

書叢業農明黎

學化藝農

編鼎元葉



版局書明黎

書叢業農明黎

# 農藝化學

編 鼎 元 葉

1933

版局書明黎



1933. 7 初版 1—2000本

角 八 價 實

黎明農  
業叢書  
農藝化學

著者 葉元鼎

出版者 黎明書局

發行者 徐毓源

發行所 黎明書局  
上海四馬路

代售處 各埠各大書坊

黎字八四號(曹)

# 目錄

第一章	緒論	一
第二章	大氣	九
第三章	土壤	一九
第四章	土壤中之化學變化	三九
第五章	施肥與普通肥料	六七
第六章	特別肥料	九五
第七章	植物之化學成分	一二一
第八章	作物之化學	一六七
第九章	家畜之化學	一九五

第十章 農業上用之雜品	二二三
選錄一 土壤化學分析法及分析結果之報告	一
選錄二 棉植之營養問題	三七
附表一 棉之用途表	四九
附表二 索引	五一

## 第一章 緒論

化學與具生活機能者（如動植物是）之成長，有密切之關係，即以植物而論，植物生長土壤中，必須經過複雜的遲緩的化學變化，動植物自身之化學變化的複雜原因，（一）自身組織之複雜，（二）所處環境之複雜，（三）多種化學變化同時發生。

農藝化學者，即研究關於動植物化學變化之化學也，對於發生化學變化所處之環境，尤須時時注意及之。

化學與物理學之範圍，常互相混合，不易分別，故農藝化學亦不能例外，除物理學外，尚須注意地質、生物、礦物、徽菌等學也。

元素之已發見者，已有八十餘種，而與農藝化學有關係最密切者，約十五種，爲氫、氮、氧、炭、硫、磷、鉀、鈣、鎂、鐵、矽、鋁、矽、氟等。

(氫)Hydrogen 此元素爲水中之一成分，其最要化學性質，卽與氮化合之力甚強，並生強熱，其與炭化合能成千百種之化合物。

(氧)Oxygen 此元素爲元素中之最重要者，在地球上散佈最廣，其與他物之化合力亦爲最強，並生熱或光，動植物之營養與生存，均與氧息息相關，同量之物質，不論其甚速氮化或遲緩氮化，而其所生之熱量則相同，自發燃燒之原因有三，(一)乾性油之遲緩氮化所成者，(二)因細菌而發酵所成者，(三)有一類礦物經遲緩氮化所成者，動物之呼吸作用，亦爲遲緩氮化之一種。

(氮) Nitrogen 在天氣中氮所占之體積最廣，其性狀爲一種無色無臭之氣體，其最要之化學性狀即其惰性，故不易與他物化合，而氮之化合物，不似游離氧，並無惰性，且極活潑，易與他物發生化學變化，動植身體內部之有機素，皆需含氮化合物作爲食料，故氮素乃動植物生存不可缺少之原質。

(炭) Carbon 碳在動植物中散佈最廣，炭與氧之化合物，或炭與氮之化合物，對於農藝化學最關緊要，動植物身體內之成分，大抵爲(一)炭水化合物，(二)有機酸，(三)脂油，(四)炭氧化物，(五)蛋白質，(六)醯胺 Amides (七)銻化物 Amino Compounds 以上不外乎炭、氮、氧、四種之化合也。

(硫) Sulphur 動植物體內含硫之量雖甚微，但亦爲重要成分之一，蛋白質中含之最多，其他如毛髮內皆含有之。

(磷) Phosphorus 在農業上磷酸鹽最爲重要，其量存在者雖微，但處處皆能發見，磷



之存在，如土壤中亦常見之，惟其量僅占土壤萬份之二，植物吸收土壤中磷酸鹽，待動物食之。而造成體內含磷酸鈣之骨與殼。

(鉀) Potassium 鉀之存在礦物界中尚多，而在海水中存在者亦廣，德國最著名之斯達福岩層 *Stassfurt deposit* 爲含鉀鹽之出產地，鉀之化合物，在農業上占重要位置，鉀鹽能助植物嫩芽嫩枝之發育，鉀鹽易被粘土所保留，而鈉鹽則不易保留，轉流入洋海中，是以洋海中多鈉鹽而少鉀鹽。

(鈉) Sodium 矽酸鹽內，時見有鈉鹽，以替代鉀鹽，氫化鈉卽食鹽，對於動物之營養食料，關係極密。而植物中含鈉者甚少，除非海洋植物含有多量之鈉鹽。

(鈣) Calcium 鈣爲散布最廣之一種原質，鈣雖爲植物之一種緊要食料，但尤以其能變化粘上韌性及促進土中之硝化性，鈣之散佈於土壤中既廣矣，故不常施用含鈣之肥料，(鎂) Magnesium 鎂鹽常與鈣鹽同存，矽鹽鎂亦時見之，植物亦含鎂之化合物，惟土

壤中所存之鎂量極多，以應植物之需要。故鎂質肥料殊不緊要者也。

(鐵) Iron 鐵之化合物，天然存在甚多，土之紅色者或黃色者，即含鐵之表現，植物之需要者二價鐵 Ferric iron 但所需鐵量極微。故鐵質肥料亦非緊要者也。

(矽) Silicon 矽常與氮化合而為二氮化矽，矽，石英，燧石等，即二氮化矽也，土壤中含矽最多，能變化土壤之疏鬆性，植物內含二氮化矽者，係吸收土中鎔解之矽酸鹽而成，二氮化矽雖非植物身軀內之重要成分，但其存在能致植物且吸收多量磷酸鹽之能力也。

(鋁) Aluminium 鋁於天然多成化合物如矽酸鋁，在土壤內存在者極多，黏土係陶土與半風化之長石，含有鋁質，鋁與其鹽類均非營養植物之成分，但照比國試驗，大小麥及亞麻，施以少許鋁鹽，頗有效驗云。

(氯) Chlorine 氯常與鈉化成食鹽，存在海中甚多，在土壤中亦有之，氯亦為植物體中之一重要成分，如黃萎菜者，即含氯多量之植物也，氯化鈉為動物之一種重要食料。

(氟)Fluorine 氟在土壤中成氟化鈣，(即螢石)動物之骨血尿液內，皆有之，骨灰中曾發現含有百分之四氟化鈣，植物之需氟鹽者甚少。

除以上十五種重要原質之外，尚有次要者，如硼、碘、錳、鈦、鋅、鋰、銅、鋇、砒等原質。

據美國政府地質研究所之報告，地層在十英里以內，所含各種原質之存在量，可以百分數測定之，其數量可觀下表。

	地層	洋海	平均(空氣)
	93%	7%	100%
1 氮	47.39	85.79	49.98
2 砂	27.21	—	25.30
3 鋁	7.81	—	7.26
4 鐵	5.46	—	5.08
5 鈣	3.77	0.05	3.51
6 鎂	2.68	0.14	2.50
7 鈉	2.36	1.14	2.28
8 鉀	2.40	0.04	2.23

9	氫	0.21	20.67	0.94
10	鈦	0.33	—	0.30
11	炭	0.22	0.002	0.21
12	鐵	0.01	2.07	0.15
13	錳	0.10	—	0.09
14	鎳	0.08	—	0.07
15	硫	0.03	0.09	0.04
16	銅	0.03	—	0.03
17	鋁	—	—	0.02
18	氧	0.02	—	0.02
19	矽	0.01	—	0.01

若照原子價計算之，計十萬原子中，有下列原來原子數之比率，包括十英里地層洋海與空氣。

1	氫	54.684	4	鉛	4.707	7	鐵	1.588	10	炭	324
2	氧	16.455	5	鎂	1.822	8	鈣	1.537	11	鈦	110
3	砂	15.818	6	鈉	1.735	9	鉀	1.001	12	矽	68

農 業 化 學

7

13磷	51	15瘰	25	17氟	17	19路	4
14鑑	26	16硫	23	18銀	4	100.000	

## 第二章 大氣

空氣能致土壤溫度、氣候、三者時時變遷，故欲研究動植物生活之化學變化，必須有充分空氣之智識。

在海平面線上空氣之壓力，每方英寸得14.75磅，Herschel氏計算空氣全部之重，等於地球十二萬之一之重，空氣密度與其高度適成反比例，高至五五二〇公尺處，其壓力僅及海平面線壓力之半，若達一一〇四〇公尺，則其壓力僅得四分之一，簡言之，每上九百英

尺，氣壓表則降下一英寸。

由隕石之發光及日光之反射，測知空氣之存在，約在地面上二百英里以內，空氣壓力與時日及風勢而變遷，約而言之，赤道與兩極平均氣壓較小，在赤道之南，與赤道之北，平均氣壓較大，再每日氣壓上午三時與下午三時為最低，上午九時與下午九時為最高。

乾燥之空氣，為透明無色的，能將太陽之熱透達於地面，但空氣中之水分或固體物能吸收熱氣，其尤著者為雲，當空氣每上升三百四十英尺，能冷却攝氏熱力一度，空氣之比熱為〇・二四。

下層之空氣，平均熱度變動極大，因為地球，（一）緯度之高低，（二）水陸之遠近，（三）地勢之高低，（大概每高三百五十英尺，約降低攝氏熱力一度），但有時亦有上下，惟高至九英里處，空氣熱度常在 $15^{\circ}\text{C}$ ，因其處空氣停止流動，熱度故無出入，若再升高，則空氣成分變動極速，熱度亦逐漸變化矣。

〔空氣之成分〕空氣成分多係氣質，如氮、氧、氫、二氯化炭、水蒸氣、鹵精、硝酸、及臭氣等，並含固體物如泥粒、黴菌等。

(氮)氮在空氣分量最多，納占全容積百分之七十八，或全重量百分之七五·五，氮之功用，僅爲稀薄空氣中氮者也，故氮在空氣中並無何種顯著之化學反應。

在工業上之高溫爐中，能使氮與炭連合而生青化物。故在空氣中運用電力而生高熱，而使氮與氮化合成爲氮化氮及硝酸。

空氣中之氧素，以電力或燃燒而消散者，卽爲動植物腐爛時所生之氮補充之。

(氮)氮在空氣中，分量亦多，約占全容積百分之二一，或全重量百分之二三·二，氮在空氣中最活潑，能與種種物質氮化，俱其氮化所消散之氮氣，卽以植物吐出其遺棄之氮補充之，但城市中空氣之氮，較鄉村中爲少，卑隕地方之氮，亦較他處爲少。

空氣愈高，其中重量原素愈少，故氮於空氣高至六十二英里之處，僅占千分之三，大多



數爲氫，約占百分之九五·一，及少量氫氣，約占百分之四·六。

(氫) Argon 氫於一八九四年爲 Lord Rayleigh 及 Prof. Ramsay 所發現，係一種極不活潑之氣質，在空氣中分量約占全容積百分之〇·九四，全重量百分之一·三，與此素相同及發現者，有氮、氫、氫、氫等，占空氣中極少數且具化學惰性。

(二氯化炭) Carbon Dioxide 二氯化炭在空氣中，分量雖僅占全容積百分之〇·〇四，但對於植物生長極有關係，其量在空氣中因燃燒與腐爛兩種變化而時時變遷。

在曠野無人烟之處，空氣中之二氯化炭，占百分之〇·〇三三，在城市中或製造廠附近地，其量漸多，或竟超過百分之〇·〇四以上者。

在鄉間夜中空氣二氯化炭量，較日中爲多，但於洋海之上，無有日夜之上下，其量上下之原因，係由植物吸收二氯化炭之故。

然空氣中二氯化炭量增加之原因，不外以下四大項。

一、由火山、深泉地中，所射出之二氟化炭所致者。

二、由含炭物氟化，如動植物呼吸及腐爛，柴料之燃燒所致者。

三、由碳酸鹽用熱力分解所致者，如製造石灰時，生多量二氟化炭。

四、殼類動物將重碳酸鈣分解，而生二氟化炭，所剩之碳酸鈣造成其殼甲所致者。

炭量在空氣中減少之原因有三。

一、由植物依光熱而吸收空氣之炭，以作營養之品所致者。

二、由岩石受天氣之風化所致者，如長石 *Felspar* 因天氣之侵蝕，而分解成爲陶

土 *Kaolin* 卽一例也，其化學程式如下。



三、由碳酸鹽吸收二氟化炭而成重碳酸鹽所致者。

(礆精) Ammonia 空氣中含礆精之量雖微，但其對於農業之緊要，亦多足述者。此物之存在，大都皆成碳酸銻，亞硝酸銻，及硝酸銻，其在空氣中分量，隨地而異，大都近城市為多，在曠野為少，高處多而低處少，天陰時多而晴時少，六月為多，而二月為少。

雨水中常見多量礆精，硝酸，及固體物，冬季之雨水所含之礆精常較夏季之雨水為多，考其原因，實因礆精之溶解度在冷水中，較在熱水中為大。

按 Levy 氏在孟德索里地方觀察十六年，雨水中礆精，平均約百萬分之二·二，而 Ingle 氏云，雨水中所含之氮化合物量與雨量之多寡成一反比例。

(硝酸) Nitric Acid 空氣中多含硝酸鹽，而尤以硝酸為常見，硝酸物之存在大都為纖細之固體，浮泛於空氣中，惟在三千公尺以上之高空氣中，則罕見之，因致成硝鹽之雷電，皆發生於三千公尺高以下也，空氣之硝酸量極微，不易測驗，惟由雨水溶解後而質濃乃可測驗之，熱帶之雨量較溫氣雨水所含硝酸量為多，英國雨水含帶礆精之氮素百萬分之〇

• 四二六，及硝酸鹽之氮素百萬之〇 • 一三九，每英畝每平約得氮素三 • 七四磅，日本及紐西倫之試驗，亦與其相彷彿。

(臭氣) Ozone 臭氣為氮之同素體，有強氧化性，其量在空氣甚微，通常鄉間空氣中含臭氣之量，其重約為大氣之  $\frac{1}{4,000,000}$  然當大雷雨時，則其量增多，城市中臭氣極少，空氣中含多量臭氣，空氣必甚清潔，因臭氣具有殺盡空氣中微菌之能力。

臭氣之成因學說甚多；有謂乃由植物中吐出者，因在植物繁盛之區，空氣中臭氣必較多，晝間為多，夜間較少。

(硫酸) Sulphuric Acid 空氣中之硫酸氣，特別如在城市中或製造工廠附近之處，由氣質而變流質，有害植物之生活，空氣硫酸之由來，大都從煤炭燃燒而來，其少數動植物腐爛所致，其亞硫酸量約占每一〇〇c.c. 空氣中有一毫(Hg)，霧天更較此量為多，城市空氣硫酸有礙於植物生長之原因，臚列如下。

一、減少日光之強度，較曠野減少百分之五十。

二、增加室中之亞硫酸，無風之天較有風多一二十倍，有霧之天更多。

三、造成酸性之雨水，有霧之天，草上露水，含硫酸竟增至萬分之四，減少作物收量，釋放土中化合氮素，及殺死土中硝化細菌。

空中尚有極細之腐爛性有機物質，由動物所吐者，或由植物霉爛所成者，人們再吸入肺中，易起不良效果，如擁擠密室中所見者。

(固體物)空中除含上述各種氣體外，尚有浮塵細菌等物，測量空中細菌之法，將一定量之空氣，置入一含細菌養料之玻管內，並置入孵化器中，使其生殖，數日後，取出而考驗其生殖地之數，此數即一定量空氣中所存細菌之數，細菌以近地面為多，愈高則愈少。

地面上之泥沙因風力而飛散於空氣之中，故空氣中所含之固體物種類繁雜，而性狀又各不同，故海濱空氣中因海水之飛濺，含有食鹽，可隨降雨入土中，離海遠者，雨水中僅見

氫素，並非食鹽，空中食鹽由降雨入於土中，每年每英畝可達十至三十七磅，英國施密氏考得空中固體物由海加入土中，氯化鈣（石灰）約百萬之一、五、及氯化鉀百萬分之一，至於內地空氣罕有見之。

（灌溉用水）植物生長於旱地，用水灌溉，以救其弊，實農業上一極重之問題，灌溉時所用之水合宜與否，對於植物之生長繁殖，確有極大之關係，水中若含鹼性物者，最不宜用作灌溉，設用鹼性水灌溉，則土壤將變成一種鹼性土，此項鹼性土，能妨阻植物之生長，但植物能受鹼性量之程度，隨植物種類而異，而大概鹼性物中，碳酸鈉為害最大，氯化鈉次之，硫酸鈉最少，含氫化鈉或硫酸鈉之土壤，常稱之謂白鹼土，而含碳酸鈉，稱之謂黑鹼土。

下表示明含鹼性物之土壤，對於各種植物不生危害之最高限度，每英畝四英尺深土所含磅數重量。

	氯 化 鈉	硫 酸 鈉	炭 酸 鈉
小 麥	1160	15120	1480
大 麥	5100	19090	12170
幼 牧 草	5760	102480	2360
老 牧 草	760	11120	—
甜 鹽	5440	52640	4000
橘 櫚	30320	19240	3200
梨 櫚	3360	18000	3840
蘋 櫚	800	4480	480
荷 櫚	1360	17800	1760
菓 樹	1240	14240	640
樹 樹	9640	40800	7520

## 第三章 土壤

土壤者，乃岩石分解後在地面上一層覆蓋物也，在適宜之氣候，時具繁殖植物之機能，土壤之厚薄，以風化與冲刷程度而變遷。

在氣候溫和與雨量適度之地，土壤之深度，雖下層岩層之距離，約在數尺以上，但有時因種種情形，土壤之深度，達三四十尺者，或僅達數寸者，或在含石灰石之地，雨水盡量冲刷，其中之碳酸鈣，而餘薄層之含沙土或黏土而已。



土壤雖爲礦物質聚成，惟其亦含有機物質，微菌、水分、與氣體，凡可耕之土壤，其深度約在九寸與十二英寸之間，以下爲底土，底土色澤較淡，有機物較少，其所含之物，皆未完全氮化。

土壤既爲礦物組成，故礦物與地質爲研究農藝化學之輔科，不可輕視者也。

「礦物」礦物之意義有二，一爲形容無機物之意，如土壤多含礦物成分，其正確之意義，乃指一種特殊之物體而言，故礦物之定義，爲其一定之化學成分，與一定之形態之一種固體物，惟其中所含成分，有時變遷，如鉀長石漸變爲鈉長石， $(K_2O, Al_2O_3, 6SiO_2 \rightarrow Na_2O, Al_2O_3, 6SiO_2)$ ，方解石漸變爲碳酸鎂石， $(CaCO_3 \rightarrow MgCO_3)$ 。

對於農藝化學有關之礦物，可分六種，茲一一說明如左。

(一)、石英(Quartz) 石英在地面上散佈最廣之一種物，其成分爲二氮化矽，常存在於花崗岩與其他火成岩中，不能溶於水，當不被水沖蝕，惟因水而能使其與他同生之易溶

性礦物分離，乃成小粒之石英，石英之存在量雖甚多，但非植物之營養成分。

(二、長石) *Felspar* 長石之種類甚多，有以下之數種。

1、鉀長石 *Orthoclase*,  $K_2OAl_2O_3 \cdot 6SiO_2$

2、鈉長石 *Albite*,  $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$

3、斜長石 *Oligoclase*,  $2(Na_2:Ca)O \cdot 2Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$

4、灰長石 *Labradorite*,  $(Na_2:Ca)O \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2$

以上四種之中，以鉀長石為最普遍，常生於花崗岩、片麻岩、黑花崗岩等中，長石雖其性甚堅，但甚易受風化而崩裂，含二氯化炭之水，最易分解之，能驅除其中之氟化鉀與一部分能溶解之二氯化矽，所剩者為黏土或稱陶土，*Kaolin*  $Al_2O_3 \cdot 2H_2O \cdot 2SiO_2$ ，雖陶土中無鉀鹽，但常有鉀鹽餘留其中，故土壤中常具鉀鹽，以備植物吸收，考其來源，要皆由長石分析而來。

(三)、雲母石(Mica) 雲母石成分爲  $3Al_2O_3 \cdot K_2O \cdot 4SiO_2$ ，但有時常含多量氟化第一鐵，或微量氟化鎂或氟化鈉或氟化鈣，此種礦物常生存於花崗岩與片麻岩之間，亦由風化作用而由岩石中分析而出，惟不似長石之容易，其中所含之鉀鹽、鈣鹽、鐵鹽，三者爲植物營養之必需品。

(四)、碳酸鈣(Calcium carbonate) 此種成分之礦物在地面上存者甚多，有結晶體式者，如方解石與霏石，無結晶體式者，如白堊、石灰石、與大理石，以上各種礦物之成分，要皆碳酸鈣，惟有時含有鎂、鐵、或錳等素，代替鈣素，此種礦物亦含有幾成磷酸鹽，故碳酸鈣礦石確能供給植物之主要營養料。

(五)、矽酸鎂(Silicates of magnesia) 矽酸鎂礦石存在者亦多，如滑石、石鹼石、角閃石、石綿、斜輝石、綠泥石、橄欖石等，皆屬之，有數種礦石，尙含鋁、鐵、鈣等素在內。

(六)、黏土(Clay) 黏土之純潔者爲陶土，普通黏土常含鐵鹽，有時亦雜以散碎之

長石，因之黏土中常含多量鉀鹽，以供植物之營養。

(七、岩石) Rocks 地球之最初時期為半流動體，以後遇冷，漸凝聚而成固體，故地球之表面，已經千萬變化，初為堅硬之火成岩，待後漸受天氣之侵蝕，而成雜石塊，此項雜石塊經久年，亦復能成為岩石，再復經侵蝕，仍成雜石塊，今日地球上之岩石，照其成因可分為三大類。

### 一、火成岩 Igneous rocks

(a) 深造岩 Plutonic rocks

(b) 火山岩 Volcanic rocks

### 二、水成石 Sedimentary rocks

(a) 由機械的沈澱者

(b) 由化學反應的沈澱者

### 三、變形石 Metamorphic rocks

第一類之岩石，性皆堅硬多含矽酸鹽，多具結晶體，皆由鎔形受冷却凝結而成者，第二類之岩石皆在流水堆集而成者，第三類之岩石乃經高溫與高壓變形而成者。

屬於第一類之岩石，大都皆為最古之岩石，而均含二氯化矽或矽酸鹽，如花崗岩、正長岩、玄武岩、閃長岩等是也，火成岩經天氣之侵蝕，而成粹粒，乃被流水冲刷，達於洋海，堆集而成所得第二類之水成岩也，水成岩又可細分為三大類。

- 1、普通砂岩及礫岩 Sandstones, Conglomerates, 此類岩石之重要成分為石英，並混有多量長石與雲母石，其膠接物大都為碳酸鈣、黏土、氟化鐵，或能溶性之二氯化矽。

- 2、泥板岩或黏土 Shales or clays 此類之岩石，要皆為陶土所組成，惟含細微之矽粒與多量之氟化鐵。

三、石灰石，此類岩石中，白堊與碳酸鎂石皆屬之，其重要成分爲碳酸鈣，惟其他如氯化鎂、二氯化矽、鐵鹽、鉛鹽、磷酸鹽等皆含有之，其量則隨地而異，除上述之外，尙有其他種巖石，由沈澱而成者，（一）爲碳酸散失所致，如凝灰石、石灰華，（二）爲水分蒸發所致，如石膏、岩鹽及德國鉀礦，由動植物而成者，（一）爲動物所致，如鳥糞石、骨石，（二）爲植物所致，如煤、褐煤、及泥煤等。

第三類之岩石，包含火成岩與水成岩兩類之性質，多數變形岩係從水成岩以高溫或高壓所致成，皆結晶體，且堅硬如火成岩，如砂岩變成石英岩，泥板岩變成石板，或片麻岩，石灰石變成大理石。

〔土壤之成因〕土壤成分中之無機物，皆由岩中不溶性之成分，受風化作用，分解而殘留之成分，堆積於大地上，而成土壤之重要成分。

火成岩被天氣之侵蝕，其一部分之成分即浮沈於流水中，借流水之轉移，而移至他處，

漸漸沈澱而存積，乃成砂岩、泥板岩、石灰石等，其可溶性之物質，如碳酸鉀、碳酸鈉等，則隨水而遠去。

所遺留之砂岩再因他種原因，分解而為砂，為長石、雲母、矽化鐵、黏土等，即成爲一種體輕鬆而少植物營養物之土壤。

至於泥板岩重經分解後所得之物質，爲黏性含水之矽酸鈣，即常見之重性黏土也，此項土壤具多量鉀鹽，惟缺少磷鹽與鈣鹽。

若論及石炭石分解後所得之結果，則其中碳酸鈣，大都皆與二矽化炭，成爲重碳酸鈣，乃溶於水而流去，所殘餘者僅砂、黏土、養化鐵而已，故由石灰石所成之土壤，反缺鈣鹽，有時還須人工加入。

自生土壤 *Sedentary or indigenons soils* 者，乃本地岩石分解而成之土壤也，其肥分程度，全係其處岩石所蓄積之植物營養料也。

遷移土壤 Transported soils 者，乃他處岩石分解後，由原動力遷來所成之土壤也。(一)水力，由水之流動，挾高處之泥砂，遷移低處，故平原之土壤，常較山地為肥沃，因各種岩石所分解而成之土壤，皆匯聚於此，其中成分常較一種岩石所分解而成之土壤種類為多。(二)冰力，冰山推動時，常帶有多量泥沙與石塊。(三)風力，在海岸上堆積之砂層，遠地火山噴出之灰燼，即由風力而來者也。

土壤之成因，泰半係由下列之各種主動力所致。

(一、水)由水主動之法，可分以下四項。

(a)機械的主動 水流中之石卵與石塊，具刮擦水底岩石之能力，上流之水，流動甚急，因此種刮擦能力，乃將上流水底之岩石，刮擦成爲粉末狀之泥沙，流至下流而堆積之。

(b)冷結與熱融的主動 吾人確知水結冰時，其容積必較水大十分之一，其擴展力甚強，即石之堅亦不能抵抗之，故岩石崩裂，因此種能力所主動者，爲常見之事，在天氣和暖



之時，山石之裂隙中。其爲水之存積地，一俟天寒，水之外層，即堅結爲冰，嗣後內部之水亦冷却，漸結成冰，至全部結爲冰塊時，其容積必漲大十分之一，而其擴大力，能使岩石小隙崩裂而成大隙，天氣轉熱，大隙中又裝滿流水，再轉冷，則又結爲冰，而成更大之隙，於是凝融交作，至數百次後，雖堅硬之岩石，亦必一變而成碎塊，常久凝結，其崩裂岩石之作用，尙不似忽冷忽熱之爲厲也。

除冰之擴大力分解岩石外，尙有一種水之結晶力，水於結冰之時，須維持其原來結晶狀態。常見山巖旁砂土，寒夜，結有苔狀冰花，呈其稜角之晶體，有時能高達數寸，並可挾起石卵與碎片，亦離地約二三英寸，此種水之結晶力，在於分解小碎石片及土塊較爲重要。

(c) 冰山的主動 冰山亦爲土壤成因主動者之最重要之一，冰山推動時，能致巖石碎裂，或研成粉末，並能轉移已碎之巖石遠達數百英里。

(d) 化學反應的主動 前章已述及長石受化學作用，而變爲陶土而分解，其他如不

溶性之礦石，變爲能溶性之礦石，而被水流所轉移，如碳酸鈣本爲不溶於水之物質，吸收空氣中二氯化炭，卽一變而爲能溶性重碳酸鈣，總之水因其具特殊之溶解性，故爲土壤成因之最要媒介物。

(二、空氣)空氣爲主動者，可分爲二大類。

(a)機械的主動 在多山之地大風能吹折山石之凸者，或風中之泥沙，能將所過山石磨碎，故常見砂石之因大風之浸刷，而成特異之形態。

(b)化學反應的主動 多種巖石皆含低價氯化金屬，如氯化第一鐵之類，在空氣中此種氯化物，能吸收空氣中之氯氣，一變而爲高價氯化物，當氯化之時，其色彩因之而異，其容積亦必較前不同，故岩石亦因之而碎爲粉末，含水蒸氣之空氣，且能氯化硫化金屬，如硫化鐵等。

(三、蚯蚓)蚯蚓具造成與變化土壤之能力，因蚯蚓能將底土移置表土之上，因之表

土即變爲鬆而多孔之土壤，並能將植物之殘根等化爲腐爛有機物，其造成之法，要爲運輸地面上之殘根與葉至其穴中，或爲被蚯蚓所食，一俟遺出，即成腐爛有機物，此項由蚯蚓造成之腐爛有機物及表土之運輸在土壤中，每年之產量，每英畝十噸以上，即每年土壤因蚯蚓將小石片及有機物之埋集於土中，能增高十分之一吋，每英畝內，常有蚯蚓二萬五千頭，此種大都產於溫帶土壤中，在熱帶土壤中，則多白蟻，其功用與蚯蚓相似，白蟻之遺糞堆集時，能竟達三四尺之高，如此種遺糞混合於土壤中時，則成爲極肥沃之土壤，較普通之土壤，多含四倍之氮素，四倍之鉀鹽，六倍之磷酸，並有多量鈣、鎂等鹽。

(四、植物)植物之生長，關於土壤成因的主動，可分爲二項如下。

(a)機械的主動 植物之根，伸入土壤時，能致土壤鬆而多孔，水與空氣，乃因隙而佔有之。

(b)化學反應的主動 當植物生活之期，其根部常放出多量酸性液體，此酸性液體

具溶解岩石成分之能力，當植物既死之後，則腐爛而生酸，苔酸與二氧化碳，皆具變化岩石之能力。

(五、微菌)植物之需腐爛有機物，爲其營養品，人皆知之矣，有一種微菌在岩石之上，於極低之溫度時，亦能生活，能吸取空氣中之儲精與酒精氣，並能吸取碳酸鹽中之炭素，以作生存，其經過其身體內部而遺棄者，即腐爛有機物也，如地衣與藻類，能可生存於完全無機物質上，皆由其附生之微菌，吸收空氣中之氧素，而生存者也，此種植物腐爛後，亦即變爲腐爛有機物，而供高等植物之吸食。

〔土壤之成分〕土壤的成分，可約分爲四大類。

- 一、砂，(要皆二氧化矽混以微量長石、雲母石、石灰石之粉末。)
- 二、黏土，(要皆陶土混以長石之粉末。)
- 三、石灰石粉末。

#### 四、腐爛有機物，（要皆土中有機物腐爛而成者。）

（砂）由化學作用方面立論，砂在土壤中並無特異功用，因非為植物之營養料故也，與物理作用方面立論，則砂對於土壤確具重要之功用，因砂之存在，能變化土壤之結構，土壤結構之不同，關於植物之生長，實較土壤中之化學成分尤為重要。

土壤學中輕土壤“Light”與重土壤“Heavy”之意義，並非指土壤體積輕重而言，乃指土壤黏韌性與團結性而立論者也，石英之比重為 $2.65$ ，黏土之比重為 $2.80$ ，腐爛有機物之比重為 $1.3$ ，惟考其顯著之比重，則其數較實數為小，石英為 $1.419$ ，黏土為 $1.011$ ，腐爛有機物為 $0.333$ ，其減小之原因，乃微粒之孔隙間，其有空氣之存在故也，物質愈鬆，則兩種之比重之差愈大，凡空氣疏鬆土之比重的為 $1.3$ ，而其實在之比重約為 $2.3$ ，土壤之成分，以砂為最重，而腐爛有機物為最輕。

砂在土壤中共以下四項之功用，（一）疏鬆土壤，（二）速水之排洩，（三）導熱甚易，（四）

比熱甚小，易使土壤吸熱，並易使土壤散熱。

各成分在土壤中之比熱列表以明之如左。

	相等重量	相等容積
水	一・〇〇〇	一・〇〇〇
腐爛有機物	〇・四七七	〇・五八七
黏土	〇・二三三	〇・五六八
碳酸鈣	〇・二〇六	〇・五六一
石英	〇・一八九	〇・四九九

乾燥土壤平均比熱約在〇・二〇與〇・二五之間。(相等重量)  
各成分在土壤中之熱傳導度列表以明之如左。

乾 土                      濕 土

石英粉	一〇〇	二〇・七
泥炭粉	九〇・七	九四・三
黏土粉	九〇・七	一五五・六
白堊粉	八五・二	一五三・二

土壤之熱傳導性，對於粗粒或緊密之土壤，其熱傳導性愈強，土壤中含水分多者，其熱傳導性亦強，故不易傳導性者，要因孔隙間空氣之妨阻所致。

各土壤成分聚水量之不同，其差甚大，茲百分重量之各種成分，含水量之多寡說明如左。

砂百分能聚水至二十五分。

黏土百分能聚水至七十分。

碳酸鈣百分能聚水至八十五分。

腐爛有機物能聚水至一百八十一分。

土壤聚水能力，土壤愈細，其能力愈大。

土壤中並亦有砂之存在，而砂對於聚水或傳熱，關係密切，故確為土壤中一種重要成分。

(黏土)黏土乃指一種不含大塊岩，而具黏性土質的淤積，按物理的分析法，凡土壤粒之直徑在 $\cdot 0\cdot 0\cdot 0$ 二糵(mm)以下者，謂之黏土，按化學成分而立論，黏土乃含水之矽酸鋁， $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ 。

黏土中所含之已分解之矽酸物，如鉀鹽、鐵鹽、鈣鹽等，皆為植物之營養素，黏土之保持力，能將水分與他種易溶性物質，維持於土壤中。

若將黏土中之水分以高熱驅除之，即變為不易透水之物，例如磚瓦片陶器等件，農家燒土之作用，要皆將土壤中氯化第一鐵，變為氯化第二鐵，改良其物理的性質。



(石灰石)石灰石中之鈣鹽、鎂鹽及磷酸，爲植物之營養料，再其能(一)膠狀之黏土沈澱而淤留，(二)中和土壤中之酸質，而成無害物，(三)促成硝化。

(腐爛有機物)腐爛有機物以土壤中爲一種緊要之成分，其體積輕鬆，比熱甚高，能保持多量水分，其色暗黑，易於吸收多量之太陽熱力。

腐爛有機物在砂土能膠砂粒多蓄水分，在黏土反能減少其黏團性。

其化學成分極複雜，學者尙未能完全了解，但其中氧素約占百分之二·五至四，然其確切成分，要爲動植物腐爛機所成各種變化之有機物質，包有鉀、鈣、磷、硫與鐵，其最要成分爲苦鹽 Humic acid  $C_{20}H_{18}O_9$ ，而致成腐爛有機物者乃細菌與黴菌是也。

〔土壤之分類〕農學家將土壤可分爲六大類如左。

(1)砂質土壤 Sandy soils，含黏土不過百分之十，碳酸鈣不過百分之三。

(2)壤土 Loams，含黏土在百分之四十至百分之七十，碳酸鈣不過百分之三。

(二)黏質土壤 Clay soils 含黏土在百分之七十至百分之九十五，碳酸鈣不過百分之三。

灰泥土壤 Marls 含碳酸鈣在百分之五，至百分之二十，其餘皆為黏土。

石灰質土壤 Calcareous soils 含碳酸鈣在百分之二十以上者。

泥炭土壤 Peaty or Humic Soils 含腐爛有機物在百分之二十以上者。

〔土壤之色澤〕土壤之色澤，視含腐爛有機物、氮化鐵、水分三者之多寡而定，含多量腐爛有機物之土壤，在潮潤時為黑色，在乾時為灰色，含氮化鐵之土壤，其色澤為淡黃或紅棕色，紅色土壤較黃色土壤為肥矣。

〔土壤之氣味〕當土壤着濕時，有一種奇特氣味發生，是為土壤中發揮物質所致，但其量尚不多，據人研究，黏土若在濕潤境遇，其中發揮氫素化合物則漸漸消失矣。

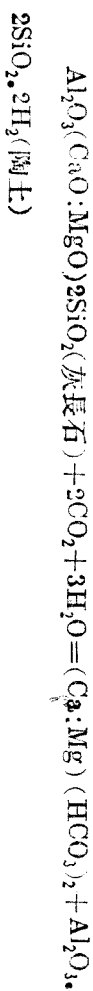


## 第四章 土壤中之化學變化

土壤中化學變化甚多，且極複雜，吾人對於其智識，又極幼稚，茲僅能分爲（一）無機物之化學變化，與（二）有機物之化學變化二大類，以說明其中之動作及感應。

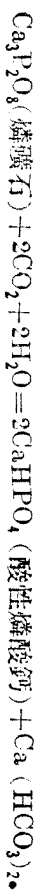
（甲）無機物之化學變化，土壤中無機部分之變化，較其從岩石分解之變化，受制於空氣與水分之作用，如同一轍，惟因土壤中分解有機物供給二氯化炭較多，故其起化學變化或應加速，小片礦石中之氯化鉀、氯化鈣、氯化鎂等，因此而易於溶解，如  $Al_2O_3$ 、 $K_2O$ 、 $6Si$

$O_2$ (鉀長石) +  $CO_2$  +  $10H_2O = Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ (陶土) +  $K_2CO_3$  +  $4H_4SiO_4$ ; 再  $Ca$  ( $HCO_3$ ) $_2$  +  $Al_2O_3 \cdot K_2O \cdot 6SiO_2$ (鉀長石) +  $9H_2O = Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ (陶土) +  $CaCO_3$  +  $K_2CO_3$  +  $4H_4SiO_4$ , 後者以碳酸鈣爲二氯化炭之連帶物(Carrier)。倘遇含石灰或氯化鎂之礦石則需較多之二氯化炭而分解之。例如下式。



土壤中之碳酸鈣, 亦可使之溶解,  $CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca(HCO_3)_2$  其溶解之物, 或爲植物所吸收, 或爲流水所洗去。

再土壤中之磷酸鈣, 經二氯化炭作用, 亦能使之溶解, 爲植物所用, 如見下式。



同時發生重碳酸鈣, 能釋放土壤中之鉀鹽溶化於水, 其化學反應程式如左:



其所溶解之鉀鹽，或被植物根部所吸收，或被水化矽酸鹽所保留。

「土壤吸收性與保持性」土壤中之成分，對於鹽與酸，除物理的附着性外，尙具一種化學的保持性，今行一試驗以證明之，將鉀鹽、鎂鹽、或磷酸鹽溶液，以充分土層濾過之，則示消失其幾分之成分。惟于其濾液中常現鈣素之連合。

