要素，故本身不能爲作物之養料，但能改良土壤之物理、化學性質，或使不可給態養分變爲可給態，或能刺激作物，促進作物之生育。石灰、食鹽、錳等，均爲普通之間接肥料。

直接肥料因養分之含量，可分爲氮質肥料(Nitrogenous manure)、磷酸肥料(Phosphatic manure)和鉀質肥料(Potassic manure)三種。此三種肥料如配合適當，則稱完全肥料(Perfect manure)。

肥料又因來源不同，分爲動物質肥料、植物質肥料及礦物質肥料三種。

甲 動物質肥料(Animal manure)——來自動物界者：糞尿類、魚肥類、骨粉、血粉等均屬之。大抵氮及磷酸含量甚多，含鉀則較少。

乙 植物質肥料(Vegetable manure)——來自植物界者：綠肥、油粕、糠、藁稈等均屬之。普通多含有機物，氮及磷酸含量較

少，鉀則含量甚多。

丙 礦物質肥料 (Mineral manure) ——來自礦物界者：智利硝石、硫酸銨、過磷酸石灰、託嗎斯(Thomas)磷肥、鉀鹽類、草木灰等均屬之。

上述動物質肥料及植物質肥料，總稱為有機肥料 (Organic manure)；礦物質肥料或燃燒植物除去有機物之肥料，稱為無機肥料 (Inorganic manure)。前者含有有機物甚多，故施於土壤則生腐植質，能改良土壤之物理、化學性質；後者缺乏有機物，並無此種作用。

肥料因效驗之遲速，又可分為速效肥料及遲效肥料二種。速效肥料含有可給態養分，或易腐敗之肥料，智利硝石、硫酸銨、過磷酸石灰、人糞尿、魚肥、血粉等均屬之。遲效肥料則缺乏可給態養分，且不易腐敗，藁稈、骨粉等均屬之。

肥料又因來源不同而分天然肥料 (Natural manure) 及人造肥料 (Artificial manure)。狹義言之，人造肥料如過磷酸石灰、硫酸銨、石灰氮等，限於化學工業製成品；如就廣義言之，則人造肥料指販賣肥料而言。天然肥料指由勞力得來之自給肥料而言，所謂「功夫肥」。如廐肥、堆肥、綠肥、人糞尿等均屬之。今就天然肥料與人造肥料之特徵比較如下：

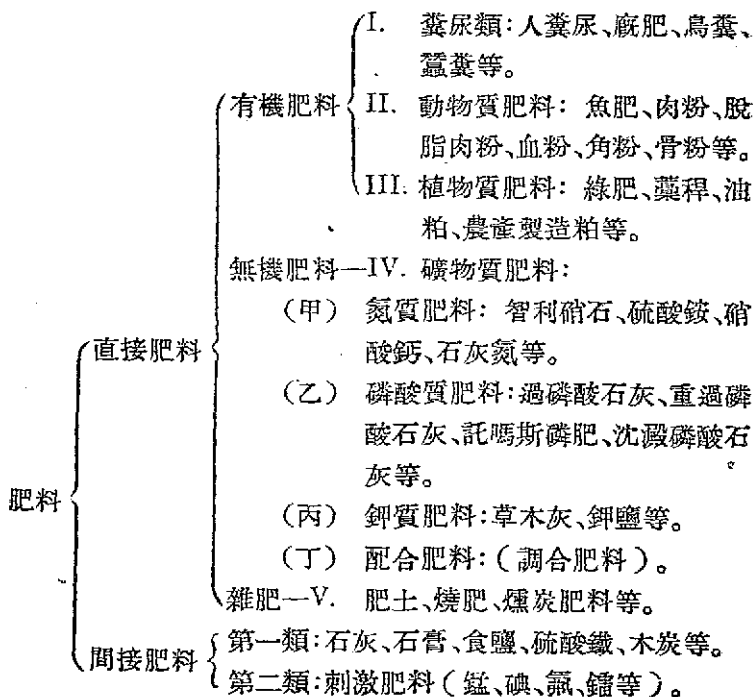
1. 天然肥料大都養分稀薄，容積巨大；人造肥料則養分濃厚，容積甚小。
2. 天然肥料多含有有機物，故改良土性之效力頗大；人造肥

料則缺乏有機物，多用時使土性漸有惡變之傾向。

3. 天然肥料不僅三要素俱備，且含有其他作物所必要養料，但人造肥料則偏含一種成分。

4. 人造肥料多含可溶性養分，及作物不需要之副成分，故多用人造肥料時，有使作物被害及土性惡變之危險。

綜上所述，肥料之分類法雖有種種，但本書則依照下列分類法說明之。



## 第五章 有機肥料

有機肥料可分為兩種，一曰動物質有機肥料，一曰植物質有機肥料。

### I. 動物質有機肥料

甲 廐肥——廐肥者，家畜之排泄物，與畜舍中草薦殘芻之混合物也。自古已利用之，時至今日，農學雖甚發達，然其為用仍不稍衰。

1. 家畜之排泄物 排泄物之成分及重量，因家畜之種類而異，茲略列舉平均數如下：——

		馬	牛	羊	豬	
尿	每 1000 份含 {	氮	15.21	20.50	13	2.5
		磷酸	甚微	甚微	甚微	甚微
		鉀	9.24	13.60	17	3—5
糞	每 1000 份含 {	氮	5.58	4.35	7.2	7
		磷酸	3.50	1.20	4.5	8.1
		鉀	1.00	0.42	1.8	0.2

由此觀之，磷酸大部含於家畜糞中，鉀則大部含於尿中，而糞尿中皆含有氮。

故家畜之尿不可任其流失，流失之原因多由於草薦之不足，或由於尿坑之設備不佳，農家若能溝引而注於堆肥中尤佳。

2. 草薦 草薦之爲用，所以供家畜之臥具，及吸取其排泄物也。

用作草薦之材料，大都爲穀類藁桿、山林野草，以及落葉、敗薪、木屑、泥炭等。其中野草、落葉不甚適用。茲僅舉藁桿、木屑、泥炭等之平均組成如下：

	氮%	磷酸%	鉀%
麥藁	0.48	0.23	0.49
大麥藁	0.40	0.25	0.80
小麥殼	0.72	0.40	0.84
蕎麥殼	0.64	0.20	0.50
木屑	0.2—0.7	0.3	0.74
泥炭	0.6—2.5	0.03—1	0.01—0.7

麥藁所含養料成分，不甚豐富，設每頭家畜在 24 小時以內，可供給 4 尅含排泄物之草薦，則每年平均可得 1500 尅，其所含養料之分量如次：

氮	6—7 尅
磷酸	2—4 尅
鉀	7—15 尅

麥殼含氮較富，而磷酸、鉀之量，則相若。

木屑中磷酸、鉀之含量，與麥藁相若，氮則過之，其吸收能力且倍之。

泥炭富有氮，而缺少磷酸、鉀，用作草薦甚佳。其吸收力亦



發。

### 3. 氮之流失 廐肥成分不能長久保存，時起變化。

無機物質如鉀、磷酸等，不易變化，而含氮有機物則易起變化。動物之尿，含有尿素、尿酸、馬尿酸等，由細菌作用，變為碳酸銨。尿素之變化尤速。此種作用，名曰氨之發酵作用，雖在低溫，亦能發生。

發酵作用之最適溫度為 20—30°，此時新排泄之尿，於數小時內，便起發酵作用。

碳酸銨雖溶解於流質排洩物中，惟易分解成二氧化碳及氨揮發他逸，不能久存於廐肥中，故氮之流失甚大。農家宜設法保存之。

倘畜舍中布滿二氧化碳，則碳酸銨所含之二氧化碳，不得分離，而氨亦因此不致揮發。但此法實際上不能應用。

有利用石膏、鉀鹽、硫酸鐵、石灰等，分布廐肥之上，以阻氮之消失者，惟功效甚微。

欲免廐肥中氮之消失，唯一方法，堆積廐肥於他處，時時攪拌，使氨之發酵作用無由發生。蓋廐肥之堆積，常發出二氧化碳，足以阻碳酸銨之分解，於是氮亦不致消失矣。

若草薦不足，則畜尿不能全被吸收，當用水洗滌而引入肥料水坑。其中發酵作用頗強，所生二氧化碳，布滿空中，可阻碳酸銨之分解，而保存氮肥也。

### 4. 廐肥在各種土壤中之功用 (1)砂土吸收力弱，硝化

作用速，施用廐肥後，其中含氮物硝化亦必迅速，若遇雨水，必有流失之患，故須分數次施肥，每次僅用少量而已。

(2)粘土吸收力既強，硝化作用亦緩，故得預先施用多量之廐肥。

(3)石灰土之輕鬆者，硝化作用甚速，肥料之損失亦鉅，施用之法，亦如砂土。

(4)土壤呈酸性而缺少石灰者，如泥炭土等，不生硝化作用，若不加入石灰，則廐肥不能顯其功效。

乙 人糞尿——人糞尿乃人糞及人尿之混合物，為我國歷來最通用之肥料。因此物易得，且對於各種作物效力甚大，故用途甚廣。

人糞(Feces)大半為食物不消化部分，尚混有各種消化液及少許腐敗作用之生成物。主要成份為蛋白質、碳水化合物（大部分係纖維）、脂肪、氨基酸類、脂肪酸類、酵素、膽汁物及各種無機鹽類。

糞之顏色，由肝臟分泌之膽汁而來，即自黑褐色「膽紅素」(Bilirubin)還原生成物名「水化膽紅素」(Hydrobilirubin)者而來。其色隨食物、年齡及健康狀態等稍有不同。例如肉食者，糞呈黑色；菜食者，糞呈綠色；混食者，糞呈黃色；又哺乳兒糞呈橙黃色；病人糞呈灰白色、黃灰色或橙赤色。

糞之臭氣，因大腸內腐敗作用所生之揮發性脂肪酸、硫化氫、吲哚(Indol)、人糞質(Scatol)等而來。

人尿(Urine)乃食物經消化吸收後，混入血液中，循環於體內，因新陳代謝作用，經過多種變化，最後和水由腎臟排泄於體外。含有種種可溶性無機鹽類及含氮有機物。人尿之成分，大部為尿素(Urea:  $\text{CO} \begin{matrix} \text{NH}_2 \\ \text{NH}_2 \end{matrix}$ )，並含微量之尿酸(Uric acid)、馬尿酸(Hippuric acid)、「動物筋肉質」(Creatinine)、「黃花色精」(Xanthine)、「靛草精」(Indican)、「尿膜精」(Allantoin)等。

健康者尿色，普通因「尿膽褐素」(Urobilin)色素，呈蕷黃色；如因其他種種影響，則呈淡黃色乃至褐色。

人糞尿之肥料成分，亦因年齡、健康狀態、運動、食物、季節等而異。老成人糞尿中所含肥料成分，約與食物中所含營養分分量相等；幼年者食物養分，大半以供筋肉、骨骼等發育，故排泄物較老人養分為少，水分較多，而氮、磷酸及石灰，亦頗缺乏。病人則與老衰者相似，因體質之衰弱，氮及磷酸之含量亦增多。

又在同一年齡，男子糞尿，較女子為良好；妊婦及產婦之糞尿最劣，因妊婦食物中之營養分，大半為胎兒所吸收；產婦食物，一部分亦已變成乳汁。

勞動者用力甚多，蛋白質及其他養分分解較多，故尿中多含蛋白質分解生成物（即尿素）。糞中肥料成分則甚少，因勞動者消化力較強。

客爾納(Kellner)博士曾在日本東京農科大學，研究生活程度及糞尿成分之關係，今將成績表示於下：

新 鮮 糞 尿 千 分 中

	農 民	商 人	中 等 官 吏	軍 人	日 本 人 糞 尿 之 平 均	歐 美 人 糞 尿 之 平 均
水 分	952.90	953.10	954.10	944.10	950.00	935.00
有 機 物	30.30	31.80	38.90	40.70	34.00	51.00
灰	16.80	15.10	16.00	15.20	16.00	14.00
氮	5.51	5.85	5.70	7.96	5.70	7.00
磷 酸	1.16	1.33	1.52	2.97	1.30	2.60
鉀	2.95	2.65	2.40	2.07	2.07	2.10
鈉	5.10	4.09	4.48	3.61	4.60	3.90
石 灰	0.12	0.19	0.19	0.29	0.20	0.90
鎂	0.34	0.46	0.60	0.52	0.50	0.60
鐵 及 鋁	0.26	0.18	0.61	0.61	0.30	—
硫 酸	0.71	0.35	0.48	0.72	0.50	0.50
矽 酸	0.36	1.04	1.10	0.37	0.50	0.20
氯	7.04	5.50	6.06	5.08	6.20	4.00
食 鹽	11.60	9.06	9.99	8.37	10.20	6.60

備考——表中日本人糞尿成分之平均，由農民、商人及中等官吏之糞尿成分平均而得，歐美人糞尿成分之平均，據華爾夫 (Wolff) 氏由德國調查而得。

人糞尿的排泄量，因年齡、健康狀態、勞動程度及食物等大不相同，今據華爾夫及勒曼 (Wolff & Lehmann) 兩氏歐洲之調查，一人一日之糞尿生產量如下：

	糞(克)	所含的成分(克)		尿(克)	所含的成分(克)		
		氮	磷酸		氮	磷酸	
成人	男	150	1.74	3.23	1500	15.00	6.68
	女	145	1.02	1.08	1300	10.73	5.47
小孩	男	110	1.84	1.62	570	4.72	2.16
	女	120	0.57	0.73	350	3.68	1.75