考土壤保持能力，乃其中水化矽酸鹽所致之，惟水化矽酸鹽實係矽酸質礦石，如長石或雲母石分解時所經中途階級之化物，故其並非土壤中之固定成分，且亦不具結晶之體形。

鹽質加入土壤，其中鹽基能可調換，據研究結果，所吸收之氯化物，稍可溶解於清水，更易溶解於二氯化炭之水，極易溶解於鹽酸，氯化物既被吸入，可以以鹽質溶液中之他種金屬面換出，惟於鹼質之氫氟、碳酸、磷酸、化合物若吸入土中，並不起調換作用，水化矽酸鹽致

成吸收能力。今證明之如左。

一、凡土壤具極豐富能溶於鹽酸之矽酸鹽，得最多之吸收力。

二、凡土壤經鹽酸分解其矽酸鹽者，則無吸收之能力。雖有時仍能吸收，但決無金屬，鹼質碳酸鹽與鹼質氫氟化合物之交換。

三、天然水化矽質酸礦石，如斜方沸石 *Chabazite* 之粉末，施以鹽性溶液，其中氫化鈣能以他種鹽基替換之。

其中化學反應之實在情形，現尚難完全了解，因土壤中水化矽酸鹽之成分，尚未明瞭，設使其如束沸石 *Stilbite* 之成分，而與硫酸鉀更換，則其程式如下： $Al_2O_3 \cdot CaO \cdot 6SiO_2 \cdot 5H_2O + K_2SO_4 = Al_2O_3 \cdot K_2O \cdot 6SiO_2 + 5H_2O + CaSO_4$ ，但此化學反應，決不完畢，因於溶液中，硫酸鉀與硫酸鈣，以均衡關係，各含若干。

土壤中之有氫氟化第二鐵、氫氟化鋁，及其碳酸鹽，能保持氫化鉀、氫化鈣、備精與磷酸，

鹽基被吸收而不生調換，故仍能繼續用水洗下，氮化鐵與氮化鋁能具吸收作用，因其有弱性之酸體，而連結化合物，如尖晶石  $\text{Spinel}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  者。

然未嘗有完全吸收作用之發現者，要皆一小部分之物質，尙存留於溶液之中，土壤中腐爛有機物，能具吸收銨鹽之能力，據云爲交互分解  $\text{Double decomposition}$  之所致，但其體積極鬆軟多孔，多具酸基，又能吸收多量之鹵精與鈣鎂等素成化合物。

〔溶物之分佈〕 土壤中溶物之分佈，爲其自身瀰散力，與水面力及地心力所支配。

(一) 瀰散作用  $\text{Diffusion}$  瀰散作用者，溶媒中之溶質，由較濃部過入較淡部之現象也，物質之瀰散度，各不相同，要視其所化合之金屬與酸基爲轉移，茲將平常酸質與金屬按照瀰散程度，由最高至最低，排列如下：

酸基  $\text{Acidradicals}$

金屬  $\text{Metals}$

氮化  $\text{Chloride}$

鉀  $\text{Potassium}$



硝酸	Nitrate	銨	Ammonium
硫酸	Sulphate	鈉	Sodium
碳酸	Carbonate	鈣	Calcium
		鎂	Magnesium

凡成膠狀物 Colloidal bodies 者，其彌散速率是為最下。

彌散進行，極為紆緩，並達四旁不遠，有人曾經試驗，將肥料每年施於土中，施肥田地界限一尺以外，罕見肥料之功效，並將能溶礦物，置於濕土面上，隔過三十日視之，僅達一寸深與闊之分佈。

(1) 表面壓力 Surface Pressure 土壤中水分之流動，受制其表面壓力之原理，茲特說明如下，流質中細分子，皆互具吸力，惟其吸力極微，僅能及極短距離，倘細分子在於水中，其所其吸力各方向均勻，如同一球形，假使適在水之表面，則其合成吸力，與水面線成一

正角度，曳引微分子入於水體之中，故流質表面，乃合成正角形總力所歸附，常時地心吸力，爲地上至巨之吸力，所以大量流質表面多呈平形。當流質接觸固體物時，有兩種之事實，就中必居其一，或着濕其固體物，或不着濕其固體物，前者固體物曳引流質分子之吸力，較流質分子互相吸引力爲大，其近固體物處，流質表面呈凹形，後者流質分子互相吸力，較固體物曳引流質分子之吸力爲大，其近固體物處，流質表面呈凸形。

若以小玻璃管矗立水中，管內水之表面，卽呈凹形，考凹面壓力較平面壓力爲小，因凹面壓力除其如平面向下壓力外，尚有平面上流質引上之吸力，因此玻璃管內流質卽現提高之勢，迄至玻璃管內水量（卽地心吸力）能抵消其引上之吸力爲止，玻璃管直徑愈小，管內流質升上愈高，皆因其表面愈凹，故曳上力愈大也。

土壤中水之流動，以其表面壓力而生毛管吸力 *Capillarity*，與玻璃管比較，甚有不同之處，土壤中實在情形，並無有所謂毛細管者，不過用以形容其作用也，土粒堆積而成土壤，

其中空隙極多，膏腴田地，此種空隙，裝滿空氣，水之存在，大都是土粒週圍之薄膜，並不佔滿土壤中之空隙，水分之上升，要皆此等薄膜水液，以其水面形狀改變，而致之流動。

假使數土粒，被以水膜，互相接觸，則接觸處膜面，乃成凹狀，因凹而壓力較土粒圓面壓力為小，故水向凹面流動以增大其壓力，所以水分因其表面壓力，聚集於土粒接觸之處，如小坡管內水之高升，同一原理。

凡土壤水分之蒸發與夫植物根部之吸收，致使局部土膜凹面之增大，而吸引他部分土膜較小凹面之水分，以補其壓力之不足，粒粒相引，迄至其凹面壓力適與地心吸力或他種吸力，相均衡而後止。

水以此表面壓力而流動向上，向下與向四旁者均有之，惟因其最大喪失，乃近於土面，故從土中水平面吸引向上之水分，認為最緊要之流動，當灌溉時，向四旁之流動，亦為緊要條件，雨水落於田內，其向下之流動，雖大半為地心吸力之關係，然表面壓力，亦有與力焉。

農作上細耙土面，以阻水分之蒸發，並不如俗所云切斷土中之毛管，實乃擾亂潮濕土粒之接觸，乾土翻入地面之下，與潮濕土粒接觸之水膜凹面，頓時隔斷，若使之流通，除非乾土粒先有一層之薄膜，而使之着濕乾土粒，乃一種極緩之動作。

土壤中水分由下之上升，具二大之良效，（一）使表土得夠足水分，以備植物之需要，（二）使濃植物養料之溶液。然有時水之上升，亦能致成惡果，如於排水不良之地，上升之水，或帶上鹽性物質，聚集土面，而造成鹼土。

水以表面壓力所流動，各方向皆進行，然常被地心吸力所左右，凡土中空隙皆裝滿水分，則土中表面壓力降至零度，僅持地心吸力，可以轉移水之流動，Whitney氏曾經證明，凡可溶化之礦物質，幾全能增大表面之壓力，而有機物質及鹵精則反減小其吸力。

（三）地心吸力 地心吸力僅有一方向動作，土壤飽滿水分之時，其為唯一吸引水分之力，除表面壓力之外，地心吸力亦大有功於溶解質之分佈也，天氣乾燥時，地面水分蒸發

使濃養料之溶液，雖其瀰散作用，分佈其溶質，然總不敵水由下上升之速，因此表土中植物養料之溶液比較底土中爲濃厚，又植物根部能可吸收之溶液，較從土排出所含溶物之水，亦爲濃厚。

〔土中硬層〕土中硬層，俗曰土鍋 *Soil Pans*，常發生於表土與底土之間，不易滲透水分，致毀土壤對於植物滋繁之功用，其主因有二種，如左列方。

(一)機械的主因 黏重土上，年年耕犁同樣深度，犁片之經過，與人畜之踐踏，致底土上層，變成硬塊，不易透水，是曰犁底土鍋 *“Plough pan”*。

(二)化學的主因 底土富於硫酸鈣時，而成石灰質土鍋 *“Lime pan”*。其碳酸鈣之聚集，因水中溶化之重碳酸鈣，消失其中二氯化炭，所剩留不溶化之硫酸鈣，截留於底土之內。

表土含有多量有機物質，而居於富有鐵化物底土之上，常近土面處致成質鐵土鍋

“Iron pan”，因有機物能使鐵質化合物，還原爲第一鐵化合物，成酸性碳酸第一鐵，溶解於鍋中，當暴露空氣中，吸收其氮素，變爲氯化第二鐵，或碳酸第二鐵，凝結於土中，是曰鐵質土鍋，常極堅硬，無論何種土鍋，均有害於土壤，減少其肥分，蓋其阻礙土中水分之排除與上升，及植根之發展，故凡遇土鍋之發生，須亟用底土犁破碎之。

(乙)有機物之化學變化 土壤中有有機物之化學變化，更較其無機物有趣味，土中有機物常常變形，吸收氮素，發放熱力，有時施糞肥，常能增高土溫攝氏一二度，所以土粒空隙之空氣，較上面之空氣，多含二氯化炭，而少含氮氣，植物遺體經其化學變化，分解成爲腐爛植物質 Humus，及有機酸物，腐爛植物質再受氯化，分解爲二氯化炭，硝酸鹽等。

[土壤生物學] 有機物質之化學變化，大都以土中極細生物動作所致之，尋常土壤之生物，大半係屬最下等之生物，如細菌 Bacteria 釀母菌 Yeasts 黴菌 Moulds 藻類植物 Algae 較高菌類植物 Larger fungi 原生動物 Protozoa 變形蟲 Amoeba 等。

此項生物常在生活競存之狀態，境遇適宜之時，積極使行有機物之化學變化，以助其繁殖。就中有互相提攜者，有互相侵軋者，形形色色，各具作用。

原生動物與變形蟲之存在於土中，常以細菌為維持其生活之食料，因此減少細菌之數目，而土壤肥分之上，要皆視產鹵精細菌數量之多少，間接要視土中原生動物與變形蟲數量之多少，倘運用熱力或防腐劑減少原生動物之數目，則使留剩細菌迅速增殖，而使土中有機物產生鹵精更速，故消毒土壤增加肥分，即此之原理。

菌類植物與釀母菌亦具分解土中幾種有機物之能力，吸取其中之食料，以資造成其體格，死後所剩腐爛遺物，易受硝化作用，常較原來者為速。

黴菌之生活動作，對與含氧素有機物化學變化之關係，頗多足述，例如其由蛋白質，致成碳酸銨化合物者。

然關於此題最有趣味之生物，乃是極微之植物曰細菌。以其外形之特狀，細菌可分為

三大類；(1)桿狀細菌 *Bacilli*；(1)螺旋狀細菌 *Spirilla*；(2)球狀細菌 *Micro-cocci*。體形極微，其闊約在千分之一，而長罕逾千分之四。其繁殖大都以分裂方法，然有時以產生孢子方法而繁殖。孢子者，乃活動停止之時期，可以抵抗不利於細菌活潑期之境遇，例如若將細菌乾燥或竟燒至攝氏一百度，仍不能毀滅其於後來適宜境遇下發芽之能力。平常土壤中含有多數不同種類之細菌，有利於農業者，有害於植物養料者，並有極危險於動物者（如顎筋痙攣病菌）。

其具有由含氧素有機物質致成銨化合物能力之生物者，實多且夥，如黴菌、（有機物量衆多時更形活潑）桿狀細菌 *Bacillus mycoides* 及 *B. fluorescens* 與球狀細菌 *Micrococcus ureae*。

〔硝化作用〕 硝化作用者，有機物中之氧素，或鹵精藉細菌力變成硝酸之作用也。土壤中硝化作用極為重要，因大多數植物，僅能同化硝酸鹽中之氧素，土中含氧素有機物之



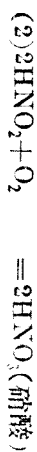
存在，因種類不同，所受硝化之程度亦相異。其對於鹼質化合物與酸質化合物之關係亦相歧。大概動植物之聯合氮素，發現於蛋白質中，蛋白質腐爛時，變成腐爛有機物質、二氯化炭。而其氮素分爲簡單化合物，如醃銜 Amides 炭酸銜及氮氣，醃銜再分解之。則首先發出者，爲銜化合物也，其化學程式如下：



就中鹼精與二氯化炭及水，即成爲炭酸銜，此項化學變化極速，皆爲極微生物所致成。如黴菌與細菌，均具由蛋白質氮素變成鹼精之能力，但黴菌在多有有機物，如肥料堆及多泥炭田中，工作最大，而平常多空氣之土壤，桿狀細菌 *Bacillus mycoides* 最爲有力。此種細菌分佈極廣，表土、空氣與水中，在在均有，工作最盛時，在攝氏三十度。在攝氏五度以下，及四十二度以上，乃其停止工作之時期。

其由土中含氮素有機物所成功之銜化合物，以他種微生物之力，氮化後變爲亞硝酸

或亞硝酸鹽，再受氮化，終或硝酸鹽。其化學反應亦頗簡單，列如左方：



有機物中之氮素，藉不同微生物之工作，變成鹵精、亞硝酸鹽及最終硝酸鹽。由氮素造成鹵精之細菌與微菌，種類頗多，但由鹵精造成亞硝酸鹽及亞硝酸鹽造成硝酸鹽。按照

Winogradski氏之研究，僅有各細菌各一種，如 *Nitroso monas* 及 *Nitroso-coccus* 僅能使鹵精氮化爲亞硝酸鹽。 *Nitro-bacter* 僅能使亞硝酸鹽氮化爲硝酸鹽。

亞硝酸與硝酸細菌需二氮化炭，始能生存，吸收其中炭素一分，能氮化三十五分氮素。硝化作用之發現，須有其適宜之境遇，茲將其適宜境遇臚列如下：

(一) 適宜食料 礦物質如氯化鉀、氯化鈣、硫酸鹽及磷酸鹽必須存在，而二氮化炭亦在需要之列。亞硝酸細菌及硝酸細菌皆不需要有機物質。

(二)有鹽基物 土壤需要鹽基以中和其亞硝酸及硝酸，硝化作用之進行，須在中和性或稍鹼性媒介物中，太酸與太鹼，均阻礙硝化作用，碳酸鈣最爲適宜之鹽基物，其所發出之氮化炭容易驅逐，或爲細菌所需用，酸性碳酸鈉亦爲相宜，惟碳酸鈉則不可用，因其有礙硝化作用。

(三)適宜溫度 硝化作用最盛時間，在於攝氏三十六度；停止工作在於零度以下五十五度以上。

(四)夠足水分 土壤一遇乾燥，硝化作用立刻停止。

(五)無有強光 熾白日光阻礙其作用，並且殺死其細菌。

(六)夠足氮素 考硝化作用乃一種氮化之結果，故需夠足氮素以利其進行。飽滿水分之土壤，氮素不足，須疏鬆之，而後可達增加硝化之希望。

(七)適量鹼精 亞硝酸細菌雖於多量鹼精時，則其工作最爲順利。然硝酸細菌遇鹼

精量過多之時，則不活潑，若土壤中碳酸鈣之氮素量達萬分之四，硝化作用即不能進行。但氮化鈣與硫酸鈣中氮素量，可較碳酸鈣增一倍而無害，故施用石膏，頗有益於硝化作用也。

(八) 適宜鹽類 碳酸鈉與氮化鈣阻礙硝酸細菌之工作，而酸性碳酸鹽與硫酸鹽有益其生活。

(九) 無防腐劑 施用防腐劑，如迷蒙精 Chloroform 或二硫化炭氣，有礙硝化作用。

(十) 多量氮化鉀 氮化鉀借與碳酸鈣，同時加入富有腐爛植物質之土壤，則具促成硝化作用之能力。茲將試驗結果如左：

二十日所產 硝化中之氮 素量佔土壤 每百萬分之 中：	無	45% K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	25% CaCO <sub>3</sub>	5% K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	25% CaCO <sub>3</sub> + 5% K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
	25	438	30	18—25	189

[土中氮素固定生物] Winogradski 氏於一八九三年，由土壤中得一種大形桿狀

細菌，以一種溶液含有合宜礦物分子及左旋糖 Dextrose 與潔淨之空氣培養之，試驗結果，左旋糖分解成爲酪酸 ( $C_3H_7COCH_3$ ) 二氯化炭與氮氣，及有硝酸之發現，硝酸中之氮素，必來自空中無疑。嗣後研出此種細菌，乃無氮氣細菌，若有氮氣存在，其須與他種吸收氮氣微生物聯合而可固定氮素。氮素固定之數量，對於糖料之耗用量，頗有連帶關係，然大爲其中所含化合氮素量所左右。

用培養方法，尋出多數固定氮素之微生物，就中最活潑者曰 *Azotobacter Chroococcum*，聯合其他一種曰 *Radiobacter*，若加以炭水化合物如加糖，及合宜礦物質，*Azotobacter* 能固定多量空中之氮素，此種微生物於近土面處，最爲衆多，能抵抗乾燥境遇，能依風力而分佈。

土中固定氮素之微生物，須需炭水化合物食料，無酸質，有碳酸鈣或碳酸鎂之存在，及高熱溫度，溫度低小，則 *Azotobacter* 不能活動，而有人研究鐵質與矽質亦能激勵其固

定氮素之能力。

此外尚有一類微生物，屬於 *Clostridium*，於無氧氣時，可以固定空中之氮素，此類生物在於森林土地及樹木落葉極多。

海水含有頗多之 *Azotobacter chroococcum* 及 *Clostridium pasteurianum* 二種，前者在於百分之八鹽水中，仍能行固定氮素作用。

試驗室中試驗一翅 ( $\text{g}$ ) 重糖料，以微生物力分解而出固定氮素量極少，大約不過十毫 ( $\text{mg}$ ) 之數，然推想一畝田內之固定氮素量，加以硝化作用，消去障礙之含氮素有機物質，其量大且多，必可引入注意者矣。

其荒地或生地之多氮素者，大概歸功於 *Azotobacter* 因其於炭水化合物聚集之地，極形活潑，而吸收空中之氮素。

土壤中有氮素固定之微生物，固定空中之氮素，與硝化作用之微生物，硝化土中之含

氮素有機物質造成物件，易應植物之用。

〔共棲生活之氮素固定〕 豆類植物根瘤內，所發現一類微生物，對於農藝化學極為重要。首先說明此物者，爲 Hellriegel 氏，於一八八六年所著之論文，述及苜蓿與他種豆類植物根瘤中，有細菌 *Bacillus radicicola* 之存在，能吸收空中之氮素，爲其母本所需用。各豆種有其各不相同之細菌，植物之能同化游離氮素，全視其土中細菌與否同其共棲生活 *Symbiosis* 互相爲益，因植物與細菌以炭素，而細菌與植物以氮素也，由此引起各種商業細菌培養料之買賣，但皆不切於實行。

〔反硝化作用〕 有時土壤與肥料中發生化學變化，釋放硝酸鹽中之氮素，此亦微生物所致成，因已究出其數種類之存在。

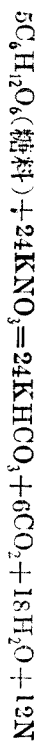
Braud 氏於一八九二年發現草程內具微生物，無空氣時，可致釋放硝酸鹽中之氮素，變成游離氮素，或少量含氮有機物質。Wassner 氏於一八九五年試驗施藥肥料，施藥多

量有機物質肥料，如牛糞等，反減少作物之收成，並且阻礙施糞硝酸鈉應增作物之產量與品質。由此觀之，地土加以廐肥必有反硝化之作用，分解已成之硝酸鹽，概由廐肥引入反硝化微生物無疑。但 Warington 氏指示除肥料引入反硝化微生物之外，尚有他種之主動。致起反硝化之作用，即加入多量容易氮化之有機物質，減少土壤中之氮氣。及強取硝酸鹽之氮素，故大利于反硝化之作用。雖然微生物確為其重要之分子，其存在於土壤中雖不衆多，然一到適宜境遇。即可迅速進行其破壞工夫，氮氣之減少。與夫容易氮化有機物之增多，要皆其適宜之境遇也。Cayon 氏及 Dupetit 氏曾於一八八六年說明二種細菌，曰 *Bacterium denitrificans A and D*，能於無空氣時，致使硝酸鹽歸原氮氣，或亞氮化氮氣。同時氮化含炭素有機物質，於有空氣時，硝酸鹽並不歸原。而其氮化作用之氮氣，來自空氣之中。

土壤中及水中，曾經發見 *B. denitrificans* 之他品種頗多，其致反硝化作用之化學



反應程式可於下列一例以明之。



此種化學反應，甚屬可能，而且發生熱力。

Deherain 氏試驗結果，土壤加以澱粉，幾使其硝酸鹽完全毀敗，若加以百分之一草桿，僅使硝酸鹽中消耗三分之一之氧素。所以該氏推想土壤施糞多量底肥之害處，阻礙硝化作用實較其反硝化作用為厲也。

Beyerinck 氏及 Minkman 氏於一九〇九年，又尋出二種反硝化之細菌。(一)由硝酸鹽致為亞氮化氧之細菌；(二)由亞氮化氧致為游離氮素之細菌，且有一種細菌能將游離氮氣與亞氮化氧氣化合，吸收二氮化炭分解之力，變成複雜含氮素有機化合物。

〔土中毒質〕 土中毒質之多少，關係土壤之肥瘠，毒質之來源，不外乎下列兩種：(一)為植物分泌者；(二)為細菌所造成者。

〔土中氣質〕 土粒空隙，若非急雨沖入雨水，常爲空氣所據佔，此中空氣亦時時以滲散作用，調換新鮮空氣。因土壤化學變化，大都係氮化作用，所以其所含空氣之氮素，較上面空氣氮素爲少，而其二氯化炭較多。由尋常土壤抽出之空氣，與土面空氣，別無二樣。不過氮與二氯化炭成分之不同耳。土壤空氣中，

(一) 氮素與二氯化炭之量，佔總數百分之二十一；

(二) 二氯化炭由百分之一至十，氮素由百分之十至二十；

(三) 二氯化炭以土壤之深而較增，因近土面者，容易滲散交換新空氣也；

(四) 二氯化炭以夏秋二季爲最多。

除土壤空隙裝滿氣質外，其尙存以吸收作用吸收大量之氣質，然淤水田中常多沼氣

Marsh gas,  $\text{CH}_4$ , 氫氣及他種之氣質。

〔土壤水質〕 土壤水分之存在，以土粒周圍膜水爲最廣，含有土壤中與幽閉空氣中

能溶物質，以爲植物營養之滋料，蓋植物之能吸收其養料者除非得其於溶解狀態。

土壤中之成分，能以分析其排水而知之，雖排水成分較留土壤水中含蓄養分爲少也。

排出水流經土壤，溶解養分，其最多者，厥爲氮素，大半爲硝酸鹽，而亞硝酸鹽與脲精則甚少，至於游離氮素則幾無之。Warinton 氏謂耕作地排出水中所含硝酸鹽之氮素量，平均爲百萬之四·四，Deherain 氏曾考察休閒土與墾植土中所排出硝酸鹽之氮素量，茲表列其結果如下：

每英畝所產作物之重(磅)	排水分量(英寸)	硝酸鹽中氮素每英畝之重(磅)
休閒土	11.11	186.7
黑麥牧草, 4754磅	7.80	2.3
燕麥1634磅與其稈3794磅	8.01	23.4

玉蜀黍青稈66, 964磅	9.58	25.6
小麥1803磅, 稈3817磅	7.49	29.7
馬鈴薯24, 553磅	5.83	24.7
葡萄16, 920磅	7.41	75.0
甜菜27, 902磅	7.64	0.3

從上試驗之結果,可知(一)休閒之土壤,其排水量多。(二)休閒之土壤,所排出之水,含氮素較多,此因植物能阻硝酸鹽中氮素之損失。其原因如下:

(一)吸收硝酸鹽;(二)增加水分蒸發,減少排出水量;(三)致使土地乾燥,遲緩硝化作用,排水中之磷酸。Stoklasa 氏曾分析四種土壤之排水,其結果如下:

土壤中之各成分	壤土	黏土	石炭土	埴土
土壤中磷酸( $P_2O_5$ )之總量	0.024%	0.087%	0.125%	0.008%
排水百萬分之磷酸量	0.620	0.420	0.700	1.000
每英畝磷酸磅重之損失	12.00	8.13	13.60	19.60

此表注意之點，埴土雖含磷酸量最少而其損失最大，皆因該土排水中多量二氟化炭為之溶媒也。

至於排水中之氟化鉀為量頗少，其損失極容易以鉀質肥料補充之，又其中碳酸鈣之損失，Hall氏云每年每英畝約八百磅至一千磅，茲將多數分析土壤排水之結果，列如下表，以資參考。

百萬分中

氟化鉀  $K_2O$

2至60

磷酸 $P_2O_5$	少許至2
石灰 $CaO$	68至180
氯化鈉 $Na_2O$	5至 46
氯化矽	5至 25
硫酸 $SO_3$	18至130
有機物質	16至180
硝酸 $N_2O_5$	2至210
氯化鐵與氯化鋁	0.7至 7
氟素	1至 57

平均總共固體物365

〔結論〕 茲特結論土壤所得與所失氟素之原因，以清讀者之記憶。

(一) 關於所得氮素方面：

- (1) 由雨水帶下空中之鹵精與硝酸；
- (2) 由土壤分子吸收空中鹵精之氣質；
- (3) 由土壤中微生物吸收空中之氮素；
- (4) 由豆類植物根瘤細菌吸收空中之氮素；
- (5) 由土壤有機物被微生物硝化之化合物。

(二) 關於所失氮素方面

- (1) 由微生物所致之反硝化作用；
- (2) 由排水之運出；
- (3) 由分解時鹵精之揮發；

## 第五章 施肥與普通肥料

土壤之肥沃與否，視環境之不同而定，已於上章詳論之矣。由下述三項方面觀察，可得種種推論：

- (一) 機械的方面；
- (二) 化學的方面；
- (三) 生物學的方面。



關於(一)者：設土壤具下列的環境，如土壤細粒大小適度，質甚鬆疏，保持水分之力甚強，與其他適宜之物理性質，能使植物根部充分生長等。植物生長於斯，必得美滿之結果。反是雖土壤之成分豐沃，亦不能致植物至茂盛之境。

關於(二)者：土壤須具充分適宜之養料，固為肥沃土壤之第一要件，土壤中設無充分適宜之養料，或所具之養料為不溶性，則雖土壤之機械的方面適宜，植物仍無茂盛之機緣。關於(三)者：土壤中之重要植物養料，當氮素為最，設氮素之存在為不溶性之複雜有機物時，植物仍不能吸收之。故使此項不溶性之含氮有機物變為能溶性之硝酸，則須借重細菌之力矣。又豆科植物之根瘤細菌，能利用空中氮素，更較重要，他如菌類植物、釀母菌等植物，與蚯蚓、幼昆蟲、蛹等動物，有功於改變土壤之理化的性質，惟昆蟲因其為害植物，功不償過。

改良土壤為農業家之一緊要問題，用機械式之改良方法甚易，如耕鋤灌溉等法，皆能

增進土壤之價值者也。至於增高土壤中之養分時，有二要法焉：

(一) 加入含植物養分之物質；

(二) 加入一種能使土壤中不溶性之成分，變為有用成分之物質。

改良土壤利用人工加入細菌於土壤中，亦為各種方法之一，惟今尙未有具體之結果。此章所述，僅限於增高土壤中養分而論者也。

增高土壤中養分之方法，當為施用肥料於土壤中，肥料之英文為 *Manure*，攷其意義係由拉丁字 *Mans* 為人工之意。即施肥料於土壤，能代耕鋤之人工而已。並無何等化學的作用，在乎其間，延用至今，其意義與古時定名之義，大相背馳，凡物質之能補充土壤中因種植後所遺失之養分，至所得之結果，能使植物仍能茂盛者，皆肥料也。

土壤中之養分，最易消耗而遺失者，舉其重要者有三，即氮素化合物、磷酸鹽、與鉀鹽是也。

肥料之價值，要皆視其中所含上設三種養分之多寡而定，肥料大別之可分爲：

(一)天然肥料 *Natural manures*；

(二)人造肥料 *Artificial manures*。

天然肥料者，即農場中所產動植物之殘遺物也。人造肥料者，乃指肥料之由礦物經人工造成者，爲製造業中所殘餘之副產品，即含動植物成分，而非在農場中所殘遺者，亦可稱爲人造肥料。如海鳥糞化石 *Guano*、海藻、油餅等，皆屬於人造肥料者也。

其他分類法之較上法名稱爲佳者，爲

(1)普通肥料 *General manures*；

(2)特別肥料 *Special manures*。

普通肥料者，指肥料之含有各種養分者而言，土壤若施以普通肥料後，則植物各項養分均不缺乏之虞。屬於普通肥料者，如農場肥料、海鳥糞化石、動植物之殘遺物等是也。

特別肥料者，指肥料之僅含一種或二種養分者而言，如硝酸鈉、硫酸銨、鉀鹽、磷酸鹽等是也。

實際上普通肥料最易施用，對於土壤中未明其中成分者，最爲適宜。因普通肥料中之有他種養分，雖非土壤所需宜者，亦無妨害，而此種土壤中所缺少之養分，普通肥料必能應付其需要。至於土壤中之成分已明瞭者，則用特別肥料較普通肥料爲適宜，且較普通肥料爲經濟。惟一事需明瞭者，卽施用肥料，並非完全因滿足土壤中養分而施者，要知肥料除增加土壤養分外，且能改變土壤之物理性，兩者並重，不可偏視者也。卽以肥料滿足土壤中養分而言，亦須顧及其含養分之性質與否能致植物之需用，施用易爲植物吸收之肥料，必得美滿之結果。

〔普通肥料〕 茲將各種普通肥料，一一說明如左：

農·場·中·所·產·之·肥·料·此·種·肥·料·施·用·法·最·古·。·至·今·尙·多·延·用·之·。·第·一·次·農·田·中·動·植·物·所

遺留之殘遺，仍耕入田中，以備第二次種植之養分。惟第一次耕種後所遺失之養分，農場肥料僅能補其一部分，其理甚顯明，因第一次所收穫之作物販賣後，已將土壤中一部分之養分帶去，或肥牲畜後歸還之，亦消去一部分之養分，農場肥料可分為二種：

(一) 動物之排泄物 (糞與尿)；

(二) 草薦與殘餘之動物食品。

動物之排泄物中含有未曾完全消化之食物，與其身體衰敗後所遺棄之物質，並混有多量水分，此項排泄物之化學成分與多寡，視動物所食之食物而異。排泄物中特別如糞類中，尚含多量未曾消化之食物，不能即為植物所需用。

動物排泄物之化學價值，視以下數事為標準：即如(一)所食之食物，(二)動物之種類，(三)年歲，(四)是否常餓，(五)是否工作，(六)是否孕子，或其他情形。茲將各種動物排泄物之分析表，示明如左(百分率)：

類 別	水 分	氮 素	鉀 鹽	磷 酸
牛 糞	—	0.20	0.10	0.17
馬 糞	—	0.58	0.49	—
馬 糞	—	0.44	0.35	0.17
馬 糞	—	1.55	1.50	—
馬 糞	—	0.55	0.15	0.31
羊 糞	—	1.95	2.26	0.01
羊 糞	—	0.60	0.13	0.41
猪 糞	—	0.43	0.83	0.07
猪 糞	60.0	1.10	0.56	0.85
鷄 糞	10.0	3.20	1.00	1.99
鷄 糞	77.2	1.00	0.25	1.09
人 糞	95.9	0.60	0.20	0.17

另有一表，示明動物排泄物之化學成分，較前益詳，可於下列見之，（百分率）

成 分 類 別	糞					尿				
	羊	猪	馬	牛	人	羊	猪	馬	牛	人
水	58	80	76	84	75	66.5	97.5	89.0	92.0	97.0
固 體	42	20	24	16	25	13.5	2.5	11.0	8.0	3.0
灰 有 機	6	3	3	2.4	2.9	3.6	1.0	3.0	2.0	1.0
氮	26	17	21	13.6	22.1	9.9	1.5	8.9	6.0	2.9
五 氧 化 磷	0.75	0.6	0.5	0.3	1.5	1.4	0.3	1.2	0.8	0.6
鉀 鹽	0.6	0.45	0.35	0.25	1.1	0.05	0.12	—	—	0.05
鈣 鹽	0.3	0.5	0.3	0.1	0.4	2.0	0.2	1.5	1.4	0.15
鎂 鹽	1.5	0.3	0.3	0.4	0.8	0.6	0.6	0.8	0.15	0.13
硫 化 物	0.15	0.05	0.05	0.05	0.05	0.4	0.5	0.15	0.15	0.01
二 食 鹽	0.325	0.05	少許	0.005	0.05	0.25	0.5	0.2	0.1	0.6
化 鹽 乾	3.2	1.6	2.0	1.6	0.4	少許	少許	0.025	1.01	—

由上表觀察所得羊糞中，含水量最少，而牛糞與猪尿含水最多，由實驗所得，吾人確知每頭牛每年中遺棄氮素量為73.3近 Kilograms，鉀鹽量為45近，磷鹽量為12近。

〔草薦與殘餘之食品〕除使動物清潔與安適外，尚具下述數種之功用，(一)能使肥料量增多，且鬆而多孔，易於保持動物之液體排泄物，(二)能供給多量含炭素有機物質，致成腐爛有機物，(三)加入其中所含之養分，(四)能使肥料鬆軟易起發酵作用，物質之用為草薦者，種類不一，可約分為六種。

(一)五穀之乾程

(二)泥煤與泥煤的苔鮮

(三)乾蕨草(即乾鳳尾草)

(四)乾葉

(五)木屑

(六)製革廠廢棄物

〔五穀之乾桿〕此類為最常用之草薦，其成分無定，大都皆含多量之纖維質，但少肥料之功用，其中之氮素、磷酸鹽、與鉀鹽，為量亦殊微，茲將各種乾桿成分分析表列左，以備參攷。

類 別	氮 素	鉀 鹽	磷 酸	石 灰
小 麥 程	0.18%	0.9%	0.25%	0.31%



大麥 稈	0.57,,	1.2,,	0.26,,	0.39,,
燕麥 稈	0.72,,	1.2,,	0.19,,	0.41,,
黑麥 稈	0.57,,	1.4,,	0.28,,	0.45,,

與草薦混合者尚有殘餘之飼料，但其化學成分與乾稈成分相彷彿。

〔泥煤與泥煤的苔蘚〕在德國之農家，常用泥煤苔蘚為草薦，泥煤之功用，具下列數則。

(一)質鬆；(二)具吸收液體之能力；(三)含氮素較多；(四)具吸收磷精等氣質之能力；(五)具防排泄物中有機物迅速腐爛之能力，茲將泥煤中之成分，詳列如左。

水分 百分之六一·五〇

氮素 百分之〇·八五

鉀鹽 百分之〇·一八

五氟化磷 百分之〇·〇八

泥煤中有時含少量黃鐵礦中之砒，惟含砒之泥煤，能致植物受損害，不可不加以審慎者也。

〔乾蕨草〕用此項草薦者大都在英、德、多山之處爲多，不似他種草薦之具有吸收液體性，惟其中之成分，則較有價值，茲將其中之成分列明如左。

氮素

二・四二%

鉀鹽

一・一五%

五氯化磷

〇・六〇%

〔乾葉〕乾葉用爲草薦，無顯著之價值，故用之者甚鮮，其成分可參觀左表。

氮素

〇・七五%

鉀鹽

〇・三〇%

五氯化磷

〇・一六%

〔木屑〕木屑之用爲草薦，大都在於大城市之中，他處不甚普通，但其甚強之吸收液體能力，並使牛馬糞發鬆，故易致肥料起氯化與發酵之作用，松樹木屑常具有微量之松節油，此項松節油能致土壤中肥料不易起分解作用，木屑之成分列表如左。

氮素

一・〇%

鉀鹽

〇・一〇%

五氯化磷

〇・〇五%

〔製草廠廢棄物〕此項物質，用爲草薦者極少，且具極少之養分，其成分如左。

氮素

〇・一六%

鉀鹽

〇・〇八%

五氯化磷

〇・〇四%

農場肥料大都爲牲畜之雜糞，加入少量牲畜所臥之草薦，及農場所棄之動植物，各種

牲畜每日之排泄量，及其成分，各不相同，可於下表見之。

牲畜種類	飼料	每日所產 肥料量(磅)	氮素	鉀鹽	五氧化磷
牛	乾草 糠 麸 棉子 油 餅	81.5	0.50%	0.39%	0.45%
馬	乾草 燕麥	52.5	0.47%	0.94%	0.39%
羊	穀類 蘿蔔 乾草	7.2	1.00	1.21	0.08
豬	玉蜀黍粉	3.5	0.83	0.61	0.04

〔農場肥料之發酵作用〕新鮮肥料在空氣中放置後，漸起發酵作用，而其形態與成分亦因之而起變化，致其發酵之故，乃由肥料中之細菌而起，細菌最易聚集於肥料中之複雜有機物中，能使肥料之成分，起重大之變化，可分為七大類之發酵作用，略述如下：

(一) 脂油酸之發酵作用；

(二) 銜基化合物之發酵作用；

(三) 腐爛發酵作用；

(四) 尿素之發酵作用；

(五) 硫化氫之發酵作用；

(六) 纖維質之發酵作用；

(七) 碳水化合物之發酵作用；

(一) 多種之脂油酸，或其鹽類，得細菌之存留，皆能起發酵作用，發酵後所得之結果，為變生簡單之有機酸與二氯化炭質，有時並生氫或醇。

(二) 銜基化合物者，含 $\text{NH}_2$ 之有機化合物也。乃由蛋白質腐而成者也。其種類甚夥。試舉陳乾酪質 Tyrosine 而言，其化學成分為  $\text{OH} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2) \cdot \text{COOH}$ 。在無空

氣之中，經發酵作用，乃變生鹼基質 Indol  $C_8H_7$   $\left\langle \begin{array}{c} NH \\ CH \end{array} \right\rangle CH_3$  二氮化炭，氫氣三者。設在有空氣之處，經發酵作用則生石炭酸 Phenol  $C_6H_5OH$  二氮化炭，氫氣等。其中之氫素，則變為鹵精氣而飛散於空氣中。

(三) 腐爛之發酵作用，乃含蛋白質之物質分解作用也。經各種細菌之工作，分解而生臭味之氣體，其分解第一步，由不溶性性之蛋白質變為能溶化及瀰散性之胃液消化蛋白質 Peptone，由胃液消化蛋白質，再分裂變為分解蛋白質 Lenoine，而後變為脂油酸與鹵精，至脂油酸之發酵作用，已於第一項下說明之矣。

此項發酵作用所生之結果時，因有無氮氣而變化，細菌之種類可約分兩種。

(甲) 有氮氣方能生活之細菌 Aerobic bacteria

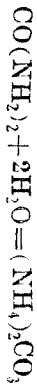
(乙) 無氮氣方能生活之細菌 Anaerobic bacteria

由第一類細菌之發酵作用，其變化似較簡單，所生之物質為水、二氮化炭、及鹵精，而不

發生特異之臭味，物質生霉，即此項發酵作用之現象也。由第二類細菌所成之發酵現象，則與第一類者稍異，其變化殊複雜，而所生之物質為沼氣 Methane 氫氣、硫化氫氣，並其他特異臭味之氣體，此項發酵作用，乃顯著之腐爛作用。

肥料之發酵，則具第一第二兩類之作用，先生水分，二氯化炭、磷精，並生多量熱力，此為第一類發酵作用；繼之以第二類發酵作用，故生特異之臭味，但並不生多量之熱力。

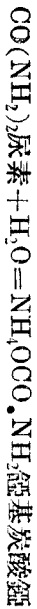
(四) 尿素發酵作用，前章曾經述及，茲將其化學程式列下以明之：



尿素

碳酸銨

其結果乃生碳酸銨，並又可變為銨基碳酸銨，以下化學程式而明之：



此項發酵作用，由五六種不同之細菌，與數種之黴菌而起。

(五)有多種細菌，能致肥料發酵由蛋白質發生硫化氫氣體，但其實在情形，尙未十分明瞭。

(六)纖維質之發酵作用，乃由無氮氣細菌如 *Bacillus amylobacter* 等而起，此項能使纖維質發酵之細菌，曾見存在於牛腸之內，發酵之結果，先生醋酸、氫氣、酪酸，再變為二氮化炭與沼氣。

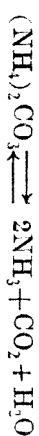
(七)糞中之炭水化合物如澱粉、糖、或膠，皆能由有氮氣與無氮氣之細菌而發酵，乃生二氮化炭、水分、乳酸、酪酸及游離氮氣。

由發酵作用而生之氣體，可簡約總述之如下，肥料堆集於空氣流通之處時，有氮氣能生存之細菌使其氮化而生熱，其溫度之高，能將上說之細菌全部殺死，在此之時，並無能燃燒之氣體發生，若在缺少空氣之處發酵時，則無氮氣能生存之細菌殊形活動，而使肥料發酵而生二氮化炭，與能燃之沼氣，發酵時並無氮氣發生，實因氮素已由儲精氣飛散殆盡矣。



〔農場肥料之保藏法〕無論新舊之農場肥料，總之不失其中之養分爲上，如何方不能遺散其中之養分，則理論不一，即農家亦無一定之方法，農場肥料之液體物，最易流去而失敗，當設法保存之，因其中養分實甚豐富故也。可用吸收物如草薦或用桶、缸保存之。

農場肥料在發酵時期內，最易失敗之養分，當爲氧氣，氧素之飛散，可分二法。(一)游離之氧素由肥料中飛散。(二)肥料碳酸銨之氧素，變爲鹵精而飛散，可用下列反應以明之。



保持農場肥料中氧素之法，有用石膏、硫酸鉀、Kainite、過磷酸石灰、磷酸、酸性硫酸鈉，或泥灰石 Marl 等物，加入肥料，則其中鹵精，不易飛散，然實際儲藏農場肥料，若將其壓緊四周，封以泥土，而不使易觸空氣，則其中之鹵精不易飛失。

(其他有機肥料)除農場肥料外，尚有多種有機肥料，由動物體中產出者，或來自植物者如：

海鳥糞化石

家禽糞

魚類之遺棄物

海藻

乾血

肉之殘渣

骨骼

羊毛之殘渣

煙煤

油餅

〔海鳥糞化石〕此項肥料爲海鳥所遺之乾糞，內中雜以羽毛、骨骼、糧食雜渣等質，其存

在大都在熱帶之海島上或海岸上，如南北美洲、非洲、澳洲、西印度之海島上及太平洋中之島上，皆產有海鳥糞化石 Guano。其中之養分，以秘露海鳥糞化石為最高，因其含百分之五十以上之銨鹽，如尿酸銨、草酸銨、磷酸銨等。磷酸鈣與鉀鹽亦有之，簡言之，其含有百分之十一至十六之氮素，及百分之十至十二之磷酸，普通鳥糞石成分含氮素較少，可於下列分析表中見之。

水分

一九・〇〇%

有機揮發性物質(包括以下)

三三・九四%

氮素全部

七・七二%

氮素成鹵精者

三・二六%

氮素成有機物者

四・〇〇%

氮素成硝酸物者

〇・四六%

灰分(包括以下)

四七・〇六%

五氟化磷全部

一一・二二%

溶解五氟化磷

三・八七%

氟化鉀

三・四四%

三氟化硫

五・〇六%

〔家禽糞〕古時羅馬、波斯、埃及、法蘭西等國之農家，皆以家禽糞為重要之肥料，自人造肥料發達後，用此項肥料者，日見減少，家禽糞之成分，可參觀下表。

別	糞	水分	有機物	氮素	五氟化磷	氟化鉀	氟化鈣	氟化鎂
雞	糞	56.0	25.5	1.6	1.7	0.8	2.2	0.8
鴿	糞	52.0	31.0	1.8	1.7	1.1	1.7	0.5
鴨	糞	56.6	26.2	1.0	1.4	0.6	1.7	0.4

鵝	77.1	13.4	0.6	0.5	1.0	0.8	0.2
---	------	------	-----	-----	-----	-----	-----

家禽養出產量，每年每鷄可產十二磅，每鵝六磅，每鴨十八磅，每鵝二十五磅。

〔魚類之遺棄物〕魚類之身體中，皆藏有多量氧素化合物，其骨則具多量磷酸鹽，故魚類之遺棄物亦為有價值肥料之一種，其中之油質，則能阻止肥料之發酵作用，因其能驅除水分之入內，各種魚類肥料之成分，可試觀下表：

	腦威魚之遺棄物	生魚之遺棄物	鱉魚之遺棄物	美國遺棄物
水	8.0%	50.0%	6.2%	12.8%
氧	9.0	3.0	9.0	7.3
磷	22.0	3.8	26.0	18.2
油		15.0		
分				
素				
鈣				
質				

（海藻）海藻之產地，大都皆近海岸，其價甚賤，且具多量植物養分，海藻最易分解，故收效亦速，其中成分如左。

海 藻	成 分					
	水 分	有 機 物	灰 分	氮 素	氮 化 鉀	五 氮 化 磷
I	80.44%	9.25%	10.31%	0.45%	1.95%	0.47%
II	77.94	18.12	3.94	0.30	0.65	0.10
IV	77.00	20.00	3.00	0.38	0.30	0.15

由上表所列之海藻成分，與農場肥料相比，前者所含磷酸雖少，然其體質發酵容易，且無雜草種籽之夾入，此乃海藻較農場肥料為優之點也。

〔乾血〕屠宰場中出產血渣甚多，有時亦作肥料，其製法用蒸氣通過新鮮之獸血，蒸乾後，乃磨成血末，用作肥料，易於分解，而生有用之氮素與磷酸鹽，作物中小麥，若用乾血為肥料，最易得良好之結果，茲將獸血肥料成分，列如下表。

血之種類	成分		有機物	灰	氮	素	五氯化磷
	水	分					
羊血	87.4%	11.4%	1.2%	1.5%	0.03%		
牛血	30.56	51.43	18.01	5.90	1.00		
凝乾血	12.50	87.5		10.52	1.91		

(肉之殘渣)肉之殘渣,大都由屠宰場,肉廠,牛油製造廠所遺棄之副產物,用作肥料,頗易分解,各種殘肉成分,臚列如左。

成分	殘種類		病畜屍肉	牛油製造廠殘肉	牛脂製造廠殘肉
	骨肉粉	分			
水	10.0%	28.0%	8.5%	10.0%	
氮	7.0%	9.7%	12.1%	6.7%	
磷	27.0%	13.7%	1.9%	2.6%	

〔骨骼〕骨骼爲肥料之重要者,其中之灰分甚多,大都爲磷酸鈣,此外約具百分之三十

之有機物，此有機物中約含氮素百分之四及少量之油質，此油質則為有害之成分，因油質能阻止有機物之發酵作用，且不易磨碎，設用蒸氣將骨中之油質洗去，則較為無害，容易腐爛，骨之大塊者，土壤中不易分解，故應用時，預研成粉末始可，骨幣為最不易溶解之肥料，故土壤中有時存留至數年之久，尚未被植物吸盡者，故須應用硫酸，使成一種易溶性之肥料，茲將各種骨中之成分，列表如左。

成分 種別	成分							
	水	有機物	磷酸鈣	碳酸鈣	鉀鹽	砂	總計	氮素
生骨	11.06	30.48	50.69	5.02	2.25	0.51	100	3.61
醇骨	12.02	28.71	49.28	8.92	0.70	1.07	100	3.47
蒸骨	7.00	20.00	64.00	7.30	0.70	2.00	100	2.5
骨灰	6.70	—	73.52	10.69	—	9.69	100	—

除以上之外，尚有骨灰一種，含百分之七五至八〇之碳酸鈣，此種骨灰，原用以提清糖



料，惟其至不能提清糖料時，均作為肥料之用，同時又含少量之氮素。

〔羊毛之殘渣〕毛織廠中所殘餘之羊毛殘渣，有時亦用作肥料，其中成分列表如左。

種別	水分	氮	氮化鉀	五氮化磷
英國羊毛殘渣	7.9%	7.0%	0.3%	0.4%
美國羊毛殘渣	15.8%	6.5%	1.2%	0.35%

〔煙煤〕未將煤炭完全燃燒時，常生煙煤 soot。含有氮素化合物，即銨鹽與含氮素有機物也。煙煤之為肥料，視其中所含之氮素而定，普通煙煤中，所含之氮素，約為百分之二，若將煙煤為肥料，能增加土壤吸收日光熱度之能力，並能使土壤鬆而多孔，且能殺害虫除虫能力，因其中有銨硫及黑油也，其化學成分，可參觀下表：

炭 氮 氧 灰分 黑油 硫 氫 酸度

烟煤 53.3% 3.7% 4.2% 27.8% 3.5% 2.0% 1.5% 0.6%

「油餅」榨油廠之油餅，含有充量之植物養分，即鉀鹽、磷酸、氮素三者是也，此項肥料在土壤中不易分解，故為緩性的肥料，油餅之無油者，較油質未盡驅除為尤佳，因易氮化腐爛故也，油餅之成分，可觀左表。

種別	水分	氮	素	鉀	鹽	五氧化磷	油
菜子餅	12.0%	5.5%	—	1.5%	—	3.1%	10.3%
帶壳棉子餅	—	4.3%	—	—	—	—	5.1%
苧麻子餅	9.5%	5.5%	—	1.1%	—	1.7%	4.0%

農藝化學

## 第六章 特別肥料

上章所述肥料，大都關於有機物類方面，其關於無機物的或人造的肥料者，縷述如下，此項肥料，可分為四部：

(一) 氮質肥料

(二) 磷質肥料

(三) 鉀質肥料

第六章 特別肥料

(四) 雜類肥料

多數有機物的肥料，常含各種之養分，但今所論列之肥料者，專施於田中一二種養分之肥料也，善用之，能補田中之所缺，而免田中之所餘，較用複雜性有機肥料為經濟，為合法。

(一) 氮質肥料 屬於此部之肥料，為硝酸鈉與硫酸鈣二種，近年又有新發明銻青化鈣 Calcium cyanamide 與硝酸鈣二種，有時硝酸鉀，亦入於此部。

[硝酸鈉] 硝酸鈉 Sodium Nitrate 又曰智利硝 Chili salt petre。產於南美洲之祕露、智利、玻利非 Bolivia 等國，其礦大概發現於無雨境內之砂土層底，天然硝酸鈉名曰 Caliche。在礦中厚薄不等，自數寸至十餘尺皆有見之，先用炸藥炸開礦門，然後用鑿擊碎礦石，運往精製廠，以結晶方法提清雜質，即可發賣，其平均成分如下。

硝酸鈉

九六·七五%

水分

二·一〇%

氫化鈉

○•七五%

硫酸鹽

○•三〇%

不溶性物質

○•一〇%

其原滴中又可提取少量之碘素，每百尅重之粗礦石，能出五十尅重碘素，純潔之硝酸呈白色晶體，不含水分，惟從潮濕空氣中，吸水極易，其除用作料肥外，尙可爲製造硝酸、火藥、硝酸鉀之原料。當作肥料之硝酸鈉鹽中，含硝酸鈉總在百分之九十五以上，卽含氮素百分之十五、六以上，因其極容易分解而爲植物所吸收，故須用在植物生長興旺之時期，否則有流失之虞。此外特別注意者，此項肥料不宜隨意置處，因其具毒斃牲畜之能力，若硝酸鈉鹽中含有百分之一以上之過氫酸鈉 Sodium perchlorate  $\text{NaClO}_4$ ，卽對與作物，亦生減少產量之影響。

硝酸鈉鹽爲人造肥料中最重要之氮質肥料，大可替代海鳥糞化石之施用。因現海鳥

糞化石之礦已漸告罄，而世界出產硝酸納量尙旺，一九一一年其消費總量在於二百萬噸以上。

〔硫酸銨〕 Ammonium Sulphate 含氮素有機物經熱氣蒸燒於無空氣之中，分解爲各種之氣質，其中所含之氮素，亦成鹵精氣而飛散，散當煤塊蒸之時，亦得同樣之結果，故成爲供給鹵鹽最重要之原料。平常煤塊約含百分之一氮素，用火燃燒之，乃生游離之氮素，然以蒸溜之法，則其氮素變成鹵精氣，吸入於水蒸氣之中，冷卻後，即成爲鹵精水。製造爲燃料之煤氣，與爲溶鐵之焦炭，皆須用煤蒸溜而得之，故產有極多之鹵精水，可爲製造鹵鹽之原料。除上述兩種製造業能得鹵鹽之副產外，尙有石蠟油之製造，生鐵之溶鑄，與生成氣“Producer Gas”之製造，亦可得鹵精水之出產。

由上所述製造業而來之鹵精水，成分駁雜，中含硫化銨、碳酸銨、抱硫硫酸銨、硫青酸銨、氰化銨等，至製造硫酸銨之法，將此項鹵精水，加入石灰，用火煮之，發生鹵精氣，引入硫酸之

中，成硫酸鈣溶液，蒸發至乾，硫酸銨鹽即結晶發現矣。舊法將硫酸倒入礦精水中，蒸發之即畢，惟所得之物，多含雜質，特別如硫青酸銨，極有害於植物之生長，欲查檢肥料中有無硫青酸銨之存在，可用少許氫化第二鐵液滴入溶液中，若發現血紅色者，則示硫青酸銨之存在焉。第二種有害雜質須當注意者，即砒酸之有無也，倘所用之硫酸無有砒酸之夾入，則硫酸銨中決無砒酸之雜質，硫酸銨中含有多量之砒酸，則呈黃色狀態。

理論上煤塊含有百分之一·三之氧素，則每噸煤應產一四九磅之硫酸銨，然實際每噸煤僅得二十磅硫酸銨，因多數氧素仍在骸炭之中，成變為游離氧氣，及各種含氧素之黑油質。但從製造生成氣者，可得硫酸銨量，較上數多三四倍，設煤塊中之硫素，引之成爲硫酸，則出產硫酸銨成本，當然爲低下矣。

[銨青化鈣] Calcium cyanamide 致成此物之法，將氧氣經過高熱之炭化鈣即得。第一次用作肥料，時在於一九〇一年，距其發明時代僅隔六年之久，其化學及應極簡單，



可參觀下式：



碳化鈣與氮素化合，成爲銹青化鈣及游離炭素，須有攝氏一千度高溫，方能化合，有人云加入少許氫化鈣，則其反應可在較低之溫度而化成。氮氣得自空中，但須將空中氮氣預先驅除。驅除氮氣之法有二：(一)將空氣經過熱銅。(二)將空氣部分蒸溜。若將石灰與骸炭或煤在空氣中燒到攝氏二千度時，亦可成銹青化鈣。

市場所見之銹青化鈣係黑色細粉，有鹼性反應，具炭化鈣之臭味。含雜物頗多。大約其中百分之四八至五八爲真正銹青化鈣。其餘爲石灰（一六至三〇%），炭（一二至一六%），氫化鐵（二至四%），及砂（四至七%）等。其含氮素量僅占百分之二十。而純潔銹青化鈣須有百分之三五之氮素，暴露空中，能吸收水分與二氯化炭，但不呈潮濕狀態。

真正銹青化鈣之組織，可參觀下列之方式：  

$$\begin{array}{c} \text{N} \diagdown \text{Ca} \\ \text{O} \text{---} \text{N} \\ \text{N} \end{array}$$
 卽示由銹青化質  $\text{HCaCN}$  中

兩氮原子，調換一鈣原子而成。銨青化鈣施入土壤中所起之功用，較與硫酸銨相彷彿，不過施用分量太多，有礙土中硝化之作用。

製造銨青化鈣之成本，全視炭化鈣之價格，而製造炭化鈣之成本，則視電力之價格，所以電價低廉，則產出銨青化鈣價格亦低廉矣。

[硝酸鈣] Nitrate of Lime 利用電力，造成氮素肥料，近年已見實行，空氣經過發生強力電火之電爐，其中之氮與氧分子，受高熱結果，先各分解為原子，如 $\frac{1}{2}N_2$ ， $\frac{1}{2}O_2$ ， $\frac{1}{2}O$ ，繼之氮原子與氧原子化合為氮化氧，如 $O + \frac{1}{2}N_2 \parallel NO$ ，化合之後，即須立刻冷卻。否則勢將還原。然溫度降至六百度，則使氮化氧吸加氮素，成為二氮化氮氣  $NO_2$ ，易溶於水。變為硝酸與亞硝酸。倘水中多加石灰，則均成為硝酸鈣，所得物質約占百分之七十五之硝酸鈣，其餘為石炭。市場所見之硝酸鈣，係一種白色或黃色物質，含有百分之十三之氮素，易溶於水中。並易吸收水分而變成潮解，實際田間試驗之結果，其功效適如硝酸鈣相同，但有時土壤

中更爲優越，因其除氮素功用外，尚有石灰功用之加入。

(硝酸銨) Ammonium Nitrate 此乃一種極濃的氮質肥料。含氮素占百分之三十五。惜其價格極高。不能利用爲肥料。雖能低價得之，但其具吸空中濕氣能力太大。亦難以處理。

[硝酸鉀] Potassium Nitrate 施用硝酸鉀爲肥料，能得雙料之肥價，即氮素與鉀素是，且此氮素與鉀素極容易爲植物所應用，但其價格太高，除特別情形外，難以用作肥料。硝酸鉀亦如硝酸鈉係熱帶無雨境內之礦產，最多在印度國。古時法國製造硝酸鉀之法。將垃圾及有機物堆積於棚內地面不透水分，肥料堆上，時時澆以尿水肥料水等，歷時較久，再澆以清水，由肥料堆流出之水，積集一處，然後加以木灰，其中發現碳酸鈣沈澱者除去之，硝酸鉀則用蒸發及結晶法而得之，其化學反應程式如下： $K_2CO_3 + Ca(NO_3)_2 = CaCO_3 + 2KNO_3$ ，而現時硝酸鉀大都以硝酸鈉與氫化鉀連合，成爲食鹽與硝酸鉀，蒸發之，食鹽首先結

品取出，再冷却即可得硝酸鉀矣。

(二) 磷質肥料 上章所述數種肥料，亦因其含有大量磷酸而作肥料者，如海鳥糞、蒸骨、燒骨等。今所述他種磷質肥料，較前更為重要者也，然入本題之前，請先將肥料中磷酸之各種類，簡略說明之，以清眉目，各種磷酸如下：

(一) 磷酸三鈣或曰磷酸鈣 Tricalcium phosphate  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

(二) 磷酸二鈣 Dicalcium phosphate  $\text{Ca}_2\text{H}_2(\text{PO}_4)_2$ , or  $\text{CaHPO}_4$

(三) 磷酸一鈣或曰酸性磷酸鈣 Monocalcium hydrogen phosphate  $\text{CaH}_2(\text{PO}_4)_2$

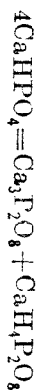
(四) 磷酸 Phosphoric acid  $\text{H}_3\text{P O}_4$

(五) 磷酸鐵或磷酸鋁  $\text{FePO}_4$ , or  $\text{AlPO}_4$

(六) 磷酸四鈣 Tetra calcium phosphate  $\text{Ca}_4\text{P}_2\text{O}_7$

磷酸三鈣，係一種白色不溶性之物質，但易溶化於酸中，此磷鹽常發現於骨骼，多數礦石及海鳥糞化石之中。含磷酸鹽最重要之產石，曰磷灰石 *Apatite*  $3\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8\text{CaCl}_2$ , or  $3\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8\text{CaF}_2$ ，分爲磷灰石與氟磷灰石兩種。

磷酸二鈣乃由沈澱法製造而成，一種白色固體，含有二分子之水，稍爲溶解於水，能溶於中性之鹽液中，如檸檬酸鈣。於植物根酸中溶解度較磷酸三鈣爲大，倘用水久煮之，則變成磷酸三鈣與磷酸一鈣。其化學反應如左：



磷酸一鈣乃由磷酸二鈣溶解於磷酸之中所得之品，須用醇與醇精洗淨之，倘不與磷酸接觸，則不吸水分，加以水，則沈澱爲磷酸二鈣與磷酸，但加大量之水，或有磷酸之存在，則不起如斯之變化。

磷酸乃種厚重且半固體性物質，其比重爲一·八八，得由磷酸鈣則硫酸分解而來，

$\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_3\text{PO}_4$  不能溶化於水中。

磷酸鐵與磷酸鋁皆不能溶化於水，亦不如磷酸鈣及其他之磷酸鹽，可以溶化於弱酸之中，如醋酸，故其難為植物所利用，而少肥料之價值。

磷酸四鈣得自溶鐵所燒乘之鐵渣，不易溶化於水，但能溶化於鹽質溶液之中，因此能作植物之養分，現將述及磷質之種類如左：

糞石 Coprolites

磷塊石及其附屬亞種 Phosphorites and their Varieties

利滕達磷酸石 Redonda phosphate

過磷酸礦石 Mineral superphosphates

鹽基性溶滓 Basic slag

過磷酸骨骼 Bone superphosphates

〔糞石〕糞石出產於英法兩國，狀如凝結瘤體，發現於白堊淤積之中。乃已滅古食魚動物之遺糞所變成之化石，其中成分，頗不相同，茲舉其主要分子如左：

磷酸鈣

五〇至六五%

碳酸鈣

二〇至二五%

氟化矽與他質物等

一〇至二〇%

糞石用作肥料之調製法有二：(一)將生礦石研成細末，(二)用酸將其變成過磷酸狀。  
 〔磷塊石〕石磷塊石之種類甚多，其著名之出產地為腦威、加拿大、比美、法等國。大都作為製造過磷酸石炭之原料。然間常亦有研成細末施用者。磷塊石係雜體之磷炭石所結成，含有氟化鈣鹽或氟化鈣，惟含有氟化鈣之磷塊石，則不宜為製造過磷酸石之原料。其不宜適用之原因，容於後節說明之。再其鐵鋁分量之多少，亦須注意及之，因其能影響磷酸礦石之價值，現在世界磷礦石產額逐漸激增，蓋各處新磷礦時有發現，下列一表，顯示各種磷礦石

含有磷酸三鈣量之成分。

糞石

含有磷酸三鈣

五〇至六〇%

比國磷礦石

三三%

美國弗洛利達磷礦石卵

六〇至六五%

美國南加羅拉那磷礦石

五八%

及氟化鈣

一至二%

德國磷礦石

三〇至七五%

加拿大磷礦石

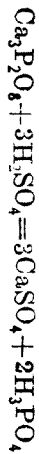
八〇至九五%

〔利·膝·達·磷·礦·石〕此礦含磷酸鋁量極多，若不用硫酸調製，則難作肥料之用途。

〔過·磷·酸·磷·礦·石〕過磷酸磷礦石大都以從生磷礦石所製成，因生磷礦石極不溶化，故少肥料之價值，然或將生磷礦石研成極細粉末，有時亦可使其磷酸分解而為植物所用。

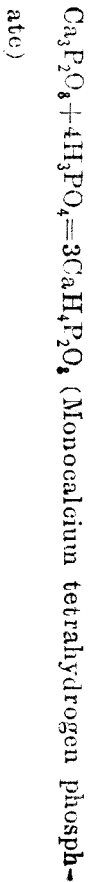


當磷礦石施以硫酸製成過磷酸磷礦石時，硫酸調換其中化合之磷酸，釋放流離之磷酸，其化學程式如下：



同時硫酸又與礦石中之炭酸鈣、氟化鈣或氟化鈣、氟化鐵、與氟化鋁等起化學作用，發出二氟化炭，鹽酸與氫氟酸 Hydrofluoric acid HF 等氣質，耗去所用一部分之硫酸，往往此等化學反應完全之後，方能起硫酸對於磷酸鈣之作用。

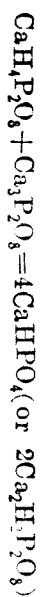
平常製法，所用硫酸之量，僅能釋放一部分磷酸鈣之磷酸，嗣後游離磷酸與未曾改變之磷酸三鈣互相作用，成爲四氫磷酸一鈣。



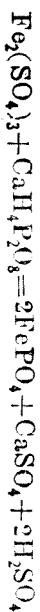
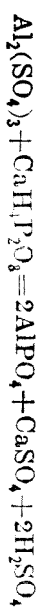
因此過磷酸礦石，實含有硫酸鈣  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、四氫磷酸一鈣  $\text{CaH}_4\text{P}_2\text{O}_8$ 、磷酸三鈣

$\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$  及少量之硫酸鐵與硫酸鋁，其中最要之成分為四氫磷酸一鈣，因其易溶於水，然過磷酸礦石置放長久，則示減少其易溶性之磷酸，而增加不溶性之磷酸，其原因有二：

(1) 磷酸一鈣與磷酸三鈣互相作用，致成磷酸二鈣 *dicalcium phosphate*。



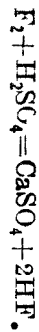
(2) 磷酸一鈣與硫酸鐵與硫酸鋁交作，致成磷酸鐵與磷酸鋁。



然其變成不溶性之磷鹽，較之原來磷酸三鈣所具肥料價值為高，因其再遇酸質，溶解較易。

製造過磷酸之方法，將磷礦石末與適量之硫酸，倒入混合箱中，箱之內壁或鑲以鉛皮，或鑲以火磚，混合時所發出之二氯化炭氫氟酸與鹽酸氣質等，引入凝結器凝結之，以免毒

氣之飛散，因為法律所禁止，倘以火磚之箱，含氟化鈣之磷礦石則發生氣質的氟化矽。 $\text{Ca}$



$\text{SiO}_2 + 4\text{HF} = \text{SiF}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$  與水蒸氣相遇，成爲氟矽酸及膠質的矽酸鹽。

$3\text{SiF}_4 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{SiO}_4\text{H}_4 + 2\text{H}_2\text{SiF}_6$  因此含氟素之磷礦石有二害：(一)發生極有侵蝕能力之氫氟酸，侵蝕箱壁之火磚，(二)於凝結器中，堆塞多量之矽酸。

當混合箱中硫酸與磷礦石混合之後，將其混合物倒入磚坑中。此時混合物極容易流動。因其呈半流質體之形狀。在於坑中。硫酸鈣與水結合成爲結晶體狀之石膏  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。吸乾出產物之濕氣。然後研成碎末出售。

硫酸對與骨灰、骨骼、或鳥糞石之作用。亦可造成同樣之過磷酸物。不過帶有含氟素之物質。茲將過磷酸類各種肥料之成分列表如左。

過磷酸磷礦石溶解的 骨盤溶解的 鳥糞石溶解的 骨灰

磷酸一鈣	15—20%	9—15%	9—13%	20—29%
溶解性之磷酸三鈣	24—32	14—24	14—20	31—45
不溶性之磷酸鹽	1—4	16—21	5—12	1—6
硫酸鈣(+2H <sub>2</sub> O)	52—54	28—33	16—30	46—51
鉀鹽與鈉鹽	2—2.5	2.5—3.5	6—10	1—2.5
矽精	—	2—3.5	7—10	0—0.2

〔鹽基性鎔滓〕鹽基性鎔滓者，今日價最廉物最美之磷質肥料也，大都係鍊鋼廠所出之副產物也，生鐵中之多量磷素，用石灰化合而提取之，一方面則成淨潔之鋼料，一方面則成磷質肥料之鎔滓。茲將其化學成分，列於左方：

石灰

四五·〇四%

氟化鎂

六·四二%

氟化鋁

一·五〇%

氟化第一鐵	二・一〇%
氟化第二鐵	一五・四二%
氟化錳	三・五〇%
氟化鈮	一・三五%
氟化矽	五・八〇%
硫黃	〇・三二%
鈣素	〇・四〇%
五氟化磷	一八・一〇%
共計	九九・九五%

利用石灰提清鉻鐵之法，乃 Thomas 及 Gilchrist 二氏所發明，故所出含磷素之鉻滓，又曰 Thomas phosphate，其中之磷酸為磷酸四鈣 Tetraalcium phosphate

$\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$ 。鎔滓中之常呈晶體粒者，卽此物也。此鹽極溶解於百分之二之檸檬酸溶液中，若將鎔滓研成細末，此鹽卽可供給爲植物所用，無需他種化學方法之調製，愈細愈佳，大約須細於經過百分之一吋大之孔。缺乏石灰及豐富有機物之土壤，施用此項肥料，最有益處，除鍊鋼廠出產之鹽基性鎔滓外，尙有各種德國人造之磷質鎔滓，以生磷礦石與含矽素的物質如矽、石灰石等相鎔化而成，或以磷礦石與鹼灰相鎔化爲成。

(III) 鉀質肥料 土壤中之鉀素較氮磷兩素分佈爲廣，缺乏較少，因而施用鉀質肥料較施用氮質與磷質肥料亦爲少，惟有數種作物如薯類，若能多施鉀質肥料，必能得美滿之結果。昔時鉀質肥料，皆以草木枝葉燒得之灰燼，卽現時草灰仍廣施用，雖其含有他種礦物質如磷鈣等，然以鉀素佔多數。現在鉀質肥料之來源，大都從德國斯達福礦中之鉀礦，鉀礦種類頗多，茲舉其主要者說明如下：

鉀鹽純礦 Sylvine,  $\text{KCl}$

鉀鹽雜礦 Sylvinite 含有鉀鹽純礦石鹽及今近礦。

砂金石 Carnallite,  $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$

苦土火山石 Schonite (Picromerite)  $MgSO_4 \cdot 6H_2O$ ,

硫酸銹礦 Kieserite,  $MgSO_4 \cdot H_2O$  夾以砂金石。

今近礦 Kainite,  $MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$  or  $MgSO_4 \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$

雜鹵石 Polyhalite,  $K_2SO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot MgSO_4 \cdot H_2O$

以上之鉀礦石，均夾以他種之物質。如有鹽等，其中發現最多者為砂金石，而運銷最廣者為今近礦，因後者含鉀素甚多，即可節省運費。

主要鉀質肥料非含有氫化鉀，即含有硫酸鉀，氫化鉀在於土壤中雖較硫酸鉀瀰散為速。然其所具長處，不若硫酸鉀之多，譬如施入土壤之中，鉀鹽與鈣鹽互相作用，而成氫化鈣或硫酸鈣，前者有害於植物，後者非但無害，而且有益，加之施壅多量之氫化鉀於土壤中，作

物中如煙草者，吸入體內，乾後着火能力不均，因其含有易鎔化性氫化鉀。若用硫酸鉀，則作物無此易鎔化性之灰質，惟對於作物如苜蓿、玉蜀黍與牧草，氫化鉀之功效尚無大害。

砂質土壤或石灰質土壤需用鉀質肥料最殷，黏質土壤罕需要之，土地種以薯類、草類、及豆類作物，若能施壅鉀質肥料，特別有利。施壅鉀質肥料最佳之時期，乃秋冬兩季，因此可使鉀質瀰散於土壤之中，然後植物能即吸用。鉀質肥料對於排水，無有損失之虞，茲將市上主要鉀質肥料說明如左：

〔氫化鉀〕市上所售氫化鉀鹽，約含純粹氫化鉀占百分之八十，以氫化鉀計算，約占百分之五十一。

〔硫酸鎂與硫酸鉀混合物〕含此成分之礦石爲苦土火山石  $MgSO_4 \cdot K_2SO_4 \cdot 6H_2O$ ，理論應有百分之四十四爲硫酸鉀，其實平均僅佔百分之四十二，市上所售者，先用火煨過，將其中所含水分驅去，故硫酸鉀增加至百分之四十八，約計氫化鉀百分之二十六。此外尚



含有百分之二之石灰，及百分之二·五之氮素。

〔鉀鹽雜礦〕此礦含有食鹽水分等，其中之氮化鉀平均約占百分之十六至十七。

〔硫酸鉀〕此中之純粹鹽約占百分之九十至九十五，（約計氮化鉀百分之四十九至五十一。但因其價甚高，常難以用作肥料。

〔今近礦〕鉀質肥料中施用最廣者，莫今近礦若，此礦來自德國岩礦，研細施用，其成分常不一定。因混以他種之礦物，特別如砂金石、石鹽等。所含氮化鉀之量，約占百分之十二至二十。食鹽百分之二十五至四十五。此外尚有石灰、氮化鎂及硫酸鹽等。若含氮化鎂過多者，則不相宜。因此物極容易潮解。

（四）雜類肥料 此類肥料並不含氮磷鉀之肥料三要素，而含他種之植物養分，或具釋放土壤中不溶性養分之功用，茲將其最重要者，列述於后。

石膏

石灰

硫酸第一鐵

煤氣石灰

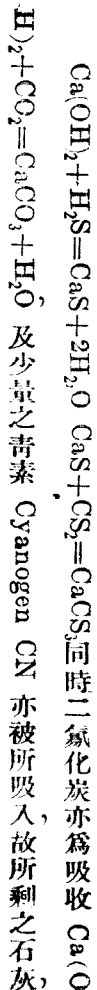
〔食鹽〕吾人常以爲食鹽無有肥料之功效，然細究之，其能釋放土壤中鉀、鈣、與鎂等化合物，對於作物中若黃葉菜與菜類者，而有甚顯明之良效，且能改土中物理性質與保蓄水分，從鹹魚與鹹肉中留剩之食鹽，用作肥料，又有氮素之加添，再土壤中之食鹽溶液，當較其水力溶解磷酸鹽矽酸鹽等爲大。

〔石膏〕施用石膏於苜蓿、菜菔等作物，甚有效驗，其致良效之原由，或爲硫素之原料，然其實具有釋放土中矽酸鉀能力所致成，並具能促進硝化之作用，倘土地施以過磷酸礦石，則不需石膏之肥料，蓋過磷酸礦石含有極多之硫酸鈣也。

〔石灰〕當作肥料之石灰，含有多量之氯化鈣、氫氯化鈣，或碳酸鈣，同時尚有少量之氯化鎂、磷酸、與氫化鐵，石灰最重要之功用，以其碳酸鈣能促進硝化之作用，前章已論之詳矣。又能中和泥炭田中之有機酸，蓋有機酸有害植物之生長，與調換矽酸鹽中之鉀素，苛性石灰如氯化鈣或氫氯化鈣，施入土中迅速變為碳酸鈣，但其所具之作用較白堊及石灰石之石灰為有力，其所以然者，因苛性石灰容易溶解，於變成碳酸鈣之前，已分佈於土鹽中，而且廣。但施用白堊灰或石灰石粉，僅能以機械的混合，故其分佈不見廣也。由含鎂素之石灰石所得之石灰，亦混以氯化鎂之存在，用作肥料較純粹石灰質地為次，因考苛性狀態之鹽基，皆有害於植物，據云氯化鎂不易與二氧化碳化合，故含有多量氯化鎂之石灰，因為氫氯化鎂  $Mg(OH)_2$  之故，保持其苛性狀態，比較純粹石灰為久，施用石灰分量太重或次數太多，有耗竭土壤中含氧素腐爛有機物中之虞，但石灰對於黏土之功用，球結黏性之土粒變成疎鬆之狀，前章已經述及，茲不復贅。

〔硫酸第一鐵〕市上所見之綠礬 Copperas or green vitriol  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  間常作爲鐵質之肥料。土壤中雖含鐵素極多，儘夠植物吸用，然按照 Griffiths 氏之試驗，施用少量之硫酸第一鐵於草類、豆類、菜類、薯類、穀類等作物及黃荃菜等，均見良效。因硫酸鐵能增加植物葉綠素之分量，故亦增加作物之固體物、蛋白質及磷酸鹽。該氏又云，鐵素能可代植物體中鉀素之作用，故有時硫酸第一鐵亦可代替鉀質肥料之施用，而其施藥，除其鐵素所具之功用外，尙具硫素之功用也。

〔煤氣石灰〕製造煤氣時，各種硫素化合物均從煤中蒸發，除由鹵精水吸入外，尙有多量進入煤氣中，因其不利於煤氣之燃質，故須舉行清潔之方法。普通方法，以和水石灰，吸收煤氣中之硫化氫與二硫化炭。其反應如下：



係一種雜體之物，含有硫化鈣、硫碳酸鈣、亞硫酸鈣、碳酸鈣、硫青酸鈣、氫氟化鈣等之主要分子，並含少量之磷精、青化鈣、鐵、青化鈣等。其中數種分子極有害於植物，新鮮煤氣石灰，不能即作為肥料，須將其多時暴露風雨之中，使其中之硫化、亞硫酸等質，吸收空中氫氣，先變為抱硫硫酸鹽，後變為硫酸鹽方可致用， $\text{CO}_2 + 2\text{CaS} + 3\text{O} = \text{CaS}_2\text{O}_3$ （抱硫硫酸鈣）+  $\text{CaC}$   
 $\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_3 + \text{O} = \text{CaSO}_4 \cdot \text{CaS}_2\text{O}_3 + 2\text{O}_2 + \text{CaH}_2\text{O}_2 = 2\text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