人尿糞可分為兩種，一曰新鮮人尿糞，一曰乾燥人尿糞，亦名糞粉。

丙 糞粉——收集人類排泄物於大池中，固體者皆沉積，其上浮之液體，供提取硫酸銨之用。其下沉之固體，搗碎而乾燥之，即為糞粉。其百分組成如下：

氮 1.5                      磷酸 2—3

其鉀、氨則存留於液體中。

糞粉之組成無定，具有猛烈之作用，但不耐久。

丁 海鳥糞——古代多用之。係數百年之海鳥糞堆集而成，其優者已不復存。今市上所售者，其百分組成如次：

氮 4—7                      磷酸 14—22.5

贗品甚多，非經分析，無以別之。

戊 鴿糞及雞糞——鴿糞者乃鴿類之排泄物及其他毛羽、食料等之混合物也。其百分組成如次：

氮 2—6              磷酸 1.5—2              鉀 1—2

雞糞功效稍遜。

己 魚肥——係一種優良肥料。取魚類之殘餘物，及不可食之魚類，搾去油後用之。其百分組成如次：

氮	4—12	磷酸	7.5—12
---	------	----	--------

## II. 植物質有機肥料

甲 綠肥——綠肥者，即取綠草或樹木之嫩葉等埋於土中，以爲肥料。或栽培草料於田圃中，即於本處或運送至他處而利用之。

植物之用作綠肥者，以能固定空中遊離氮者爲佳，如豆科植物是也。且宜於開花時刈取之，埋入土中，以便分給由空中所固定之養料。

適於綠肥之植物種類頗多，茲舉數種重要者，並附其百分組成如下：

	氮	磷酸	鉀
鳩豆	0.56	0.13	0.43
紫雲英	0.43	0.08	0.26
紅苜蓿	0.48	0.13	0.44
油菜	0.46	0.12	0.35
慈葵	0.37	0.20	0.47
蕎麥	0.39	0.08	0.38

用作綠肥之豆科植物，多爲深根，故能吸收心土之肥分，還諸表土，並能疏鬆土壤，利於其他作物之生長。且能吸收土中無

機物質，與其體中物質相化合，而成可給態，以供下期作物之用。其輸入土中者，以氮為主。綠肥埋入土中，漸自分解，變為腐植質，個中利益殊非淺鮮。

用作綠肥之植物，宜擇其生長易，且能介於兩作物期間而收成者為佳。如一田地，種麥以後，直至下期農作時，全期荒曠，但土壤硝化作用仍照常進行，所成硝酸鹽，必為雨水所疏引而消失。若於其間種以速成植物，則硝酸鹽不致損失，變為含氮有機物，即可供下期作物之養料。

綠肥之施用，必在腐肥運送艱難之地，始有利益。

綠肥分解時，發生各種有機酸，常令土壤變為酸性，不特為害發芽種子，及成長幼苗，並能影響有益細菌之活動力。宜加石灰中和之。

乙 泥炭——泥炭之為肥料，價值與綠肥相若，但不如先用作草薦之為愈也。

石灰土中，泥炭可用作中和劑，其作用亦如腐植質，堆肥亦往往利用之。泥炭由細菌作用可以產生硝酸鹽，以供給作物。

丙 油粕——油粕為葵藎、大豆、胡麻等之種子，榨去油分後所餘之糟粕，乃濃厚之肥料也。茲將各種油粕百分中之主要成份示之如下：

	氮	磷酸	鉀
大豆	6.95	0.70	2.40
落花生	7.56	1.37	1.50

芥子	5.05	2.00	1.30
棉子	6.21	3.05	1.58
蓖麻子	3.6	1.5	1.1
去皮蓖麻子	6.2	2.2	—
胡麻子	6.5	2.6	1.1
油菜子	4.9	2.8	1.3
菜菔子	4.5	1.7	1.4
山茶子	5.4	1.8	1.8

油粕之爲肥料，不及廐肥。其成分中氮最強，磷酸次之，鉀最少，通常多與廐肥合用。油粕在土中分解甚速，植物取用之亦易，功效經二年後，完全消滅。

丁 蒸餾廠之殘液——此爲液體肥料，富含鉀素。若帶酸性，當和以碳酸鈣或石灰。其主要成分爲（每一立方呎）：

	氮	磷酸	鉀
穀類	2.5 尅	7.5 尅	2.6 尅
甜菜	1.3 尅	0.5 尅	2.2 尅
蕃薯	2.0 尅	0.6 尅	3.0 尅

戊 澱粉廠之殘渣——凡不能用作飼料者，均充肥料，其所含養料甚少，平均每噸中含氮 1.3 尅、鉀 0.5 尅、磷酸 0.5 尅而已。

己 堆肥——農舍廢物之利用——農家對於農作所得動植物之殘廢物，不可任其遺棄，如橐桿、落葉、雜草、果皮、菜根、糞土，以及家畜之遺骸等。



此等殘物，不能直接施用於土壤中，必先堆積，使受微生物之分解作用，即所謂堆肥也。製法：將各種廢物與耕土相混，加入熟石灰粉，或生石灰塊。地上先鋪此混合物一層，次鋪土一層，其上更鋪混合物及土，如此相疊，至適宜高度，時時澆以污水，以維持堆中溼度。

石灰之作用，乃催促有機物之分解，及硝化作用之進行。堆肥中有機態氮，先變為氨，再變為硝酸鹽。

堆肥乃一種人造硝化場，因其中土壤富有吸收力，氨亦不至消失。

數月後，欲使其混合密切，空氣流通，可用鋤直切之，另行堆積於隣地。

堆肥中所含養料，因原料不同，而效用亦略異，但各養料多變為可給態，含氮尤富。

## 第六章 化學肥料

### I. 化學肥料之必要

化學肥料既可恢復地力，又可增加作物產額，而貧瘠之土，亦可變為膏腴，化學肥料含有種種植物養料，其效力可取廐肥而代之，且可補助廐肥之作用。

含氮肥料如硝酸鈉等、磷酸肥料如過磷酸鈣或礦渣等、含鉀肥料如硫酸鉀、氯化鉀等，品質濃厚，運送亦較便利。

1000 斤廐肥可代以

沉澱磷酸鈣	10 斤
氯化鉀	10 斤
硝酸鈉	20 斤

設土壤缺少磷酸，則作物亦必缺少磷酸，若施廐肥，磷酸含量不足，仍不足以彌補其所需磷酸，惟化學肥料（磷酸肥料）能襄助廐肥之作用，而彌補作物之所缺。

又設土壤僅缺少一種養料，如磷酸，而廐肥所含者，磷酸以外，尚有氮、鉀等，為豆科植物所不必需，則氮、鉀歸於無用。惟化學肥料，可單獨供給土中任何一種養分，故其經濟上之利益，較廐肥為大。

化學肥料之效力，較速於廐肥，且農家得就作物之需要，隨意增減其種類及分量，施用方面，至為便利。

但化學肥料亦不能完全代替廐肥，腐植質為土中微生物養

殖之重要機關，土中腐植質愈多，有效細菌之發育愈易，而硝化作用亦愈速，於是不溶性無機物質之變成可給態亦愈速。土壤之吸收力及物理性質，與腐植質亦有絕大關係，腐植質能使堅硬土壤變為輕鬆，而輕鬆者變為堅實。凡土中養分為雨水所疏散者，腐植質亦能截留之。廐肥多富有腐植質，為化學肥料所不及之點，故若單用化學肥料，不混以有機肥料，是使土中腐植質漸次消滅，土壤漸改變其優良物理性質，而生活力亦大見衰減矣。

## II. 化學肥料與廐肥之合用

欲得豐盛收成，而手續不甚繁複者，則於廐肥之中，加入適當化學肥料而合用之可也。今舉各種試驗以證之：10000 方呎之地，三年中僅施廐肥 15000 尅，隨作物之需要，而混入適當之化學肥料，如過磷酸鈣、硝酸鈉等。又於他地施以同等之廐肥 30000 尅，不加化學肥料。又於他地獨用化學肥料，如過磷酸鈣、氯化鉀、硝酸鈉、硫酸銨等之混合劑，茲將三者之結果，列表示之。

每 10000 方呎之收成(尅)

	混合肥料	廐肥	化學肥料
麥	830	770	710
蕎麥	500	355	480
嫩草	1330	1720	1445
甜菜	21700	18400	18160
蕃薯	9250	7900	10500

萊菔                      24000      -17000                      20500

據此可知混合肥料之功效，較著於廐肥（除嫩草以外）及化學肥料（嫩草及蕃薯除外）。

### III. 化學肥料之種類

化學肥料之應用於土壤者，可分數種如下：——

1. 含氮肥料 {
  - 有機氮肥料：肉粉、血粉、骨粉、草屑等。
  - 氮態氮肥料：硫酸銨及其他銨鹽類。
  - 硝酸態氮肥料：硝酸鈉、硝酸鈣等。
  - 硝化石灰
2. 磷酸肥料 {
  - 磷酸礦
  - 動物之磷酸質
  - 過磷酸石灰
  - 磷鐵渣
  - 沉澱磷酸石灰
3. 鉀肥料 {
  - 氯化鉀、硫酸鉀、粗鉀
  - 碳酸鉀等
4. 石灰肥料 {
  - 石灰
  - 炭灰泥
  - 石膏
5. 觸媒肥料 {
  - 鐵鹽、食鹽
  - 錳鹽、硫黃

---

#### IV. 化學肥料之鑑定

各種化學肥料，每有混入雜物以製成偽品者，必須注意辨別，鑑定之法視種類而異。普通方法為取樣品少許，加熱或投入溫湯中，使之溶解，檢查其殘渣、沉澱物與浮遊物之性狀而斷定之，並須加適當化學藥品，視其化學反應，以資鑑定。

## 第七章 氮肥料

### 1. 有機態氮肥料

#### I. 有機態氮肥料

凡以動植物原料製成，而含氮量多於他種養分者，皆屬之。

前述油粕、魚肥等，亦可列入有機氮肥。

動物遺體乃一絕佳肥料，如血、肉、毛、皮等均含氮甚富，含磷酸甚少，均可列入有機氮肥料。至於骨髓，則氮甚少，而磷酸鈣甚多，宜列入磷酸肥料中。

#### II. 有機態肥料之分類

甲 血(鮮血)——牛一頭可得20尅，羊一頭可得2尅，其百分中之平均組成如次：

氮	3.00
磷酸	0.04
鉀	0.00
水分	80.00

血與空氣接觸，能引起發酵作用，極易腐敗，而發生臭氣。故新鮮者，惟鄰近屠宰場之農家得用之。

鮮血可以單獨施用，或與水相和，直接向土中澆洒，或先混入堆肥，俟硝化後而利用之。

乙 血粉——新鮮血靜置空中，漸自凝聚即成血塊，壓榨而乾燥之，呈碎屑狀、色黑褐、斷切處發晶光、吸收濕氣甚易，且發出氨，故宜貯於乾燥處。其百分中之平均組成如次：

氮	10—13
磷酸	0.5—1.5
鉀	0.6—0.8

血粉乃一種氮肥料，其力甚強，其效甚速，其價甚昂，贗品亦多，購用之前，不可不先行分析。

丙 肉粉——獸類因疾病、觸險而死亡者，將其肉塊置於蒸氣中，約 12—14 小時，除去上浮之脂肪質，置於蒸氣箱中令乾，次搗碎成粉。其百分中之平均組成如次：

氮	9—11
磷酸	2—3
鉀	甚微

肉粉亦一極佳氮肥料，其價值與血粉相若。

丁 角肥——製造鈕扣、梳櫛等工廠所拋棄之角料，農家多收集之以製角肥。

	百份中所含之氮量
角粉	10.20
蹄粉	12.54
角屑	14.6

角肥分解甚慢，功效亦遲，粉粒愈小，則價值愈高。

其製法，將骨料用過熱蒸氣通過之，次令乾燥，而輾碎之，約可得氮 1.3—1.5%。或置鐵板炒熔之，其功效尤速。

戊 草屑——取製革工業之廢物，先用過熱蒸汽通過，復於鐵板上焙炒，可得氮 7—9%，及少量磷酸，其功效則甚慢。

己 毛屑——取製造呢絨、氈毯之廢物而利用之，其百份中之平均組成：氮約 3—4%，磷酸約 $1/2$ — $1/3$ %。

### III. 有機氮肥料在土中之作用

氮肥施入土中，當受種種變化，始克充作物之養料。變化之遲速，當視肥料粒狀之大小為轉移。

在土壤中有機氮肥先成腐植質，腐植質為不溶性、不為雨水所疏引、不能直接供作物之養料。設土中空氣流通，溫度適宜，則腐植質受細菌之作用，將所含氮漸次變為氨。氨之一部分能直接供用於作物，他部分復經硝化作用，而變為硝酸鹽。硝酸鹽乃作物最佳之養料。

若土壤情況利於硝化作用，則氮肥料硝化之遲速，專視肥料粒狀之大小，及其化學組織如何而定。自其粒狀言之：肥料粒狀愈小，硝化作用愈速。自其化學組成言之：血粉等硝化速，故對於作物之功效亦速。草屑等硝化遲，故其變成可給態亦遲。