〔硫酸銅〕此物無有直接養分之價值，故罕用為肥料，然有人用於薯類與穀類作物，而得顯明良好之效果，或其為刺戟植物生長之故也。

〔接觸肥料〕此項肥料，雖無直接供給之養分，而對數種植物頗有效驗。錳鹽之作物補劑。鋅鹽之食菌生長助品，其餘如硼、碘、氟、溴等化合物，均對數種作物收成見有益之效果，不過彼等市價太高，難以作用肥料。

## 第七章 植物之化學成分

植物中所含之原質，已在第一章緒論中詳論之矣。繼之數章，論及大氣土壤及肥料，皆對於植物需要之養分而立論者也。是以植物中屬原素之成分，已詳述無遺。惟對於植物中各部分所含化合物成分，尙未論列及之。此章所論，乃屬於植物中所含有機化合物之化學者也。植物中之有機化合物種類甚夥，要可分爲左列七大類：

### (I) 炭水化物類 Carbohydrates。

- (II) 脂肪與蠟類 Fats and waxes。
- (III) 有機酸與有機酸鹽類 Organic acids and their salts。
- (IV) 精油與樹脂類 Essential oils and resins。
- (V) 無機鹽類 Inorganic salts。
- (VI) 含氮物類 Nitrogenous substances。
  - (1) 蛋白質 Albuminoids。
  - (二) 銹酸與銹基化合物 Amino-acids and amino-compounds。
  - (三) 植物鹼質 Alkaloids。
  - (四) 青化生糖質 Cyanogenetic glucosides。
- (VII) 葉綠素與其他色素類 Chlorophyll and other colouring matters。
- (I) 炭水化物 此類之有機物，植物中皆含有之，要皆中和性物質，均含炭、氫、氧三原

質。其中氧與二者重量之適為水中氧氫之比，即十六與二之比也。其所含炭素原子數總以五或六，或五六炭原子之複數，就中大多數能致極光鏡左旋或右旋，並有多數能用化學方法、人工製造，炭水化物可分為五大類。

(1) 單糖類 *Monosaccharoses*。單糖類乃二個炭之炭水化物，含二個炭素者有二炭糖 *Biase*  $\text{CHO} \cdot \text{CH}_2\text{OH}$  含九個炭數者有九炭糖 *Nonose*  $\text{CHO} \cdot (\text{CHOH})_7 \cdot \text{CH}_2\text{OH}$  最要之單糖類為五個炭素 *Pentoses* 與六個炭素者 *Hexoses*。茲將植物中發現之最要者說明之如左：

(a) 間質醇 *Aldose* 即單糖類之含  $\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} \end{array}$  之根基者。如

五炭糖 *Pentoses*  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$  有

樹膠糖 *L-arabinose*  $\text{CHO}(\text{CHOH})_3 \cdot \text{CH}_2\text{OH}$

木糖 *L-xylose*



六炭糖 Hexoses  $C_6H_{12}O_6$

葡萄糖 d-Glucose  $CHO(CHOH)_4 \cdot CH_2OH$

甘露蜜糖 d-mannose

分解乳糖 d-Galactose

(b) 擬酮質醇 Ketoses 即單糖類之含  $O=C$  之根基者如

六炭糖有

果糖 d-fructose  $CH_2OH \cdot CO \cdot (CHOH)_3 \cdot CH_2OH$

薔薇糖 d-sorbose

(11) 雙糖類 Disaccharoses  $C_{12}H_{22}O_{11}$  此類炭水化物皆含十二箇炭素，或為兩箇

六炭糖少去一分子水所組成，故以酸或酵質加水分解仍為六炭單糖類，其連合乃一箇氮素在兩箇六炭糖之中間，可分為二屬。

(a) 具還原性之雙糖，有

麥芽糖 Maltose—glucose a-glucoside

乳糖 Lactose—glucose b-galactoside

(b) 不具還原性之雙糖，其最要者即

蔗糖 Sucrose—glucose and fructose

(三) 三糖類 Trisaccharoses,  $C_{18}H_{32}O_{16}$  此類炭水化物之最要者，僅棉實糖

Raffinose 一種而已。乃為分解乳糖 Galactose 葡萄糖 Glucose 及果糖 Fructose 所組成，具左旋性極強，不具還原性，遇酸質則加水分解，先為二甘露糖 Melitiose 及果糖，終為葡萄糖、分解乳糖、及果糖。

(四) 四糖類 Tetrasaccharoses  $C_{24}H_{40}O_{22}$  其中最重者，為薄荷糖 Stachyose 為果糖、葡萄糖、及二個分解乳糖所組成。

(五)多糖類 Polysaccharoses ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub> 此類之炭水物較前述數種益複雜，要皆多數六炭糖所組成，惟此數無定，故以 (n) 表示之，其最要者，有下列數種。

澱粉 Starch

糊精 Dextrin

獸臟粉 Glycogen

土木香粉 Inulin

左旋澱粉 Levulin

纖維質 Cellulose

樹膠 Gums

此外植物中尚有似炭水化物之其他化合物多種，茲特別於左方：

一 炭矽基五炭糖 Methyl pentoses  $C_6H_{12}O_5$  如鼠李糖 Rhamnose 異性鼠李糖，

Chinovose 及海草糖 Fucose

原藻醇 Erythritol,  $C_4H_8O_4$

側金盞花醇 Adonitol  $C_5H_{11}(OH)_5$

甘露密醇 Mannitol, 甜醇 Dulcitol 及清涼茶醇 Sorbitol  $C_6H_{14}(OH)_6$

桂樹醇 Perseitol,  $C_7H_{15}(OH)_7$

糠間質 Furfurroids

木纖維質 Lignone or Lignose

果蔬膠質 Pectin Substances

生糖質 Glucosides

〔單糖類〕 (1) 五炭糖屬中之最要者，爲

〔樹膠糖〕 植物中罕見此物單獨分離，常與他物相混合，植物組織中一種膠質，曰

araban, 用酸加水分解之, 則得樹膠糖, 結柱形晶, 具極甜之味, 能溶化水中, 但不溶化於酒精。天生者多具左旋性, 雖然, 有幾種人造者, 亦能右旋之。

〔木糖〕植物中此物亦罕單獨發現, 製法將一種樹膠曰 Xylan, 用酸加水分解之, 即得此物, 其性質與樹膠糖相似, 不過不能溶解於醇中, 具能還原性。

### 一糖炭矯基五炭中之

〔海草糖〕 $C_5H_8(CH_2)_2O_5$  得自一種海草, 曰 Fucus nodosus, 但於多種海草細胞膜壁, 發見其同化異量體之 Fucosan。此糖具結晶體, 甜味, 並極容易溶解, 以鹽酸蒸溜之, 可得一炭矯基糖質醇 Meteyl furfurol。

〔鼠李糖〕 $C_5H_8(CH_2)_2O_5 \cdot H_2O$ , 此物植物中, 不現游離狀態, 常與他物相化合, 結成之物與生糖質相彷彿, 用稀酸或禁水接觸, 即成此物, 如多數植物中之茱萸、蛇麻、茶葉、栗子等。均有橡樹皮黃色染質 Quercitrin 之發現, 加水分解之, 即成此物與橡樹皮黃色染精, 其

化學程式如左：

$C_{21}H_{38}O_{11} + 2H_2O = C_6H_{12}O_6$  (鼠李糖) +  $C_{15}H_{10}O_7$  (橡樹皮黃色染精) 此物結晶頗堅，極易溶解水中，具甜味，轉帶苦味，熱至一百零五度，消失其結晶之水分，用化學方法氫化之。則成甜味易溶之鼠李醇 Rhamnite or Rhamnitol  $C_6H_{12}O_5$ 。

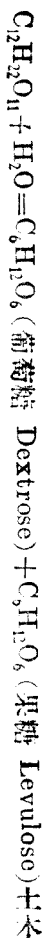
(2) 六炭糖中之最要者爲

〔甘露密糖〕此物得自多數植物中之樹液，特別如秦皮屬 *Manna-ash* 滲出之樹液。用鉑炭氫化之即得，並能從多數種子中澱粉，用酸質作用後而得之。

〔葡萄糖〕各甜果中幾均含有之，常與果糖相聯合，多糖類加水分解之後，能生此物，市上之葡萄糖，係自澱粉沸以稀硫酸所成之品，用以製造糖漿與釀酒，不易結晶。其甜味較蔗糖爲淡，具能還原性，而極易發酵。

擬間質酵中六炭糖之最要者爲

〔果糖〕各甜果中，均含有之，使蔗糖加水分解，即得此物。



香粉以熱水之作用，亦能生果糖。

〔薔薇糖〕此物發見於秦皮菓中，結晶體，味極甜，與鹼質變黃色，具能還原性，不能以菌發酵。

〔雙糖類〕雙糖類之糖可用釀母菌或稀酸加水分解為單糖，而雙糖類之最要者，為〔蔗糖〕蔗糖為糖類中之最重要者也，多數植物均有含之，特別在於甘蔗、糖楓、糖蓼菜、及蘆粟中，散佈最廣，甘蔗汁中約含百分之十七左右，糖蓼菜則含有百分之七至十六，蔗糖亦發見於嫩玉蜀黍、棕樹、菜蕨、黃蓼菜、香椽、赤楊、花蜜、果實等汁，商品之蔗糖，大都是從甘蔗、糖蓼菜及糖楓樹汁製造而得。

〔乳糖〕 $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$ ，動物乳中所含之糖也，將乳汁蒸發之即得，能結斜方晶，甜

味亞於蔗糖溶化水中亦較蔗糖爲難，可以爲藥。

〔麥芽糖〕 $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$ 。此物得自澱粉受酵質作用而成，結針晶，能令 *Fenling* 溶液還原。

〔三糖類〕三糖類中之棉實糖，糖萊菜中有之，又棉子中亦有之，與蔗糖相似，然無甜味，具不能還原性之能力，呈結晶狀，含三分子水。

〔四糖類〕上已述及。茲不復贅。

〔多糖類〕多糖類中之最要者，爲

〔澱粉〕澱粉散佈於植物中最廣，爲植物生長時所用之營養品，成顆粒狀，其形態不一，視其植物之種類而異，其顯微鏡下最易觀察而鑒別之，馬鈴薯粉之直徑約  $\cdot 0$  五糧，小麥澱粉之直徑約  $\cdot 0$  二糧，米澱粉之直徑約  $\cdot 0$  六糧，澱粉顆粒不溶於水，但在具七十度溫水中，則澱粉顆粒膜壁崩裂而膨脹，與水成漿狀，半流動體澱粉遇碘素，現美麗之藍色，溫



度愈低而藍色愈顯，此藍色之化學成分爲  $[(C_6H_{10}O_5)_4I_2 \cdot HI]$ 。取澱粉置入甘油中在一百九十度，熱至半小時，即變爲一種能溶性之澱粉，但不溶於酒精之中，所以加入酒精，能可沈澱此物，其化學成分爲  $(C_6H_{10}O_5)_{200}$ 。

[糊精]  $(C_6H_{10}O_5)_n$  (?)。糊精爲澱粉糊，遇稀酸之所變得，或將乾澱粉熱至二百十度至二百八十度，亦可得此物，易溶化水中，遇碘素不現藍色，市上所售糊精，乃將澱粉熱至二百十度以上，或與硝酸熱至一百二十五度所得者，能爲樹膠之代品。

[肝澱粉]  $(C_6H_{10}O_5)_n$  動物肝中最多，數種菌類植物中，亦含有之，爲白色不結晶之粉，其化學成分爲  $(C_6H_{10}O_5)_2 + 2H_2O$ ，熱至一百度時，則失去其中之水分，能溶化水中，遇碘即變紅色，受酸質作用，則變爲葡萄糖，若受澱粉酵質 Diastase 作用，則變爲糊精、麥芽糖、及葡萄糖。

[土木香粉]  $(C_6H_{10}O_5)_{12} + 2H_2O$ ，大麗花、朝鮮薊、及菊科植物之根中均有之，乃一種

白粉，能溶化於熱水，而不溶化於冷水或酒醇，遇碘即成黃色，與水及稀酸同沸，即變成右旋果糖。

〔左旋澱粉〕 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 與土木香粉在大麗花朝鮮薊根中，聯合發現，黑麥嫩實及橡樹皮中亦有之，乃一種不結晶、能潮解之物，受酸質之作用，則變成葡萄糖與果糖。

〔纖維質〕植物之驅體，要皆纖維質所組成，其構造之形態，隨植物之類別而異，大都與植物中他種化合物混合存在，惟因其性情，故易與他物分離而析出，設欲得純粹纖維質，可取植物組織，加以氫素，沸以苛性鉀或鈉液，洗以稀酸清水，酒醇及醇精，使其雜質溶解，而洗去，所存留者乃純粹纖維質也，其化學成分為 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ，平常乾纖維含有百分之八之水分，不溶化於大多數溶媒，但能溶化於氫化鋅溶液或銨化銅溶液中，當其遇硝酸時，成各種不同之硝酸化合物。就中火藥棉花，最為著名之品。

〔樹膠〕 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 植物中其分佈極廣，不結晶體，能溶化水中，或吸收水分，遇碘不變

色。以稀酸煮之，變爲簡單糖類，樹膠中之最要者爲阿刺伯樹膠 Gum Arabic，係從豆科 *Acacia* 屬樹皮所滲之膠，木膠係從五穀稈內木質中所含之膠。

[炭水化物醇類] Carbohydrate alcohols 其中有

[原藻醇] 原藻、地衣、及蘚苔植物中均有之，具甜味，熔度一二六度，不轉極光鏡。

[側金盞花醇] 發現於數種植物汁中，如 *Adonis vernalis*，或將異光樹膠 Ribose 脫氫即得。

[甘露蜜醇] 植物中含有此物者甚多，最著名者爲秦皮屬及菌類，其溶度在一六八度，右旋。將甘露蜜糖以鈉汞膏 Sodium amalgam NaHgO 脫氫即得，其異性體爲甜醇及清涼茶醇，亦發現於植物之中。

[桂樹醇] 果中及桂樹葉中有之，左旋性，溶化在一八〇度。

[糠間質] 五穀稈、芋蘆，及其他植物中有之。

〔木纖維質〕纖維質變成木纖維質時，非但物理性質改變，而其化學成分亦起變化，如  $2(C_6H_{10}O_5)$  (纖維質)  $= C_{12}H_{18}O_9$  (木纖維質)  $+ H_2O$ ，而消失水分，然木纖維質亦極複雜，〔果蔬膠質〕此乃果莖根汁中之凝結物，含炭素百分之四一至四五，加水分解之，則變成五炭糖與六炭糖。

〔生糖質〕植物組織中所含之質，能受稀酸質或鹼質或酵母之作用，而變成葡萄糖者，故名生糖質。

(II) 脂油與蠟類 脂油乃脂油酸之甘油矯基鹽，脂油酸為一種有機酸，其最簡單者如蟻酸  $H_2COOH$ ，醋酸  $CH_3COOH$  等是也。其共同方程式可寫作下式  $C_nH_{2n+1}COOH$ 。其構造為  $H-(CH_2)_n-COOH$ ，屬於此項之脂油酸皆為飽和體，尚有一種不飽和體。其共同方程式可寫作  $C_nH_{2n-1}COOH$  如巴豆油酸者即是也。所稱不飽和者，因其分子之構造式中必有二不飽和之炭素，可標如下  $-C=C-$  可以與氧素或其他物質聯合

成爲飽和之狀矣。脂油酸之種類甚夥。茲舉其較要者如左。

(一)飽和脂油酸

(a) 脂蠟酸族 Acetic or stearic acid series  $C_nH_{2n+1}COOH$ :—

(1) 蟻酸 Formic acid, H, COOH.

存於螞蟻羣麻等中

(2) 醋酸 acid  $CH_3COOH$

醋等中含有之

(3) 酪酸 Butyric acid,  $C_3H_7$ . COOH

牛酪油中含有之

(4) 羊脂酸 Capric acid,  $C_9H_{19}$ . COOH

牛酪油及椰子中含有之

(5) 豆蔻脂酸 Myristic acid  $C_{13}H_{27}$ . COOH

椰子油及鯨腦油中含有之

(6) 棕櫚酸 Palmitic acid  $C_{15}H_{31}$ . COOH

棕樹油中含有之

(7) 脂蠟酸 Stearic acid,  $C_{17}H_{35}$ . COOH

牛油及多數脂肪中有之

(二)不飽和脂油酸

(b) 橄欖油酸族 Oleic acid series  $C_nH_{2n-1}COOH$ :—

(1) 巴豆油酸 Crotonic acid,  $C_3H_5 \cdot COOH$  在於巴豆油中

(2) 橄欖油酸 Oleic acid  $C_{17}H_{33} \cdot COOH$  橄欖油及他種油中有之

(3) 菜油酸 Brassic acid  $C_{21}H_{41} \cdot COOH$  菜子油中有之

(4) 蓖麻油酸 Ricinoleic acid  $C_{17}H_{32}(OH) \cdot COOH$  蓖麻油中有之

(c) 胡麻子油酸 Linoleic acid, series  $C_nH_{2n-3}COOH$ :—

(1) 胡麻子油酸 Linoleic acid  $C_{17}H_{31} \cdot COOH$  胡麻子油及其他乾性油中

(d) 三炭亞油酸 Propiolic acid series  $C_nH_{2n-5}COOH$ :—

(1) 胡麻子亞油酸 Linolenic acid  $C_{17}H_{29} \cdot COOH$  胡麻子油及其他乾性油中

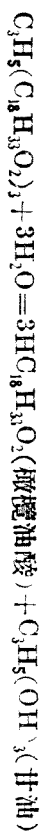
凡油類之分子爲飽和者，均非乾性油，凡爲不飽和者，大都爲乾性油，因不飽和之油，尙能吸收空中氧素，而成固體或膠黏之狀，可爲油漆油布之用，飽和者不再吸收氧素，仍呈流

質之狀，可為滑油之用。

[甘油] 甘油基 Glyceryl  $C_3H_5 = -CH_2 \cdot \overset{1}{C}H \cdot CH_2 -$  雖非一種物質，惟合三箇(OH)者。即普通之甘油 Glycerol 也。其分子式為  $C_3H_5(OH)_3$ ，乃一種無色具甜味之半流動體，其比重為一·二七，能與水成無限制之混合，不易乾燥，因能吸收空氣中之濕氣，脂油既為甘油之鹽類，故甘油可自脂油中取製之。將脂油加苛性鈉而煮之，即得脂油鹽類(即肥皂)與甘油，此項化學反應如下：



用食鹽加入溶液中，則肥皂浮於面上而凝結，其下即甘油液，可用蒸溜法而得之，提取甘油或將脂肪用蒸氣加水分解之即得，其反應可見下式：



至於植物油類，要皆自植物之種子中產出，最有用之植物油爲菜子油、棉子油、胡麻子油、蓖麻子油，均含有不同的有機酸之甘油基鹽，其製取之法有三，簡述之如左：

(一) 壓榨法 用此法者，先將種子洗淨，次壓碎之，再稍加微溫與稍調濕之，乃用巨大水力壓榨之，所得之粗製油加熱至一百六十度，使其中之蛋白質凝結，此謂之淨製法，壓器上所剩之殘滓，即油餅，其中尚含有百分之六至十五之油分，爲肥料或飼料之一種。

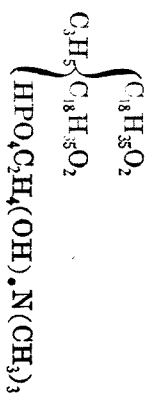
(二) 吸收法 此法須用一種良溶媒，如石腦油 *Petroleum naphtha*、二硫化炭等是也。其法先將含油種子磨碎，置入布袋中，乃浸入幾近飽和油分之溶媒，以後漸漸調換較低油分之溶媒，使種子之油質，完全吸盡，所餘殘滓，較用壓榨法所得者，飼料價值爲低。

(三) 水煮法 此法則用水煮植物種子，而使其中之油質浸出，此法常用之於吸取蓖麻子油與橄欖油，所得之油皆浮於水面，用撇取法使與水分離。

〔蠟類〕蠟類之存於植物界者，其量雖微，其散佈則亦甚廣，其成分與脂油相同，惟其三



價的甘油基，變合一價的甘油基，爲固體，其熔度在一百度以下，不具揮發性，不溶於水，惟溶於醇精，其構造式與脂油相同者，爲膽蠟 *lecithin*，可爲此類之代表，在豆類種子中有之，其程式可寫作



(III) 有機酸與其鹽類 植物界中常含有多種有機酸，大都爲此種酸類鉀鹽鈉鹽或鈣鹽，有時或成單獨存在者，或與其他有機鹼類化合物者，凡有機酸均含有碳酸基  $COOH$  “Carboxyl”，下列數種有機酸爲有機酸中之最著者。

蟻酸 *Formic acid*,  $H \cdot COOH$

草酸 *Oxalic acid*,  $COOH \cdot COOH$

酒石酸 Tartaric acid,  $\text{COOH} \cdot \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{COOH}$

蘋果酸 Malic acid,  $\text{COOH} \cdot \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$

檸檬酸 Citric acid,  $\text{CH}_2(\text{COOH}) \cdot \text{C}(\text{OH})(\text{COOH}) \cdot \text{CH}_2(\text{COOH})$

琥珀酸 Succinic acid,  $\text{CH}_2(\text{COOH}) \cdot \text{CH}_2(\text{COOH})$

松蘿酸 Fumaric acid,  $\text{CH}(\text{COOH}) \cdot \text{CH}(\text{COOH})$

此項有機酸大都存於果實，如蘋果酸發現於蘋果、秦皮果、紅覆盆子、懸鉤子、酸櫻桃等，亦有數種有機酸聯合發現者，如覆盆子、櫻桃等同時有蘋果酸及檸檬酸，再果中之有酸味，因其中有酸性有機鹽，如葡萄中有酸性酒石酸鉀也，在植物中，最多者當為草酸鈣，其成分為  $\text{COO} \setminus \text{Ca} \left\langle \begin{array}{l} \text{COO} \\ \text{COO} \end{array} \right.$  結晶固體，存在植物細胞之中，酸性草酸鉀  $\text{KHC}_2\text{O}_4$  於酸漿草及大黃中有之，再樹皮酸 Tannic acid 於植物界中分佈極廣，其成分之變遷，視其原物衍化而異，於自然界中，常與葡萄糖相聯合，植物外皮、葉根或果均有之。

(IV) 精油類與樹脂類 精油、~~或~~曰揮發油類，與樹脂均為植物自然發生或受損而生之分泌物，此種分泌物皆具~~特~~臭，故植物之具特臭者皆因精油與樹脂之存在而生者也。二者之關係，樹脂乃精油類受氯化而成者，其存在於植物也。散佈於全部，如松杉之屬，或存在於植物之一部份，如花瓣、果殼、樹皮、或樹根中，皆為存在之地，其生存之功用，則誠不可思議，其生存花瓣中者，諒係引誘昆蟲，易致互相雜交，其生存樹皮或樹根中者，諒係防阻動物之侵食，而保護其自身之生存。

植物中之精油當可設法製取之，其法要為（一）壓搾法，（二）蒸溜法，（三）溶媒浸取法，精油不易溶化水中，但能液於醇精、迷蒙精及其他有機溶媒，其比重大都皆較水為輕，其折光性頗強，凡精油中所具之成分，可簡分為四大種：

### 1. 松油精類 Terpenes。

### 2. 樟腦類 Camphors

### 3. 輪質衍化物 Benzene derivatives。

### 4. 脂肪族化合物 Aliphatic compounds。

(1) 松油精類 松油精類分子在精油中甚多，乃揮發流質，其化合式為  $C_{10}H_{16}$ ，最要者為

(a) 松油精 Pinene，有左旋右旋性，右旋者存於美國松節油中，左旋者存於法國松節油中，其比重為  $0.85$ ，沸度為  $155$  度。

(b) 檸檬油精 Limonene，為精油中一大分子，右旋者存於檸檬油、香梨油、及橙油，左旋者存於松枝油、及俄國薄荷油，其比重為  $0.844$ ，沸度為  $177$  至  $188$  度，不旋光者曰 Dipentene。

(c) 雪爾弗油精 Sylvestrene，在於瑞士國俄國松節油中，及其他松油中含有之，其比重為  $0.85$ ，沸度為  $176$  至  $177$  度，具右旋性。

(d) 水茴香油精 Phellandrene 沸度爲一七一度，比重爲〇・八四八，右旋者存於茴香油中，左旋者存於桉樹 Eucalyptus 油中。

三三松油精類 Sesquiterpenes 其化合式爲  $C_{15}H_{24}$  適爲松油精類 Terpene

$C_{10}H_{16}$  所含有之三分之二，故名爲流質，沸度在二五〇至二六九度，比重爲〇・九〇至〇・九三六，杜松油精 Cadinene 丁香油精 Caryophyllene 柏樹油精 Cedrene 蛇麻油精 Humulene 檀香油類 Santalene 薑油精 Zingiberene 皆代表此類之油精也。

羧質族松油精類 Olefinic Terpenes 精油中析得數種化合物，與松油精類相異者，爲其開練之構造，如桂樹油精 Myrcene 卽其中之一，比重爲〇・八一，暴露空氣中，迅速氮化。

(2) 樟腦類 此類精油爲松油精類受氮化而成者，可分兩屬，一爲醇屬。如

(a) 龍腦 Borneol  $C_{10}H_{17}OH$  俗名冰片，結晶體，熔度爲二〇三度，沸度爲二一二度，

將樟腦以鈉素脫氯而得，反之將此物氯化即成樟腦。

(b) 松油腦 Terpineol  $C_{10}H_{17}OH$ ，同分異性者頗多，在荳蔻油中見之。

(c) 薄荷腦 Menthol  $C_{10}H_{19}OH$ ，乃薄荷油中之主成分也，熔度為四三度，沸度為二一二度，比重為  $0.89$ ，在自然界中與醋酸組成醋酸鹽發現之也。

1 為擬間質類 Ketones 如

(a) 樟腦 Camphor  $C_{10}H_{16}O$ ，樟腦樹 *Laurus Camphora* 中含有之，為無色結晶體，能溶化醇中，熔度為一七五度，沸度為二〇四度，其已證明之構造如下：



中。  
(c) 黃樟質 Safrol  $C_6H_5(C_2H_5)(OCH_2O)$  發現於樟腦及黃樟樹 *Sassafras* 油。

(d) 蒔蘿質 Apinol  $C_6H_4(OCH_3)_2(O, CH_2O)$  ( $C_2H_5$ ) 發現於旱芹 Parsley 蒔蘿 Dill 子油中。

(e) 麝香草質 Thymol 及香荊芥油質 Carvacrol  $C_6H_5(CH_3)(C_2H_5)OH$  發現於麝香 Thyme 油中，前者係固體，熔度為四四度，沸度為二三〇度，後者係厚流質體，沸度為二三六度。

(f) 輪間質 Benzaldehyde,  $C_6H_5COH$  為苦杏仁、桃仁、及梅仁等油中主要成分，比重為  $1.05$ ，沸度為  $179$  度。

(g) 水楊間質 Salicyl aldehyde  $C_6H_4(OH)(COH)$  發現於繡線菊 *Apiraea* 油中，流質體，比重為  $1.172$ ，沸度為  $196$  度。



(h) 大茴香間質 Anisic aldehyde  $C_9H_{10}(OCH_3)(COH)$  發現於大茴香及茴香油中，沸度為二四八度。

(i) 桂皮間質 Cinnamic aldehyde,  $C_9H_8(CH)(CH_2COH)$  肉桂油之主成分也，沸度為二四七度。

(j) 防風油精 Carvone  $C_{10}H_{16}O$  發現於防風、羅馬芹、及蒔蘿油中，沸度為二二五度，比重為 0.962 度。

(k) 安息酸又名輪質酸 Benzoic acid,  $C_6H_5COOH$  熔度為一二一度，沸度為二五〇度。

(l) 水楊酸 Salicylic acid  $C_6H_4(OH)(COOH)$  熔度為一五五度。

(m) 肉桂酸 Cinnamic acid  $C_6H_5CH=CHCOOH$  熔度為一三三度，沸度為三〇〇度。

(n) 水楊酸一炭矯基 Methyl Salicylate,  $C_6H_4(OH)COOCH_3$  冬青油及赤楊油中之主成分也，沸度爲二二六度，比重爲一・二度。

(4) 脂肪族化合物 屬於此種之化合物，均爲開練式者，精油中含此項化合物亦甚多。

(a) 風呂草油精 Geraniol  $(CH_3)_2C:CH \cdot CH_2 \cdot (CH_2O \cdot (CH_3)) : CH \cdot CH_2OH$

(b) 胡荽油精 Linalol  $CH_3 \cdot C(CH_3) : CH \cdot CH_2CH_2 \cdot a(CH_3)(OH) \cdot CH \cdot CH_2$

(c) 橙花油精 Nerol  $CH_3 \cdot C \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH : C(CH_3)_2$

$HC \cdot CH_2OH$

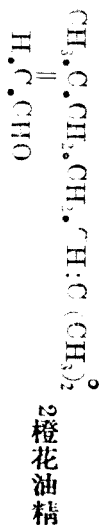
(d) a 氯化檸檬油精 A-citral  $CH_3 \cdot C \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH : C(CH_3)_2$

$OH \cdot C : H$

2 風呂草油精

氯化卽得。

(c) b 氯化檸檬油精 B-Citral



氯化即得。

[樹脂]樹脂 Resins 類者，乃松油精類氯化而成者也。亦為植物成分之一種，其種類亦甚繁雜，可約分為三大類。

(1) 芳香樹液 Balsams 此類多數樹脂與松油精類相聯合，多自南美洲芳香松樹中取得。

(2) 硬性樹脂 此類樹脂均不結晶，形如玻璃質，與松油精類聯合極少，包含其中分子甚複雜，大都為芳香族中之矯基鹽 Ester 醇開質及酸，此外尚有樹膠精 Resenes 硬性樹脂為製造油漆最重要之原料。

(3) 膠性樹脂 此項樹脂大都與樹膠相聯合，為工藝上有用之物品。

(V) 無機鹽類 在第一章中已略述植物中所含之各種原質矣，在此節中，對於植物營養與所含原質之關係，當再申論及之。

(1) 硫 硫為蛋白質中一成分，故其之存在，即示植物中蛋白質之存在，其在植物中常為硫酸物或硫化物。

(2) 磷 磷在植物中為磷酸鹽，要皆取之於土壤中者，磷之存在植物中，半於有機化合物如 Lecithin 之中，並與蛋白質相進退，除果中含磷數量最多外，植物中具磷鹽能增進根部之發育，而促進植物之成熟。

(3) 矽 矽在植物中為矽酸鈉或矽酸鉀甚多，因草木炭常呈大量之矽質，特別如穀類植物莖幹之外部，多含有二矽化矽，但考矽之一物，並非增加植物生長之要素，因養分中矽鹽之有無，對於植物之發育，無有消長之分別。

(4) 氮 氮在植物中均有之，除於蕎麥與黃荊菜中外，不能證為一重要之養分，然其

功用或能協助澱粉之水化分解。

(5) 鉀 植物從土中吸收能溶性之鉀鹽，而鉀在植物中，常與有機酸聯合生存，惟有時為硝酸鉀、氫化鉀，或硫酸鉀，植物含鉀最多部分，為葉與嫩枝，即其生長最活潑之部分，對於植物中澱粉或糖類之造成，實為不可少之要物，但其功用如何，現尚未見明瞭。

(6) 鈣 鈣於植物中助澱粉變為糖類，鈣鹽之存在，亦常與有機酸聯合生存，惟於植物細胞中有時發現碳酸鈣或草酸鈣之結晶體，鈣於葉中，存在最多。

(7) 鎂 鎂在植物中亦為常見之一物，惟其功用則不甚明瞭，近人有云鎂為葉綠素主要成分之一，故其對於植物頗為重要。

(8) 鐵 鐵之存在植物中，為量極微，惟為一種不可缺少之要素，設植物中無鐵鹽，則其葉綠素不克造成矣。

(9) 鈉 植物灰中，鈉常見之，惟其存在植物中，並無重要功用，亦不能代替鉀素之功

用。

上述數種之金屬，除其功用關於植物同化作用之外，尚為硝酸之帶運物，俟硝酸中之氮素被植物造成蛋白質後，其化合金屬即與有機酸聯合，用火燒之，變為碳酸鹽，因此植物中氮素量愈多，而其灰分中碳酸鹽量愈多。

(VI) 含氮物類 含氮物類中最要者有

(一) 蛋白質類 此類之化合物，種類繁多，大都皆為非結晶體，均為炭、氫、氮、硫五原質所組成，在原形質 *Protoplasm* 中，皆含有之，茲將動植物蛋白質分類如下：

- I *Protamines* 例如 *Salmine*, *Sturine*, *Clupeine*, *Cypripine*。
- II *Histones* 例如發現於胸腺及血球之中。
- III *Albumins* 例如蛋卵漿血及植物之中。
- IV *Globulins* 例如 *serum globulin*, *fibrinogen*, *fibrin*, *edeshin*, *crystal-*

line vegetable globulins,°

V Gluteins 例如 Legumin, conglutin, amandin°

Glialins 例如 Wheat gliadin, hordein, zein°

VI Phosphoproteins 例如 Caseinogen, vitellin°

VII Scleroproteins 例如 Keratin, gelatin, elastin, fibroin°

VIII Conjugated proteins 例如

IX (1) Nucleoproteins, nucleic acid with protein,°

(2) Chromoproteins, colouring substance with protein, 如 Haemo-  
globin,°

(3) Glucoproteins, carbohydrate with protein, 如 Mucin°

X Protein derivatives°

(1) Metaproteins 如 Acid albumin, alkali albumin<sup>o</sup>

(2) Proteoses 如 Caseose, albumose, globulose<sup>o</sup>

(3) Peptones 如 Fibropeptone<sup>o</sup>

(4) Polypeptides 如 Glycyl—alanine, leucyl—glutamic acid<sup>o</sup>

Fischer 氏費去十餘年之研究，發現蛋白質分子乃一族鹼酸(NH<sub>2</sub>)所組成，下列一表，顯示從蛋白質水化所得之主要化合物。

Mono—amino—monocarboxylic acids

1. Glycine(glycocol) = amino—acetic acid(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NO<sub>2</sub>·CH<sub>2</sub>(NH<sub>2</sub>))·COOH

2. Alanine = α—amino—propionic acid C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>NO<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>·CH(NH<sub>2</sub>)·COOH

3. Valine = α—amino—isovalerianic acid, C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>NO<sub>2</sub>, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH·CH(NH<sub>2</sub>)

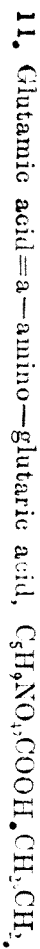
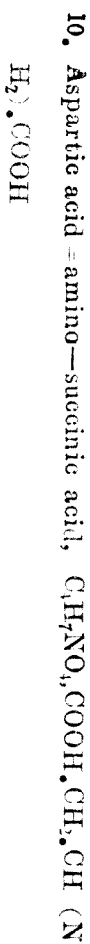
COOH



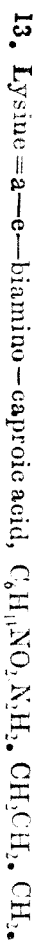
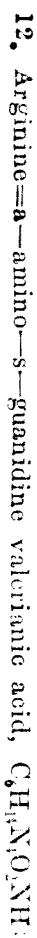
4. Leucine= $\alpha$ -amino-isocaproic acid,  $C_6H_9NO_2$ ,  $(CH_3)_2CH \cdot CH_2 \cdot CH(NH_2) \cdot COOH$ .
5. Isoleucine= $\alpha$ -amino- $\beta$ -methyl- $\beta$ -ethyl propionic acid  $C_8H_{13}NO_2$ ,  $(CH_3)(C_2H_5)CH \cdot CH(NH_2) \cdot COOH$
6. Phenylalanine= $\beta$ -phenyl- $\alpha$ -amino-propionic acid  $C_9H_{11}NO_2$ ,  $C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot CH(NH_2) \cdot COOH$
7. Tyrosine= $\beta$ -Para-hydroxyphenyl- $\alpha$ -amino-propionic acid,  $C_9H_9NO_3$ ,  $HO \cdot C_6H_4 \cdot CH_2 \cdot CH(NH_2) \cdot COOH$
8. Serine= $\beta$ -hydroxy- $\alpha$ -amino-propionic acid  $C_3H_7NO_3$ ,  $CH_2(OH) \cdot CH(NH_2) \cdot COOH$
9. Cystein= $\beta$ -sulph-hydro- $\alpha$ -amino-propionic acid,  $C_3H_7NO_2S$ ,  $CH_2$



Mono—amino—dicarboxylic acids



Diamino—monocarboxylic acids

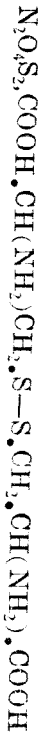


14. Caseinic acid = diamino—trioxydodecanic acid,  $C_{12}H_{16}N_2O_5$ .

15. Ornithine =  $\alpha$ —s—amino—valerianic acid,  $C_5H_{12}N_2O_2$ ,  $NH_2$ ,  $CH_2$ ,  $CH_2$ ,  $CH_2$ ,  $CH(NH_2)$ ,  $COOH$ .

Diamino—dicarboxylic acid.