### IV. 有機氮肥料之價值

有機氮肥料，硝化愈速，價值愈高。



各種有機氮肥料，與硝酸肥料（硝酸鈉）相較，設硝酸鈉之滋養值為 100，則各種有機氮肥之價值，當如下列之數：

(1)血粉、角粉、蓖麻油粕、綠肥	65
(2)肉粉、魚肥	63
(3)毛屑	25
(4)革屑	15

有機氮肥料含氮雖多，未必盡為優良，全視氮之性質何如而定。

## 2. 氨態氮肥料

### I. 硫酸銨

氮肥料中之最常用者，當推硫酸銨，呈結晶狀態，易溶解，純淨者呈白色。100 份中含有 21 份氮。

市上所售硫酸銨，多不純淨，色灰褐，所含之氮量亦無定。

硫酸銨所夾帶之雜質，最有害於作物者，為硫氰酸銨。又硫酸鈉、氯化鈉、硫酸鐵等，均可混作贗品，農業家須注意及之。

### II. 硫酸銨在土中之作用

硫酸銨易溶於水，故施諸土中，即行溶解，周流土層中。及至植物之根部，便被吸收，以為養料。

硫酸銨既易溶解，是否為雨水所疏引，茲分別述之：

甲 富有石灰之土壤——硫酸銨與土中碳酸鈣相接觸，則

起交換反應，而成碳酸銨及硫酸鈣，碳酸銨易為土壤所吸收。

碳酸銨所含氮因硝化作用，漸變為硝酸鹽。所成硝酸鹽宜隨時利用之，蓋硝酸鹽不為土壤所吸收，易被水疏引而流失也。

乙 缺少石灰之土壤——所加之硫酸銨，無從變為碳酸銨，土壤既不能吸收硫酸銨，則被雨水所疏引流入下層土。

又土壤所含石灰過多時，硫酸銨先變為碳酸銨，此鹽復與多量石灰相接觸，則復分解而放出氮，散失於空中。

### III. 其他銨鹽類

常用於農業者，舉例如下：

甲 氯化銨——每 100 分含有氮 27 分，亦可用作肥料，惟其價昂，用之者甚少。

乙 硝酸銨——此鹽含有硝酸態氮，又含氨態氮。每百分中氮約占 40。價昂，用者少，惟其溶液尚多施用於堂屋中之盆景。

丙 磷酸銨——百分中含氮 28，含磷酸 50，二者皆為植物之養料。

丁 煤氣液——即洗濯煤氣之殘液，每一立呎中含氮 15 呎，可以用作肥料。但宜注意氮具侵蝕性，能傷害植物，用時宜和以 10—15 倍之水。最好先將其化成碳酸銨，然後使用。

## 3. 硝酸態氮肥料

### I. 硝酸鈉

此鹽用於農業中甚多，100 分中含有氮 16.47，市上所售者，多不純淨，百分中夾帶雜質 3—5%，含氮量至少為 15% 以上。

又粗鉀、結晶白砂、食鹽、玻屑，均可充作價品，亦宜注意。

硝酸鈉極易溶解，吸收水分亦速，宜貯存於乾燥處，勿使變為液體。

## II. 硝酸鈉在土中之作用

如上所述，硝酸鈉極易溶解，故施用時，甚易溶解於土壤水中。

天旱時，若先施硝酸鈉於土中，而後播種，則結果有害作物。蓋結晶態硝酸鈉吸取土中水分，而成濃厚溶液，粘着於附近土粒上。設種子落於此濃厚溶液中，則發育不能暢茂。設落於乾燥處，則種子不能萌茁。若分布硝酸鈉於幼植物之上，則所成之濃厚溶液，必害及植物之根部。如施硝酸鈉於土中，必待雨水豐沛，使成稀薄溶液，四散土中，方能供植物之吸收。但雨水過盛，則硝酸鈉皆行溶解，土壤不能完全吸收，致被雨水疏引，漏入下土層。雨水愈多，土壤愈鬆，其損失亦愈大。故施用時，宜在春季，幼植物能吸收養料時，分佈於其上。且宜分兩次施肥，以期損失較少，而收穫較多也。

植物既受硝酸鈉肥料之滋養，則根部發育甚暢，能深入土中，採取水分，即遇旱魃亦不易損害，雖一時缺少水分，亦不至即行萎敗。

### III. 硝酸鈉在各種土壤中之作用

植物能直接吸收硝酸鈉，但分析植物灰分，未見鈉之存在。蓋硝酸鈉加入土中時，即與土中碳酸鉀或石灰等起化學反應，而成硝酸鉀或硝酸鈣。二者皆為可給態。凡土壤皆含有適量鉀及石灰，以供此等之變化。無論在何種土壤中，植物吸取硝酸鈉，易而且速。但在砂土中，硝酸鈉易被雨水所疏引而散失。欲免此弊，可將應用之肥料量，分數次施行之。

### IV. 硝酸鉀

純淨硝酸鉀，不常使用，使用者皆天然硝酸鉀。其百分組成如下：

氮	12—14%
鉀	41—46%

其中雜質甚多，約佔 5—20%。

硝酸鉀同時供給氮及鉀，但其價值常較鉀及氮之總額為昂，用之殊不經濟。惟園圃中特別植物，間有用之者。

### V. 硝酸鈣

空中氮及氧通過電弧間，可得硝酸，用以製造多量硝酸鈣，以供農業之用。

硝酸鈣之效用，與硝酸鈉同，惟其價格較低，故為用較廣。

## 第八章 磷酸肥料

### I. 土壤何以需要磷酸肥料

甲 由化學分析——土壤每 1000 尅，含磷酸 1 克，即為適用。但此磷酸總量，非全為可給態。土中磷酸大別之為二，其一溶解於醋酸中，係可給態磷酸；其一即應用濃厚無機酸亦難溶解。故由化學分析之結果，並不能確定土壤需要磷酸若干，僅示一大體方針而已。

凡土壤經化學分析，認為缺少磷酸者，必須施用磷酸肥料，固無疑義。即化學分析認為適用者，亦非再經直接種植試驗，不能確定磷酸肥料之施用與否。

乙 收穫狀態——植物缺少磷酸與否，除穀類外，不能從其外表狀態觀察之。

凡穀類枝葉茂盛，而種子甚少，或中空，其原因大抵為缺少磷酸。蓋氮利於枝葉之發育，而磷酸則利於種子也。

丙 由直接種植試驗——此試驗為補化學分析不足之最良方法。

試以甜菜為例：土壤 1000 克，含磷酸 0.8 克者，依理列入次等土。如施用過磷酸鈣，則可增甜菜之產額。

又土壤 1000 克含磷酸 1—1.5 克者，稱優等土。如施用磷酸肥料，結果亦甚佳。

磷酸之功效，由作物之外表狀觀察之，已可略知一二。如果

秤衡其重量,則更爲顯明。

## II. 作物之攝取磷酸

土壤每 10000 方呎,各種作物攝取磷酸之分量如次:

### 穀 類

麥(1,500畝)	16.1 尅	麥(4,000畝)	43.1 尅
大麥	16.0 尅	圓麥	21.0 尅
蕎麥	12.5 尅	小米	20.1 尅
蕎麥	12.7 尅		

### 工業植物

油菜	47.8 尅	罌粟	26.6 尅
麻	21.8 尅	大麻	43.7 尅
葎草	13.0 尅		

### 塊根植物

紅蘿蔔	43.0 尅	萊菔	47.0 尅
黃蘿蔔	115.0 尅	甜菜(飼料)	48.0 尅
蕃薯	36.6 尅	甜菜	45.0 尅
首烏	39.0 尅		

### 芻秣植物

嫩草	21.0 尅	圓麥	48.0 尅
小米	42.0 尅	苜蓿	45.0 尅
苜蓿之一種	51.0 尅	苜蓿之又一種	21.2 尅
鳩豆	24.8 尅		

上表所示，各種作物攝取磷酸量，由 15—50 尅不等。芻秣植物攝取磷酸，較穀類為多，且其效立顯。

氮肥料施用過多，則枝葉發育過甚，每致成熟遲緩，或未實先倒。磷酸肥料施用雖多，則無此弊，且不被雨水所疏引，能留存土中，以供下期農作之用。

### III. 土壤所含磷酸量與動物之關係

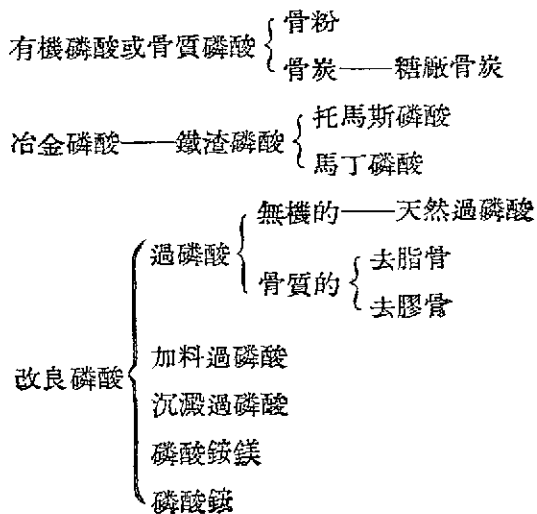
作物之盛衰，視土中磷酸量為轉移，土中多含磷酸，則其作物含之亦多。若動物取之為養料，發育必速。

動物之產於磷酸富有地者，類多強壯。產於磷酸缺少地者，則多衰弱。

### IV. 磷酸肥料之分類

磷酸肥料由其來源及組成，可分數種如下：

天然磷酸或無機磷酸	}	天然結晶磷酸鈣
		磷酸礦
		磷酸粒
		磷酸砂
		磷酸灰
		黑磷酸





## 第九章 鉀肥料

### I. 何以土壤需要鉀肥料

甲 化學試驗——土壤 1000 克含鉀 2 克，即為適用。但土壤經化學分析後，其含鉀量已認為充足者，往往尚須另加鉀肥料。因土中所含鉀素，非盡為可給態，不能全部供用於植物。土壤如由化學分析，認為缺少鉀素者，則必須施加鉀肥料，當更無疑義矣。

乙 作物狀態——土壤缺少鉀肥者，作物狀態，頗有特點足述者。如蕃薯、煙草等，葉片上滿佈污點，或葉呈黃色而萎敗。如蕎麥葉，先呈黃色，次變褐色，終則乾萎。又如甜菜葉，先變褐色，次白色，終至破裂而死。

鉀量不足，作物柔軟，反之鉀量充足，則作物堅實。

鉀肥料之試驗，較之氮肥料或磷酸肥料更宜謹慎，所得作物宜秤衡之。由鉀肥料而增加之作物量，常達 25—40%。但其體積未嘗大變，故不能由外部觀察而判定之。

### II. 各種作物需要鉀之分量

各種作物，每 10000 方呎所須鉀量，列表如下：

穀類		工業植物	
麥(1,500畝)	20.1 尅	蕓薹	58.0 尅

麥(4,000畝)	33.5 尅	罌粟	68.5 尅
大麥	33.8 尅	麻	40.2 尅
蕎麥	46.7 尅	大麻	65.0 尅
圓麥	25.4 尅	啤酒花	24.0 尅
小米	40.3 尅	煙草	98.0 尅
蕎麥之一種	31.3 尅		

## 塊根植物

## 莖株植物

萊菔	110 尅	小米	192 尅
甜菜(飼菜)	258 尅	白菜	215 尅
甜菜(糖)	168 尅	苜蓿(紅)	156 尅
蕃薯	113 尅	苜蓿	152 尅
首烏	241 尅	鳩豆	80 尅
嫩草	96 尅	苜蓿之一種	80 尅
圓麥(綠)	126 尅		

各種作物所需鉀及磷酸之比較,列表如下:

作物之種類	每 10,000 方呎需	
	磷酸	鉀
穀類(禾本科植物)	20.3 尅	31.6 尅
豆科植物	24.6 尅	51.6 尅
工業植物	30.6 尅	58.9 尅
塊根植物	53.3 尅	182.0 尅

飼料植物 80 尅 166.0 尅

按作物吸取鉀量，較磷酸為多，通常土中之含鉀量，亦較磷酸為多。惟因連年供給作物，其量勢必逐漸減少。農家欲得完滿效果，宜添加鉀肥料。

### III. 鉀肥料之種類

鉀肥料之種類，通常用者有四：

草木灰 氯化鉀 硫酸鉀 粗鉀

此外尚有硝酸鉀、碳酸鉀等，惟不甚重要。

甲 草木灰——草木灰為吾國唯一之鉀肥料。成分隨植物之原料而異。茲列舉如下：

	鈣	磷	鉀
落葉樹灰	30.00	3.50	10.00
針葉樹灰	35.00	2.50	6.00
木灰	30.00	3.90	11.70
藁灰	2.30	2.10	4.50

乙 氯化鉀——純淨者係由純氯化鉀所組成。每百份含：

氯 47.6 鉀 52.4

市上所售氯化鉀，不甚純淨，每百份中，僅含鉀 50 份。

氯化鉀味鹹，極易溶解於水中。

丙 硫酸鉀——純淨者，其組成為：

硫酸 45.9 鉀 54.1

市上所售硫酸鉀肥料，質品頗多。或取硫化鉀、硫酸鉀，或取粗製硫酸鉀、粗製氯化鉀，以圖魚目混珠。

購入鉀肥料時，最宜注意其成份，僅知含鉀量，仍不敷用，宜再分析硫酸含量及含氯量。蓋硫酸鹽常較氯化鹽為貴，故有分別檢定之必要也。

硫酸鉀味微苦，溶解於水。

#### IV. 鉀肥料在土中之作用

鉀鹽易溶於水，故土中常含其溶液，其作用與硝酸鉀相若。鉀肥料中粗粒往往吸取周圍之水分，形成濃厚溶液，侵入附近土粒。故施用鉀肥料後，如即行播種，則濃溶液與種子接觸，必危及作物。如遇雨水，可以沖淡溶液，則較為有利。

土壤之含鉀者，吾人如用水洗濯之，其濾液中並無鉀之存在。是因土壤中黏土、腐植質、碳酸鈣等，對於鉀肥均有吸收力也。

鉀鹽類與碳酸鈣相接觸，則分解而生碳酸鉀，碳酸鉀能直接供用於作物。法國南部，種植葡萄多用之。但其價頗昂，吾人亦可用氯化鉀或硫酸鉀取代之，則價格較廉。此二者施入土中，經久亦能變成碳酸鉀，生相同之效用。

土中碳酸鈣之含量，與鉀肥料有密切之關係。土壤缺少碳酸鈣時，則鉀鹽不能全變為碳酸鉀。換言之，土壤不能全部吸收，雨水多時，必至流失。雨水少時，溶液太濃，侵蝕根部，危及植物。故施用鉀肥料，宜先加石灰。

## 第十章 石灰肥料

### I. 石灰之功用

- (1) 供給植物為養料。
- (2) 腐植質之生成，硝化作用之發生，必需石灰。
- (3) 石灰能使土粒輕鬆。
- (4) 施用鉀肥料或氮肥料之土壤，不可不含石灰，以維持其吸收力。

由植物所需養料言之，凡土壤 1000 克含石灰 1 克，即為適用。

茲將各種作物每年每 10000 方呎所吸取石灰之平均量，列表表示之：

穀類		豆科植物		工業植物	
麥	7.8 尅	黃豆	24.8 尅	荳蔻	9.70 尅
大麥	10.0 尅	小豆	66.0 尅	罌粟	67.2 尅
圓麥	13.7 尅	豌豆	37.7 尅	麻	30.3 尅
蕎麥	8.8 尅	綠豆	35.2 尅	大麻	152.0 尅
小米	15.4 尅			煙草	112.0 尅
塊根植物		其他植物			
蘿蔔	113.0 尅	嫩草		46.2 尅	
甜菜	50.0 尅	小米		72.0 尅	

甜菜(製糖)	58.2 尅	苜蓿	153.6 尅
蕃薯	24.6 尅	苜蓿之一種	65.7 尅
		鳩豆	77.2 尅

禾本科植物(穀類)需要石灰量,僅爲磷酸之半,或爲鉀量之三分之一。

## II. 土壤何以需要石灰肥料

甲 化學分析——石灰在土中易變爲碳酸鈣,碳酸鈣最便於植物之吸收。土中需要石灰與否,可自有效碳酸鈣之分量檢定之。

土壤需要石灰量,頗難確定。同量碳酸鈣,輕鬆土壤已稱適用,堅硬土壤則尤不足。設兩種土壤皆缺少鈣肥,則前者所加鈣肥料,較後者爲少。土壤之缺少腐植質者,所需之石灰量,亦較富有腐植質者爲少。故由化學分析,頗難確定土壤需要石灰與否,最好再行直接種植試驗,以定石灰施用量。

乙 作物狀態——缺少石灰之土壤,不易產生豆科植物。富有石灰之土壤,豆科植物最易發育。

## III. 石灰之損失

土壤每 1000 克含有石灰 1 克,則每 10000 方呎當含有 3600 尅。若每 100 克含有石灰 3 克,則每 10000 方呎,當含有 108000 尅,其量甚大,似無竭竭之患。但土中石灰爲雨水所

疏引而流失者，爲量不小，是宜注意。

- 甲 酸性碳酸鈣之流失。    乙 硝酸鈣之流失。  
丙 硫酸鈣之流失。        丁 氯化鈣之流失。

#### IV. 石灰肥料之種類

農家所常用者：

- (1)生石灰                      (2)炭灰泥

#### V. 石灰在土中之作用

甲 與有機物質之關係——石灰能分解有機物質，使發出氨。

但硝化作用進行時，並無此種危險。蓋散布石灰於土中時，硝化作用即已中斷。其後石灰漸與土中二氧化碳相化合，而成碳酸鈣。或與腐植質相化合，而成腐植酸鈣。此時石灰已失其侵蝕性，於是硝化作用復起。

硝化作用盛行於略呈鹼性之土壤。故土壤缺少碳酸鈣時，不能起硝化作用。即起作用，作用亦不強。於是有機態氮，不能全部變爲可給態硝酸鹽矣。

凡酸性土壤、泥炭土壤及砂礫土壤，缺少碳酸鈣者，施用石灰，尤爲必要，蓋足以引起硝化作用也。

乙 與無機物質之關係——石灰加入土中，能分解黏土(矽酸鋁鉀)而生遊離鉀，以供給於植物。

丙 與土壤吸收力之關係——凡土壤含有碳酸鈣時，始能吸收氮肥料或鉀肥料，而成碳酸銨或碳酸鉀。土中若缺乏碳酸鈣，則鉀肥或氮肥，必為雨水所流失。

丁 與土壤物理性質之係關——石灰能使堅硬土壤變為輕鬆。膠質黏土，由鈣鹽之作用而凝聚。

石灰能使泥炭土易透水，且減其溼度，蓋土中最易吸水之腐植質等，皆漸次硝化矣。

## VI. 石灰之消耗地力

土壤若僅加石灰，希得較豐之收穫，則數年之後，其產量反見減少。蓋石灰與土壤接觸，不過能使所含有機氮行硝化作用，以便植物之吸取耳。石灰雖為肥料之一，並不能代表植物之各種養料。施用石灰固能使植物所吸收之氮量增加，然土中所存他種養料，如磷酸、鉀等亦必同時減少。故僅加石灰不能久得豐盛之收穫，乃理所當然。

植物吸取養料增多，則地力之消耗亦速。施用石灰之土壤，初時雖增加收穫，若不同時加入他種肥料，則產量漸見減少，而成貧瘠土壤。

硝化作用，特有石灰而加猛，則土中腐植質漸被消滅。若所成硝酸鹽，植物不能盡量吸收，必至為雨水所流失，良可惜也。

石灰宜與廐肥、磷酸肥料、鉀肥料等同時施用。



## 第三編 植物生理化學

### 第十一章 植物養料之來源

植物之養料，取給於空氣及土壤。空氣之成分雖無一定，但大致相同，非人力所得而操縱之。土壤則不然，可由人力改良之。

#### I. 空氣

空氣含有：

氧	21%	氮	79%	水蒸氣	無定
二氧化碳	$3/10000$ 容積 (10000 呎空氣含 3 呎二氧化碳)				
硝酸	微量	氫	微量		

動植物之呼吸，家廚、工廠之燃燒，均能產生二氧化碳，消費氧氣。然植物之葉綠素能營同化作用，吸碳吐氧以補足之。

甲 二氧化碳 —— 為植物生活所必需。空氣中僅含少量 (10000 呎空氣僅含 3 呎二氧化碳)，然動物呼吸及燃燒所成者，則為量頗巨，足供植物之需要。故空中之二氧化碳，常能保持其平衡也。

海水可以維持空中二氧化碳之平衡。海水含有酸性碳酸鹽，其量頗大，可自行分解或還原。若空中二氧化碳不足，則此酸性碳酸鹽分解，生成二氧化碳以補足之；若空中二氧化碳過多，酸性碳酸鹽復取之以成中性碳酸鹽，使空中二氧化碳復達平衡。

乙 硝酸 —— 空中硝酸乃由暴雨時所生電能，使空中氮與

氧直接化合而成。硝酸復與空中氨化合，而成硝酸銨，隨雨水溶解，輸入土中，以供植物之吸收。其量每年每一萬方呎約達 0.33—2.8 尅。

熱帶之地時有雷雨，故空中硝酸及亞硝酸之量尤大，無怪乎其植物生長之茂盛也。若歐洲溫帶之地，雷雨甚少，由雨水而輸入土中之硝酸，實寥寥也。

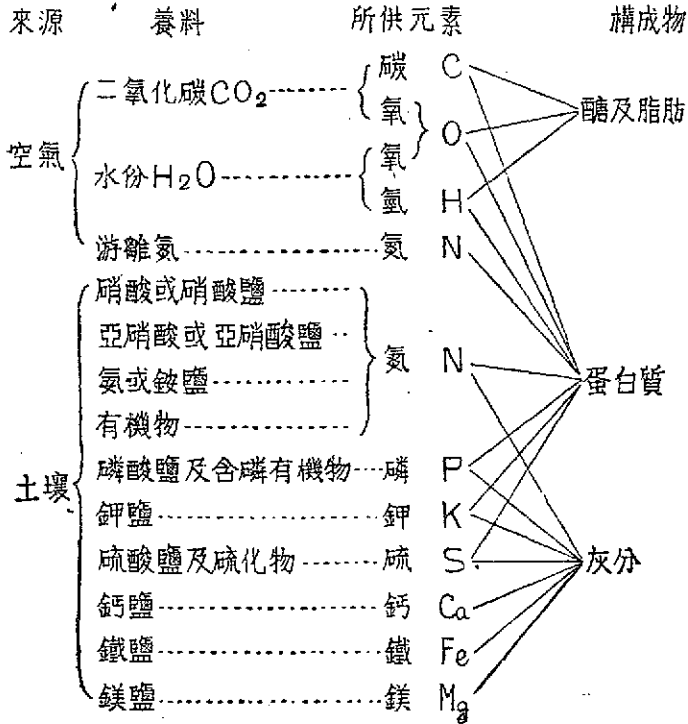
丙 氨——氨常成碳酸銨及硝酸銨而存在空中。極易溶解，可於雨水中檢得之。

空中銨鹽之直接供用於植物者，其量至微，即由雨水輸入土中者亦不多，可知植物利用空中銨鹽量並不多也。

## II. 土壤

土壤為植物之支柱，而其養料之大部分亦所由出也。德斐 (Davy) 氏稱土壤為植物養料之預備機關，良不為誣。土壤中所含植物養料，最要者為氮、磷、鉀、鈣、硫、鐵、鎂七元素，已於前章詳述，茲不復贅。

茲就植物養料之來源及其構成物，列表如後：



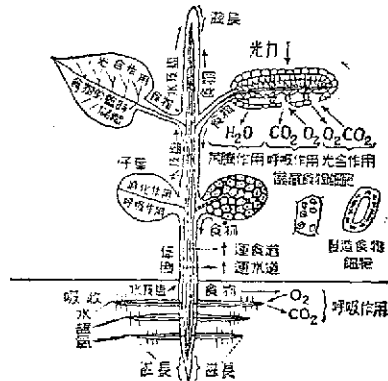
## 第十二章 植物生理

植物生理由表面觀察之，似與動物不同，詳究之，實與動物相似。所異者，植物生理偏重組成方面，使簡單無機物製成儲藏能力之有機物。此種作用，謂之組成作用(Anabolism)，又稱同化作用(Assimilation)。動物生理偏重在分解方面，使有機物分解成簡單無機物，放出能量，供給體內外活動之需。此種變化，謂之分解作用(Catabolism)，又稱異化作用(Dissimilation)。

### I. 碳之同化作用及其來源

甲 碳之同化作用——植物為有機物，皆含有碳。一般有機物之主成分為碳、氫、氧、氮等，而碳則為其唯一不可少之元素。試取植物焚之，其所含之碳，與空氣中之氧相化合，而成為二氧化碳。可知碳為植物最緊要之原料。

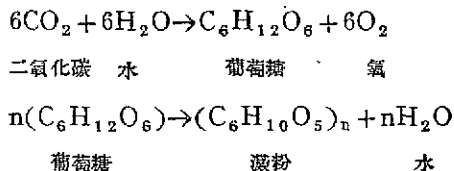
植物由綠葉素吸取空中二氧化碳及水分，藉日光之輻射能，製成植物養料，所餘游離氧，仍還諸空中，此即所謂光合作用是也。晚間或暗處，則停止光合作用。



第二圖 高等植物(豆)生理圖解

凡葉片不具葉綠素，或雖有葉綠素而放置於暗處者，不能行同化作用。且植物在暗處過久，葉綠素漸次消滅，植物亦逐漸萎敗。

**乙 醣之製造**——製醣初步，係二氧化碳與水造成葡萄糖，復集合多個分子葡萄糖，連合而成一個分子澱粉。下列方程式以示其中變化：



由上列方程式，證明植物葉綠素營光合作用時，有機物與氧氣同時產生。

**丙 脂肪與蛋白質之製造**——植物光合作用之結果，除製成醣而外，又能產生脂肪與蛋白質。關於製造脂肪及蛋白質之化學變化，今雖未知其詳，但能確定由醣改造而成。脂肪僅含碳、氫、氧三元素。故自醣改造脂肪，不須另加他種元素。蛋白質則至少含有碳、氫、氧、氮四元素，間亦有含磷、硫者。氮磷硫三元素來自土壤，由植物根部吸取後，經導管而輸送之。脂肪與蛋白質中所儲能力亦來自醣類，其製造地點，似非限於葉綠素。其製造程序，脂肪則第一步先造成甘油與脂肪酸，第二步由甘油與脂肪酸連合而成脂肪（詳營養化學）。蛋白質則第一步先造成氨基酸，第二步由多個氨基酸分子連接而成蛋白質。

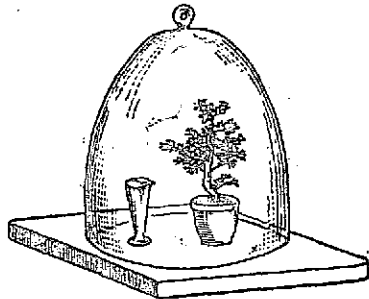
丁 有機物之運輸與儲藏——有機物必自製造地點運輸至根莖各部，以供各部細胞之需要。葡萄糖易溶於水，並能滲透細胞膜，故運輸頗易。澱粉則不溶於水，須藉酶（酵素）之消化作用，變成葡萄糖後方可運輸。葡萄糖既達目的地，復藉他種酶之締結作用，變成澱粉以儲藏之。脂肪與蛋白質亦經酶之消化作用，變成脂肪酸、甘油及氨基酸，方可運輸至植物各部細胞。既達目的地後，復由酶之作用，合成脂肪及蛋白質而儲藏之。

有機物之運輸大道為篩管。葉部篩管與枝莖根部之篩管均相通，故葉部製成食物可由篩管移至其他各部。根莖各部細胞亦均由篩管附近吸收其所需之有機食物。有機食物如有盈餘，亦可由篩管運至根、莖、葉各部儲藏之，以備不時之需。種子萌發時需用養料尤多，故種子中儲藏之養料甚多。