16. Cystine = dicysteine = di (thio— $\alpha$ —amino—propionic acid),  $C_6H_{12}$

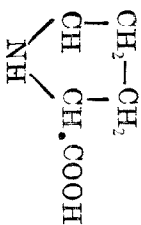


Heterocyclic amino—carboxylic acids

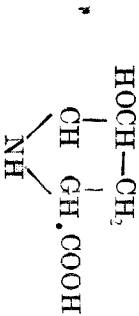
17. Histidine =  $\alpha$ —amino— $\beta$ —imidazole propionic acid,  $C_6H_9N_3O_2$



18. Proline =  $\alpha$ -pyrrolidine carboxylic acid,  $C_5H_9NO_2$ ,



19. Oxyprolin = hydroxy-pyrrolidine carboxylic acid,  $C_5H_9NO_3$ ,



20. Tryptophane =  $\beta$ -indole- $\alpha$ -aminopropionic acid,  $C_{11}H_{12}N_2O_2$ ,



蛋白質具有右旋性，若加以酸、鐵青化鉀、醋酸鉛、氫化汞、硫酸銅、或醇等，蛋白質即沈澱而下，其對於各種試藥之主要反應者如下：

(一) 加濃硝酸而熱之，則呈黃色，若再加以鹼質，即變為橘紅色。

(二) 加含有微量硝酸之硝酸汞溶液，則生白色之沉澱，熱之即變為紅色。

(三) 加多量之氫氰化鈉，及少量之硫酸銅溶液，則呈紫色，熱之則其色更深。

(四) 加醋酸及濃硫酸，則又呈紫色。

普通估計蛋白質之方法，以其所含氮素量百之十六計算而得，所以氮素一份乘以六·二五因子，即為蛋白質之百分率，而蛋白質中氮素分量，並非一概適占百分之十六，亦稍有上下相差者，故其計算所得之數量，乃約計之數量也。

(二) 簡單銹基化合物 簡單銹基化合物者，即所謂銹基 Amides 者也，此類化合物要為鹼精中一原子氮素，被有機物基所代換而成者，在植物果中散佈殊廣，而在未成熟之

植物中尤夥，有時爲蛋白質合成時之臨時物，能溶化水中，具有瀰散性，故能經入植物細胞膜壁，植物中含氮素物質因亦使之轉移，轉移方法乃蛋白質受酵素作用而水化，變爲簡單銹基化合物，轉移新地，再變成蛋白質，所以發芽或結實時期，植物組織中最容易探試簡單銹基化合物之存在，因其爲植物細胞代謝機能所成之物質也。茲試將屬於此類之常見者，簡述之如左：

(1) 天冬精 *Asparagine* 此物銹基琥珀銹酸 *Amino-succinamic acid*  $C_2H_5(NH_2)\left\{\begin{array}{l} CO \cdot NH_2 \\ CO \cdot OH \end{array}\right.$  天冬、甘草、蠶豆、豌豆等含有之，結柱晶，含有水一分子，味澀冷，能溶化於八十份水中，與鹼質或鹽基同沸，則成天冬酸 *Aspartic Acid* 或銹基琥珀酸 *Amino-succinic acid*  $C_2H_3(NH_2)(COOH)$ ，及發出礪精氣，施以鹽酸，則得銹基琥珀酸與銹化銹。

(2) 麵筋精 *Glutamine* 此物乃銹基麵筋銹酸 *Amino glutamic acid*  $NH_2$ ，

$\text{CO}_2\text{C}_3\text{H}_5 \cdot (\text{NH}_2) \cdot \text{COOH}$ ，蘿蔔根、豌豆尖、及南瓜等含有之，結細針晶，不含水分，極易溶化水中，但不溶化於純醇中。

(e) 膽汁鹼 Choline，此物乃 Hydroxyethyl—trimethyl—ammonium hydroxide  $\text{C}_2\text{H}_7(\text{OH}) \cdot \text{N}(\text{CH}_3)_3 \cdot \text{OH}$ ，棉子、菸菜、蛇麻、等含有之，此係甜味流質，具極強鹼性反應，但含有毒性，有時幼少牲畜因食棉子而致斃者，即此物也。與四氫化鉑相遇，成爲紅黃結晶之化合物  $(\text{C}_2\text{H}_7\text{ON})_2 \cdot \text{PtCl}_6$ 。

(4) 胡蘿蔔精 Betanine，此物乃 Inner anhydride of trimethyl glycoceoll.

$\text{CO} \begin{array}{l} \diagup \text{CH}_2 \\ \diagdown \text{O} \end{array} \begin{array}{l} \diagup \text{N}(\text{CH}_3)_3 \\ \diagdown \end{array}$ ，蘿蔔、菸菜、棉子等含有之；係膽汁鹼氮化，而成結晶狀，含水一分子。

(5) 尿膜精 Allantoin，植物之幼枝中常含有之，乃 Diureide of glyoxylic acid.

$\text{CO} \begin{array}{l} \diagup \text{NH}-\text{CH}-\text{NH} \\ \diagdown \text{NH}-\text{CO} \end{array} \begin{array}{l} \diagup \text{CO}-\text{NH}_2 \\ \diagdown \end{array}$ ，結柱晶，能溶化於熱水及醇中，具中和性。

(三)含氮植物鹼質 此類化合物皆爲含氮之鹼質，皆具極強之刺激性，論其成分，要爲鹼精中之一部氮素，或全部氮素，補一複雜有機根所代換而成，其在植物物中，乃有機酸之鹽，皆不溶於水，但皆能溶於酒精，其種別甚多，而皆在於植物界中，製取之法，乃將具有植物鹼質之植物切碎之，及煮之以稀薄硫酸，所浸出之汁，用強鹼中和之，沸濃其溶液，加入酒精，膠質等物沉澱而下，而植物鹼質仍留溶液之中，茲將植物鹼質之最顯著者，列明如左。

(a) 毒草鹼 Conine,  $C_8H_{17}N = \text{propyl piperidine } C_6H_{10}(C_2H_5)N$

(b) 菸鹼 Nicotine,  $C_{10}H_{11}N_2 = b\text{-pyrtdyl-a-N-methylpyrrolidine, } C_8H_9N.C_2H_5N(CH_3)$

(c) 安眠鹼或曰嗎啡 Morphine  $C_{17}H_{19}NO_3$

(d) 馬前霜鹼 Atrypine  $C_{21}H_{27}N_3O_2$

(e) 治瘧鹼或曰金雞納霜 Quinine,  $C_{20}H_{27}N_3O_2$

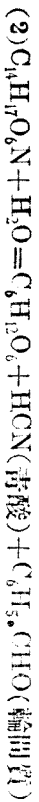
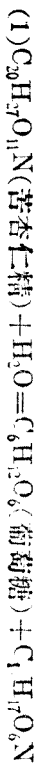


(f) 咖啡 Caffeine 或茶鹼 Theine  $C_8H_{10}N_4O_2$

(g) 擦古津樹鹼 Theobromine  $C_7H_8N_4O_2$

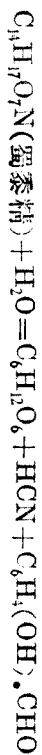
(四) 青化生糖質 青化生糖質者，分解時能生青酸與葡萄糖或他種有機物之化合物也，有多種植物均含有之，用水蒸溜時得獲青酸氣體，即其一證也，此類化合物之最顯著者有

(a) 苦杏仁精 Amygdalin 苦杏仁、蘋菓子及他植物種子中含有之，遇水起水化作用，其反應式如左：



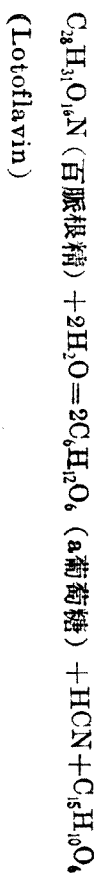
以上兩反應，均為酵素所分解而成，得有葡萄糖，青酸及輪酮質，後二者具揮發性乃苦杏仁精油中主要成分也。

(d) 蜀黍精 Dhurria, 蜀黍、粟中含有之, 幼少植物約一尺高時, 含有此物最多, 以稀酸或酵素作用水化之, 則成葡萄糖、青酸, 及正氫氮代輪間質 Para-hydroxy benzaldehyde, 其反應式如左:



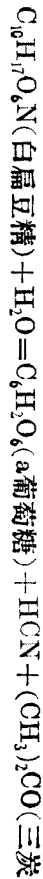
幼少蜀黍作為飼料, 能毒牲牛, 即其酵素水化所發青酸之故, 但於粟中發出青酸量極少。

(e) 百脈根精 Lotusin, 豆科百脈根屬植物中含有之, 至該項植物成熟之期, 反為無毒有益之飼料, 其中此物用酸或酵素水化之後, 反應變化如下:



Lotoflavin 乃一種黃色染料。

(d) 白扁豆精 Phaseolunatin, 白扁豆中及幼少亞麻中含有之, 白扁豆精受水化作用之化學反應如左:



鞣固質)

VII 葉綠素與其他色素 葉綠素為植物枝葉之重要成分, 能變化植物所吸入之二氮

化炭及水分, 加以日光, 而成各種炭水化物, 葉綠素成分繁雜, 不易考察, 純粹葉綠素已有人由植物中析出, 乃一種藍黑色, 具光澤之粉末, 其熔度不明, 約在九三——一〇六度; 能溶於醇精或輪質 Benzene 之中, 其化學成分為  $C_{55}H_{72}O_6N_4Mg$ , 其他色素存在於植物界者, 種類亦甚夥, 惟對於植物生活, 大半無甚緊要, 且至今尙未有明瞭之解說。

## 第八章 作物之化學

此章略述主要農作物之化學的特性，並附及重要果品之化學。作物之分類方法頗多，茲舉其簡明而應用於此章者，列如左方：

(一) 利用作物之果實者，再細分爲

(a) 禾穀類 如小麥、大麥、燕麥、黑麥、玉蜀黍、稻、粟、蜀黍等。

(b) 豆菽類 如蠶豆、豌豆、扁豆、羽扇豆、落花生、大豆、豇豆等。

(c) 雜質類 如蕎麥、棉子、亞麻子、大麻子、油菜子、蓖麻子、向日葵子等。

(d) 菓品类 如蘋果、梨、梅、杏、桃、櫻桃、覆盆子、橘類、黃金瓜、南瓜、葡萄、香蕉、菠蘿蜜等。

(二) 利用作物之塊根者，其主要作物如蕪菁、薯蕷、黃菜、茶菜、馬鈴薯、胡蘿蔔、亞美利加防風、甘藷、朝鮮薊等。

(三) 利用作物之莖葉者，再細分為

(a) 禾本科飼草作物。

(b) 豆科飼草作物。

(c) 雜類飼草作物。

第一部 穀類作物與菓實

(a) 「禾穀類」此類作物之特徵，其種子含有豐富之碳水化合物，最顯明者如澱粉，而其所含之氮素量，不及於荳科作物或塊根作物中氮素量甚遠，並於莖葉外部含有二氟化矽

量甚多，二氯化矽之來源，植物吸入能溶性之矽酸鉀，其中鉀素耗用於植體之內，而矽鹽因無營養之價值，分泌於外部，禾穀類作物所含鉀鹽與鈣鹽數量均較他類作物爲少，因其需要鉀與鈣亟少，故於他類作物不能生長有利之土壤，禾穀類作物仍可每年耕種而不見銳減，然其氮素之需要，全繫於土壤中之硝酸鹽，而土壤中硝化作用最盛時期，此類作物生長季早已終畢，故若能及時多施以氮質肥料，則必得莫大之利益焉。

(1) 小麥 *Wheat*，小麥學名爲 *Triticum vulgare*，秋季播種，其生長期較大麥或燕麥爲長，故能吸收土中之養分機會較良，然種植小麥土地，常不能春耕，有礙硝化作用，所以需要氮質肥料較其他禾穀類作物爲切，麥桿含有多量之二氯化矽，與少量之營養素，麥之特適爲人類食糧者，因麵粉能製成輕鬆之可口麵包，其所以然者，因麥粒中含有豐富之麵筋質 *Gluten*，而此質所具特性，與其他禾穀類相異。

麥粒蛋白質中之氮素，約占百分之十七·六，而麥粒中之蛋白質分量不一，要視品種

為轉移，春麥蛋白質較冬麥為多，硬麥較軟麥為多，然氣候亦能影響麥粒中蛋白質分量之多少，同一品種處於不同氣候之下，其所質之蛋白質量，竟有相差百分之五〇者。茲將各國小麥成分，以水分一三·三七%比較計算，開列於左：

國 別	平均次數	水分	蛋白質	脂肪	油	炭水化合物	纖維	質	灰	分
英國	22	13.41	10.99	1.86		69.21	2.90			1.67
德國(冬麥)	90	14.01	10.93	1.65		70.01	2.12			1.92
奧國	18	11.72	12.66	1.99		65.84	3.39			1.75
俄國(春麥)	39	12.65	17.65	1.58		65.74				1.66
法國	70	15.20	12.64	1.41		68.92	2.00			1.66
亞細亞	4	12.57	11.09	2.10		70.84	1.94			1.46
非洲	34	11.80	11.18	1.33		70.04	1.82			1.76
美國	504	9.92	11.60	2.07		69.47	1.70			1.79
美國(春麥)	40	9.36	12.92	2.15		67.98	1.72			1.86

麵粉造成麵包質地之優劣，要視下列之二因子：(一)生麵團發出二氯化炭氣之數量，

此氣要視麵粉中糖質之存在數量，與生麵團發酵時澱粉酶質 Diastase 之作用。(1)麵筋質之團結體，後者雖不全繫於麵筋質之數量或化學成分，但亦半繫於生麵團中流質之酸性與鹽量。

小麥生長最優於密堅之田床，故土壤須含有黏土或腐植物之分子，輕鬆砂土不適小麥之種植。

(2)黑麥 Rye 黑麥學名爲 *Secale cereale* 其化學成分及需要物，與小麥相彷彿，歐洲農人，大都以黑麥爲糧食，茲將其成分列於左方：

種 別	平均次數	水	分 蛋 白 質	炭水化物	脂	油 纖 維	質 灰	分
黑 麥	173	11.15	19.81	70.21	1.77	1.78	2.06	
春 黑 麥	11	12.00	12.90	68.11	1.98	1.71	1.93	



(3)大麥 *Barley* 二稜大麥學名為 *Hordeum distichum* 四稜與六稜大麥學名為 *H. vulgare* 大都春季播種，適宜輕鬆及富有養分之土壤，然氮素不宜過多，大麥用途為釀酒、飼料及麵包之原料，若為釀酒之用，麥粒須貴整齊，蛋白質成分須低，因此栽培大麥要點，施肥要勻及免壅過多氮素，二稜大麥最適釀酒之用，茲將德法兩國大麥分析如左：

國 別	水	分 蛋 白	質 脂	油 炭 水 化 物	纖 維	質 灰	分
德國(一一〇次)	14.05	9.88	1.80	66.75	4.77	2.75	
法國(二一六次)	16.23	9.69	1.65	66.06	4.10	2.27	

大麥程用作飼料，比小麥程為可口，多滋養料，且易消化。

(4)燕麥 *Oat* 燕麥學名為 *Avena sativa* 能生長於寒冷之處，發現品種極多，燕麥特徵，含有多量脂肪、蛋白質、灰分及纖維質，燕麥程作為飼料較大麥程為貴，尚未成熟莖

割之燕麥乾藪，美國常以餵飼馬牛，茲將各國燕麥成分列如下表：

國 別	平均次數	分 蛋 白	脂 肪	油 炭 水 化 物	纖 維 質	灰 分	
美國	22	12.1	10.1	6.2	65.6	9.3	2.99
法國	196	13.5	9.5	3.5	62.5	9.2	3.26
德國	31	12.5	10.8	5.3	58.2	10.3	3.29
世界展覽會	72	10.0	12.1	4.4	57.3	11.9	3.35

(5) 玉蜀黍 *Corn* 玉蜀黍學名為 *Zea mays* 乃禾穀類中主要之一種，其種子大都作為人類糧食與牲畜飼料，而其青莖青葉亦可作為芻草，將種子去糠細磨之，即成玉蜀黍粉，能替代藕粉，烹調佳餚，而全軸未成熟玉蜀黍可作為極美消閒之食品，軸之外皮，又可當為造紙原料，植本雄大，高約十三尺左右，羽形雄花，生於植頂，雌花生於葉腋中之短莖上，包以膜狀鞘皮，鞘尖出伸紅色長絲，花粉由風力吹於絲上，即起受精作用，受精之後，雌花變

爲成種子，整列於中心木軸之上，數層鞘皮之內，玉蜀黍品種甚多，要視其形狀、大小、色澤、行列等之異同，茲將其五大種之品種，略述如下：

(a) 馬齒種 *Dent corn*，此屬種子中澱粉，除頂部之外，四面包以角質，內部白色澱粉發乾時，因僅頂部未有角質，故向內縮，成爲齒狀，故名。

(b) 硬粒種 *Flint corn*，此屬種子中澱粉完全包以角質，因此頂部乃呈光凸之狀，爲半透明體，色澤不一。

(c) 爆用種 *Pop corn*，此屬種子中之澱粉幾全爲角質。

(d) 軟質種 *Soft corn*，此屬種子無有角質外包，乾燥時，因一齊收縮，故仍呈光滑之狀，爲不透明體。

(e) 甜味種 *Sweetcorn*，此屬種子中之澱粉，半成糖質（葡萄糖），呈透明狀，而因收縮太甚，變成褶縐粒面。

玉蜀黍須植於溫暖氣候，日光充足之地，施用肥料，按照大半土壤需要次序，為磷酸鹽、石灰、鉀鹽及氧素，玉蜀黍化學成分之變遷，要視其品種異同為轉移，然大概胚部之大小，關係脂肪之多少，角質之厚薄，關係含氧質之高低，茲將各種玉蜀黍成分，根據平均水分三三二%比較計算，臚列如左：

種 別	平均次數	水 分	蛋 白 質	脂 肪	油 炭 水 化 物	纖 維	質 灰	分
美國馬齒種	168	10.07	9.36	4.95	68.70	2.20	1.47	
美國硬粒種	187	10.15	10.18	4.78	68.64	1.68	1.40	
美國甜味種	57	8.71	11.40	7.77	62.86	2.85	1.81	
美國軟質種	6	8.89	10.70	5.00	67.84	1.73	1.40	
美國爆用種	4	10.70	16.95	5.08	67.60	1.76	1.29	
美國玉蜀黍	154	13.32	9.58	5.09	67.89	2.65	1.47	
德國玉蜀黍	34	13.15	9.97	4.12	68.04	2.69	1.86	

(9) 稻 Rice 稻之學名乃 *Oryza sativa* 為溫熱帶中重要之作物，作為數百萬

人民之糧食，稻作大都種植於溫熱多水地方，但陸稻毋須灌溉，能栽於六千尺之高原，其所需肥料為含氮素有機物及過磷酸鹽，稻含蛋白質脂肪及灰分頗多，然一經磨之後，米與糠分離，市上所售白米，幾全含澱粉，茲將稻米分析表開列於左：

類別	水	分蛋	白質	脂肪	油	炭水化物	纖維	維質	灰	分
水陸白稻米	—	7.0	2.3	84.7	4.6	1.4				
稻米	—	8.7	2.6	85.5	2.0	1.2				
稻米	12.4	7.4	0.4	79.2	0.2	0.4				
壳	8.3	3.6	0.7	38.6	35.7	13.2				
麵	9.7	12.1	8.8	49.9	9.5	10.0				
糠	10.0	11.7	7.3	59.0	6.3	6.7				

(7) 粟 *Millet* 此屬植物甚多，如黍 *Panicum miliaceum* 一年生植物，大都為

莠草之用，珠珍粟或曰貓尾粟 *Pennisetum spicatum* 在美國作為莠草，但其穗上種子

極小，而含有蛋白質百分之十二，梁或曰狐尾粟 *Chotochloa italica* 新鮮芟割，亦作為藜，然在吾國北地，所栽粟類，多為人民食糧。

(8) 蜀黍 *Sorghum* 蜀黍學名為 *Andropogum sorghum* 此屬品種亦多，其用途有二：(一) 以莖葉為藜草，(二) 以種子為糧食，或為釀酒，其種枝又可作為掃帚，粟類與蜀黍類作物，幼少時期，含有生糖質，生糖質水化後，青酸氣出發，有害於牲牛，倘每磅青藜草括有半噸 (Grain) (一噸合中國〇〇〇六四七公分) 以上重之青酸，即起毒害之作用，茲將粟與蜀黍種子之成分，列如左表：

種 別	水	分 蛋 白 質	脂 肪	油 炭 水 化 物	纖 維 質	灰	分 共 計
麥 珍 蜀 黍	12.5	10.6	3.9	61.1	8.1	3.8	100
梁 黍	14.0	11.8	4.0	57.4	9.5	3.3	100
蜀 黍	12.8	9.1	3.6	69.8	2.6	2.1	100
梁 黍	9.5	9.9	4.7	63.2	7.7	5.0	100

(b) [豆菽類] 豆科作物與禾穀類作物相異之點，前者含氧素物質與石灰較多，及含矽鹽與磷酸較少，栽植豆類，大都利用其種子。

(1) 蠶豆 Broad Beans，學名爲 *Vicia faba*，生長最優於黏重土壤之上，大都秋時播種。

其餘豆之種類，作爲主要農作物，屬於所謂「菽豆」Bean 者，有菜豆 Kidney beans 學名爲 *Phaseolus vulgaris*，白扁豆 Lima beans 學名爲 *Phaseolus lunatus*，綠豆 Adzuki beans 學名爲 *Phaseolus radiatus*，大豆 Soy beans 學名爲 Glycine hispida，絨豆 Velvet beans 學名爲 *Mucuna utilis*，一切菽豆均富蛋白質，可作爲人畜滋養最高之糧食，但白扁豆中有毒之青酸生糖質，前已述及，須當注意。

(c) 豌豆 Pea 豌豆有三種：一曰紫豌豆 Field pea 學名爲 *Pisum arvensis*，二曰白豌豆 Garden pea 學名爲 *Pisum sativum*，三曰莢食豌豆 Edible podded pea

學名爲 *Pisum macrocarpus* 及其相屬之品種，豌豆土壤石灰須豐，氮素不必過多，否則種子不能成大。

(c) 豇豆 *Cow pea* 學名爲 *Vigna sinensis*，似菽豆較似豌豆爲近，種子可作糧食，豆稈亦可作極美之飼料，此類作物耐旱性頗大，成熟又速。

(4) 落花生 *Peanut* 學名爲 *Arachis hypogaea*，生長茂盛於溫暖之處，落花後莖尖即鑽入土中結實，故名，收穫時先用犁耕起，後用叉掘出，品種頗多，有一莢中兩子實者，有三四子實者，其子實能可作爲人類食品，然大半爲榨花生油之用，因子實中含有油分，約占百分之四十至五十四，其莖葉亦爲良好之蕪草。

(5) 羽扇豆 *Lupines* 當作爲綠肥，不當爲糧食，因其含有苦味有毒之鹼質，其種類有三：(一) 白羽扇豆，學名爲 *Lupinus albus*，(二) 藍羽扇豆，學名爲 *Lupinus hirsutus* or *angustifolius*，(三) 黃羽扇豆，學名爲 *Lupinus Julcus*，生長茂盛於砂土之上，倘犁



入作爲綠肥，則能加入土壤中多量氮素有機物質。

豆科作物之特性，藉其根瘤菌之能力，吸收空中之氮素，茲將各種豆類子實成分，列如

下表：

種 別	水 分	蛋 白 質	脂 油	炭水化物	纖 維 質	灰 分
白扁豆	10.4	18.1	1.5	65.9	—	4.1
蠶豆	13.5	25.3	1.1	48.3	8.1	3.1
乾豌豆	11.2	22.7	1.9	36.4	4.2	3.6
乾菜大蠶豆	10.9	37.6	16.9	24.4	5.9	4.1
鮮菜大蠶豆	58.9	9.4	0.6	29.1	—	2.0
鮮豌豆	89.2	2.3	0.3	5.5	1.9	0.8
乾豌豆	14.0	22.5	1.6	53.7	5.4	2.9
乾碗豆	74.6	7.0	0.5	15.2	1.7	1.0
乾碗豆	13.0	21.4	1.4	54.7	4.1	3.4
乾花生豆	7.2	27.0	43.0	19.3	2.3	2.2
乾羽扇豆	14.0	38.3	4.4	25.4	14.1	3.8
乾黃羽扇豆	14.0	29.5	6.2	36.2	11.2	2.9
乾甘羽扇豆	14.0	29.4	7.2	34.2	12.2	3.0

(o) [雜實類]

(1) 蕎麥 *Buckwheat*, 學名爲 *Polygonum lagopyrum*, 廣栽於歐美溫暖之處, 其子實大都爲鷄牛豬等飼料, 或磨成粉作爲人類之糧食, 蜂類採食蕎麥花汁, 能產多量之甜蜜。蕎麥莖葉青嫩時, 乃一種最優之芻草。

(2) 棉 *Cotton*, 學名爲 *Gossypium herbaceum*, 栽植之目的大都爲其纖維與種子, 適合溫暖之氣候, 生長初期雨須頻, 將成熟期氣溫須高, 氣濕須低, 種子外裹纖維, 生長於蒴果之中, 其含氮素質極多, 並含油分占百分之二十五左右, 搾油後所剩之油餅, 可作良好之飼料, 因其富有蛋白質與磷酸。

(3) 亞麻 *Flax*, 學名爲 *Linum usitatissimum*, 栽植之目的, 不因其種子, 卽因其纖維, 其種子含有油分占百分之二十五至三十, 搾去油分之餅, 極多氮質及礦物質, 作爲飼牛良好之飼料, 亞麻油乃最優乾性油之一種, 能吸空中之氮氣, 爲製造油漆之原料。

(4) 蓖麻子 *Castor seeds*, 學名為 *Ricinus communis*, 多年生植物, 生長於溫暖之處, 高約二三丈, 有冬霜發現之處, 則變為一年生植物, 雖其不擇土壤, 然栽植於膏腴砂土, 尤為優勝, 下種後約歷四五月, 即結子, 子實生長於木質蒴果之內, 因形似扁蟲, 故植物名稱即由此而起, 種子色澤大小之異同, 要視其品種為轉移, 平常含有油分百分之五十, 榨得之大都作為滑油、藥劑、及肥皂之用, 蓖麻餅均為肥料, 因其含有毒質, 不能作為飼料。

(5) 向日葵 *Sunflower*, 學名為 *Helianthus annuus*, 栽植目的為其種子, 因其能作鰲鷄之飼料, 或因其能產多量之油分, 植本高約一丈, 葵花直徑約一尺, 能產半磅重種子, 子仁重占種子一半, 含有油分約占百分之四十, 其油能代橄欖油以佐烹調, 並造胰及充牛油, 但其為半乾性油, 故不能作為潤滑之物, 搾油後之餅渣, 當作飼牛食料, 頗有價值, 茲將以上所述各項種子成分, 一一臚列如下:

種 別	水 分	蛋 白 質	脂 油	炭水化物	維 雜 質	灰 分
蕎麥子	15.6	11.3	2.6	54.8	14.4	2.8
棉子	10.0	21.2	25.8	19.2	19.3	4.4
亞麻子	7.1	24.2	36.5	22.9	6.5	3.8
苧麻子	5.1	17.9	46.7	12.6	15.0	2.7
向日葵子	7.5	14.2	32.3	14.5	28.1	3.4

(d) [果品類] 此類植物，雖不若普通農作物之重要，然於栽植果品為大宗出產之處，不可以輕視之，所以亦需簡單之說明，大概果樹均係多年生的植物，與普通農作物相比，感應耕耘及施肥，較遜一籌，然根部發達極廣，深入土中，吸收養分，故於普通農作物不能生長得利之地，亦能發長滋榮，果樹所得養分，用此二途：

- (一) 造成果實，大都被動物類採食，因此土壤消耗一小部分之養分。
- (二) 造成組織，樹身、枝、根、及葉，均需土中之氧、鉀、鹽、磷、酸、石灰與其他之礦物質，然落葉

樹類，每年落葉地上，可以歸還土中多量之養分。

實際果樹消耗土中養分極少，其果大半是水分，而其乾質物為糖、膠、有機酸及少量之精油，糖質為甜味之所寄，精油為香氣之所出，下列一表，顯示各果之成分。

種類	果	平均數	水分	蛋白質	游離酸	轉化糖	蔗糖	糖	其他無纖維質及果核	灰分
類 (Apple)		55	84.4	0.4	0.7	8.0	0.9	3.3	2.0	0.4
梨 (Pear)		42	83.8	0.4	0.2	7.1	1.5	3.4	2.8	0.3
西梅 (Damson)	李	5	81.2	0.8	0.9	5.9	1.8	3.1	5.6	0.6
梅 (Plum)		33	78.6	1.0	0.8	8.8	—	4.0	5.8	0.5
桃 (Peach)		10	82.0	0.9	0.7	3.7	4.5	1.2	5.5	0.6
杏 (Apricot)		21	84.2	0.9	1.1	2.6	4.0	1.4	5.4	0.6

櫻桃 (Cherry)	桃	22	80.6	1.2	0.7	8.9	0.5	1.8	5.8	0.5
葡萄 (Grape)	葡萄	20	79.1	0.7	0.8	15.0	—	1.9	2.2	0.5
草莓 (Strawberry)	莓(德國)	53	87.0	0.6	1.1	5.1	1.1	2.8	1.6	0.7
草莓 (美國)	莓(美國)	20	89.7	1.0	1.4	4.8	0.6	0.4	1.5	0.6
紅莓 (Raspberry)	莓	8	85.0	1.4	1.5	3.4	0.9	1.0	6.4	0.5
白莓 (Bilberry)	莓	5	80.9	0.8	1.4	5.3	—	0.7	10.3	0.7
黑莓 (Blackberry)	莓	2	85.4	1.3	0.8	5.2	0.5	1.1	5.2	0.5
桑果 (Mulberry)	果	1	84.7	0.4	1.9	9.2	—	2.3	0.9	0.7
醋栗 (Gooseberry)	栗	34	82.6	0.5	1.4	7.1	0.9	0.6	3.5	0.4
紅醋栗 (Redcurrant)	栗	11	84.3	0.5	2.2	6.4	0.1	1.2	4.6	0.7
柿 (Persimmon)		1	66.1	0.8	—	13.5	1.0	16.9	1.8	0.9



鮮 (Chestnut)	栗	45.0	6.2	5.4	40.3	1.8	1.3
乾	栗	5.9	19.7	7.0	71.5	2.7	2.2
椰 (Cocoanut)	子	14.1	5.7	50.6	} 27.9	}	} 1.7
榛 (Filbert)	實	3.7	15.6	65.3			
胡 (Walnut)	桃	2.5	18.4	64.4	11.6	1.4	1.7
鮮 橡 (Acorn)	實	50.0	3.3	2.4	36.3	6.8	1.2
乾 橡	實	15.0	5.7	4.1	61.6	11.6	2.0

第二部 塊根作物

此屬之作物，大部係兩年生植物，第一年發達根部或地莖，貯藏有機物質，故其根部比較尋常作物根莖約大數倍，以備第二年開花結實之用，而今利用之部分，即其放大根莖也。屬於此部之作物，有蕪菁 Turnip (*Brassica Napus*, L.) 蕪菁 Swede (*Bras-*



*sica campestris rutabaga, L.*) 黃蔘菜 Mangold 或蔘菜 Beet (*Beta vulgaris*)  
 馬鈴薯 Potato (*Solanum tuberosum*) 胡蘿蔔 Carrot (*Daucus Carota*) 亞美  
 利加防風 Parsnip (*Pastinaca sativa*) 蘿蔔 Radish (*Raphanus sativa*) 甘藷  
 Sweet potato (*Ipomoea batatas*) 菊芋 Artichoke (*Helianthus tuberosus*)

(1) 蕪菁 氣候寒溫最適蕪菁之生長，因燥熱之地，出產蕪菁均多纖維質，其根平均成分如下：

水分	蛋白質	脂肪	糖質	其他無氮物	纖維質	灰分
90.6	1.12	0.34	2.55	3.55	1.11	0.76

其成分之相差，要視氣暖、品種、根之大小、地點及土壤為轉移。

(2) 蕪菁 蕪菁形似蕪菁，但其葉色較藍，並具顯明頂頸，品種頗多，色澤、形式、大小與

成分爲其相異之點，茲將平均成分列如左行：

水分	蛋白質	脂肪	糖質	其他無氮物質	纖維質	灰分
88.88	1.39	0.18	3.02	4.35	1.44	07.4

蕪菁與藝薑均限制於表土之中，且不能利用難溶性之磷酸鹽，若能施壅過磷酸肥料及硝酸鈉或硫酸錳，必可得優美之效驗。

(3) 黃秦菜 因其根深入土中，故易吸收養料，肥料中氮素能左右其產量之多少，然秦菜之爲物，最易耗竭土壤之肥力，氣候和溫而稍帶乾燥，土壤甚厚而具黏性，是爲栽植此項作物最好之條件，以選種方法，而得新品種者甚多，形式有長圓、橢圓等，其之原產地濱海，故具喜吸氫化鹽之特性，施以食鹽，常呈奇效。

(4) 糖秦菜 係由選種所得之品種，富有蔗糖質，約占百分之十八，根重不逾兩磅，最

爲合宜，現在歐美各國，均有茶葉製糖廠之設立，出產糖品大可代替蔗糖，凡溫和氣候，夏季濕潤秋季燥熱，與深厚壤土，富有石灰及氧素不多者，乃栽植糖茶葉最優之境遇也，各種茶葉成分，如錄左分：

種 別	水 分	蛋 白 質	脂 油	炭 水 化 物	纖 維 質	灰 分
大黃茶	89.5	1.3	0.1	6.7	1.0	1.4
中黃茶	88.0	1.2	0.1	8.7	0.9	1.1
小黃茶	86.5	1.1	0.1	10.6	0.8	0.9
糖茶	75.0	1.3	0.1	21.4	1.5	0.7

茶葉中含有草酸極多，不能作爲飼料，因此酸爲害於牲畜，特別如馬與豬爲尤甚，欲減少此毒質，須施散極細碳酸鈣粉末於葉上即可。

(5) 馬鈴薯 地下塊莖者，卽其重要部分也，無論何種氣候都可栽植馬鈴薯，不過其

葉易被嚴霜所摧毀，深厚及排水良好之土壤，富有氧與鉀並無酸性之存在者，乃栽馬鈴薯最優之土壤也，農場肥料，施壅株旁，乾燥氣候時能助保蓄水分，播種馬鈴薯，大都分薯片下插，因其長入土中不深，故須多加養分，其種子與莖葉，含有毒質黃芑精 Solanine，不能作為飼料，馬鈴薯成分頗有上下，全視其所含水分為轉移，茲將其成分附錄如下：

項 別	水 分	蛋 白 質	脂 油	炭 水 化 物	纖 維 質	灰 分
乾馬鈴薯	74.2	2.1	0.1	21.9	0.8	1.1
鮮馬鈴薯	83.0	1.6	0.1	13.9	0.6	0.8

(6) 甘藷 甘藷生長於暖熱之處，係一種旋覆花形植物之塊莖，疏鬆及豐富有機物之土壤，最適甘藷之生長，但一次佈種之後，而能得數年之收穫，常以切片法繁殖之，甘藷長大時，水分與糖質兩者均減，其莖葉時含青酸生糖質，能毒牲畜如豬者，不可作為飼料，茲將

甘藷成分開列於后：

項 別	水 介	蛋 白 質	脂 油	炭 水 化 物	纖 維 質	灰 分
甘藷莖葉	71.1 41.6	1.5 7.6	0.4 2.1	24.7 29.3	1.3 13.6	1.0 5.8

(7) 菊芋 亦是一種塊莖，其成分與馬鈴薯相彷彿，相異者不過澱粉質之不同及水分稍多耳。茲將其平均成分列之如左：

水 分	蛋 白 質	脂 油	炭 水 化 物	纖 維 質	灰 分
79.6	1.5	0.2	16.9	0.7	1.1

此外有一種朝鮮薊 (*Globe artichoke*) 只食其未成熟之花莖。

(8) 胡蘿蔔與防風 有時亦作農作物，並為優良極嫩之飼料，前者生長頗緩，故有被根草擁擠之虞，品種頗多，黃紅胡蘿蔔含染色質極多。

(9) 蘿蔔 屬於十字花科之一種植物，發現品種不少，大部栽植園圃之中，茲將胡蘿蔔防風及蘿蔔之成分，行列如左：

種 別	水 分	蛋 白 質	脂 油	炭水化物	纖 維 質	灰 分
胡 蘿 蔔	87.0	1.2	0.2	9.3	1.3	1.0
防 風	83.2	1.2	0.3	13.0	1.4	1.0
蘿 蔔	86.9	1.9	0.1	8.4	1.6	1.1

### 第三部 飼草作物

此屬植物，種子用途尙少，其最要部分，即莖與葉，包有草類豆類及其他植物。

(1) 牧草作物 此屬作物包括種類甚多，草類居其大多數，化學成分與禾穀類相仿

佛，富有矽鹽、鉀鹽與炭水化物，少石灰與氮素，草類作物根部極淺，須多施肥料，又草地土面多腐爛有機物促進硝化作用，因而損失鈣素，故須施糞骨粉、石灰、鎔滓或其他鈣質肥料，施用氫磷等肥料過多之結果，粗壯草種咸能欣欣向榮，而精細草種反抑壓不長，所得芻草因而質地不良。

(2) 豆科作物 此屬作物，牧場中均有之，如苜蓿、三葉草、紫花苜蓿等，其特徵與平常實食豆科作物相類同，多施石灰，少施氮素質肥料，豆科作物能可勝過草類作物之生長，因其能吸收空中之氮素，其所吸入之石灰，多在莖葉之中，但無矽鹽之發現，其他植物有時亦作飼草者，有黑麥、野豌豆、燕麥等。

## 第九章 家畜之化學

按照化學眼光，視察動物體軀，不過一羣駁雜之化合物耳；其中數種，形極複雜，至今尙難解釋，體軀中有代謝機能所生之無生物，如脂油細胞、角質、骨骼等，滲夾有生物質，曰原形質 Protoplasm，後者飽著水分，含有蛋白質，及少量之炭化水物、脂油，與鹽質，動物體軀中發見之原素，與植物中原素相類同，不過其分量大有出入，如鈉、氯、及氟，於動物中之分量，遠勝過於植物之中，而動植物化學分子，亦頗相同，要可分爲



(1) 無機化合物，包含水分、各種酸質（如鹽酸）及多數鹽質（如磷酸鈣、氟化鈉）。

(2) 有機化合物，包含

(a) 蛋白質，如肌肉、血漿質等。

(b) 銨酸，如尿精、肌肉質等。

(c) 脂油。

(d) 炭水化物，如獸臟粉等。

(e) 其他化合物。

以上數種物質之特性，已於植物化學章中詳論之矣。茲將家畜全軀化學成分列表如下：

種 利	水 分	脂 油	含氮物質	灰 分	胃腸中之積物
積肥牛	63.0	14.8	15.2	3.80	3.17
中肥牛	51.5	19.1	16.6	4.66	8.19
肥牛	45.5	30.1	14.5	39.2	5.98
肥瘦中肥羊	47.8	28.5	12.3	29.4	8.54
瘦中肥羊	57.3	18.7	14.8	31.6	6.00
肥瘦中肥羊	50.2	23.5	14.0	31.7	9.05
瘦中肥羊	43.4	35.6	12.2	28.1	6.09
瘦中肥羊	55.1	22.3	13.7	26.7	5.22
肥瘦中肥羊	41.3	42.2	10.9	16.5	3.97