## II. 氫氧之同化作用及其來源

呼吸作用——植物亦如動物能營呼吸作用，即吸收空中之氧氣，而吐出二氧化碳也。

試驗——置植物一株及石灰水一杯於玻璃鐘中；移於暗處，不久石灰水變濁。如法另設一玻璃鐘，中置石灰水，但無植物，



第三圖 石灰水的試驗

則水不變濁。

葉及植物其他各部均能呼吸，葉因面積大，故呼吸之量亦多。

植物之呼吸，不分晝夜；但在日光中，呼吸作用爲同化作用所掩蔽，蓋此時植物方吸收空中之二氧化碳，而吐出氧氣也。以上試驗，如於日光下行之，石灰水仍可變濁。是即呼吸作用不因日光而終止，不過爲同化作用所掩蔽耳。

由同化作用所吸收之碳量與呼吸作用所吐出之碳量，可比較之如後：旭日初升，其力未足，呼吸作用較勝於同化作用，吸氧吐碳，亦如夜間，惟其量稍減耳；至日光之力漸增，同化作用與呼吸作用不相上下；至日光全盛時，同化作用大占勝利，故祇見其吸碳吐氧矣；至日漸西沈，同化作用亦漸消弱，而呼吸作用乃漸次增加；既入夜間，則祇有呼吸作用矣。

植物由呼吸作用所吐出之碳，與由同化作用所吸取之碳，其量若相等，則植物重量永不增加。但日光全盛時，植物所吸取之碳，已足彌補夜間之所失。其他時間所得之碳，完全可供之組成方面。

植物所需之氧，並非全部取諸空氣中，其一部分則來自水中及各種鹽類。由植物之根鬚取得之。

### III. 氮之同化作用及其來源

甲 氮之來源及其分類——含氮物質，爲人類及動物所必

需，而植物實為供給此項物質之唯一來源也。

植物所含此項物質，乃取之於空中及土中。如：

- (1) 硝酸鹽類取自空中及土中。
- (2) 銨鹽類取自空中及土中。
- (3) 含氮有機物取諸土中。
- (4) 空中游離氮（含有重量五分之四）。

乙 硝酸態氮之同化作用——硝酸鹽為植物發育之重要養料。佈種子於細砂上，加以硝酸鹽，而增減其量；硝酸鹽多者其收成亦多，少者其收成亦少。

丙 氨態氮之同化作用——不含硝酸鹽之瘠土中，僅施用硫酸銨，植物如大麥、大麻、玉蜀黍等之收成亦甚佳，是即氨態氮之功效也。

銨鹽在土中，由微菌之作用，極易變為硝酸鹽，而後供用於植物，故硝酸鹽之利用尤大。

丁 有機氮之同化作用——或謂植物能吸取有機態氮肥，或則極端反對；雖有種種實驗，亦莫衷一是。實際上有機氮在土中由細菌之作用，變為氨態氮，復由硝化細菌作用，變為硝酸態氮，而後供用於植物。

戊 游離氮之同化作用——農學家均以為空中之游離氮，得供植物發育之用。

1. 深山森林，未施何種肥料，森林隨時伐去，其地即失若干氮，但地力不因此而衰。



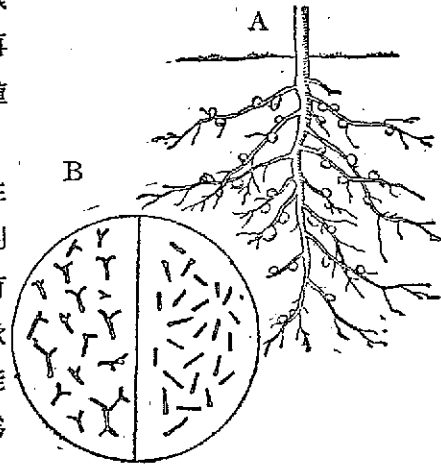
2. 高山野草，除夏日受牛羊之糞溺外，並無他項肥料。草類被牛羊吃去，其地即失去若干氮量。但分析其土質，卻含氮甚富，此氮必由空中取得。

3. 數年之間，觀察一耕地，每年加入定量肥料，而收成所得之氮，常超過於吾人所加入者。然則過額之氮由乎來？

空中所含氨或銨鹽得供用於植物，但為量至少，非全部植物所得賴以發育也。

含氮較少之土壤，由細菌之媒介，而吸取空中之游離氮。細菌死時，其含氮之有機物，分解而變為氨態氮，再變為硝酸氮，以供用於植物。

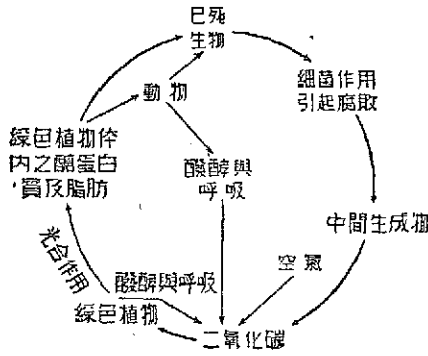
豆科植物之根鬚上生有節瘤（如右圖 A），剖而驗於顯微鏡下，則見有形如小棍或分枝，蠕蠕欲動之微菌（圖 B）。此菌能吸取空中之游離氮，變為含氮化合物，而供給於植物。植物乃將葉綠素所綜合之糖，由篩官輸給根瘤，與之交換。



第四圖

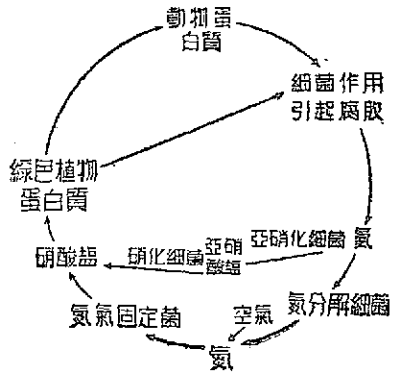
- A. 豆科植物之根瘤  
 B. 根瘤中之微菌，顯微鏡下之放大形狀。  
 右為小棍形微菌，左為分枝形微菌。

己 豆科植物吸取空中游離氮之重要——種過苜蓿之土壤中，種以穀類，雖不另加含氮肥料，即耕種數次，其地力亦不竭。蓋苜蓿亦屬豆科植物，能吸取空中游離氮，刈後其根仍留土中，故使土壤富有氮肥。



第五圖  
自然界之碳素循環

第六圖  
自然界之氮素循環



## 第四編 營養化學

### 第十三章 食物總論

#### I. 食物之功用

人身生理需要，除空氣與水而外，凡百皆取諸食物。例如維持體溫，運動四肢，皆需能力，此種能力由於食物氧化而生。此外新陳代謝時，所需物質亦由食物之消化而來。若夫細胞特性，不改其常，臟腑運行，不失其度，則賴乎有調和性或刺激性之化合物。吾人食物之功能，即為供給體中物質或能力。此外具有節制生理作用之化合物，尋常食物中含量雖少，然其對人體生理，影響之大，亦不在能力、物質二者之下。

#### II. 食物之定義

食物者，可以消化，且能供人身能力或物質之需求，或能節制生理作用者是也。廣義言之，水與空氣，亦食物之屬。蓋水可節制人身生理作用，而空氣中之氧氣，亦為發生熱力之所必需也。凡物質之應上列數項生理需要之一者，皆可稱為營養素(Nutritive substances)。

#### III. 食物之成分

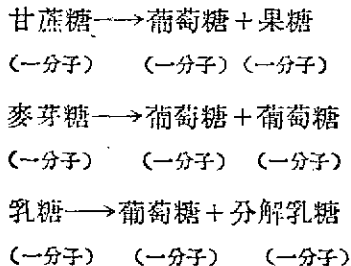
各種食物所含之營養素，大要有五種：即蛋白質(Protein)、

醣（舊名碳水化合物或含水碳素 Carbohydrate）、脂肪(Fat)、無機鹽(Inorganic salts)及維生素(Vitamins)是也。

甲 醣——醣含碳氫氧三原素。其中氫氧之比，適與水所含氫氧之比相同，碳水化合物之名由此而來。

醣分單醣(Monosaccharides)、雙醣(Disaccharides)及多醣(Polysaccharides)三大類。單醣不能水解，而變為更簡單之醣。雙醣則可用酸、鹽基，或酶使之水解而成二分子單醣，蓋雙醣乃二個單醣分子所締結而成。多醣亦可以酸或酶水解成二個以上分子單醣，蓋多醣乃二個以上單醣分子締結而成。複醣中含有三分子單醣者，稱叁醣(Trisaccharides)；含有四分子單醣者，稱肆醣(Tetrasaccharides)；含有多分子單醣者，稱多醣(Polysaccharides)。

單醣之重要者，為葡萄糖(Glucose)與果糖(Fructose)，其次則為分解乳糖(Galactose)。雙醣之重要者為甘蔗糖(Sucrose)、麥芽糖(Maltose)及乳糖(Lactose)。此三種雙醣經水解作用後，所得單醣如下：





氨基酸之已發現者有二十餘種，每一蛋白質分子之中，有數十乃至數千分子之氨基酸。因各種氨基酸之數目及安排次序之不同，蛋白質之種類，乃不可勝數。如英文二十六字母之互相連接構成無限止之單體文字然。

蛋白質可分為三大類：即單純蛋白質(Simple proteins)、複合蛋白質(Conjugated proteins)及衍生蛋白質(Derived proteins)是也。

1. 單純蛋白質 多數天然蛋白質屬之。此類蛋白質經酸、鹼或蛋白酶(酵素)之媒介，則起水解作用，而成氨基酸。

2. 複合蛋白質 此類蛋白質經水解作用，產生氨基酸，同時亦產生其他物質。例如生物細胞中核蛋白質(Nucleo-protein)乃蛋白質與核酸(Nucleic acid)締結而成，血液中血球素(Hemoglobin)乃蛋白質與血紅素(Hematin)締結而成，鼻涕中葡萄糖蛋白質(Gluco-protein)乃蛋白質與葡萄糖締結而成。

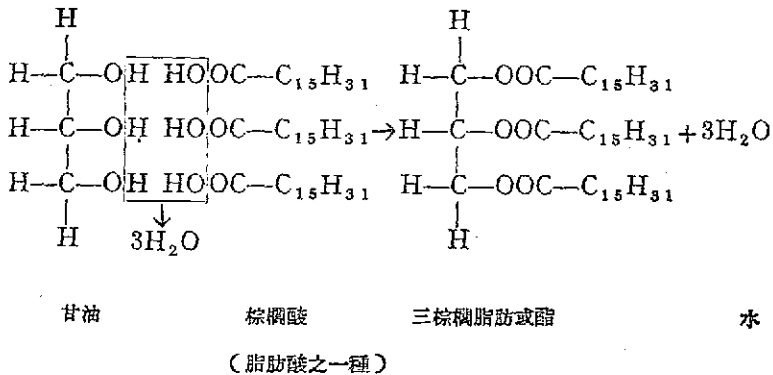
3. 衍生蛋白質 天然蛋白質，經水解作用後，其分解物仍具有蛋白質特性者，謂之衍生蛋白質。凡蛋白質經胃液、腸液、胰液消化後，變為多種蛋白質。最後產生之衍生蛋白質，即為氨基酸。

丙 脂肪——動植物油脂皆屬脂肪，脂肪含碳、氫、氧三元素，亦有極少數脂肪含氮者。

脂肪分五大類：

1. 中性脂肪(Neutral fats)
2. 蠟(Waxes)
3. 磷脂(Phosphatides)
4. 醴脂(Glyco-lipids)
5. 固醇(Sterols)

1. 中性脂肪(Neutral fats)乃三分子脂肪酸(Fatty acids)與一分子甘油(Glycerine)所結合而成,有機化學謂之酯,例如:



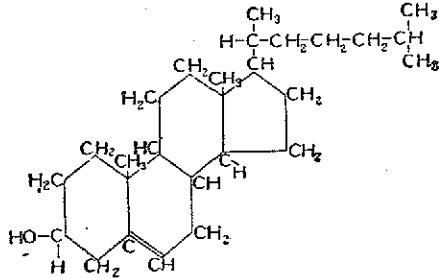
甘油祇有一種,但脂肪酸有多種,故化合時可成多種脂肪。脂肪酸之最普遍者,則為硬脂酸(Stearic acid)、棕櫚酸(Palmitic acid)、油酸(Oleic acid)。游離脂肪酸,在自然界頗罕見。但食物(如火腿及牛乳油)經微菌分解而變腥羶時,則含有游離脂肪酸。中性脂肪與鹼質溶液接觸,則分解而為甘油與脂肪酸之鹼質鹽,即肥皂是也。例如:





4. 醣脂 (Glyco-lipids) 乃脂肪酸、單醣及含氮鹼性物之結合物，亦於腦中最多。

5. 固醇 (Sterols) 乃高級之第二類醇，實非脂肪之屬。但其物理性質，尤以溶解度為顯著，與脂肪相似。且其新陳代謝，亦與脂肪有密切關係。故在生理化學書中，往往與真正脂肪相提並論。最要之固醇，屬於動物者，為膽脂固醇 (Cholesterol)，存膽囊中；屬於植物者，為食物固醇 (Sitosterol)，存植物油中。膽汁中之膽酸，男女之性內泌素 (Sexual hormones) 及丁種維生素，皆固醇之衍生物。下示膽脂固醇之結構：



磷脂、醣脂、固醇三者，視之似脂肪，而實非脂肪，總名之曰類脂或擬脂 (Lipids)。

丁 無機鹽——食物完全燃燒 (氧化) 後所餘灰分，即為無機鹽類。就中大部分為硫酸、磷酸、碳酸、鹽酸與鉀、鈉、鈣、鎂及鐵之化合物。矽、碘、氟、銅諸元素之化合物，雖亦有之，其量甚微。

戊 維生素——蛋白質、醣、脂肪、無機鹽及水五項，佔食物總成分百分之九十九以上。但此外尚有一種物質，其量雖微，而生理功效則甚大，即所謂維生素是也。

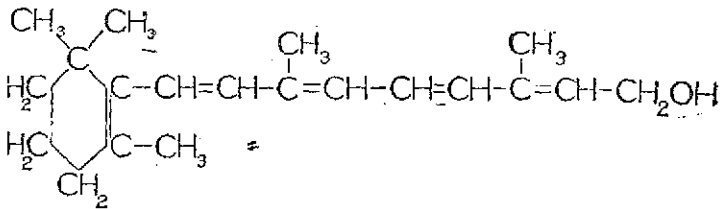
維生素之已經發現者，已有十餘種。當其最初發現時，因化學性質尚未確定，故暫以維生素名之，而以甲、乙、丙、丁、戊等字別其種類。又因其功用之不同，而名之為抗乾眼病(Anti-xerophthalmic)、抗腳氣病(Anti-neuritic)、抗血痘病或壞血病(Anti-scorbutic)、抗佝僂病(Anti-rachitic)、抗不育病(Anti-sterility)、抗癩皮病(Anti-pellagic)等維生素。

甲、丁、戊三種維生素能溶化於脂肪，而不能溶化於水。乙、丙兩種維生素則反是。前者謂之脂溶性維生素(Fat soluble vitamins)，後者謂之水溶性維生素(Water soluble vitamins)。

1. 甲種維生素即抗乾眼病維生素 甲種維生素乃胡蘿蔔素(Carotin)之衍生物。胡蘿蔔素在動物之肝內，經特種酵素之作用，變為甲種維生素。故胡蘿蔔素與甲種維生素有同一之生理作用。胡蘿蔔素有一號、二號、三號三種( $\alpha$ -Carotin、 $\beta$ -Carotin、 $\gamma$ -Carotin)，其化學構造稍有不同。二號之生理作用最大，因二號胡蘿蔔素能衍生二分子甲種維生素，而一號及三號僅能衍生一分子甲種維生素也。

在植物界中與胡蘿蔔素有關係之物質頗多，其最相近者為葉黃素(Xanthophylle)。葉黃素在綠葉中，常與胡蘿蔔素共同存在。葉黃素亦有數種，其中有稍具甲種維生素之功能者，如黃

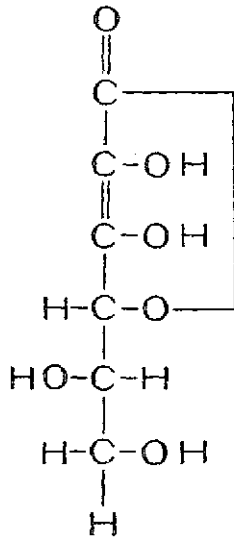
玉米之玉米色素 (Zeaxanthin) 是也。甲種維生素之構造式如下：



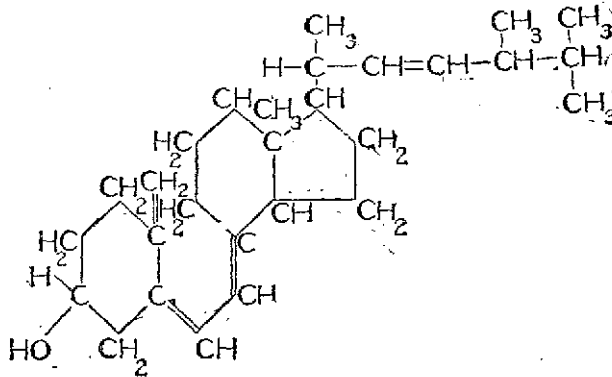
魚肝油、牛乳、蛋黃及新鮮蔬菜中均有甲種維生素，尤以魚肝油及奶油中含量為最豐。缺少甲種維生素，身體發生以下數種影響：眼球乾燥，皮毛缺乏油光，身體不能長大發育，久之以致死亡。

2. 乙種維生素團 乙種維生素於最初發現時，營養學者以為乃一單純物質，即具有抗脚氣病之功能者。後經詳細研究，乃悉昔日所謂乙種維生素，非一單純物質，而實包含兩種水溶性維生素：其一有抗脚氣病功能者，稱為一號乙種維生素 (Vitamin B<sub>1</sub>)；其二有抗癩皮病之功能者，稱為二號乙種維生素 (Vitamin B<sub>2</sub>)。但據最近研究，二號乙種維生素，尚包含數種功能不同之物質。就中已經確定者，一為促進動物生長之維生素，二為抗人類癩皮病及黑狗舌病之維生素，三為抗白鼠皮膚炎之維生素，亦稱六號乙種維生素 (Vitamin B<sub>6</sub>)。此外尚有三號、四號、五號乙種維生素，因不甚重要，故從略。





4. 丁種維生素即抗佝僂病維生素  
 丁種維生素，不止一種，但皆為固醇之衍化物。其功用雖同，而效力則不一。最初發現者，為苦草固醇（麥角醇）（Ergosterol），經日光或紫外光曬照後所生成之物質，謂之定鈣醇（Calciferol），因其有協助軟骨、儲蓄鈣質之功能也。其後研究進步，知膽脂固醇之某種衍化物，亦有此作用。丁種維生素存魚肝油及奶油中，動物生長時期中如缺乏此種維生素，則生軟骨病，即不能生成堅硬之骨骼。丁種維生素之結構如下：



5. 戊種即抗不育病維生素 此維生素乃一不含氮質之化合物。植物油含有之，尤以麥芽油含量最豐。缺乏戊種維生素，



#### IV. 食物之性質

食物來源，分動物植物兩種。植物類食物，又可分爲穀類、豆類、葉類、莖及根類、果類；動物類食物，可分爲肌肉類、臟腑類、乳類、蛋類。各類食物因成分不同，故營養性質亦異。茲舉之如下：

甲 穀類——穀類中最重要者，爲小麥與米。穀類之性質，可舉此兩者，以例其餘。麥與米之構造有穀皮 (Pericarp)、胚乳 (Endosperm) 及胚胎 (Embryo)。胚乳富於醣，其蛋白質成分亦頗高，惟無機鹽與維生素則甚低。穀皮與胚含有多量甲、乙、戊三種維生素與無機鹽，但穀皮與胚僅佔穀粒全部十之一二，而胚乳則佔穀粒全部十之八九，故就穀粒之全部而論，其無機鹽與維生素皆甚低。吾人嫌米粗糙，磨之使白，穀皮與胚俱失，所餘者僅營養價值最低之胚乳耳。黑麩含穀皮與胚，白麵僅含麥之胚乳耳。麩皮之營養價值甚高，以之飼畜，殊爲可惜。

乙 豆類——豆類富於乙種維生素。其蛋白質與脂肪之成分，均比穀類爲高，醣類成分頗少，故營養價值較穀類爲高。豆莢與豆芽，頗富於丙種維生素。

丙 葉類或蔬菜類——蔬菜如菠菜、白菜等，含蛋白質、脂肪及醣量甚少，但甚富於無機鹽及維生素。吾人若僅食蔬菜，則決不能得適當之營養，但以之輔佐穀類豆類則甚佳。

丁 根及莖類——蘿蔔、紅薯、慈姑、百合等，屬於此類。此

類食品均富於醣，但脂肪與蛋白質之成分與葉類相似。至於無機鹽及維生素，其成分稍遜於葉類，然比穀類則較佳。

戊 果類——果類頗富於醣，但蛋白質與脂肪之成分甚低，然富於丙種維生素，其他維生素與無機鹽之成分，則與根及莖類相似。

己 硬果類——花生、杏仁等之營養性質，介乎穀類與豆類之間。

庚 肌肉類——動物肉類富於蛋白質。脂肪之多寡，視乎肥瘠而各殊。醣類極少。無機物質，除鐵、鉀、鈉、氯以外，皆不甚富。乙種維生素略有之，其他維生素則幾等於無。

辛 臟腑類——臟腑之營養價值，與肌肉相埒。惟其甲、乙兩種維生素，則較肌肉類為多。魚類肝油，尤富於甲種維生素。肝含有多量之肝醣，為動物類食物中最富於醣者。

壬 乳類——乳乃哺乳動物特有之食物，其中所含營養素，一一均適合嬰兒之需。但各種動物乳，成分各異。以甲種動物乳，哺餵乙種動物嬰兒，未必完全合適。譬如牛乳所含之蛋白質，較人乳為多，而醣（乳糖）則較人乳為少。故若以牛乳哺嬰兒，須有相當之更改，而後能得良好之結果。凡乳皆富於無機鹽，而以鈣為最。甲、乙兩種維生素亦多；至於丙、丁兩種，則視乎乳母之膳食與時令而定。

癸 蛋類——蛋甚富於蛋白質，而乏醣。蛋黃則甚富於脂肪（類脂尤多）及甲、乙、丁三種維生素。無機鹽亦頗富，而以鐵為尤。



動植物器官所含維生素之多寡，可視其代謝作用 (Metabolism) 之遲速而各別。葉爲植物器官中代謝作用最速者，故含有維生素最富，根與莖次之。穀與豆，除小部分胚外，類皆爲胚而貯藏之營養物，毫無代謝之功能，故其營養素之成分亦少。動物器官，如肝、腎、肺、腦等，其代謝作用，比肌肉爲速，故維生素成分亦比肌肉高。

人工製造食物，其營養性質多偏於一端。例如藕粉，乃純粹澱分（澱粉）；麩筋乃純粹蛋白質；香油乃純粹脂肪。雖各有其功效，然皆非完全之食物也。惟此類食物，亦有特殊之功能。如牛乳油富於甲種維生素，橘汁富於丙種維生素，魚油或魚肝油富於甲丁兩種維生素，要亦不可不注意也。

調味品用以開胃，在膳食中爲量甚少，就營養言之，無甚重要。然酒中酒精，可生熱力；醬油含有多量之氮化合物，可以當蛋白質之用；香糟含有酵母，當富於乙種維生素；豆腐及其製成品出於黃豆，故蛋白質之含量較高；芝麻醬等於芝麻子，脂肪之含量較高；白糖爲純粹之糖；食鹽爲無機鹽（氯化鈉）。其營養性質，無庸贅述。味精、味素，爲膠氨基酸鈉（Sodium glutamate）（亦名麩筋酸鈉），並無若何特殊營養價值。膠氨基酸爲氨基酸之一，乃組成穀類與豆類蛋白質之重要成分。穀類或豆類遇酸或酶作用後，則其中蛋白質水解而成膠氨基酸。中國人膳食中，穀與豆佔食物之大部分，則膠氨基酸之供給量已足，無須額外之膠氨基酸鈉（即味精之屬）以補充矣。

---

動植物由外界攝取養料，經繁複之化學變化，構成動植物體內物質，復將體內物質，經氧化作用而消耗之，其無用廢物排泄體外。氧化時食物中所蓄潛能 (Potential energy) 放散而出，作為動植物生活所需之動能 (Kinetic energy)，此種變化經過，稱為新陳代謝 (Metabolism)。

## 第十四章 新陳代謝概要

食物在人體內所經之變化，可分兩節敘述。一為在口腔及胃腸內所經之變化，謂之消化作用(Digestion)。二為在身體各組織內所經之變化，謂之代謝作用。

### I. 食物之消化

尋常食物，大概必須經過消化，方能被胃腸所吸收。消化作用，可以分為三階段。

**甲 口腔內之消化**——食物經咀嚼後，與唾液密切混合。唾液中有酶名唾液素 (Ptyalin)，能使澱粉變為麥芽糖。吾人吃米飯時若久嚼而不嚥，則覺有甘味，即此故也。但食物在口腔內時間甚短，故食物中所含澱粉，不能在口腔內完全消化。蛋白質及脂肪在口腔內皆無變化，因唾液中無消化蛋白質或脂肪之酶也。

**乙 胃內之消化**——食物下嚥後，經過食道，由賁門入胃，先至胃底(Fundus)。此處胃壁肌肉收縮不烈，稍經時間，方與胃液接觸。食物未與胃液接觸前，唾液中之唾液素仍繼續進行其消化工作。但與胃液接觸後，此作用即行停止。因胃液為酸性，而唾液素遇酸性則失其效用也。胃液中有兩種重要物質，一為鹽酸，使食物變成酸性，二為胃液素(Pepsin)。胃液素亦為酶之一種，此酶在酸性溶液中，作用最強，能使蛋白質分解為初級蛋白

衍生物或配布通 (Peptone)。配布通之結構較天然蛋白質爲簡單，然仍爲氨基酸之複雜結合物。胃中除胃液素而外，尙有兩種酶：一爲胃脂酶 (Gastric lipase)，能使脂肪分解爲甘油及脂肪酸，但其分解量不多；一爲凝乳酶 (Rennin)，能使乳中之蛋白質凝結成塊。此種凝結作用，於消化作用有益。蓋流體物離胃入腸甚速，乳中蛋白質本爲溶液，經凝乳酶作用後，凝結成塊，則停留於胃中時間較久，而消化之機會亦較多矣。

胃壁肌肉，時常伸縮，使食物與胃液密切混合，成爲粥狀之物，謂之糜粥 (Chyme)。此糜粥因胃壁之伸縮，向幽門推動，漸漸入腸。

丙 腸內之消化——酸性糜粥入腸後，間接刺激胰腺，使分泌胰液。膽囊分泌膽汁，由輸膽管入腸。同時腸之粘膜，亦分泌腸液。

胰液之中，有酶三種，即胰蛋白酶 (Trypsin)、胰澱粉酶 (Amylopsin) 及胰脂肪酶 (Steapsin)。此三種酶，均於鹼性溶液中，作用最強。糜粥原爲酸性，但胰液膽汁及腸液皆爲鹼性，故糜粥入腸後，即變鹼性，適合消化之需。