觀察上表，可知含氮物質，分量最固定，而水分與脂油，互相出入，其中灰分之數量，大都  
要視骨骼對於全軀其餘部分之比例，下列數項，乃動物體軀中之重要部分。

(1) 血液。

(2) 骨骼。

(3) 肌肉。

(4) 連接組織。

(1) 血液。造成血液者，有無色透明之血漿 *Blood plasma*，內含無數之固體紅白血球 *Corpuscles*，血液體內流出，不久即凝血塊，凝成血塊之緩速，要視動物種類與氣溫為轉移，溫度驟降，則凝結延緩，馬血凝結速率較其他動物為低，血液凝塊之時，現有黃色清液，曰血清 *Blood serum*，並紅色固體，曰血塊 *Blood clot*，此兩物分離之原因，造端於血漿中一種蛋白質，曰纖維精 *Fibrinogen* 之凝結，纖維精可由血液凝塊時熱之即得，所以血清與血漿不同之點，血清中無纖維精，與所含鈣鎂及磷量亦較少。

血清者乃具黏性與鹼質反應之流質也，其比重為  $1.028$ ，含有脂油、皂質、胆汁 *Cholesterol*、 $C_{45}H_{91}OH$  胆蠟、*Leithin*、 $C_2H_4(OH)(CH_2)_3N \cdot HPO_4C_3H_5 : (C_{18}H_{35}O)_2$  蛋白質、葡萄糖，並少量之尿精、尿酸、筋肉質、乳酸、及馬尿酸 *Hippuric acid*，茲將人

類與家畜血清成分，錄如下表：

種 別	全部固體物	全部蛋白質	脂油胆鹽鹽類等
人	9.20	7.62	1.59
馬	8.60	7.26	1.34
牛	8.97	7.50	1.47
雞	5.40	3.95	1.45

血清中灰分，(約占百分之〇・八五)大半為食鹽，(約占百分之六至七)並帶少量之鉀鈣及鎂等鹽。

從體軀流出血漿之凝結，上已述及，要視動物種類與所在境遇為轉移，遲緩凝結之境遇者，為溫度之低冷，氮氣之減少，二氯化炭之增多，及酸鹼、蛋白質、糖膠、甘油、或油之加入，促進凝結之境遇者，為溫度之高熱，拌攪之動作，空氣之經過，及少量水分鐵鹽或明礬等之加

入，凝結血塊者，大都纏結於纖維網中之紅白血球也。

紅血球常呈圓而雙面凹形之輪片，惟禽類、兩棲類、魚類動物及哺乳類中數種物，如駱駝等之血球，均呈橢圓而雙面凸形之輪片，血管之大小，要視動物種類為轉移，最大者在於兩棲動物血液之中，人類血球，平均直徑為 $\cdot 007$ 至 $\cdot 008$ ，最厚為 $\cdot 001$ ，較血漿為重，比重為 $1\cdot 09$ ，男人一立方厘米血液含有五百萬血球，女人四百萬血球，若血球施以水、醇精等，則失褪其色澤，僅餘紅血球之基質 *Stroma*，此乃含氧物質，仍呈原球形狀。

血球赤色質 *Haemoglobin* 與氯化血球赤色質 *Oxyhaemoglobin* 造成血液之色澤，血球赤色質要皆為蛋白質（約占百分之九十六）及少量含鐵之色質，曰血色精

*Haemochromogen*（約占百分之四），茲將各種家畜血球赤色質分析如左：

種 別	灰	氮	磷	硫	鐵	氧
狗	53.85	7.32	16.17	0.390	0.430	21.840
馬	54.87	6.97	17.31	0.650	0.470	19.730
牛	54.66	7.25	17.70	0.477	0.400	19.543
猪	54.71	7.38	17.43	0.479	0.399	10.602

血球赤色質之分子量，爲一四〇〇〇，由狗血代表其方程式爲  $C_{636}H_{1023}N_{164}FeS_3O_{81}$ ，具有與氮氣、二氯化炭或氯化氮聯合之能力，一分子赤色質聯合一分子之氮氣，聯合物之固定，與氮氣聯合最堅，而與氯化氮聯合最鬆，氯化血球赤色質，爲血球赤色質氯化所成，結紅色晶體，能溶化水中，呈弱酸性，施以脫氮藥劑，中立氣質，或置於真空之中，氯化血球赤色質，失却氮氣，即變爲血球赤色質，血球赤色質色澤較爲暗紫，易溶化水中，與能吸收空氣中之氮氣，血球赤色質分解時，提去蛋白質部分，即得血色精，色精氯化，變成血球黑褐粉 *Hæm.*

atin  $C_3H_5N_1FeO_5$ ，不溶化於水、酸、醇、或醇精之中，而易溶化於鹼質，近人研出血球黑褐粉成分，與植物葉綠素成分極為相似，功用亦同。

除紅血球外，尚有無色血球，或曰白血球，體較紅血球為輕，形式大小，差異較大，數目不多，與紅血球一同四百之比，為原形質碎片所致成，內含蛋白質、獸臟粉、胆蠟、及膽汁精。

血液對於呼吸作用，為極重要之部分，動物所得之氮氣，全憑血液為之轉運，以維其生活。

呼吸作用者，是將吸入空氣與肺中血流接近透換之謂也。相隔之物者，僅有血管及氣房之薄壁，所以氣房空氣氮素，與血液之二氟化炭，以彌散作用，互相調換，同時肺中空氣，又飽吸水蒸氣，至每分鐘呼吸次數，要視動物，年歲等為轉移，平常成年動物，如馬九至十二次，牛十五至十八次，羊十三至十六次，吸入空氣，與噴出空氣成分相異之點，為（一）消耗氮氣，（二）增加二氟化炭及水蒸氣，但氮氣消耗數量，較二氟化炭增加數量為多，蓋一部分氮氣，

已用於成水、成尿等處，雖由肺中吸收氮氣，但與其易燃物之結合，並不在於肺中，亦不在於血液中，而在於體內之組織，即在該處發生熱度。

(2) 骨骼。骨骼包含大部分土質，滲以一種蛋白質，曰骨膠脂 Ossein，並雜以血管、神經等，而骨髓分部分大概為脂油與蛋白質，骨中有機質與無機質之分量比例，不能一定，要視其中存在血管、神經、骨髓及水分之數量為轉移，用火燒之，骨骼即可失却其重量百分之四十，茲將驟骨平均成分如下：

水	分	五・三四%
有機物質	三七・七七%	
	脂	油
	氮	素
	石	灰
灰	分	五六、八九%
	五	氮化磷
		二一・八六%
		三・九九%
		三二・二八%
		七・六一%



〔二氟化矽 〇・〇九%〕

共 計 一〇〇・〇〇%

以上氧素與灰分，乃一與一四・三之比，驢骨及馬骨成分，亦與上相類同，骨中氧素與灰分之比率，可稱最重要之分別點，以此能知骨膠質對於無機物質之比重，惟其脂油分量不定，因有受意外變動之影響，所剩之無機物質，大都為磷酸鈣，然亦含有碳酸、氟化、氟化等鈣與鎂，茲將人畜骨灰成分列如下表：

種 別	磷 酸 鈣	磷 酸 鎂	炭 酸 氟 化 鈣 氟 化 等 鈣	二 氟 化 炭	氟	氟
人	83.9	1.0	7.6	5.7	0.2	0.2
牛	86.0	1.0	7.3	6.2	0.2	0.3

(3) 脂 油 組 織 脂 油 組 織 為 一 羣 細 胞 所 造 成，其 細 胞 膜 壁 乃 一 種 似 彈 韌 質 *Elastin*

50 之蛋白質，細胞中裝滿脂油，生長時期，呈流質狀態，脂油大部係脂蠟、橄欖、棕櫚及其他脂油酸之甘油燻基鹽，並含少量之游離脂油酸，動植物脂油分子成分，前已述及，均各相同，惟脂油性質各動物或各部分中，均各相異，要視其黏合體及熔度為轉移，如高熔度，脂蠟油為六三度，及棕櫚油為六二度，與低熔度，橄欖油為零度，下五度，相和之分量而異，茲將各家畜脂油、水分及膜衣（如細胞膜壁等）之平均比量，開列如左：

種 別	水 分	膜 衣	脂 油
牛之脂油組織	9.96	1.16	88.88
羊之脂油組織	10.48	1.64	87.88
豬之脂油組織	6.44	1.35	92.21

動物所具脂油，皆由食料之脂油、蛋白質或炭水化合物變化而成，而脂油動物最寶貴之貯積養料，以其含蓄極有精力之養分，凡動物缺乏食糧時，即能利用此蓄積之糧料也。

(4) 肌肉 肌肉纖維含有彈韌質之鞘膜，內裝蛋白質極多，死肌肉中主要蛋白質分子，為肌肉血漿質 Myosin，約占百分之三至十一，溶化於中性鹽液中，凝結度為五六度，肌肉中其他主要蛋白質，為纖維質 Musculin，肌肉基質 Muscle stroma，及血漿質精 Myoglobin，此外尚有含氧肉汁，如筋肉質 Creatine (Methylguanidine acetic acid)  $\text{NH}:\text{C}(\text{NH}_2) \cdot \text{N}(\text{CH}_3) \cdot \text{CH}_2\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$  亞黃花色精 Hypoxanthine  $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_2\text{O}$  黃花色精 xanthine  $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_2$  海鳥糞質 Guanine  $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_3$ ，及尿酸衍化物 Car-nine  $\text{C}_7\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ，以上各物，雖造成商品肉汁主要成分而實非真正食料，惟具影響食物口味與消化之能力。

肌肉尚含心臟筋肉質 Inosite  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O}$  獸臟粉 Glycogen  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$  葡萄糖、及肉乳酸 Sarcolactic acid  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ ，並有脂肪及膽蠟，肌肉中氣質大部分為二氮化炭，並少許之氧氣，關於無機物質，鉀與磷酸占重要地位，其與為鈉、鎂、鈣、鐵、

及鐵，亦有發現，灰分中硫酸鹽，來自蛋白質中之硫素，茲將肌肉大概成分列表左方：

種 別	哺 乳 類 動 物	禽 類 動 物	冷 血 類 動 物
固 體 物 分	21.7—25.5	22.7—6.2	2.00
水	74.5—78.3	71.7—77.3	8.00
肌 肉 血 漿 質 (Myosin)	3.5—10.6	2.98—11.1	2.97—8.7
基 質 (Stroma)	7.8—16.1	8.8—18.4	7.0—12.1
鹼 性 蛋 白 質 (Alkali-albuminate)	2.9—3.0	—	—
筋 肉 質 (Creatine)	0.2	3.4	2.3
心 臟 筋 肉 質 (Inosite)	0.003	—	—
黃 花 色 精 (Xanthine)	0.04—0.07	0.07—0.13	—

獸 臟 粉 (Glycogen)	0.4—0.5	—	0.3—0.5
乳 酸 (Lactic Acid)	0.04—0.07	—	—
並為分量變動之脂油			

活時肌肉，具鹼性反應，但動物死後，變為酸性反應，或為發生肉乳酸之關係，肌肉縮收，因氮化作用加速，產生二氮化炭較多，均由四圍血流運去，其所發生熱量，半為肌肉之運動，半為體溫之維持，熱力之來源，獸臟粉與糖質為其主要原料，凡遇炭水化物不足時，脂油亦在消耗之列，曩昔日以為肌肉運動必增加含氮素廢物，惟今據研究結果，證明不然，因含氮質廢物，大都為尿汗中之尿精。

(5) 連接組織 此屬物質皆為動物體中筋、交節筋、軟骨、皮膚等之主要分子，大都乃產生動物膠質之原料，其最要者有

(a.) 彈鞣質 具不溶化性，含有少許之硫素，或不含硫素，其成分如下：

炭五四・三%，氮七・二%，氧一六・七%，及氫二一・八%。

(b.) 軟骨質 Collagen 具不溶化性，以水久沸之，則產生動物膠質，含有硫素〇・六%，其成分如下：

種 別	炭	氮	氧	氮 與 硫
軟骨質	50.75	6.47	17.86	24.92
動物膠質	50.00	6.50	17.50	26.00

軟骨質分解後，發生蛋白質及糖膠 Glycocol II  $\text{CH}_2(\text{NH}_2)\cdot\text{COOH}$ 。

(c.) 角質 Keratin 角質爲角，蹄，皮，羽，髮，毛，及爪之主要分子，可從各原料中提取之，其成分變動不定，大概與軟骨質相類同，不過多含硫素占百分之五左右，其中一部分硫素

聯合甚鬆，可用鹼質或沸水提取之，角質不溶化於水，醇或醇精之中，惟能溶化於 $150-160^{\circ}\text{C}$ ，熱度及有氣壓之水中。

〔消化作用〕 動物食料，直接吸入而不需消化者極少，食品須先經過化學變化，使其不溶性分子，變成能溶化及能瀰散之物質，然後方被血流轉運而致用於身軀，致起此種之變化，即消化作用也。藉酵素力量，將不溶性複雜炭素化物，析成簡單的能溶化之物質，消化作用之功效，關於機械與化學兩方面，各得其半，最先者為咀嚼動作，用齒與舌將食料嚼碎，同時混以唾液，唾液來自特別腺穴，引入口中，乃一種極淡之溶液，具有弱鹼之反應，據云每年每日約泌一百十二磅之唾液，其中僅含有百分之〇·四至一之固體物，惟於人唾中，有硫酸鉀之發現，平均約占百分之〇·一，氫化、磷酸、與硫酸鹼亦見存在，同時又有一種黏性蛋白質，曰黏液精 Mucin，然最重要者乃唾液中之澱粉酵素，曰唾液酵素 Ptyalin，此種酵素工作最速，約在溫度 $30^{\circ}\text{C}$ ，而迄至 $65^{\circ}\text{C}$ 或 $70^{\circ}\text{C}$ 時，則完全銷滅，即其功用亦與植物澱粉酵

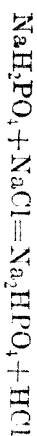
素相類同。先將澱粉變成能溶性澱粉，次成糊精，終成麥芽糖，由澱粉食料變為糖質，在於口中，不過其作用開始，故尙未到終畢之期，繼之食物咽入胃中，但反芻動物，不僅具一胃，能將未嚼碎食物仍歸返口中，再嚼之，再咽下，胃中發生胃液 Gastric juice 即與食物相接觸，胃液者乃由胃分泌一種無色或帶黃色之流質也，含有遊離鹽酸、氫化鈣、氫化鎂，及鹼質等。而其最重要者為胃液酵素 Pepsin，具有分解蛋白質變成蛋白糖 Albumoses 及胃液化蛋白質 Peptones 之能力，使其易於溶化及瀰散，再有凝結酵素 Pennot 凝結酪質 Casein 此項純粹酵素至今尙未用法取得，大約其存在於酵素細菌 Zymogens 之中，此物施以酸質，方能產生真正酵素，茲應各種動物胃液生成成分，列如下表：

成分	人之胃液	狗之胃液	羊之胃液
水分	99.44	97.30	98.62
固體物	0.56	2.70	1.38



機物	0.32	1.71	0.41
鹽	0.15	0.25	0.44
鈣	0.01	0.06	0.01
鉀	0.06	0.11	0.15
磷酸	0.02	0.31	0.12
鐵	0.01	0.20	0.20

如何鹼性血液能泌有游離鹽酸之胃液，至今尚未十分明瞭，然按 *Maly* 氏之學說，以爲血液中之二氯化炭，藉經磷酸鹽，能釋放氫化鹽中之極少之鹽酸，其化學反應程式如下：



所成之鹽酸，由血液中瀰散至胃液中，與胃液酵素相結合。

胃液酵素如同其他酵素，乃一種含氧素物質，沸之則歸銷滅，但在乾燥境遇，雖熱至一百度，仍不失其活動能力，在於酸性溶液中，能分解蛋白質變爲胃化蛋白質及蛋白質，最適

合其動作之溶液，須含有百分之〇・二之鹽酸，蛋白質首先膨脹，繼變透明狀，終則分解，熱血動物中胃液酵素之動作，最盛時在於四十度，而在三度以下，則停止進行，由口咽下之食物，被胃壁之運動，並被胃液之混和，搓成糊狀塊團，曰乳糜塊 Chyme，然後乳糜塊即過入腸部，食物中蛋白質經胃液分解，乃為胃中重要化學變化，其餘如脂肪之溶化，脂肪組織中之細胞膜壁之除去，純為物理性變化，胃中又有少許澱粉，經水化作用，變成糖質與乳酸，腸腺之分泌物，具有強性鹼質反應，如此能中和乳糜塊中之酸性，並具轉化蔗糖與麥芽糖之能力，最後臟肝之分泌物，亦與乳糜塊相接觸。

碎液 Pancreatic juice 乃一種黏性有鹼質反應之流質，含有蛋白質、脂肪、皂質、碳酸鹼質、磷酸鹼質、石灰、鎂鹽及鐵質等，具有三種酵素，為其主要分子：（一）澱粉酵素，（二）脂肪酵素，（三）蛋白質酵素，臟液成分，常在變動之列，就以固體物總量而論，有自百分之一・五至百分至十一・五者，脾液中之固體物重，馬有〇・九至一・八%，羊有一・四至三・

七%，免有一·一至二。六%，人有二·四%，其灰分大都為食鹽，約占百分之〇·六至〇·八，茲將其最重要分子，即酵素，說明如左：

(1) 胰液澱粉酵素 *Pancreatic diastase or amyllopsin* 此素與唾液酵素相彷彿，但其顯明分別之特徵，其對於澱粉之動作，較之唾液酵素更為有力，能分解生澱粉變成糊精與麥芽糖。

(2) 脂油酵素 *Fat-splitting enzyme, steapsin, or lipase* 此種酵素具能水化脂油，（分解為甘油及游離脂油酸，脂油酸與鹼質溶液相遇，變成皂質）同時化為乳劑，雖其水化作用，僅能影響一小部之脂油，而其乳化作用，能改變全部存在之油分，第一作用所產之皂質，協助第二作用乳化之速成。

(3) 蛋白質酵素 *Proteolytic enzyme, trypsin* 此素動作如胃液酵素，分解蛋白質，但其與胃液酵素不同者，其最適宜之動作，在於鹼質體液之中，對於分解蛋白質，特如

纖維質及彈韌質動作較速。

「腸中之變化」上已述及，腸中分泌物，具有鹼性反應，細菌因此能得生長於其間，食物經過防腐性胃液之後，常見細菌迅速繁殖，細菌動作，致起各種腐爛之變化，炭水化物旋起發酵作用而變成乳酸，再細胞膜質，亦分解為二氯化炭與沼氣，其中酪酸及游離氫氣亦有發現，反芻動物經受此種變化，發此沼氣量更多，例如牛中每日能出沼氣七百升 Liter，其他細菌致使脂油水化分解為甘松酸 Valeric acid  $C_5H_9COOH$  或異性酪酸 Isobutyric acid  $C_4H_7COOH = CH(CH_3)COOH$ ，再有分解蛋白質之細菌，產生脂油酸及鹽酸，並生芳香族中之物質，特別如鹼基質、糞質、陳乾酪質及氫氯化輪質，略述如下：

(1) 鹼基質 Indole  $C_8H_7N$   $\begin{matrix} \text{CH} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{N} \quad \text{H} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH} \end{matrix}$  為結晶體，熔度為五二度，溶化熱水中，極易溶化於醇或醇精，具有特臭，為弱性鹽基，尋常與糞質聯合存在於糞中，施以硝酸，則呈顯明紅色之沈澱。

(e) 糞質 Skatole, methyl indole  $C_6H_4 \begin{matrix} \diagup C(CH_3) \\ \diagdown N \end{matrix} \begin{matrix} \diagdown CH \\ \diagup H \end{matrix}$  亦為結晶體，熔度為九五度，稍溶於水，易溶於醇或醇精，一如醃基質，熱之即揮發，具有難堪之糞臭，施以硝酸，則成白色之沈澱。

(e) 氫氮代輪質 Phenol  $C_6H_5OH$  及正木油質 Paracresol  $C_6H_4(CH_3)CH_3$  亦在糞中發現，而為腸中細菌工作之結果。

〔膽汁〕 膽汁者肝中分泌與排泄之物也，繼續流入腸中，然其轉運之遲速，要視境遇為轉移，膽汁尋常聚積於膽囊之中，大多數動物均有膽囊，肝中含有獸臟粉 Glycogen  $C_6H_{10}O_5$  獸臟粉者，一種貯藏養分之物質也，其在肝中之分量，無有一定，大概平常占百分之一至四，若於飽食富有澱粉質養料後，其量可增到百分之十至十二，然於飢餓時，則又完全消耗，其為無味不結晶之白粉，肉食動物中之胆汁為紅黃色，草食動物中為綠色，其弱鹼性反應，及有苦味，膽囊中之膽汁較肝中為濃厚，含有膽汁酸所化合之鉀鹽，與鈉鹽，粘液精，

胆汁色素、胆蠟、膽汁精脂油、皂質、及無機物質、膽汁酸氣大都為甘膽酸 Glycocholic acid  $C_{26}H_{43}NO_6$  及牛膽酸 Taurocholic acid  $C_{26}H_{45}NO_7S$  所組成、以上均是一價的酸、加以強硫酸及蔗糖、發生顯明色澤之反應、首為櫻紅色、次為暗紅色、終成紫色、其酸及其所成鉀鹽、咸具苦味、其溶液又具能溶皂質、胆蠟及胆汁精之能力。

胆汁色素大都為膽汁紅色素 Bilirubin  $C_{32}H_{38}N_4O_6$  及膽汁綠色素 Biliverdin  $C_{22}H_{30}N_4O_6$  所致成、其來源出於血球黑褐粉、惟不含鐵質、膽汁紅色素係紅黃色、不溶化水中、但溶化於醇、迷蒙精或鹼質之中、登現此素、在於膽汁、或與鈣聯合、發現於膽囊石中、暴露空氣、其於鹼性溶液中、能吸收氮素、變成膽汁綠色素、膽汁綠色素乃一種不結晶綠色物質、不溶化水中、但溶化於醇及鹼質膽汁、鳥卵壳及有時膽囊石等中均含有之、其他色素如膽汁紫色素 Bilipurpurin,  $C_{22}H_{30}N_4O_6$  亦有見之。

膽汁無機物質大都為鉀、鈉、鈣、鎂、鐵、及少許銅與鋅、磷酸鹽及氫化鹽亦有存在、膽汁對

於脂油之消化，具有重要之功用，倘使食道中無有膽汁存在，則所出之糞色澤較淡，腐爛更甚，脂油極多，又與胰液等，致脂油起乳化作用，因其具防腐性質，故能節制腸中之腐爛作用，並可作為瀉藥，大半膽汁被腸部所吸，糞中僅含其他一小部分。

〔糞尿〕動物糞尿含有未曾消化之食料，食道細菌及酵素所分解之物質，消化所用之液汁，與腸壁之黏質及膜，此外尚有少量脂油、膽汁精、及脂油酸鈣鹽與鎂鹽等，其特別臭味為糞質、鹼基質，或其衍化物質存在所致者，然有時存在之硫化氫、鹼精、醃酸，及其他揮發氣質亦能致成之。

〔消化食物之吸收〕凡水分及無機化各物如食鹽者，均能將原物吸入，不必另需變化，而其他物質，須有變化，方可吸入，口部與胃管，不生吸收作用，然其作用始於胃部，大都畢於腸部，此非但屬於一種物理性之瀰散，而且關於重要之化學變化，生活細胞與食物相遇，具有選擇之能力，吸收所需之物料。

(1) 碳水化合物之吸收 能吸收者，全爲葡萄糖一種，故凡複雜碳水化合物食料，須經唾、腸等液中酵素分解之，而後可吸收，前已詳論之矣，分解中一部分由血液轉運各處組織，其他一部分成爲獸臟粉，貯藏於肝中。

(2) 脂油之吸收 除食物中一小部分脂油鹼化之外，大部分脂油使之乳化，由腸內乳糜管吸入之，如何極小油球經過腸壁，現尙未見明晰，倣使動物飼以脂油酸，而乳糜管則滿充脂油，於此可見，其中所需之甘油，必由其他食物中所得，及其脂油必由此而合成。

(3) 蛋白質之吸收 能溶化之蛋白質，能被吸收而不需變化，然而尋常蛋白質須藉以胃液酵素或膽汁蛋白質酵素之力，分解爲胃化蛋白質及蛋白質，而後可以收入之，然有一事須注意者，血液中無有胃化蛋白質之存在，即將胃化蛋白質注射血流之中，則起毒質之效果，故皮膜細胞在吸收之時，必將胃化蛋白質與蛋白質糖歸還爲原來之蛋白質也無疑。食道之長短，要視動物之種類，大概肉食動物中較短，而草食動物中較長，茲將各家畜



腸部之長度及其胃部容積與胃腸容積之百分比率，列如下表：

	腸部之長度(呎)	胃部容積之比率(百分率)
馬	89	8.5
牛	187	71.0
羊	107	67.0
豬	77	29.0

〔尿溺〕動物體軀排泄物中之最要者，即小便是也；因其含有氧質廢物、水分、及能溶性之礦物質，均自食料或組織毀謝而來，便溺為內腎向血液提取而成，中含多數蛋白質、脂油、黃花色精、尿精、尿酸、獸臟粉、分解蛋白質、心臟筋肉質、牛膽精及尿鹼 Cystine，尿溺之成分，要視動物種類、糧食、工作、飲水分量及其他境遇而不同，肉食動物與人類之小便，常呈酸性，但草食動物之小便，常呈中性或鹼性，其比重亦不一定，人尿比重為一・〇〇二至一・

○四○使溺中最要分子爲尿精 Urea or Carbamide  $\text{CO}(\text{HN}_2)_2$  肉食動物尿中之尿

精量較草食動物中爲多，尿酸 Uric acid  $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$  or  $\text{CO} \begin{array}{l} \diagup \text{NH} \cdot \text{CO} \\ \text{C} \cdot \text{NH} \\ \diagdown \text{NH} \cdot \text{C} \cdot \text{NH} \end{array} \text{CO}$  最多

發現於鳥類與蛇類動物之排泄物中，人尿中亦有之，最少在於草食動物，尿酸係兩價酸質，其酸與鹽均難溶化水中，馬尿酸 Hippuric acid  $\text{C}_9\text{H}_9\text{CO} \cdot \text{NH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$ ，發現草食動物尿中，約占百分之二，而於人尿及肉食動物尿中亦有之，其在人尿者，約占百分之○五。此外草食動物尿中尚有各種輪質 Benzene 衍化物之發現。

農藝化學

## 第十章 農業上用之雜品

本章略論農業上應用之雜品，關於其化學方面之着想，並旁及如何用法，與如何配法，因所述物品種類過多，且其性質又太駁雜，實難分門別類，只可按照字母排列而立論，凡遇章中相同之處，僅標題目，不再詳述，以免重複。

亞砷化砒 *Arsenious oxide, As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*，此物具有三體狀，（一）不結晶體或如玻璃質形狀，（二）結八面柱晶，（三）結三面柱晶，尋常白砒均是玻璃質粉末，但有進入八面柱晶體之

傾向，玻璃狀比重爲三·七，八面柱晶狀比重爲四·〇，其在水中之溶化率，要視境遇爲轉移，在溫度十五度，用水久攪之，一百分水中可溶〇·二八份之結晶狀，或可溶〇·九二份之玻璃狀。若於一百度溫度之飽和溶液，冷卻至十五度，一百份水中有二·一八份之結晶狀，或有三·三三三份之玻璃狀，亞氟化砒易溶化於苛性鹼液或碳酸鹼液之中，成爲亞砒酸鹽，亞砒酸與其化合物，對於動植物爲強性之毒藥，但其對於微生物反無毒害，甚至數種黴菌有竟可生長於多量砒質之中，發放砒化氫素，當爲一種極顯明試砒之方法，如將青黴 *Penicillium brevicaulis* 加入試驗物質中，若有蒜味發現，即有此物，運用此法能試明五百分之一釐 (mg) 之砒量。

設溶液中含有百分之〇·〇〇〇二亞砒酸，即可殺死植物，惟砒酸與砒酸鹽（五氟化砒化合物）爲害較少，蓋植物能可生長於含有砒酸百分之〇·〇二溶液中，亞養化砒有時作爲神經補劑，日習服食小量劑藥，能可養成增服砒質，即其量較平常致死命者爲大。

亦不生危險，雖然，常服砒藥者，內部組織終生不良之效果，家畜食服少量砒質，能致其皮膚肥大與光滑，然不聞此術之農工，私自給食馬牛，而毒斃者，時有所聞，亞氯化砒可用於浸漬家羊，以治腳爛病 *Foot-rot* 及滅蟲患。

砒質化合物又可用於殺蝗虫，至蝗虫成大能飛之時，驅除問題，頗難解決，然於未曾成大蝗虫，則易於處置，未成大之蝗虫，俗名曰蝻，蝻羣所過，植物為毀，最有效驗驅除方法，將蝻羣前植物，噴射以糖與亞砒鈉之溶液，其配合分量對於幼蝻，用一磅亞砒酸鈉，二磅糖，及十六加侖水（一加侖合中國四·五四六公升），對於大蝻，用一磅亞砒酸鈉，一磅糖，及八加侖水，以此方法可殺成千蠶萬之蝻羣，植物射以砒液，若不被蝻所食，亦即枯死，須俟雨後，方可放牧，以免牲畜毒斃危險，於熱帶地方，砒質又作為殺死白蟻之用，另有一種特製機械，內置九份亞氯化砒，和以一份硫磺，燒以木料或骸炭而熱之，則生氣質，用抽氣器及皮管打入地下之蟻穴，白蟻遇之，均為窒死，若不遇着者，後來飲食穴中積糧，亦為毒斃。

再於熱帶地，牛羊以扁蟲傳染疾病極廣，故須用砒質溶液浸漬之，其溶液須含有能溶性之亞氟化砒，百分之〇・二至〇・三，方生效力，黑油、肥皂、蘆薈汁及其他物質加入浸漬液中，大都對於驅除扁蟲，無能為力，不過能致流質失味，以免牛羊飲之而致命，動物浸漬太濃溶液中，或工作後即浸入之，皮膚吸收砒質，亦能致毒，家羊受此毒害較牛馬為易，茲將有效驗浸漬溶液，配方如下：

亞砒酸鈉

五磅

蘆薈汁

十二英兩

軟肥皂

五磅

水

一百加倫

若浸漬長毛家羊，則須將其肥皂量除去，亞砒酸鈉，假用種種商業名稱，亦用為殺除野草，特別如銷滅有刺仙人掌。

漂白粉 Bleaching Powder-chloride of Lime  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ，可作為消毒劑用途，因其所發放之次亞氯酸 Hypochlorous acid  $\text{HClO}$ ，乃是一種強性氯化氣質，故遇可腐爛物質及微生物均能摧毀殆盡，漂白粉置放空中，吸收二氯化炭，發放次亞氯酸，其反應程式如下：



若將漂白粉施以稀酸，收效更為速烈，因其能發放氯氣，可見下列方式：



氯氣者，最有效力之消毒劑也，即有空氣沖淡之，亦能速毀微生物之存在，然其對於孢子效力，一如其他消毒劑，不若對於微生物效力為大，氯氣須占空氣容量百分之〇・五，方有效驗，據此計算，須用三磅漂白粉，能消毒一千立方呎之容積，然尋常用量，約及此數之半，凡牲房發生豬瘟或豬熱病之後，若用以氯氣熏清之，乃為一種良好消毒之方法。



其他次亞氯酸鹽 Hypo chlorite 亦能用作消毒劑，如將海水電化，所得流質，即可消毒溝渠，因在海水電化時，發生次亞氯酸鎂，存留其中也。

銅鹽 Copper Salts 能溶性銅鹽，對於植物，是為最毒物質，倘使一百分水中含有 0.005 五份硫酸銅，足能摧毀麥苗之生長，其他如溴化銅、氫化銅、或硝酸銅之分量，亦與硫酸銅相彷彿，而具殺死苗秧之能力，但不溶性銅質化合物，非惟無害，而且常被植物所吸收，再菜豆能在於含有氯化銅之營養液中生長，反呈較良之現象，但土壤中銅鹽分量太多，亦不相宜，因其不溶性者受氯化作用而變成能溶性，可以為害作物。

銅鹽於農業上主要用途，亦是為殺菌劑，硫酸銅者商品中最要之銅鹽也，呈結晶體，又名曰膽礬，其分子式為  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，比重為 1.18，每百份水，在溫度十度，能溶化三十七份結晶硫酸銅，在溫度二十度能溶化四十二.三份結晶硫酸銅，不溶化於醇，但稍能溶化於甘油。

硫酸銅可用於浸漬麥粒，以防黑穗病、葉銹病及腥黑穗病之傳染，其配合方法，二磅硫酸銅晶，溶於九公升水，播麥前一日，將麥粒入此配合溶液拌攪之，乾後每麥粒均包有薄層銅鹽，即可除滅菌類孢子，迄於播種之後，發芽之前，此能溶性之銅鹽，已變為不溶性，因硫酸銅與土中分子如碳酸鈣之交作，故不發生毒殺麥秧之危險，設土中無有此種互相交作，造成不溶性物質，則麥秧難免立見受害，另有配劑方法，一磅硫酸銅，溶化於一百公升水中，將麥種子浸入此液約十二小時，取出再浸入石灰水約五分鐘即可。

硫酸銅又可用於噴射植物，防除菌性疾病，尋常溶液含有硫酸銅百分之〇·五，夠足此途之用量，溶液較濃，恐有損傷數種植葉之虞。

更有施用硫酸銅於他途者，如硫酸銅亦可作為滅草劑也，大麥中之十字花科野草，幼少時，噴射以百分之三，此鹽溶液，若於乾燥晴天舉行之，皆即枯死，惟於大麥并無妨礙，仍能欣欣向榮，其故安在，今有二證焉：（一）十字花科植物中含有硫化或硫酸化有機鹽，與銅相

觸，則致毒害。(二)十字花科植物葉中細胞膜壁較薄，與銅鹽相遇，滲透作用關係，即呈萎縮現象，生活停頓而枯死矣。以上二說，後者較確，因已經數三學者之證實也。

氫氧比銅( $\text{Cu}(\text{OH})_2$ )亦用爲葡萄馬鈴薯及他果樹之殺菌劑，即現在盛行之鮑爾多劑 Bordeaux mixture 中，是將石灰加入硫酸銅溶液所製成，其配合分量，各有上下，大概用水四百公升硫酸銅自十二磅至三十磅，生石灰自八磅至二十磅，石灰須先用水分解，成爲乳狀，然後倒入硫酸銅溶液，并時時拌攪之，再其中石灰分量頗多，以免能溶性銅質化合物之發現，致侵蝕植物之葉面，試驗能溶性銅質化合物之有無，可用光亮小刀片，浸入配成藥劑中，若刀片不呈銅質，即示無有此物，或吹口氣於藥劑水面，若有碳酸鈣薄膜之發現，即無此物，其對於殺菌效力之原因，最近發明者，爲其固體銅質化合物，直接毀滅葉面之菌絲，並不藉諸空中二氯化炭作用，在沈澱鹼鹽中，釋放能溶性銅質化合物也。

其他當作殺菌劑之銅質化合物有三：

(1) 硫酸銻銅 Ammonio-copper Sulphate,  $\text{CaSO}_4 \cdot 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 以多量礮精水, 加入硫酸銅溶液而成, 尋常配合量爲五磅膽礮, 四公升濃礮精水, 及四百公升水。

(1) 炭酸銻銅 Ammoniacal copper carbonate, 以炭酸銅溶化於礮精水或於炭酸銻溶液中而成, 尋常配合量爲八兩炭酸銅, 三公升濃礮精水, 四公百升水。

(二) 硫酸銅與硫酸粉, 取膽礮與和氣石灰分量各半, 混以二十倍重量硫磺粉而成。

硫酸銅及硫酸銻銅均可用於獸醫中之收斂劑, 再五%硫酸銅溶液, 能作消毒劑, 牛廬後, 牛棚中最好洒以此種溶液消毒之, 但是費用稍大。

消毒劑 Disinfectants 真正消毒劑者, 能毀滅致腐, 或致病細菌及其孢子之物質

也, 而防腐劑 Antiseptics 者, 僅能阻礙其生長, 或不能毀滅其存在之物質也。除臭劑 Deodoriser 者, 能除去或吸入腐爛穢氣之物質也, 消毒劑對於撲滅細菌, 功用甚多, 茲將分類

說明如左:

(一) 游離酸質或具酸質反應之鹽類，能妨礙大多數細菌之生長。

(二) 數種重金屬，如汞、銅等，之能溶性鹽類，能沈澱蛋白質，所以亦能沈澱細菌原形質。

(三) 細菌食料與重金屬或炭相聯合，變為不溶性，細菌不能吸收，因而餓斃。

(四) 具氯化能力之物質，如氯、臭氯、過氯化氫、及過錳酸鹽，以氯化作用，殺死細菌，並毀

壞其食料，乃為最有效力之消毒劑。

(五) 具脫氯能力之物質，如亞硫酸鹽及第一鐵鹽，能除去氯氣，因此毀滅有氯氣方能生活之細菌。

(六) 數種能還原金屬鹽類，如金銀鹽等，一經細菌吸入，金屬即存留於其組織中，積存分量過多，細菌因此致斃。

(七) 尚有對於細菌生理上發生障礙之物質者，如硼酸、硼酸鹽、及芳香族中之化合物。用為消毒方面之品物，種類甚多，且又時時增添，茲撮重要者，略敘如左：

(1) 氫氣 游離氫氣、次亞氫酸、及鹽酸，皆可用之。

(2) 溴與碘 前者好在流質，而其價極廉，能應實用，後者因為固體，為用較難，且價太高，不能普及，兩者如用氫氣然，最好夾有水分，以便應用，然三氫化碘  $IO_3$  亦可用得。