腸液中有腸胰酶 (Erepsin)、麥芽糖酶 (Maltase)、甘蔗糖酶 (Sucrase) 及乳糖酶 (Lactase)。膽汁中無酶，但其所含之膽鹽 (Bile salts) 能使脂肪質乳化，故有協助脂肪消化及吸收之功效。小腸時時蠕動，使糜粥與消化液密切混合。

糜粥中之配布通 (即蛋白質衍生物)，經胰蛋白酶與腸胰

酶之作用，分解為氨基酸。澱粉經胰澱粉酶之作用，變為麥芽糖。此麥芽糖及食物中之甘蔗糖、乳糖，各經其特殊酶之作用，變為單糖。脂肪經胰脂肪酶之作用，變為甘油與脂肪酸。此脂肪酸能與腸液中之鹼，結合而成肥皂。

綜上言之，食物經消化液作用後，蛋白質變為氨基酸，糖變為單糖，脂肪變為甘油與脂肪酸（或肥皂）。此數種物質均易被腸膜吸收，直接或間接入血管中。

食物經過小腸後，十之八九，已被消化而吸收。故至大腸者，僅不易消化之食物餘滓。且因水分大多已被吸收，餘滓漸呈固體之狀。然大腸亦時時蠕動，且食物停留於大腸之時間頗久，故其中可以消化而未消化者，在此尚有消化之機會。

植物纖維素，大概不能消化，並無營養價值，惟能刺激大腸之蠕動以助食物餘滓（即大便）之排遺，此點對於生理方面頗有裨益。纖維素之細嫩者，如龍鬚菜、小白菜之纖維，十之二三，可以消化。

大腸下端，腐化微菌羣集，故未經吸收之食物（即餘滓），至此腐化（Putrefaction）或發酵（Fermentation）。蛋白質腐化後，產生有毒之含氮鹼性物。糖發酵後，則生各種有機酸，較為無害。腐化與發酵，皆能產生氣體，其最要者為硫化氫、氫及碳酸氣。

## II. 食物之代謝

食物中醣類，經消化後，則成單醣，從腸入血，由血入肝，而後輸送至身體各部。正常之血含有葡萄糖，其濃度約為千分之一。飯後葡萄糖驟增，源源從腸入血，故血中葡萄糖濃度超過正常。此項多餘葡萄糖，復自血入肝，為肝臟所吸收，變為肝醣。果糖與分解乳糖亦變為葡萄糖或肝醣。吾人肝臟，能貯藏肝醣二百公分（克，Gram），肌肉中亦能貯藏少許。若所食醣分過多，肝臟、肌肉貯藏肝醣已達飽和後，其多餘醣分，則變為脂肪。身體各部所需葡萄糖，直接取諸血液，間接則仰給於肝臟。血中葡萄糖，為身體各部吸收而減少時，則肝臟之肝醣變為葡萄糖以補充之。葡萄糖在身體各部可以氧化變為碳酸氣與水，同時放出能力（Energy），以供所需。

脂肪中所含甘油，蛋白質所含氨基酸，有時亦可變為葡萄糖。此種變化，皆於肝臟內實現。

食物中蛋白質，經消化作用，最後變為氨基酸，由腸入血，輸送至身體各部，以供組成新組織及修補舊組織之用。肝臟能分解氨基酸，氨基酸經過肝臟時，則失去氨基，而變為氨與不含氮質之殘物。前者與碳酸氣結合，去水而成尿素（脲 Urea），尿素乃含氮排泄物之主要者。後者則視氨基酸之種類而各別，或變為葡萄糖，或變為脂肪酸。牛肉蛋白質一百克，可以變為葡萄糖五十八克及脂肪酸四十六克。

脂肪氧化，與醣類氧化，頗有密切關係。普通食物中脂肪酸，在體內皆可漸漸氧化，而變為乙醯乙酸（Aceto-acetic acid），無

須他物之協助。但乙醯乙酸之繼續氧化，則必須有葡萄糖與之同時氧化，方能實現。據許夫 (Shaffer) 氏之研究，每分子葡萄糖氧化時，能使兩分子之乙醯乙酸同時氧化。但每分子之乙醯乙酸，來自一分子之脂肪酸。故每分子之葡萄糖，能使兩分子之脂肪酸完全氧化。

正常健康人，每日氧化葡萄糖約五百克（葡萄糖分子量一百八十）。此五百克之葡萄糖，能使脂肪酸約一千五百克（硬脂酸之分子量二百八十四）完全氧化。故吾人所食脂肪，皆可完全氧化。患糖尿病 (Diabetic) 者，利用葡萄糖之能力大減，以至氧化脂肪之能力，亦受限制。患糖尿病者所食脂肪，若超過其氧化能力，則盈餘之脂肪，祇能氧化至雙醋酸為止，而生酸中毒 (Acidosis) 之症。

### III. 食物之消化率

食物如白糖、豬油等，無渣無滓，幾為純粹營養素，此外則鮮有可以完全消化者，蓋食物中含有粗纖維 (Crude fiber) 為阻礙也。植物皆含粗纖維，動物則否，是以動物比植物易於消化。消化率者，乃消化量與進食量之比；通常以百分計。例如麵包中之蛋白質，吾人每食一百克，其中不能消化而變為尿者十五克，則可消化者八十五克，其消化率為八十五（即百分之八十五）。

但食物消化率，非一定數，其數值不特視吾人所食該物之量而各異，且亦視膳食中其他食物之性質與數量而定。據英人馬

(Mckay)氏在印度之研究，每人每日食米五百六十七克，則其蛋白質之消化率為六十四。若食米八百五十克，則消化率降為四十六。蓋食米量愈多，則消化率愈低。各類食物所含脂肪、醣及蛋白質之消化率，在葷素雜食中，與在完全素食中之比較，見下表(第二表)。前者根據美人愛 (Atwater) 氏，後者根據日人大島氏之研究。

第二表 食物之消化率

食物之種類	蛋 白 質		脂 肪		醣	
	葷 雜 食	素 食	葷 雜 食	素 食	葷 雜 食	素 食
動物類	97	—	95	—	98	—
穀類	85	79	90	82	98	98
豆類	78	75	90	82	97	95
菜蔬類	83	73	90	82	95	95
鮮果類	85	?	90	?	90	?
平均	92	78	95	82	98	98

\*指美國人之膳食而言

無機鹽之能溶解於水者，如氯化鈉、磷酸鉀、氯化鈣等，腸內皆可吸收，無須消化。但鈣常與磷結合，故鈣之吸收，視乎腸內糜粥之酸度。酸度愈高，則吸收愈易，蓋磷酸鈣之溶解度，隨酸度之高低而不同也。鐵之無機鹽，亦易吸收。但有機物質之含鐵者，則



不盡然。據伊(Elvehjem)氏等之研究，小麥中鐵素，可利用者約十之五；肝中鐵素可利用者約十之七；血中鐵素可利用者僅十分之一。有機物質之含磷者，如磷脂、核酸等之磷，皆易吸收。但穀類所含之「被汀」(Phytin)，乃環己六醇(Inositol)與磷酸之結合物，在腸內不易消化，吾人亦難利用。據博(Bruce)氏等之研究，麵粉所含磷素，十之二屬於被汀，玉米所含之磷素，十之九屬於被汀。然則各種食物中鈣、磷、鐵消化率相差之巨，實遠過於其他營養素矣。

#### IV. 蛋白質之生理價值

糖與脂肪，均用以發生熱力，其化學成分，雖有不同，而其營養價值則一也。例如一斤百合粉，與一斤藕粉之營養價值相同；一斤菜油與一斤豬油之營養價值亦相同。至於蛋白質則不然，以之發生熱力，一切蛋白質之生理價值亦相同；若以之構造肌膚，則各種蛋白質之生理價值，相差甚巨。如以雞蛋白之蛋白質為鼠糧中唯一蛋白質時，以之飼鼠，同時他種營養素均屬適宜，則白鼠能生長發育。若以白明膠(Gelatin)代雞蛋白，而其他營養素依然，則不徒小鼠不能正常生長，即已長成之鼠，亦將日見瘠瘦，此乃蛋白質之構造使然也。

蛋白質乃二十餘種氨基酸所構成，前已言之。此二十餘種氨基酸，據美人魯(Rose)氏之研究，有十二種為動物體所能自製。其餘十種則必須直接來自食物蛋白質。若蛋白質所含氨基酸之

種類及比例，適與吾人所需者相稱，則此蛋白質堪稱爲完全蛋白質。完全之蛋白質，殆未之有，如牛乳及雞蛋所含之蛋白質，庶乎近矣。若蛋白質所含氨基酸之種類，與吾人所需者相稱，而比例不合，則有過或不及之差，此爲中等（或半完全）蛋白質。大多數食物蛋白質屬之。若蛋白質所含氨基酸之種類不全，而所缺者又適爲人體所不能自製，則爲下等（不完全）蛋白質。動物質食物之白明膠，玉蜀黍之玉米膠（Zein），是其例也。

完全之蛋白質，可以構成同量之肌膚，其生理價值，爲百分之百。下等之蛋白質，若無他物之輔助，不能構成肌膚，其生理價值爲零。中等蛋白質之價值，則介乎零與一百之間。此就理論而言，若按諸實際，則蛋白質經消化後，在細胞爐火中（氧化作用），縱可完全變爲肌膚，然燃燒減損，亦所不免。是以同一蛋白質之生理價值，視其在膳食中成分高低而不同。成分高則價值低，成分低則價值高。蓋成分高則被燃燒者亦多，成分低則反是。例如牛乳之蛋白質，佔膳食中百分之十時，其生理價值爲八十五。若佔膳食中百分之五時，則其生理價值爲九十三。

據學理推想，凡生物系統相近者，其蛋白質性質亦近。是以動物蛋白質，與吾人體內蛋白質，其性質當較植物蛋白質爲近。植物蛋白質爲動物所食，而變爲動物蛋白質時，其所含各種氨基酸，須經一番選擇，而有重大之消耗。例如穀十磅以之飼牛，則僅得肉一磅，或乳六磅。是以動物蛋白質，其生理價值及其經濟價值，均比植物蛋白質爲高。雖然燕窩魚翅，號爲珍饈，自營養方面

觀之，則亦次等之蛋白質耳。

### V. 蛋白質之互助作用

食物蛋白質，大都屬於中等或下等，其所以能應吾人營養之需者，以吾人膳食中所含蛋白質，不止一種，而發生互助之效也。設有甲乙兩種蛋白質，甲含有過多子氨酸，而缺丑氨酸，乙含有過多丑氨酸，而缺子氨酸。甲或乙單獨為膳食時，其生理價值皆甚低。但甲乙相參，苟比例適當，則其結果可與完全蛋白質無異。蓋甲中之子，可以補乙之不足，而乙中之丑，亦可以補甲之不足也。例如白麵蛋白質，單為膳食時，其生理價值為五十五；牛肉蛋白質，單為膳食時，其價值為六十九，若以一分之牛肉蛋白質，與二分之白麵蛋白質相參，則其價值為七十三。又如麥蛋白質與黃豆蛋白質佔膳食中百分之十時，俱不能使白鼠循規生長；但若以三分麥與一分黃豆相參，則其結果甚佳。

大抵同類食物，其蛋白質少互助之效。蓋食物品類相同，則其蛋白質所含氨基酸之種類與比例亦相同。是以穀類之間，乏互助力。其缺點可以牛乳或肉類補之，亦可以菜蔬補之。

### VI. 營養素之熱量

熱（熱能）在物理學中以卡（Calorie）計其量之多寡，使一克水之溫度由攝氏十四·五度（ $14 \cdot 5^{\circ}$ ）升至十五·五度（ $15 \cdot 5^{\circ}$ ）所需之熱量，謂之一“ $15^{\circ}$ 卡”，或簡稱一卡。生理學上之熱單位，

則千倍於茲，號之爲「大卡」，本書中亦採用「大卡」。

據美國人愛氏之研究，每營養素一克，在體內燃燒時，所發之熱量如下：

糖 4.15大卡 脂肪 9.4大卡 蛋白質 4.4大卡

但尋常膳食中，各種營養素不能完全消化，如前所述，則吾人實得之熱量，不及若是之多。據前第二表，在葷素雜食中，蛋白質之平均消化率爲92%，脂肪爲95%，糖爲98%。故蛋白質之「淨熱量」每克爲4卡( $0.92 \times 4.4 = 4$ )，脂肪爲9卡，糖爲4卡。但愛氏之平均消化率，乃指美國人之膳食而言，若用之於中國人之膳食，則未免不確。三種營養素中，以蛋白質爲最，蓋各類食物中，脂肪與糖之消化率，相差有限，而蛋白質之消化率，則相差甚巨。愛氏所指美國人膳食中之蛋白質，屬於動物者十之六，屬於植物者十之四，前者之淨熱量爲4.23卡，後者爲3.55卡，其平均爲4卡。中國人膳食中之蛋白質，屬於動物者，十不及一，依此推算，其淨熱量僅爲3.6卡。若在完全素膳，則據大島氏之研究，其價值當更低。茲爲簡便起見，本書中食物之淨熱量，糖與蛋白質每克仍作4卡計算，脂肪每克作9卡計算。

## 第十五章 營養之需要

營養之需要，可分為五節論之：即(一)總熱量，(二)蛋白質，(三)糖與脂肪，(四)無機鹽類，(五)維生素是也。

### I. 總熱量 (Total calorie value)

人體所發熱力，有因體內之工作者，有因體外之工作者。臟腑之運行，屬於前者；四肢之動作，屬於後者。

甲 基本代謝 (Basal metabolism)——體內工作如循環與呼吸，無時或間。此工作所需熱力，乃人體最低限量之需要，所謂基本代謝是也。基本代謝，男比女高，幼比老高。但若年齡相等，性別相同，則瘦者比肥者高。蓋基本代謝，與體外面積成正比。設有甲乙兩人體重相等，甲短而胖，乙高而瘦，則乙之基本代謝比甲高，因乙之體外面積比甲大故也。