(3) 氫氟酸 氫氟酸  $HF$ 、氫氟矽酸  $H_2SiF_6$ 、及矽氟化鹽，均為極佳之防腐劑。

(4) 氟氣 氟氣乃是天然消毒劑，氟氣之流通，能毀滅多數細菌，混以腐爛有機物質之江水，吸收空中氟氣，可以清潔江水自身而不藉他力，惟其作用極緩，乃其缺點。

(5) 臭氟 臭氟  $O_3$  為氟之同素體，有強氟化性，可作為消毒之用。

(6) 過氟化氫 過氟化氫 Hydrogen peroxide  $H_2O_2$  是為一種最優消毒劑，並為具有效力之殺菌劑，但不影響於酵素，當松節油及水分與空氣相接觸時，即能發生過氟化氫，利用之，可以製造消毒之劑也。

(7) 二氟化硫 二氟化硫  $SO_2$  氣質，可為有效力之消毒劑與除臭劑，著名久矣。但

其性毒，吸入肺中甚悶，空氣中含有此氣百分之五者，能致傷生命，尋常製造此氣方法，用硫磺燃燒於空氣中，將硫磺放入圓桶內，中插燭心一條而燒之，或將硫磺放於金屬碟中，加入易然性二硫化炭，即燒刻之，大概每間房屋，用一磅半硫磺，致空氣中可以含有二氯化硫百分之二，成每立方呎 Cubic meter 容積，燒硫磺二十盞至三十盞，能得同量二氯化硫成分於空氣中。

(8) 二硫化炭 二硫化炭  $CS_2$  者，揮發極大，燃燒極易之硫質也。具有可憎臭味，且對於動物及微生物皆能致毒，燃燒之，發生二氯化炭及二氯化硫兩種氣質。

(9) 錳酸鈉與過錳酸鈉 此兩者  $Na_2MnO_4$  及  $KMnO_4$  均為強氯化性之物質，不具揮發性，須與他物質接觸，方能進行氯化作用，但於能氯化物質，如亞硝酸鹽、第一鐵鹽，及有機物質氯化後，方能影響於細菌。

(10) 氟化鋅 氟化鋅  $ZnCl_2$  乃一種強力消毒劑，具潮解性與苛性，白色固體，易溶水

中，溶液中含有氫化銻百份之五十，可成著名之消毒液，但於外科中用作防腐劑者，溶液須淡。

(11) 石炭酸 石炭酸  $C_6H_5OH$  及木油質 Cresol  $C_6H_4(CH_3) \cdot OH$  久以當作防腐劑及消毒劑之用，此物可由煤黑油或木黑油蒸溜而得之，大部能潮解，濃時具苛性及有毒，不易溶化水中，與鹼質成爲石炭酸鹽類，溶化水中較易，能被酸質所分解，發放石炭酸，多數消毒粉，含有石灰鎂鹽或矽鹽，並含有百分之十五之石炭酸，但此粉暴露空中，漸漸消失，其中之石炭酸，純粹石炭酸爲無色結晶體，熔度爲四一，沸度爲一八二，遇水少許，即變流質，成爲此酸之水化物，但僅能溶化於十五倍重之水中爲止，石炭酸實乃一種防腐劑，其對於消毒功用，現今尙有疑義，因見數種致病細菌，具有抵抗此酸之事實，如腸熱病菌竟利用其能於此酸中之生長，而可與其他細菌分離之也，然石炭酸亦是一種植物毒劑，能阻礙種子發芽，故有時用爲毒殺野草劑。



(12) 人造木油 人造木油 Creosote 乃木油質，氫氯化八碳輪質 Xylenol  $C_8H_{10}$  ( $CH_3$ )<sub>2</sub>OH 及其他輪質族中較易化合物之混雜物，並含石炭酸百之一或二，新鮮無有色澤，而後變黑，具有防腐能力，較石炭酸為優，或可作為保全材木之用途。

(13) 木油皂汁 木油皂汁 Lysol 內含木油質與脂油之混合物，曾以鉀鹽鹼化之，溶化水中，乃為一種極好之防腐劑。

(14) 木油 木油 Wood Creosote 作為消毒劑，較從煤黑油中所得者為烈，除木油質及石炭酸外，尚含有硬木樹脂質 Guaiacol,  $C_8H_8$  ( $OCH_3$ ) OH 及桉木油質 Creosol,  $C_8H_8$  ( $CH_3$ ) ( $OCH_3$ ) OH 木油對於動植物為最毒之物。

(15) 福馬林 福馬林 Formalin 商品，乃一炭間質 Formaldehyde  $H_2CO$  溶化於水中即得，尋常溶液含有一炭間質占百分之四十，及帶少許蟻酸，除非於密封瓶中，方能保持其不變，若暴露空中，即由氣質消散矣，一炭間質為最強防腐劑及消毒劑之一種，一萬份

之一或二萬份之一之溶液，能阻礙細菌之生長，在百分之一之溶液，能殺盡一切細菌，一炭間質又可為殺菌劑及殺草劑，千分之一之溶液浸漬作物子實，如黑麥、小麥、燕麥、大麥、苜蓿及羽扇豆，約一小時，能殺盡黑穗病菌孢子，而不損傷子實之發芽力，福馬林曾用以保存牛乳、牛油等食品，因其與蛋白質聯合，且具一種限制酵素發達之能力，但今此法認為不法也。

殺菌劑 殺菌劑 *Fungicides* 大部為殺草毒劑，但以調製方法不同，或將溶液沖淡，

可作為殺菌劑，而不傷害較高等植物，其重要者，有

(一) 銅鹽 見前

(二) 硫酸第一鐵 見後

(三) 氰化汞 美國此物用以毀滅小麥之腥黑穗病 *Stinking smut*，即將種子拌以此物百分之〇·二溶液，配合法：一磅氰化汞，溶化於二百公升水中。

(四) 福馬林 見前，此物用以防除小麥腥黑穗病或燕麥之黑穗病，配合法，一磅福馬

林溶液於二石半水中，可含一炭間質百分之〇・八，將種子浸入此液約二小時。

(五) 硫化鉀 尋常所用者為硫肝 Liver of sulphur  $K_2S_2$  也，褐色塊狀，此物在美國用以防除燕麥黑穗病，百分之〇・六溶液浸二十四小時，配合法・一磅半硫化鉀溶化一石水中，百分之二溶液，浸二小時。

(六) 熱水利用熱水，亦可殺死種子上之菌類孢子，其進行方法，將種子倒入五十六溫度熱水中，拌攪之，使種子各個着濕，以防小麥腥黑穗病，或燕麥黑穗病者，浸漬十分鐘已足，若以前曾用冷水浸過三四小時者，浸漬熱水中，五分鐘已足，但對於大麥黑穗病，熱水溫度，不能過於五四・五度，據云熱水浸過種子，其收成竟較無病者為優。

(七) 硫磺 硫磺粉用以防除霉病 Mildew，常以硫氣，即硫磺熱之所發者，用作薰清房屋溫室等，但硫磺不宜燃燒之，硫磺粉與石灰混和之，亦可用於防除霉病。

殺蟲劑 欲選擇殺虫品物，須先分明昆虫之特狀，是否屬於嚼食昆虫，嚼破植物之莖

葉，或屬於吮食昆蟲，吮吸植物之液汁，對付前者，各種強性藥劑，若不損傷植物均能撒於莖葉之上，極有效驗，對付後者，各種藥劑與昆蟲自身直接發生關係而毒斃之，如侵蝕昆蟲身體，或毀壞其呼吸氣管。

(一)食毒 食物毒質 Food poisons 大都係砒質化合物，其最適用者，有(1)巴黎綠 Paris Green, copper aceto-arsenate( $\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$ ) (2)倫敦紫 London purple, 大都為亞砒酸鈣及染色料，(3)亞砒酸銅  $\text{Cu}_2\text{HAsO}_4$  (4)砒酸鋁，用時將砒酸鈉與醋酸鋁混和而成，游離亞氟化砒  $\text{As}_2\text{O}_3$  不適實用，因其能侵蝕植葉，砒鹽溶化度愈低，而毀壞植物愈少，茲將砒鹽溶化度，由最低至最高，排列次序如下，砒酸鋁、亞砒酸銅、巴黎綠與倫敦紫，最好用法，以水拌和噴射之，但亦有應用於乾性者，用時是否與麵粉夾和，或單獨施用，要視驅除方法為轉移，有時與糖及麥麵相和，作為毒質誘餌，至於噴射配合法，尋常得一千份或二千份水和一份砒品，即可應用，有云加入石灰，能減少砒質化合

物對於葉面之侵蝕性。

(二) 觸毒 接觸毒藥 Contact poisons, 爲驅除吮食昆蟲之用, 其與食物毒藥性質不同, 此屬之藥品, 有左列數種:

(1) 肥皂 各種肥皂, 均可應用, 其中最優者爲軟皂, 卽鉀皂, 和以五倍至二十倍之水, 頗有效驗。

(2) 除虫菊粉 將除虫菊 *Pyrethrum* 花研末, 應用亦頗有效。

(3) 硫磺華 游離硫磺華亦可用爲接觸毒藥, 但將硫磺放入石灰水或苛性鈉液中煮之, 所得硫化鈣或硫化鈉溶液, 用作驅除吮食昆蟲, 甚有效力。

(4) 石灰硫磺浸漬液 將極細硫磺粉, 與石灰及水煮之, 所成溶液, 用以浸漬家羊之癩瘡。

(5) 煤油 其法有單獨施用者, 有與他物相和者, 最好與皂水相和成爲乳化劑, 其配

合法，八升煤油，四升水，半磅鯨油皂，或四升酸乳，用唧筒打成乳狀，施用時沖以十五倍至二十倍水，以噴射器噴射之。

〔薰清〕薰清法所用之藥品，擇其重要者略述如左：

(1) 煙氣 煙草之氣，常用以薰清溫室，驅除虫患。

(2) 氰青酸 氰青酸 *Hydrocyanic acid* 氣，用以薰清果樹極廣，先將果樹罩以不透氣之油布，用硫酸倒入青化鉀，即發放氰青酸氣，歷時三四十分鐘，即可揭開，用量一磅至一磅半青化鉀，所發放氰青酸氣，可薰清一百立方呎之容積，青化鉀加入其三倍重量硫酸時，立刻密閉單布，以免其氣之飛散，且此氣極毒，不宜吸入。

(3) 二硫化炭 二硫化炭可以薰殺多數害蟲，其氣較空氣為重，所以能向下瀰散，欲薰小樹或種子，將二硫化炭液倒入箱內碟中，熏一晝夜即可，或欲薰他中昆蟲及其蛹卵，可在地上掘一七八寸深小穴，倒入數兩二硫化炭液，其氣即可在土中瀰散，毀滅虫蛹，但須注

意者，此氣具有易燃性，須遠火燭，以免肇災。

硫酸鐵 硫酸鐵或曰綠礬  $\text{Green vitriol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  是從稀酸加於廢鐵而成，或以白鐵礦  $\text{Marcasite FeS}_2$  從潮濕空氣氯化而成，或以製造礬石之廢棄物，結晶體，淡綠色，暴露乾燥空氣中，氯化為硫酸第二鐵及水化第二鐵，能溶化水中，但不溶化醇中，硫酸鐵在農業上用為殺菌劑、消毒劑，或為獸醫中藥品，近時用為毒殺十字花科野草，其溶液為百分之十至十五，噴射之最有效驗，若加入硫酸百分之一，防除葡萄病頗有成效，因菌絲膜薄，最易感受其作用而死。

氯化汞 氯化汞  $\text{HgCl}_2$  乃為馳名之毒藥，亦為最良消毒劑之一種，尋常不揮發，以其流質施用之，可與實物相接觸，溶液含有萬份之一，足夠滅殺細菌，其與蛋白質相遇，常成不溶性之化合物，綠化汞乃一種重晶體，能溶化水中，且能溶化醇或甘油中，密度為二三八度，揮發度為三〇三度，其氣極毒，千分之一至萬分之一溶液，可以用作防腐劑，碘化汞及青化

汞亦可爲消毒用，汞鹽及汞氣，對於植物，爲極毒之品，雖在尋常溫度，亦能發放充足氣，滅毀多種植物。

殺草劑 殺草劑物品極多，然其効力，各有不同，無論何種鹽質之厚濃溶液施於植物，均能殺死植物，因其進行乾癟作用之故，易溶性硫化、硫青化、及亞硫酸鹽，均具強烈毒力，能當殺滅害草之用，卽濃厚鹽滴亦能奏効，殺滅害草，最善莫於勤鋤，然有時施用化學藥品，能滅田中野草，譬如大麥田中野菜，施用殺草劑而能得益，前已詳述之矣。進之對於施肥方面之注意，亦能減少草類之發生，如酸土中有酸性草，施以石灰，則酸性草不能生存，牧草地施以鹽性溶液，能促苜蓿之生長，施以氮質肥料反促野草之怒發，諸如此類，不一而足，隨時應變，在乎其人，再路中野草蔓生可憎，則宜施用最烈性殺草劑，能得長久之清潔。





## 選錄一 土壤化學分析法及分析結果之報告

葉元鼎

導言 鼎昔年遊學美洲，曾攻農藝化學，故稍有土壤化學分析之實驗，並與喬治亞農業大學化學部化驗員共同研究，為時頗久，略有些少之結果，報告於后，吾國土壤化學分析成績發表者頗不少，但其分析方法，似皆注重土中一切之元素，試觀其發表之成績單可以知之，而於植物所需之主要營養元素，反多簡略不詳，此文中所述化學分析方法，乃美國喬治亞農業大學與美農部化學司實行精詳之方法，只求土中主要之元素，而其他次要者均

不與焉，至鼎所分析土壤者，乃 Porters Clay Loam 及 Greenville Fine Sandy Loam 兩種表底土壤，附錄其結果於後，聊供攷斯學者之參考。

### 分析方法及結果

一、採取土樣 採取土樣作為化學分析之用者，最宜謹慎，因所採土樣須能可代表其所  
在之土地也。擇取土樣地點須合於一般土壤之類，愈相似愈佳，被水冲刷之窪地及發現剝  
蝕之處，均不宜取樣，因為土面一層已被沖脫，故於高地採集土樣須擇脊頂之處，或擇將近  
脊頂之傾斜處亦可，剝除土面之野草及垃圾，用剝掘成一穴，直達至真正表土之底，表土底  
土之分別，可觀察土之色澤及組織更變而知之，掃除穴中鬆土，從穴之兩旁，各取均勻厚薄  
土塊一片，大約二升容積大小，放入紙袋或他種盛器之中，作為表土之樣本，再掃除穴中鬆  
土，而用土鑽向穴底鑽入約三呎深，採取底土之樣本，而採取數量與表土相同，因此一鑽不  
足，須行第二或第三鑽，但每次鑽取，須到同等之深度，以免樣本上下底土層之不均勻也。取

出土樣，用紙包好而放入採樣袋中，顏曰「底土」，凡遇田地肥力不整齊者，一田中須採數穴之土樣，土樣中之石礫粗砂等須當保留之，以便取歸後改正土壤渣腳之分量，此舉乃緊要之事，因石礫等之多少，須合乎田地之情形，表土底土樣本採集後，攤於室內，攤放於潔淨紙上，此室須無化學氣質之薰觸，土樣安放數日即可乾燥，稱出其空氣乾燥之總量，並記入簿中，然後倒入卵石磨研碎之，或用玻璃臼及假象皮頭杵搗碎之，其目的係使土壤鬆散其分子，而不磨碎其石礫與砂粒，土壤研鬆之後，即經過一公厘孔之篩，稱出不能經過篩箕石礫等之分量，記之作爲土壤之渣腳，則可棄之，計算土壤中渣腳占總數之百分率，即如下列之方程：

$$\frac{\text{渣腳分量}}{\text{土壤總量}} \times 100 = \% \text{渣腳}$$

將渣腳百分率記入簿據以爲後來改正計算之用，其餘篩過之細土充分拌和之，盛入

裝菓瓶中，或他種密口盛器，以俟將來分析之用，此外每種表土底土取出十二至十五尅重量樣本，分別放在瑪瑙石臼中磨成細末，可以經過六十孔一直吋之篩時，或於杵底用手摹之，覺無粗粒之時，保藏於小形大口瓶之中，外面標以土之名稱，作為後來分析鉀、二氮、磷酸、氮化鈣、及氮化鎂之用也。

二、水分 空氣乾燥之樣本，常含若干之水分，故須舉行水分之決定，以便作為計算比較之基礎，行此試驗任用小磁坩堝，平鉛碟，平鉛碟或大口玻璃量瓶盛裝土樣，均無不可，但如同時舉行多數土壤之分析，則宜用坩堝，因為坩堝在於乾燥器中及電熱箱中佔據地位較小，若用坩堝，則須放在火上燒乾之，用碟杯及量瓶則須於入熱氣中乾燥之，然後再移入乾燥器中涼却，稱出其盛器之重量，由此盛器裝盛二尅至五尅重土樣，（大概坩堝可裝二尅，而較大盛器者可裝五尅）轉入電熱箱中，在攝氏一百度約五小時，或放過全夜，取出放入乾燥器中涼却後稱之，再燒後涼稱，至得其上下相差不過於變動之重量為止，最後由原量

減去，即得水分之量，而計算其百分率也。茲析分結果如下表：

土 壤		Porters Clay Loam		
		表	土	底
成 分	百分率	每英畝 (磅下同)	百分率	每英畝
	水 分	1.57 1.56 1.57	31400 31200 31300	1.75 1.60 1.68
第 二 次 均				
第 一 次 均				

Greenville Fine Sandy Loam	
表	土
底	土
百分率	每英畝
百分率	每英畝

0.78	15600	1.66	66400
0.81	16200	1.65	66000
0.79	15800	1.66	66200

以上每英畝水量，以按照表土二百萬磅，底土四百萬磅計算，而於平均一項，係照兩數而平均之也。

三、酸性。試驗土壤酸性，應備下列之溶液，(一)當量硝酸鉀液，(二)標準氫氟化鈉液，(其強性以1 C.C. 能抵四  $Mg$  碳酸鈣) 及備下列之試具，(一)有膠皮塞之大口振搖瓶，(其容積約三百五十 C.C.) (二)電力振搖器，(三)五百 C.C. Erlenmeyer 燒瓶，(四)三百 C.C. Erlenmeyer 燒瓶，為滴定時所用者，(五)五吋有肋紋濾斗，(六)五吋大玻璃蓋片。

稱出百尅重之土樣，放入振搖瓶中，加入二百五十 C.C. 當量(N)硝酸鉀液，但須用

量瓶量之真確後方可倒入，塞緊瓶蓋放在搖器上振搖約三小時，（注意振搖瓶須當挾緊於器上，並振搖之時，須無漏滲之虞，）若無振搖器之設備，則用手每五分鐘振搖一次，約歷三小時亦可；趁於振搖之時，預備淨潔乾燥五百°C. 大 *Erlemeyer* 燒瓶以接受溶液，及五吋有紋濾斗與相當大之濾紙，一俟土壤振搖畢了，傾入於濾斗之中，放下濾斗於燒瓶口上，罩以玻璃蓋片，以阻溶液之蒸發與濃縮，以此方法可得極清澄之溶液，雖於粘重土壤濾過甚緩，然而按照上法防備溶液之蒸發，雖濾數小時或竟濾過全夜亦無妨害，但是無論如何，總以濾過爲佳，因雖有用沈清方法之溶液代替之，總不若濾過方法溶液爲清潔也，其餘粘重之土，用沈清法，難得夠足應用之溶液也，運用一百二十五°C. 滴管吸滿濾液，轉入三百°C. *Erlemeyer* 燒瓶之中，燒液約十分鐘，以驅逐其中之炭酸氣，冷卻後，用上列之標準氫氯化鈉液滴定之，並一二滴 *Phenol phthalein* 液爲標示劑也，每C. 之標準鹼液中和一百二十°C. 濾液，即需要百分之〇・〇一炭酸鈣（石灰）換



言之，每百萬磅土壤，需要一百磅石灰耳，因為第二次至第末次之酸性試驗總數量，乃有第一次之二倍半，故每 0.0. 鹼液抵四  $Mg$  碳酸鈣，即 1 0.0. 鹼液其實抵和十  $Mg$  碳酸鈣於一百分土壤之中也，茲將試驗結果開列如下：

Porters Clay Loam

成分	表		底	
	百分率	每畝磅數	百分率	每畝磅數
酸性抵抗鈣	.0045	90	.0672	1346

Greenville Pine Sandy Loam

表 土 底 土

百分率	每噸磅數	百分率	每噸磅數
.0032	65	.1090	4360

#### 四、氮素 試驗土壤氮素，須備下列之試藥：

- (一) 標準鹼水，氫氯化鈉或氫氯化鉀。
- (二) 標準硫酸，（然而酸水最佳以  $n=10$  而鹼水以  $n=20$ 。）
- (三) 強性鹼液以十磅氫氯化鈉，溶解於七公升 (Liter) 之水中。
- (四) 純粹硫酸鉀。
- (五) 紫銅晶。
- (六) 純粹濃硫酸。
- (七) 胭脂虫液 (Cochineal) 或 methyi orange 標示劑。

及須備下列之試器，(1) 300 C.C. Kjeldahl 燒瓶，爲浸漬之用。(2) 1 千 C.C. 紫銅燒瓶爲蒸溜之用。(3) 500 C.C. Erlenmeyer 燒瓶爲蒸溜之用，謹慎稱出七克重土樣，放入 Kjeldahl 浸漬瓶之中，惟此燒瓶須乾燥，否則土樣附粘瓶口，不能完全浸漬。倘使不及等待燒瓶十分乾燥，如此則將土樣捲入九公分大濾紙內，卽放入燒瓶之中，因爲濾紙對於試驗結果，無有影響也。加入十粒重硫酸銅及數粒紫銅晶，或二吋長二十號紫銅絲，傾入三十〇〇〇。硫酸，（若是砂土二十五〇〇〇。硫酸亦足矣，）移至置櫃中氮素浸漬架浸漬之，直至有機物質完全分解爲止。浸漬始時須宜小心，用文火煮滾，並且時時將瓶翻身，以免噴射與成塊，土壤縝細者，初時浸漬，成塊極容易，極堅固，常須將燒瓶涼却，再加入五〇〇〇。硫酸再浸漬之。有時遇極困難之土壤，竟須加添第三次之硫酸者，但是維持此酸量不得過多，俟土樣自由滾沸之時，可以增加火頭急滾之，以分解其中一切之有機物質。有機物質之退消表示，可以以土壤溶液變青藍或綠色，而其不溶解部份變爲灰色或全白色而

知之。浸漬終了，大都須需三十分鐘之猛滾，即於罩櫃內涼却，煙氣銷滅。（注意若土壤有硝酸鹽之氧素，則須另行試驗。）俟燒瓶涼却或近乎涼却，其中土壤未曾結塊以前，加入二百 C.C. 清水，此雖能於熱瓶亦可加入，但須十分謹慎以免熱時激烈之反動，先以倒入少許清水，由瓶邊流進，以試驗之，見其混合是否平隱，若使反應激烈，則須俟之再稍為涼却。當加水之時，宜將瓶子常常搖動，因為發熱甚熾，或竟起滾泡，射出瓶外，涼却時期，可以稍停工作，然須保護鹵精氣（Ammonia）之接觸，當土壤在浸漬之時，洗淨蒸溜試具並用熱水洗滌，以除鹵精沾積，同時用滴管取十 C.C. 標準酸水，或較此量為多，按照土壤氧素量為轉移，將酸水放入五百 C.C. Erlenmeyer 大口瓶之中，再加入二 C.C. 胭脂蟲液，或數滴 Methyl Orange 液作為標示劑，將浸漬瓶中溶液傾入紫銅蒸溜瓶內，用四百 C.C. 水分作數次，將瓶中餘渣洗滌殆盡，澄清傾泌，加水時每次須振搖之，但使大部分之砂均仍在浸漬瓶裏，裝好有酸水接受瓶於凝結器上，並放紫銅瓶於蒸溜架中，預備即可連接，如此則

倒入充分強性鹼液，須逾過其混合物變鹼性之量，鹼液應用之數量須以浸漬所用中五〇〇濃硫酸預先試驗中和之，大概一百〇〇。〇。至一百二十五〇〇。〇。鹼液夠足中和三十〇〇。〇。酸水，若用三十〇〇。〇。以上於浸漬之時者，則鹼液須有相當之增加，倒入鹼液由瓶邊而下，急轉搖之，而即刻與蒸溜器相接，以免鹵精之耗消，用火煮滾之，直至有三十〇〇。〇。之蒸溜水，移至滴定器用標準鹼水滴定之，除去對照試驗所用之數量，計算氮素之百分率。

對照試驗須於同時舉行，浸漬與蒸溜均同，惟無土樣之加入，而所用試藥亦須一律，然對於蒸溜水宜先滴定，而後可於滴定土壤蒸溜液改正之也。試驗之後，紫銅蒸溜燒瓶涼却，即須洗淨，以免瓶底之結塊耳。關於氮素試驗結果可於下表見之：

Porters Clay Loam			
成	分	表	底
		土	土

元素	第 二 次 均	百 分 率	每 噸 磅 數	百 分 率	每 噸 磅 數
		.0884	1768	.1152	4608
		.0932	1864	.1100	4400
		.0908	1816	.1126	4504

Greenville Fine Sandy Loam

表 土 底 土

百 分 率	每 噸 磅 數	百 分 率	每 噸 磅 數
0.042	842	.0268	1027
0.044	880	.0300	1200
0.043	861	.0284	1136

五、氯化鉀 試驗氯化鉀，須先預備下列之試藥：

- (一) 純粹重濃碳酸鈣，須乾燥及研碎。
- (二) 純粹特別昇華之氟化鉍。
- (三) 飽和碳酸鈣溶液。
- (四) 飽和草酸鉍或草酸溶液。
- (五) 氟化鉍液。
- (六) *Chauldine* 配合洗液，以二百克氟化鉍溶解於一千 C.C. 之水中，再以四氟化

鉍飽和於此液之內。

以上氟化鉍最好在試驗室昇華製造，因為該藥須與土壤密切接觸，故而愈細愈佳，製法以聚氟化氫於硼精氣相合昇華而成，氟化氫氣來自鹽酸倒入熱硫酸之中所發之氣，但經過硫酸乾燥器乾燥之，至硼精氣來自滾煮氫氟化鉍液而得，但該氣須先於逆流凝結器乾燥之，然後再經過鈉石灰 (*Soda Lime*) 而乾燥之，此二種氣質聚集於覆形二斗大缸之

內，所成之品，異常輕鬆與細，比較結晶氫化銦爲優，雖然結晶氫化銦亦可以應用之也。

首先稱出約八尅重碳酸鈣放入於有柄小碟或燒杯中，次稱出真確一尅重細研之土樣，再加入約一尅重氫化銦於土樣之上，倒入瑪瑙石臼之中，充分磨碎，至此混合物光滑一致，而石臼須放於一張黑光紙上，若有白中混合屑飛出臼外，能可復歸臼內，倒四分之一碳酸鈣於有光紙上，並加入小碟中之土壤與氫化銦混合物，用杵或小刀拌和之，次倒四分之一碳酸鈣於白金坩堝內，壓緊之，作爲鋪底，約一二分厚，倒出小碟中之混合物，入於坩堝之中，用杵頭輕壓之，刷淨碟中粘附之屑粉，最後加入四分之一碳酸鈣以爲蓋面，整理之後，即可焙燒，將坩堝轉至一塊石縣板上，石綿板有一孔，即將綿將塞入孔內，約坩堝三分之二在於石綿板之下，用 Mecke 或 Agimatco 燈燒之，首先隔絕空氣之侵入，用極小火頭，節調熱度可使鹵精氣味能於坩堝上嗅得，但不致有氫化銦白氣之發出，燒至鹵精不能於坩堝上嗅得之時，即可慢慢加足其熱度，其增加之時間，約占其上燃熱之半數，至熾白火頭時，



約燒五十分鐘，但須謹慎不宜過燒，因為致使鎔解附粘坩堝之邊上也，此則可探聞發爆之微聲，或煮沸之聲音，即知燃燒之太熱，合宜鎔解物須不附着坩堝之邊，但得鎔至灰燼，燃燒了畢之後涼却之，將坩堝中鎔物倒入小磁臼內，用熱水着濕，即充分磨碎，再用熱水洗入三百〇〇〇有柄小碟內，並用象皮桿洗盡坩堝磁臼及杵頭之粉屑，小碟上罩以玻璃蓋，安放一處約等三四小時或過夜，用玻璃桿拌攪煮沸，仍罩以玻璃蓋，以免噴躍，趁熱時過濾，經過十二公分半白帶牌濾紙或四十號 Whatman 牌紙，入於矮形六百〇〇〇燒杯中，傾過流質之後，從水瓶灌注小碟三分之一滿滾水，灌注之時，使沖拌其餘渣，傾瀉流質後，將餘渣洗倒於濾斗上，再用象皮桿洗淨小碟之粉屑，用熱水洗濾之，迄至有五百〇〇〇之濾液，即是將裝滿六百〇〇〇之燒杯之時，濾渣含有土樣中之鐵鋁及砂，與所加一部分之炭酸鈣，可以棄之，加入於濾液二滴 Methyl orange 作為標示，以防過多之酸加於礮精，當於中和其溶液之時，稍為加入鹽酸，以使濾液變成酸性，但不宜加入太多，放於熱氣鐵板架

蒸發至二百 C.C. (大約占六百 C.C. 燒杯中一時半) 用氫氟化銦液使成鹼性, 於熱溶液加入十 C.C. 飽和炭酸銦溶液, 以沈澱過多之鈣質, 試其完全之沈澱, 熱時即過濾, 經過十二公分半白帶牌濾紙或四十號 Whatman 牌濾紙, 入於六百 C.C. 矮形燒杯之中, 用熱水數滴氫氟化銦洗之, 洗至濾液裝滿燒杯為止, 棄却炭酸鈣之沈澱, 再用鹽酸使濾液稍變酸性, 蒸發至五十 C.C. 容積, (約占六百 C.C. 燒杯四分之一吋) 加入二至四 C.C. 飽和草酸銦溶液或草酸, 再用氫氟化銦使濾液變成鹼性, 並用小塊試驗紙作為標示, (若使以前曾用 Methyl orange 者, 則不需他種之標示劑也) 此則沈澱其中存留之鈣質在於熱氣鐵板架上浸漬數分鐘, 然後安放數小時, 或過夜, 過濾九公分白帶牌濾紙或四十二號 Whatman 牌濾紙, 入於四百 C.C. 矮形燒杯之中, 用熱水帶數滴氫氟化銦液洗之, 迄至濾液及洗水約有二百 C.C., 即是燒杯半滿之時, 將草酸鈣沈澱棄却, 並將溶液用鹽酸稍變酸性, 放於熱氣鐵板架上蒸發至氟化銦開始結晶之時, 用王水毀除氟化

鍍之法如下，首先加入十五  $\text{O.C.C.}$  硫酸，罩以玻璃蓋，但離一出路為酸氣之逃避，放於熱氣鐵板架上罩櫃中煮沸之同時抽氣扇抽除櫃內之氫氣，至溶液開始澄清之時，即加以十五  $\text{O.C.C.}$  鹽酸，後再迭次加入鹽酸計二次，若使加入鹽酸時，無有棕紅色煙之發出，須再加入數  $\text{O.C.C.}$  硫酸，第三次酸性反完全之後，揭起玻璃蓋，用熱水瓶熱水射洗之，然後放於熱氣鐵板架，用低度熱氣蒸發至完全乾燥，（但須用 Pyrex 牌燒杯，因為可以抵抗蒸發乾燥而不罅裂，）稍為冷卻，燒杯尚熱之時，用極少熱水帶有二  $\text{O.C.C.}$  一硫酸，將燒杯邊洗淨之，歸至熱氣鐵板架蒸發迄至白烟之出發，用象皮桿將燒杯內附着之塊搗碎之，並用少量之熱水，洗入平底砂碟之中，先放在熱水器蒸發至最低限度，然後轉於熱氣鐵板架之上蒸發至硫酸白煙停止之時，再用文火直接燒之，以驅盡硫酸及硫酸銨之剩餘，冷卻，加入六滴鹽酸，用極少熱水漬之，過濾七公分白帶牌濾紙，入於一平底磁碟，約有一百  $\text{O.C.C.}$  之容積，加入二至四  $\text{O.C.C.}$  氟化鉍溶液，（注意氟化鉍溶液，極其貴重，故除足夠之外，不宜多費，一

切渣餘均須保留於所備之瓶中，故無備精氣之室中，在於熱水燉器上蒸發之，迄至碟中  
之物，常將碟稍斜之，不易流動之時，但不宜蒸乾，若使偶然蒸乾，則可用數  $\text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{O}$  熱水及  
三四滴鹽酸漬之，然後再蒸發迄至合宜之時期，由熱水燉器取出，冷卻，倒入  $80\%$  酒精，停十  
分鐘，用稱得重量之 *Couch* 坩堝，在抽氣瓶濾過之，洗以  $80\%$  酒精約十次，用象皮桿將碟  
內沈澱洗刷之，由抽氣瓶取出坩堝，放於碟中，倒入 *Gladding* 洗解溶液，使流質緩緩由坩  
堝流出，用酒精洗過之流質色有鉍素，須由抽氣瓶倒入廢鉍積留瓶中，然後用少許清水滌  
之，亦歸入廢鉍瓶中，現將 *Gladding* 液漬過後坩堝外邊，先以酒精噴洗之，將坩堝歸入抽  
氣瓶上，洗以二次 *Gladding* 溶液，及後十次之上  $80\%$  酒精，洗得流液，保藏之作爲廢酒精，  
將坩堝移入電熱箱中，溫度攝氏表自一百十度至一百三十五，約放一小時，移入乾燥器中  
冷卻之，移出稱之，作爲氯化第二鉍鉀 *Potassium platinum chloride* 之重量，由此計  
算氯化鉀之百分率也。

注意積留廢鉍，於用氫化銦以前，所有酒精濾液，洗液，均須倒入廢鉍瓶中，氫化銦以後不宜傾入，否則氫鉍酸銦必將沈澱，難於提出，同一坩堝或可於不同時候，應用於每次之試驗試驗了畢之後，就用熱水將坩堝中沈澱溶解之，傾入廢鉍瓶中，但不宜將石綿混入廢鉍之內，茲將氫化鉀試驗結果臚列如下：

		Porters Clay Loam			
成 分	表	土		底 土	
		百 分 率	每 噸 磅 數	百 分 率	每 噸 磅 數
氫化鉀	第 三 次 均	•7026	14052	•7279	29116
		•6250	12500	•7026	28104
		•6638	13276	•7153	28610

Greenville Fine Sandy Loam

表 土 底 土

百分率	每畝磅數	百分率	每畝磅數
•3688	7376	•3765	15060
•3209	6404	•3416	13664
•3445	6890	•3591	14362

六、 磷酸。

試驗磷酸，應製下列之試藥：

(一) 純粹硝酸銹。

(二) 標準溶液，(1.) 硫酸(N. 1619) (2.) 氫氧化鈉或氫氟化鉀(N. 3239) (3.) 鉍

酸銹。及(4.) 硝酸鎂等液，硝酸鎂溶液製法，以溶解三百二十克煨燒鎂氟於硝酸

之中，但免除硝酸之過多，然後稍加煨燒，鎂氮少許，煮沸，濾去過多之鎂氮鐵酸等，及將濾液沖至二公升（即二千〇〇〇）。

並預備矽質小碟，蒸發碟，燒杯，漏斗等，稱出重複土樣各五克，放入於矽質小碟之中，加入十〇〇〇硝酸鎂溶液，而在熱水燉器蒸發至最低之限度，然後用文火燒之，迄至物料鎔合爲限，用水着濕之，加入十〇〇〇硝酸及二〇〇〇鹽酸，移在熱水燉器浸漬之約三小時，小碟上罩以玻璃蓋，用玻璃管拌攪約二三次，由燉器取出，倒入二百五十〇〇或五百〇〇量瓶之中，沖滿其容積，充分振搖之，用滴管取出適二克重同量之溶液，轉入於蒸發碟中，放在熱水燉器蒸至乾，再轉入熱氣箱，溫度攝氏表一百度，約烘三小時至五小時，用硝酸着濕之，加入數〇〇〇熱水，用小濾紙濾過，入於三百〇〇高形燒杯之中，移至熱氣鐵板架蒸發至五〇〇或十〇〇，用少許熱水，將燒杯邊洗之，再用氮氯化鉀液使之變成鹼性，以硝酸適正溶化所發現沈澱爲止，不宜過多，加入硝酸鉀約十克，在於熱水燉氣熱至攝氏

五十五度，然後加入十〇〇。鉬酸鉀液，在於熱水燉器五十五溫度約浸漬二小時，即刻用抽氣器上之石綿墊濾之，用冷水洗三次，惟冷水須稍帶硝酸鉀液，棄却其濾液及洗水，（注意，傾倒其濾液及洗水於一只磁缸之中，因若倒入水槽其有剝蝕之可能，）將石綿熱及沈澱轉入其所沈澱燒杯之中，用一小塊濾紙將濾斗上附着沈澱抹淨之，加入清水少許，振搖之，以碎其墊綿，再加一二滴 Phenolphthaleine 標示劑，及五 C.C. N. 3339 氫氟化鈉或氫氟化鉀液，以溶解其沈澱以上五 C.C. 之鹼液，須用滴管或滴器，量之真確，若使溶液仍舊無色，則示五 C.C. 鹼液不足以溶解其沈澱，須再加五 C.C. 充分振搖之，以促沈澱之溶化後，用 N. 1619 硝酸滴定其過多之鹼水，計算磷酸之百分率也。茲將兩土試驗磷酸結果列表如下：

Porters Clay Loam



成 分	表		土		底		土	
	百 分 率	每 畝 磅 數	百 分 率	每 畝 磅 數	百 分 率	每 畝 磅 數	百 分 率	每 畝 磅 數
磷 酸	第 三 次 均		.0752 .0687 .0719	1504 1374 1437	.0462 .0490 .0476	1848 1960 1904		

Greenville Fine Sanay Loam

表		土		底		土	
百 分 率	每 畝 磅 數	百 分 率	每 畝 磅 數	百 分 率	每 畝 磅 數	百 分 率	每 畝 磅 數
.0323	646	.0339	1356				
.0336	672	.0345	1380				
.0329	659	.0342	1368				