基本代謝，通常按體外面積每方公尺（即方米 Square meter）計算。體外面積，可照下列公式，從體重及身長推算之，體重以公斤（仟克 Kilogram）為單位，身長以公分（厘米 Centimeter）為單位。

$$\text{面積} = \text{體重} \cdot 0.425 \times \text{身長} \cdot 0.725 \times 71 \cdot 84$$

(方公尺) (公斤) (公分)

據涂 (Du Bois) 氏及卜 (Boothby) 氏與聖 (Sandiford) 氏之研究，基本代謝與男女之年齡關係，如第三表。華人之基本代謝，

比西人稍低。

第三表 基本代謝與年齡之關係

體外面積每方公尺每小時所需之熱量(大卡)

年 齡	男	女	年 齡	男	女
5	(58.0)	(51.6)	20—24	41.0	36.9
6	52.7	50.7	25—29	40.3	36.6
7	52.0	49.3			
8	51.2	48.1	30—34	39.8	36.2
9	50.4	46.9	35—39	39.2	35.8
10	49.5	45.8	40—44	38.3	35.3
11	48.6	44.6	45—49	37.8	35.0
12	47.8	43.4	50—54	37.2	34.5
13	47.1	42.0	55—59	36.6	34.1
14	46.2	41.0			
15	45.3	39.6	60—64	36.0	33.8
16	44.7	38.5	65—69	35.3	33.4
17	43.7	37.4			
18	42.9	37.3	70—74	(34.8)	(32.8)
19	42.1	37.2	75—79	(34.2)	(32.3)

乙 特別動力(Specific dynamic effect)——體內工作所發熱力,因進膳而增加,所謂食物之特別動力是也。蛋白質之特別動力最強,脂肪次之,醣最弱。蛋白質之特別動力,使基本代謝多百分之三十,脂肪則為百分之十二,醣僅為百分之六。故膳食之

特別動力視其成分而異。西人平均膳食之特別動力，為百分之十五。語云：「老者非肉不飽」，肉富於蛋白質，老人畏寒，故須食肉，以增其發熱量也。

丙 體外工作——體外工作所耗費之熱力，固視用力之多寡，亦視作者效率(Efficiency)之高低而各異。工作不諳，手足不靈，於應費能力外，消耗殊多，熟於工作者則否。各種工作時所需之熱量（基本代謝在內），可於第四、第五二表見其大概。

第四表 中年人每日所需之熱量(大卡)

工 作	每公斤體重	每磅體重
休 息	30—35	14—16
輕量運動	35—40	16—18
中量運動	40—45	18—20
重量體力工作	45—50	20—23
極重體力工作	50—60	23—27

第五表 各種職業人每日所需之熱量(大卡)

職 業 人	每公斤體重	每 人
男 子		(每六十公斤體重)
成 衣 匠	33—37	2000—2200
紡 織 工 人	34—39	2050—2350
做皮鞋工人	38—42	2300—2500
訂 書 者	40—41	2400—2450

木 匠	40-50	2400-3000
五 金 匠	48-56	2900-3350
農 夫	45-60	2700-3600
油 漆 匠	50-54	3000-3250
挖 掘 工 人	60-70	3600-4200
石 匠	66-67	3950-4000
木 材 工 人	70-76	4200-4550
女 子		(每五十公斤體重)
縫 紉 者	27-30	1350-1500
機 器 縫 紉 者	32-40	1600-2000
訂 書 者	38-40	1900-2000
侍 餐 者	43-53	2150-2650
洗 衣 者	50-60	2500-3000

基本代謝，雖與體外面積成正比，然體外面積，不易測量，即用公式計算，亦不勝其繁。故吾人估計總熱量之需要時，仍以體重為主，不知體重時，亦可由身長計之。蓋普通人之平均體重與身長，有一定之關係也。中國人之體重與身長之關係見第六表。

第六表 成年中國人身長與體重之關係

身 長	體 重	身 長	體 重
公分	公斤	公分	公斤
150	44.0	168	53.4
151	44.8	169	59.2
152	45.6	170	60.0



153	46.4	171	60.8
154	47.2	172	61.6
155	48.0	173	62.4
156	48.8	174	63.2
157	49.6	175	64.0
158	50.4	176	64.8
159	51.2	177	65.6
160	52.0	178	66.4
161	52.8	179	67.2
162	53.6	180	68.0
163	54.4	181	68.8
164	55.2	182	69.6
165	56.0	183	70.4
166	56.8	184	71.2
167	57.6	185	72.0

設有男子其體重為六十公斤，每日睡八小時，打字八小時，慢步二小時，坐而看書六小時，則按第四表，此人所需總熱量為2264.4大卡。

凡成年人作輕便運動者，每日每公斤需熱量35至40大卡。體重六十公斤者，每日需總熱量2100至2400大卡，平均為2250大卡。

兒童所需之總熱量，若以體重每一公斤計算，比成年者多，其故有二：兒童活潑好運動，因而多費熱力，一也；兒童生長，須有物質，而構成肌膚，亦須能力，二也。兒童所需之熱量，可按其

年齡（第七表）或體重（第八表）計之。

第七表 各年齡兒童每日所需之熱量(大卡)

(按年齡計)

年 齡	男 孩	女 孩
兩歲以內	900—1200	900—1200
2—3	1000—1300	980—1280
3—4	1100—1400	1060—1360
4—5	1200—1500	1140—1440
5—6	1300—1600	1220—1520
6—7	1400—1700	1300—1600
7—8	1500—1800	1380—1680
8—9	1600—1900	1460—1760
9—10	1700—2000	1550—1850
10—11	1900—2200	1650—1950
11—12	2100—2400	1750—2050
12—13	2300—2700	1850—2150
13—14	2500—2900	1950—2250
14—15	2600—3100	2050—2350
15—16	2700—3300	2150—2450
16—17	2700—3400	2250—2550

第八表 兒童自一歲至十九歲每日所需之熱量(大卡)  
(按體重計)

年 齡	每公斤體重		每磅體重	
	男	女	男	女
週歲以內	100		45	
1-2	100-90		45-40	
2-5	90-80		40-36	
6-9	80-70		36-32	
10-13	75-65		34-30	
	男	女	男	女
14-15	60-55	50-45	27-25	25-20
16-17	60-55	45-40	27-25	20-18
18-19	55-50	40-35	25-23	18-16

老年人之基本代謝，比中年者低。且肌肉疲弱，好靜畏動，故每日所需之總熱量，可先按上述法估計，而後折扣之。六十至七十者九折，七十至八十者八折，八十以上者七折。

## II. 蛋白質

據德人阜(Voit)氏、美人愛(Atwater)氏之調查，歐美人膳食每日約需蛋白質 120 克。美人威(Chittenden)氏試驗結果，知每人每日有蛋白質 50 克，即足以維持氮素之均衡（換言之，即所進膳食之含氮量，與小便及大便所排出之含氮量相等），遂謂每人每日蛋白質之需要，不過 50 克。美人休(Sherman)氏曾作詳細研究，據云每人每日至少需蛋白質 44 克，方能維持氮素之均衡。英人賴(Leitch)、達(Duckworth)二氏，最近將蛋白質需要之試驗

結果作一統計。據此統計，成年人之蛋白質需要，為 50 克。此值僅能視為最低需要量，但最低非最善，為穩健計，則每日須有蛋白質 70 克，方有餘裕。美國人平均體重為 70 公斤，則體重每公斤每日需蛋白質一克。中國男子平均體重為 60 公斤，則每日需蛋白質 60 克。

蛋白質之特殊功用，乃供給構造或修補細胞之材料。故蛋白質之需要，應視肌肉之多寡而定。兒童因生長發育，蛋白質之需要，比之成年者為多。故吾人計劃兒童膳食時，蛋白質不妨多用。

各種蛋白質之生理價值，高下不一，已如第二章所述。則所謂每人每日每公斤體重需蛋白質一克者，果指何種蛋白質而言耶？歐美人尋常膳食中之蛋白質，來自動植物者各半。故指蛋白質之最低需要量，亦來自動植物者各半。吾人估計蛋白質之需要時，應審察膳食之性質，而酌為加增，不可泥守他人之法則也。

據國聯衛生科營養專家委員會之提議，成年人每日每公斤體重之蛋白質需要，亦以一克為最低限度。但此蛋白質，務必來自數種食物；且一部分務必屬於動物。孕婦之蛋白質需要，懷孕後三月內，與常人無異。因此時胎兒生長甚慢。但四月至九月，胎兒生長甚速，且預備分娩後授乳之需，每體重一公斤需蛋白質 1.5 克。乳母則每體重一公斤需蛋白質 2 克。

據曼(Garry)、石(Stiven)兩氏之估計，乳母製造乳蛋白質 1 克，或授乳 1 克，須用食物蛋白質 2 克。嬰兒之蛋白質需要，隨生長而增加。故乳母之蛋白質需要，亦應隨嬰兒之生長而增加。若母

親平時蛋白質需要為 64 克，則當嬰兒一月時，每日須有蛋白質 100 克。當嬰兒六月時，每日須有 130 克。

嬰兒之蛋白質需要，視乎蛋白質來源而各異。若授以母乳，則每體重一公斤，每日有蛋白質 2 至 2.5 克，即可足用。若以牛乳或羊乳代母乳，則每體重一公斤，每日須有 3 至 3.5 克。若以豆漿代乳，則每體重一公斤須有蛋白質 5.6 克。一歲以上兒童之蛋白質需要，見第九表。表中並列國聯專家之提議及賴、達二氏之提議。後者比前者稍高，於中國人較為穩妥，因中國人膳食中蛋白質不及西人膳食中蛋白質也。

第九表 各年齡兒童之蛋白質需要

(按每公斤體重計算)

年 齡	賴達二氏之提議	國聯專家之提議
1—3	4.0 克	3.5 克
3—4	3.8	3.0
4—5	3.5	
5—6	3.2	2.5
6—7	2.95	
7—8	2.7	
8—13	2.5	
13—15	2.6	
15—16	2.6	2.0
16—17	2.5	

17-81	2.0 要之年至適 需人成減	1.6
18-21		

### III. 醣與脂肪

總熱量與蛋白質之需要既定，則二者之差，即以醣與脂肪充之。醣與脂肪皆以供發生熱力，可以互相代替。彼多此寡，可以隨意，要在二者所含熱量加以蛋白質所含熱量，與所需總熱量相等而已。惟有一點，應加注意，即吾人之消化力，有其限度。常人每日只能吸收脂肪200克，或澱粉600克，多食亦徒然耳。

### IV. 無機鹽

吾人所需之無機元素如鉀、鈉、鎂、氯等，食物中供過於求，無慮缺乏。蛋白質多含硫，蛋白質足，則硫亦足。惟鈣、磷、鐵三者，易於缺乏，故應特別注意。據休氏之研究，每人每日膳食中平均有鈣0.45克，磷0.88克，鐵0.01克，則可以維持此三元素之均衡。但為穩健起見，須各加半數，暫定每人每日需鈣為0.68克，磷為1.32克，及鐵為0.015克。

兒童之鈣質需要，比成年者高，因兒童構造新骨骼，須有鈣質。據賴氏研究各種年齡兒童每日之鈣質需要應如下：

六月至二歲	0.8克
二歲至九歲	0.9克
九歲至十六歲	1.0克遞增至2.0克
十六歲以後	0.68克（等於成年人之需要量）

哺乳嬰兒所需鈣質，來自母乳，故乳母膳食中須有充分鈣質。據以上所述推算，乳母之鈣質需要，至少為1.5克。

同一食物，其中無機鹽含量，視土壤與天時而異，不若蛋白質、脂肪與糖三者之較為有常。且據最近研究，各種食物中鐵與磷之消化率，相差甚巨，故計劃膳食時，於無機鹽一項，欲作精確之估計，實非易易。但吾人如多用富於礦物質食物，則無虞缺乏矣。食物之富於鈣者，為乳類、葉類；富於磷者，為豆類、肉類；富於鐵者，為青菜、雞蛋及肉類。

高原之土，缺乏碘質。故動植物之產於高原者，亦乏碘質。海水富於碘質，故海中生物亦多含之，而以海藻為尤。高原居民，其膳食有缺乏碘質之虞，而沿海之居民則否。吾人所需之碘質，為量至微，無庸作精確之估計。食物中常有海味，則碘質無虞缺乏矣。

各種維生素之需要，經多數專家之研究，雖已略知大概（見第十表），尙未能作準確之計算。但吾人已知某種食物富於某種維生素，某種食物缺乏某種維生素，計劃膳食之時，若多擇富於各種維生素之食物則可矣。

第十表 每人每日所需各種維生素之數量

以毫克 (Milligram) 為單位

	最低量	充足量
甲種維生素 (胡蘿蔔素)	1.0	3-5

一號乙種維生素 (免炎素)	0.25—0.50	1—2
二號乙種維生素 (乳黃素)	1.0	2—3
丙種維生素 (抗壞血酸)	嬰兒 2.5°	
	成年人 20—50	50—75
丁種維生素 (定鈣醇)	嬰兒 0.002	00.1

(完)





民國三十七年十二月發行  
民國三十七年十二月初版

農藝化學 (全一冊)

◎定價國幣二元七角

(郵運匯費另加)



編者 嚴梅和

發行人 李虞杰  
中華書局股份有限公司代表

印刷者 上海澳門路八九號  
中華書局永寧印刷廠

發行處 各埠中華書局

(二四一九五)海



(14195)