## 七、鈣素與鎂素。

試驗鈣鎂兩素，須備下列試藥：

(一) 純粹碳酸鈉。

(1) 10% 磷酸鈉。

(二) 飽和草酸銨液或草酸。

並備鉑質小碟，玻璃或磁質蒸發碟，燒杯濾斗之類，先稱出二克重研細土樣，放入鉑質小碟之中，約三十〇〇。〇大小，加入六克重純粹碳酸鈉，用小刀充分拌攪之，然須不劃傷鉑質小碟，移入鎔礦物爐或本生燈燒之，迄至其中之物，鎔解變成流質，若用本生燈者，則須提起另一燈向物面燒之，以得極烈之熱度，煨燒終了之時，運用有白金尖鐵挾將小碟轉動之，使得碟內各部分均皆鎔解之也，完全鎔化之後，冷卻之，及倒出其固塊，但小碟不宜過揉，以免損傷，移此鎔塊於二百〇〇。〇玻璃或磁質蒸發碟內，用熱水將鉑質小碟中之附着鎔物

浸落之，同時加入少許水分約五十〇〇。於玻璃碟中之鎔塊，略俟片刻，則鉑質碟中之鎔物，可以鬆解，用象皮桿擦之，倒入玻璃碟內，至鉑質碟之餘塊，或須用少許熱水及數滴鹽酸而可起落之也，俟一切鎔塊皆已轉入蒸發碟中，用玻璃桿常將鎔塊攪碎，使與熱水相和，拌攪約十分鐘或一刻鐘，纔能得此境遇，然後用鹽酸使之變成酸性，在於熱水燉器上蒸發至乾，並且用玻璃桿時時拌攪之，以促蒸發之迅速，此桿可以放在碟內迄至過濾之時，當乾燥時，移入熱氣箱一百十溫度，約燒五小時，以除去矽氟之水分，冷卻，用鹽酸少許着濕之，再用熱水起之，過濾十二公分半白帶牌濾紙或四十號 Whatman 濾紙，入於三百〇〇。容積玻璃或磁質蒸發碟，用象皮桿鬆落前碟中之四邊，以熱水洗淨濾出之餘渣，大約有二百五十〇〇。左右，棄却濾斗上之渣滓，此物大都係氟化矽，第二次再在熱水燉器蒸發至乾，轉入熱氣箱一百十溫度燒烘之，直至無有酸味，然後移入電熱箱中以同樣溫度烘至過夜，或總共烘燒約二十四小時，又用鹽酸着濕之，不宜多加鹽酸，因為多則增加後來之氟化銦

量，有礙計算之正確，用少許熱水鬆落之，煮沸，過濾十一公分監帶牌濾紙或四十二號 Whatman 牌濾紙，入於四百 C.C. 矮形燒杯之內，用熱水洗之，迄至濾液與洗水共有二百五十 C.C. 之時，即燒杯半滿之時，將渣滓廢棄之，此物大都係餘存之氟化矽，而濾液含有鐵、鋁、磷、鈣及鎂，在於熱氣鐵板架上蒸發至一百五十 C.C. 用氫氟化銻液使之變為鹼性，以沈澱鐵、鋁及磷，此時磷之沈澱，係磷酸鐵也，煮沸之，以除過多之鹼精，過濾十二公分半（或用十五公分，倘使沈澱甚大）白帶牌濾紙或四十號 Whatman 牌濾紙，入於一四百 C.C. 矮形燒杯之中，再用熱水洗之，直至濾液裝滿一半之燒杯，嗣後歸還沈澱於其所發沈澱之燒杯中，將濾斗過於燒杯之上，以熱水急流沖開沈澱之四圍而落下，以鹽酸溶解之，煮沸，再用鹼精沈澱之，仍以原濾斗過濾及洗沖，至裝滿燒杯為上，棄却其沈澱之物，此次重沈澱者，以免鈣與鎂被鐵鋁所困閉也，用鹽酸將濾液變成酸性，以一二滴 Methyl orange 作為標示，在於熱氣鐵板架上蒸發至約五十 C.C.（約半吋深）或至氟化銻開始結晶之

時，若發現結晶，則用熱水少許沖化之，以礮精將溶液稍變鹼性，在於熱氣鐵板架慢煮，至將近中和之時，過濾九公分藍帶牌濾紙或四十二號 *Whatman* 牌濾紙，入於三百  $\text{C.C.}$  高形燒杯之中，棄除其沈澱，再將濾液稍變酸性，在於熱氣鐵板架蒸發約一百  $\text{C.C.}$ ，或至氫化鉍結晶之時，若遇結晶，再用熱水溶化之，加入二三  $\text{C.C.}$  飽和草酸鉍溶液或草酸液於於此溶液之中，並用礮精之變成鹼性，放在熱氣鐵板架侵漬約五分鐘至十分鐘，安放過夜，但須含有稍多之礮精，所得之沈澱即是草酸鈣，過濾九公分藍帶牌濾紙或四十二號 *Whatman* 牌濾紙，入於四百  $\text{C.C.}$  矮形燒杯之中，濾斗上之沈澱，用熱水帶數  $\text{C.C.}$  礮精沖洗約八次至十次，（注意，燒杯之邊，須無能溶解鹽類之沾染，故須充分之沖洗，）濾斗上沈澱之洗滌，須引極細水流於週圍濾紙之上，大約在於濾紙之下二三分之處，裝水滿至紙邊，但不得過於紙邊，同時不宜以濾斗下端入於濾液之內，將濾液另放一處，以作試驗鎂素之用，將濾斗上之沈澱，用三次「 $\Gamma$ 」熱溶酸溶化之，然後以沸水洗沖之，至舌尖不能覺出

酸味爲止，大概須需三四次之沖洗，若能限制洗水於一百 C.C. 以下爲最妙，加入十 C.C. 1-1 硫酸，並煮沸，趁熱之時與標準過錳酸鉀液滴定，而計算其氯化鈣之百分率，茲將所試驗土壤氯化鈣成分如左表。

土 壤		Porters Clay Loam			
		表 土		底 土	
成 分	百 分 率	每 畝 磅 數	百 分 率	每 畝 磅 數	
					養化鈣

Greenville Fine Sandy Loam

表 土 底 土

百分率	每畝磅數	百分率	每畝磅數
.14	2800	.11	4400
.11	2800	.11	4400
.14	2800	.11	4400

濾液中試驗鎂素，由鈣素試驗來之濾液，用鹽酸使之稍變酸性，在於熱氣鉄板架蒸發至  $100^{\circ}\text{C}$ 。若見氫化銨之結晶，則用熱水溶化於溶液中，冷卻之，加入  $5\% \text{O.C.}$  10% 磷酸鈉銨液或磷酸一鈉液，用鹵精使之變成甚強鹼性，強力振搖之，約五分鐘至十分鐘，以振搖器或用玻璃桿拌攪之，急烈沖流，以不得破碎燒杯為限，此項振搖，乃是必要之件，以致從甚多氫化鈉及銨溶液中，沈澱其鎂素，若見白粒沈澱之發現，則知沈澱作用之進行，安放約二十四小時以上，置以玻璃蓋以阻落塵之入內，過濾九公分藍帶牌濾紙或四十二號

Whatman 牌濾紙，用 2% 硼精水（100 C.C. 強性硼精以 900 C.C. 水沖和之）洗淨燒杯及濾斗，以除去大多數之氫銻及鈉，棄却其濾液，用熱淡鹽酸（1%）將沈澱溶化於原來所沈澱之燒杯中，再用熱水洗淨濾斗，限制洗水以 100 C.C. 為最佳，加入一滴 Methyl orange 標示劑，並 10 C.C. 10% 磷酸鈉液，以硼精適使之稍變為鹼性，將燒杯振搖之，以促沈澱之發現，常於此時須用振搖器，若沈澱並不即刻發現，則最好運用此種之機器，特別如鎂量不多之時也，安放約一小時以上，加入 15 至 20 C.C. 強性硼精，罩以玻璃蓋，安放約二十四小時以上，過濾之，用象皮桿採集沈澱於濾斗之中，以 2% 硼精洗沖之約八次至十次，（三次在燒杯之中，五次至七次在濾斗之上，）當沖洗完全之後，轉入坩堝之內，放在鎢鑽之爐燒之，稱之即得焦性磷酸鎂（Magnesium Pyrophosphate）而計算氟化鎂之百分率，或以滴定法試驗之，茲將氟化鎂試驗結果謹列如下：



成 分		Porters Clay Loam			
		表 土	底 土	每畝磅數	每畝磅數
養 化 鎂	第 一 次 均	.4698	8196	.5189	50956
	第 二 次 均	.4300	8600	.4733	18932
		.4199	8398	.4961	19844

Greenville Fine Sandy Loam		表 土	底 土	每畝磅數	每畝磅數
百 分 率	每 畝 磅 數	百 分 率	每 畝 磅 數	百 分 率	每 畝 磅 數

.1212	2424	.1747	6988
.1257	2514	.1749	6996
.1234	2469	.1748	6986

### 結論

按照試驗結果，粘土水分較砂土爲多，所含氮素、氯化鉀、氯化鎂、及氯化鈣，均較砂土爲富，惟其酸性亦較多，故需多量之石灰，以粘土砂土本身而論，表土底土之成分，互有出入，惟可注意者，底土之水分、氯化鉀、氯化鎂、及酸性均較表土爲多也，就中以酸性，最爲顯明。

赫而加氏曾云土壤含得0.35%氯化鉀，卽示不足，須從速施以鉀質肥料，然而土壤若含得0.45%氯化鉀，已甚夠足，雖施添鉀質肥料，反應渺少，當土含0.1%以下之磷酸，須施以磷質肥料，然有時土中石灰質，及有機質能釋放少量之磷質，爲植物所吸用，第遇土中鐵、鈣等質，反成爲難溶解之磷質，土壤含0.1%以上氮質，可稱足量，而石灰質之需要不能一定，大概粘土須較砂土爲多，譬如砂土0.1%石灰質已足，而粘土須0.6%也，以赫氏之言

爲準則，則此次所試驗之土壤，氮素須當加添，而尤於砂土爲甚，氮化鉀兩皆均足，可以不必修施，惟磷酸兩皆缺乏，砂土尤甚，急須施用磷質肥料，粘土之石灰量亦缺乏，亦須增添甚明，不但中和其酸性而已也，茲特殿以此次試驗總表，以便閱者參考云爾。

成分	Porters Clay Loam			
	土壤	底土	底土	底土
水分	百分率	每畝磅數	百分率	每畝磅數
酸性需用石灰	1.56	31300	1.68	67100
氮	.0045	90	.0672	1345
磷	.0908	1816	.1126	4500
鉀	.6638	13276	.7152	28610
化	.0719	1439	.0476	1904
化	.295	5900	.200	8000
化	.4199	8398	.4961	19844



農  
藝  
化  
學

## 選錄二 棉植之營養問題

葉元鼎

棉之爲物，於農稼中，最易感受環境而變異，優異之種，移植於與原處環境迥異之地，卽能使其失去本來面目，對於土中養分之反應，變異尤甚，土之養分不充，雖優美之棉種，而結果不良，蓋其所天秉之良質，壓迫頓挫，無機伸發，而其遺傳隱藏之劣性，或反因此而發現也。是以施適當之肥料，而補土壤之不足爲尙矣。施以適宜之肥料，非惟能矯正厥弊，且可增加產額，利用棉植對於肥料迅速之反應，厚增農家之進款，非虛事也。棉植並非一種多耗養分

之物，若使施肥得當，雖微小之肥量，能助棉產之加添，亦可促進成熟較早，從發芽至結果期較短，並使於氣候較寒之處，或一可獲有利之棉產，關於棉植之營養問題，大別有四：即土壤、肥料、棉植及肥料試驗是，請分別論之。

(一)土壤 土壤須排水通暢，耕耘適宜，兼包有蓄水之力，有益之質，並含有有機之物也。為棉植莫大之功用，養分之溶運，保留棉莢之不落，有機物使土溫增高，土質鬆軟，有益的微生物增加，蓄水力加添，並釋放土中不溶解之養分，耕耘剷除野草，保留土肥，細碎地面，抑減蒸發，排水增加土中之空氣，因此高添土中之熱度，咸與棉植之生長，有密切之關係也。夫土壤之成分，表示養分之多寡，害質之有無，未始非為施肥借鏡之一，第以肥料施於土中，補復土肥之缺少後，始可供給棉植之需要，棉植所需養素有十：即氮、磷、鉀、鈣、鎂、硫、鐵、及錳也。除氮、磷與鉀外，餘者蘊藏於土中而供給為棉用，綽綽有餘，惟氮、磷與鉀，雖於完全土壤分析上，顯明為量甚多，甚致照算可以供給棉植之需要數十年或數百年，而棉植仍需要肥料。

以滋生長，此故何歟，蓋土中所含之氧、磷與鉀，多不易溶解以爲棉用也。霍布金氏(Hopkins)曾計算田面六英寸又三分之二深之土，每年土中氧質僅百分之二溶解，磷質僅百分之一溶解，而鉀僅萬分之二五溶解也。下列一土壤之成分，云稱爲肥土者，含有氧·20%、五氯化磷( $\text{P}_2\text{O}_5$ )·16%、氯化鉀( $\text{K}_2\text{O}$ )·52%及石灰1.50%。赫而加(Hilgard)氏云土壤含得·25%氯化鉀卽示不足，須從速施以鉀質肥料，然而土壤若含得·45%氯化鉀已甚夠足，雖施添鉀質肥料反應渺少，當土含·1%以下五氯化磷，須施以磷質肥料，然有時土中石灰質及有機質能釋放少量之磷質，爲植物所吸用，第遇土中鐵鈣等質，反成爲難溶解之磷質，土中氧素變動異常，不可確算，大概·1%以上氧質，可謂足量矣。石灰質於粘土上須較於砂土爲多，譬如沙土·1%石灰質已足，而粘土須·5%也。何種土壤缺乏何種養素，不能定論，蓋各種土壤來源不一，種植不同，大概粘土多鉀而缺乏磷與氧，砂土氧、磷、鉀三者都缺乏，今將南加羅拉那省農事試驗場介紹施用肥料於各種棉土上者之配合如下，聊作參考之用。



肥料	粘質壤土	砂質壤土有砂性底土	砂土有粘底土	大砂	粒土	深厚砂土
棉子餅粉(磅)	750	850	925	900	1000	
酸性磷酸鈣(磅) Acid phosphate	1200	1100	1000	1000	875	
鹽酸鉀(磅)	50	50	75	100	125	
共計(磅)	2000	2000	2000	2000	2000	

以上肥料配合之後，施用每一英畝之量，自二百磅至七百磅不等。

(二)肥料。肥料之選擇，種類、經濟，與夫施用，種種題目，非先了澈基理，不克握操左券，請先申論肥料之三要素，對於棉植之效果，一曰磷，磷為棉植最需要之物，此素非惟為棉植各部分生長，且尤直接關於棉子之發達，間接關於棉絲之發達，因棉子務須多而健，而後棉產乃夥，磷較氧與鉀為重要，緣磷能促棉早熟，導棉果健全而早裂也。且助幼秧發達迅速，刺戟根

莖之生長，造成細胞之原質，抑制氫鉀二素之作用，可云磷素對於棉植之生長，之發達，較之別素，有更大之力量，雖於棉植之成分，分量較鉀氫二素爲少也。卽單獨施行磷質肥料，亦可獲利，然而與氫質鉀質肥料共施之，則獲益尤多，故此無論如何，棉植須供有利的磷素，而使別素因此可吸收爲棉植之用也。今將主要含磷素肥料列下：

酸性磷酸鈣 Acid phosphate 含有5—8%磷素，或11—18%五氟化磷。

生骨粉 含有9—11%磷素，或20—25%五氟化磷。

蒸骨粉 含有9.7—12.3%磷素，或22—28%五氟化磷。

二曰氫，氫使棉植枝葉之豐盛與發展，枝葉者，棉子部及各部發達之要素也。氫亦使子與葉內氫質成分加高，惟施氫素肥料過多，則棉植延長成熟之期，易罹各種疾病，若能施磷與鉀，各得其均，則氫素有造於棉植之發達，果蒞之產成，其益亦非淺鮮，今將主要氫質肥料附於左：

硝酸鈉  $\text{NaNO}_3$  市上之品含有 15.65% 氮素。

硫酸銨  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  市上之品含有 20% 氮素。

青化鈣  $(\text{CaCN}_2)$  市上之品含有 10—16% 氮素。

硝酸鈣  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  市上之品含有 12—14% 氮素。

棉子餅粉含有 6—7% 氮素。

三日鉀，鉀使棉植有組織，有精力，凡莖葉之組織，植本有抗拒紅銹等病之能力，完滿健全果實之發生，炭水化合物之組成，植內沈澱粉質之週運，與原形質之成立等，均有需於鉀，惟施鉀過多，有傾向延長成熟之時期，土壤性質愈多，則需要鉀質肥料愈殷，單獨施以鉀質肥料，不甚得效，故非與磷、氮二素同施不可，今將含鉀素主要肥料列如後：

鹽化鉀 (Muriate of potash) 市品含 41.5% 鉀素或 50% 氯化鉀。

硫酸鉀  $(\text{K}_2\text{SO}_4)$  市品含有 40.5—43% 鉀素或 48.5—52% 氯化鉀。

碳酸鉀 ( $K_2CO_3$ ) 市品含有 20—22.5% 鉀素或 24—27% 氯化鉀。

今近礦 (Kainite) 市品含有 10—11% 鉀素或 12—13% 氯化鉀。

木炭灰 (Wood Ash) 市品含有 4—6% 鉀素或 5—7% 氯化鉀。

肥料須施於下種子之時，入土約三寸深，最好條播於其中，蓋棉植之根，非四方密布如草類者也，上覆以土少許，時棉子於其上，大概自粘土至砂質壤土，下種時施肥一次已足，砂土須要兩三次，第一次在下種時，餘者棉秧已出土之後，若每畝施用肥料之量不多，則施肥時須拌以泥土，下於土中，以免過厚過薄之弊，肥料之經濟，全視肥料市價效力為轉移，今恕不贅，茲將農場極普通肥料之成分，列表如下：吾國植棉者亦可仿用而作參考也。

肥料	水分%	氮素%	磷二氮五%	鉀二氮%
牛糞	—	0.20	0.17	0.10



(三)棉植 棉植之種子，對於施肥之經濟及効力，有密切之關係，蓋種子不純良，雖墾有益之肥料，亦不濟於事，種子以本地服土良種為最優，以免因環境而變異也。今將棉植各部分之成分，及每畝估需之養分，各別製表，附列於下：

成分	比例%	水分%	灰%	氮%	五 氮 化 磷	五 氮 化 鉀	石	灰%	鎂	氮%
根	8.80	9.66	4.50	0.92	0.49	1.28	0.64	0.41		
莖	23.15	10.01	4.80	1.46	0.59	1.41	0.97	0.42		
葉	20.25	10.10	13.11	3.21	1.19	1.80	4.44	0.87		
莢	14.21	10.00	4.90	2.54	0.96	1.81	0.51	0.40		
棉	10.56	6.07	1.37	0.34	0.10	0.46	0.19	0.08		
子	23.03	8.42	8.78	3.13	1.27	1.17	0.25	0.55		

出產淨棉一百磅之棉植，於每英畝地積，估算需要養分重量表。

部	分	氮	五 氮 化 磷	五 氮 化 鉀	石	灰	鎂	氮
---	---	---	------------------	------------------	---	---	---	---

根	83	0.76	1.06	1.06	0.53	0.34
莖	219	3.20	1.29	3.09	2.12	0.92
葉	192	6.16	2.28	3.46	8.52	1.67
莢	135	3.43	1.30	2.44	0.69	0.54
子	218	6.82	2.77	2.55	0.55	1.20
絲	100	0.34	0.10	0.46	0.19	0.08
計	847	20.71	8.17	13.06	12.60	4.75
棉						
共						

觀察棉植生長之狀態，亦可指明其需要何種之養素，若見棉植生長之迅速，枝葉之繁多，顯明氮素甚足，倘若於此枝葉興旺之地位，而無相當比例之果莢，則示磷素之缺乏，即當施以含磷質之肥料，否則見棉植之色澤萎頓毫無精采，果莢未及成熟而彫落，病疾相呈，即表示需要鉀素也。

(四)肥料試驗。棉植之肥料試驗，甚為切要，蓋對於各類之土壤，棉植之要求，可以研究增加產額，精進質地，避免疾病之法，非僅就土壤及棉植之分析而可遽定其標準也。必須有次

序精密的肥料之試驗，而後方有把握，可以言經濟，言適當也。肥料試驗之問題甚多，如

甲 施肥與不施肥之比較試驗。

乙 肥料養分比例增減試驗。

丙 肥料種類試驗。

丁 肥料重量試驗。

戊 肥料施法試驗。

己 肥料施期試驗。

等是，至於肥料試驗若何記錄，若何鋪置，均須秩序井然，細心籌劃，施行肥料試驗之田場，於勻均之土質及土肥，暢通之排水，尤不可少也。



農藝化學

索

引

## 索 引

### A.

- Acetic acid	醋酸	136
Acids, amino	鹼酸	155
Acids, fatty	脂油酸	80
Acids, organic	有機酸	140
Adonite, Adowtol	側金盞花醇	127, 134

Aerobic organisms	氧氣生活之細菌	81	
Albite	鈉長石	20, 21	
Albumins	蛋白質	153, 160	農
Alcohols	酒精, 醇	134	藝
Aldehyde	間質	147	化
Alcose	間質醇	123	學
Alkaloid	植物鹼質	163	
Allantoin	尿膜精	162	
Almond	杏	186	
Aluminium	鋁	5	
Aluminium phosphato	磷酸鋁	103	
Amino-compounds	銜化物	80, 160	
Ammonia	鹵精	14, 52	
Ammoniacal copper carbonate	碳酸銜銅	231	二
Ammonio-copper sulphate	硫酸銜銅	231	
Ammonium carbamate	銜基碳酸銜	82	
Ammonium carbonate	碳酸銜	52	
Ammonium nitrate	硝酸銜	102	

	Ammonium sulphate	硫酸銨	98
	Amydalin	苦杏仁精	164
索	Anaerobic organisms	無氧氣生活之細菌	81
	Anisic aldehyde	大茴香間質	148
引	Antiseptic	防腐劑	231
	Apatite	磷灰石	104
	Apiol	蒔蘿質	147
	Arabinose	樹膠糖	123, 127
	Arachis oil	花生油	179
	Argon	氫	12
	Arragonite	霰石	12
	Arsenic	砒	6
	Arsenous oxide	亞砷化砒	223
三	Artichokes	芋菊朝鮮薊	192
	Asbestos	石棉	22
	Asparagine	天冬精	161
	Aspartic acid	天冬酸	157
	Atmosphere	大氣	9

Augite	輝石	22
--------	----	----

**B.**

農  
藝  
化  
學

Bacteria	細菌	49, 50, 53, 81
----------	----	----------------

Balsams	芳香樹液	150
---------	------	-----

Barium	鋇	6
--------	---	---

Barley	大麥	172
--------	----	-----

Basalt	玄武岩	24
--------	-----	----

Basic slag	鹽基性熔滓	105, 111
------------	-------	----------

Beans	豆菽	178
-------	----	-----

Beet, sugar	糖菘菜	189
-------------	-----	-----

Benzaldehyde	輪間質	147
--------------	-----	-----

Benzene	輪質	146, 221
---------	----	----------

Benzoic acid	安息酸	148 四
--------------	-----	-------

Betaine	胡蘿蔔精	162
---------	------	-----

Bile	膽汁	216
------	----	-----

Bilipurpupin	膽汁紫色素	217
--------------	-------	-----

Bilirubin	膽汁紅色素	217
-----------	-------	-----

	Biliverdin	膽汁綠色素	217
	Biose	二炭糖類	123
紫	Bleaching powder	漂白粉	226
	Blood plasma	血漿	198
引	Blood serum	血清	198
	Bordeau mixture	鮑爾多劑	230
	Bopneol	冰片, 龍腦	144
	Boron	硼	6
	Braeken	蕨, 羊齒	77
	Brassic acid	芸薹酸	137
	Bromine	溴	233
	Buckwheat	蕎麥	181
	Butyric acid	酪酸	136

五

**C.**

	Cadinene	杜松油精	144
	Caffeine	咖啡鹼	164
	Calcite	方解石	22

Calcium	鈣	4, 152	
Calcium carbonate	碳酸鈣	22	
Calcium Cyanamide	銨青化鈣	96, 99	農 藝 化 學
Calcium fluoride	氟化鈣	6, 108	
Calcium nitrate	硝酸鈣	101	
Calcium oxalate	草酸鈣	141	
Calcium phosphate	磷酸鈣	103	
Calcium sulphate	硫酸鈣	117	
Camphor	樟腦	144, 145	
Cane—sugar	甘蔗	130	
Capric acid	羊脂酸	136	
Carbamide	尿精	221	
Carbohydrates	碳水化合物	121, 219	
Carbolic acid	石炭酸	235	六
Carbon	炭	3	
Carbon dioxide	二氧化碳	12	
Carbon disulphide	二硫化炭	234, 241	
Carnallite	砂金石	114	

	Carnine	尿酸衍化物	206
	Carrot	胡蘿蔔	193
素	Carrotene	胡蘿蔔色素	193
	Carvacrol	香荊芥油質	147
引	Carvone	防風油精	148
	Caryophyllene	丁香油精	144
	Castor—seed	蓖麻子	182
	Cedrene	柏樹油精	144
	Cellulose	纖維質	126, 133
	Cereals	禾穀類	167
	Chabazite	斜方沸石	42
	Chalk	白堊	22, 118
	Chili saltpetre	智利硝	96
七	Chlorine	氯	5, 151, 226, 232
	Chlorite	綠泥石	22
	Chlorophyll	葉綠素	166
	Cholesterol	胆汁精	198, 217
	Choline	胆汁鹼	162



Chyme	乳糜塊	213	
Cinnamic acid	肉桂酸	148	
Citral	氯化檸檬油精	149	農
Citric acid	檸檬酸	141	醫
Clover	車軸草	194	化 學
Collagen	軟骨質	209	
Collodion	醇精火棉膠	133	
Colloid	膠狀物	44	
Conglomerates	礫岩	24	
Coniine	毒草鹼	163	
Connective tissue	連接組織	208	
Contact poisons	觸毒	240	
Copper hydroxide	氫氧化銅	230	
Copper sulphate	硫酸銅	120, 228	八
Coprolites	糞石	105, 106	
Corn	玉蜀黍	173	
Cotton	棉	181	
Cow-pea	豇豆	179	

	Creasol	櫛木油質	236
	Creasote	木油	235
索	Creatine	筋肉質	198, 20
	Crotonic acid	巴豆油酸	137
引	Cyanogenetic glucosides	青化生糖質	122, 164
	Cymene	聚傘花質	146
	Cystine	尿鹼	158

#### D.

	Denitrification	反硝化作用	58
	Denudation	侵蝕冲刷	19
	Deodorisers	除臭劑	231
	Dextrin	糊精	126, 132
九	Dextrose	右旋糖見Elucose	56
	Dhurrin	蜀黍精	165
	Diastase	澱粉酵素	131
	Diffusion	瀾散	43
	Digestion	消化	210

Diorite	閃綠岩閃長岩	24	
Disaccharoses	雙糖類	124, 130	
Disinfectants	消毒劑	231	農
Dulcitol	甜醇	127, 134	藝 化 學

### E.

Earth—worms	蚯蚓	29	
Elastin	彈鞣質	205, 209	
Enzyme	酵質	211	
Erythritol	原藻醇	127, 134	
Essential oils	精油	122, 142	
Eugenol	丁香質	146	

### F.

Fat	脂油	122, 135, 219	一〇
Felspar	長石	13	
Ferments	酵母	130	
Ferric phosphate	磷酸第二鐵	103	

	Ferrous sulphate	硫酸第一鐵	119,242
	Fibrinogen	纖維精	193
索	Flax	亞麻	181
	Fluorine	氟	6
引	Fluorspar	螢石	6
	Formalin,	一炭間質, 福馬林	236,237
	Formic acid	蟻酸	135,140
	Fructose	果糖	124,125,130
	Fucose	海草糖	127,128
	Fumigation	薰清	241
	Fungi	菌	49
	Fungicides	殺菌劑	237
	Furfuroids	糠間質	127,134

二

G.

	Galactose	分解乳糖	124
	Gastric juice	胃液	211
	Geraniol	風呂草油精	149

Globeartieke	菊芋	192	
Glebulin	眼晶經絡質	153	
Glucose	葡萄糖	124, 129	農
Gleucosides	生糖質	127, 135	藝
Gluten	麵筋質	169	化
Glycerol	甘油	138	學
Glycocoll	糖膠	155	
Glycogen	獸臟粉	126, 132, 206, 216	
Gneiss	片麻岩	25	
Granite	花崗岩	24	
Granulose	澱粉細粒	131	
Ground nut	落花生	179	
Guaiacol	硬木樹脂質	236	
Guanine	海鳥糞質	206	一
Guanō	糞化石	86	二
Gum arabic	樹膠	134	
Gun cotton	火棉	133	
Gypsum	石膏	23, 117	

## H.

索	Haematin	血球黑褐粉	201
	Haemochromogen	血色精	200
引	Haemoglobin	血球赤色質	200
	Helium	氦	12
	Hexoses	六炭糖	124
	Hippuric acid	馬尿酸	198, 221
	Hornblende	角閃石	22
	Humic acid	苔酸	36
	Humus	腐植土, 腐爛有機物	36
	Hydrocarbon	炭氫化物	3
	Hydrocyanic acid	氫青酸	164, 177, 241
一 三	Hydrofluoric acid	氫氟酸	108, 233
	Hydrogen	氫	2
	Hydrogen peroxide	過氧化氫	233
	Hypoxanthine	亞黃花色精	206

## I.

Igneous rocks	火成岩	23	農 藝 化 學
Indian corn	玉蜀黍	173	
Indole	靛基質	81, 215	
Inorganic salts	無機鹽類	122	
Inosite	臟筋肉質	206	
Insecticides	殺蟲劑	238	
Inulin	土木香粉	126, 132	
Iodine	碘	6, 233	
Iron	鐵	5, 152	

## K.

Kainite	今近礦	114	一 四
Kaolin	陶土	13, 21	
Keratin	角質	209	
Ketones	擬間質類	145	
Ketoses	擬間質醇	124	

	<b>Kidney bean</b>	菜豆	178, 180
	<b>Kieserite</b>	硫酸鎂礦	114
索	<b>Krypton</b>	氬	12

## L.

引

	<b>Labradorite</b>	灰長石	21
	<b>Lactose</b>	乳糖	125
	<b>Land plaster</b>	石膏見Gypsum	
	<b>Lead arsenate</b>	砒酸鉛	239
	<b>Lecithin</b>	膽臘	140, 151, 198, 217
	<b>Legumin</b>	豆腐質	154
	<b>Leguminous crops</b>	豆類作物	167, 178, 194
	<b>Leucine</b>	分解蛋白質	86, 156
一	<b>Levulin</b>	左旋澱粉	126, 133
五	<b>Levulose</b>	左旋糖見Fructose	
	<b>Lignite</b>	褐煤	25
	<b>Ligno—cellulose</b>	木纖維質	135
	<b>Lignose</b>	木纖維質	127, 135



Lima beans	扁豆	178	
Limestones	石灰石	22,25,188	
Limonene	檸檬油精	143	農
Linoleic acid	胡麻子油酸	137	藝
Linolenic acid	胡麻子亞油酸	137	化
Linseed	亞麻子	137,168	學
Lithium	鋰	6	
Litter	草薦	75	
Loams	壤土	36	
London purple	倫敦紫	239	
Lupines	羽扇豆	179	
Lysol	木油皂汁	236	

## M.

Magnesium	鎂	4,152	一六
Maize	玉蜀黍	173	
Malic acid	蘋果酸	141	
Maltose	麥芽糖	125,131	

Manganese	錳	
Mangolds	黃萵菜	189
索 Manna	甘露蜜	129
Mannitol	甘露蜜醇	127, 129, 134
引 Mannose	甘露蜜糖	124, 129
Manures	肥料	67, 71
Marble	大理石	22
Marl	泥灰石	37, 118
Melibiose	二甘露糖	125
Menthol	薄荷腦	145
Menthone	薄荷擬間質	146
Mercuric chloride	氯化第二汞	237, 242
Metamorphic rocks	變形石	24
一 Mica	雲母石	22
·七 Millet	粟	176
Monocalcium pbosphate	磷酸一鈣	103, 104
Monosaccharoses	單糖類	123, 127
Morphine	安眠鹼, 嗎啡	163

Moulds	黴菌	49	
Mucin	粘液精	210, 216	
Muriate of potash	氟化鉀	115	農
Musculin	纖維質	206	藝
Myoglobin	血漿質精	206	化
Myosin	筋肉血漿質	206	學
Myristic acid	豆蔻脂酸	136	

## N.

Neon	氬	12	
Nerol	橙花油	149	
Nicotine	菸鹼	163	
Nitrate of lime	硝酸鈣	101	
Nitric acid	硝酸	14	一 八
Nitrification	硝化作用	51	
Nitrogen	氮	3, 11, 55, 58, 81, 99	
Nitrogenous substance	含氮物	122, 153	

## O.

索	Oats	燕麥	172
	Oleic acid	橄欖油酸	137
引	Oligoclase	斜長石	21
	Olivine	橄欖石	22
	Organic acid	有機酸	122,140
	Ornithine	鳥精	158
	Orthoclase	鉀長石	21
	Osscin	骨膠脂	203
	Oxalates	草酸鹽	141
	Oxalic acid	草酸	140
	Oxidation	氟化	2,202
一 九	Oxygen	氟	2,11,200,233
	Oxy—haemoglobin	氟化血球赤色質	200
	Ozone	臭氟	15,233

## P.

Palmitic acid	穉桐酸	136	
Pancreatic juice	胰液	213	
Para-cresol	木油質	216	農
Paris green	巴黎綠	239	藝
Parsnip	防風	193	化
Pea	豌豆	178	學
Peat	泥煤	25,76	
Pectic acid	果蔬熟膠酸	135	
Pentoses	五炭糖	123,127	
Pepsin	胃液精	211	
Peptones	胃液化蛋白質	81,211	
Perseitol	桂樹醇	127,134	
Petroleum	煤油	240	
Pellandrene	水茴香油精	144	三
Phenol	氫 氫代 輪 質,石炭酸	81,216,235	〇
Phosphatic manures	磷質肥料	103	
Phosphoric acid	磷酸	41,64,86,103,112	
Phosphorite	磷塊石	105,106	

Phosphorus	磷	3,151
Pinene	松萜精	143
紫 Polyhalite	雜鹵石	111
Polysaccharoses	多糖類	126,131
引 Potassium	鉀	4,152
Potassium chloride	氯化鉀	115
Potassium nitrate	硝酸鉀	102
Potassium oxalate	草酸鉀	141
Potassium sulphide	硫化鉀	238
Producer gas	生成氣	98
Proteid	蛋白質	153,160,196,219
Protozoa	原生動物	49
Prussic acid	洋靛酸見 Hydrocyanic acid	
三 Ptyalin	唾液酵質	210
Pyrethrum	除虫菊	240
Pyroxylin	火棉	135

○.

Quartz	石英	20	
Quartzites	石英岩	25	
Quercitrin	橡樹皮黃色染質	128	農
Quinine	治瘧鹼	163	藝 化 學

### R.

Raffinose	棉實糖	125, 131	
Resing	樹脂	122, 142, 150	
Rhamnose	鼠李糖	126, 128	
Ribose	異光樹膠糖	134	
Rice	稻	175	
Ricinoleic acid	蓖麻油酸	137	
Rock	岩石	23	
Rock salt	岩鹽	25	二 三
Rosin	松香	150	
Rye	黑麥	171	

### S.

	Saccharolipose	二糖質	130
	Saccharoses	蔗糖	130
索	Safrol	黃樟質	147
	Salicylic acid	水楊酸	148
引	Saliva	口涎	210
	Sandstones	砂岩	24
	Santalene	檀香油精	144
	Sarco—lactic acid	肉乳酸	206
	Shale	泥板石	24
	Silica,	砂石, 二養化矽	168
	Silicon	矽	5, 151
	Silicon tetrafluorite	四氟化矽	108
	Skatole	人糞質	216
	Smut	黑穗病	228
	Sodium	鈉	4, 152
	Sodium hydrogen sulphate	酸性硫酸鈉	84
	Sodium iodate	碘酸鈉	97
	Sodium nitrate	硝酸鈉	96



Soja—bean	大豆	178	
Solanine	黃芩精	191	
Sorbitol	清涼茶醇	127, 134	農
Sorghum	蜀黍	177	藝
Spinel	尖晶玉	43	化 學
Stachyose	薄荷糖	125	
Starch	澱粉	126, 131	
Stearic acid	脂臘酸	136	
Steatite	石鹼石	22	
Stilbite	輝沸石	42	
Stroma	基質	200	
Strychnine	馬前霜鹼	163	
Succinic acid	琥珀酸	141	
Sucrose,	蔗糖類	125	二 四
Sugar—beet	糖蓼菜	189	
Sulphur	硫磺	3, 15, 151, 238, 240	
Sulphur dioxide	二氟化硫	233	
Sulphuric acid	硫酸	15, 84	

	Sunflower	向日葵	182
	Superphosphate	過磷酸鹽	107
索	Syenite	黑花岡石	24
	Sylvine	鉀鹽礦	113
引	Sylvinitic	針狀金碲礦	114

## T.

	<b>Talc</b>	滑石	22
	<b>Tannic acid</b>	樹皮酸	141
	<b>Tannin</b>	樹皮精	141
	<b>Tartaric acid</b>	酒石酸	141
	<b>Taurine</b>	牛膽精	217
	<b>Taurocholic acid</b>	牛膽酸	217
二	<b>Terpenes</b>	松油精類	142, 143
五	<b>Terpineol</b>	松油腦	145
	<b>Tetracalcium phosphate</b>	磷酸四鈣	105
	<b>Tetrasaccharoses</b>	四糖類	125, 131
	<b>Theine</b>	茶鹼	164

Theobromine	植古聿鹼	164	
Thymol	麝香草質	147	
Titanium	鈦	6	農
Tricalcium phosphate	磷酸三鈣	103, 104	藝
Trisaccharoses	三糖類	125, 131	化
Trypsin	胰液酵質	214	學
Turnip	蕪菁	188	
Turpentine	松樹汁	150	
Tyrosine	陳乾酪質	80, 156, 215	

## U.

Ulmic acid	腐木酸		
Urea	尿精	82, 221	
Uric acid	尿酸	86, 221	二
Urine	尿	72, 220	六

## V.

Valeric acid	甘松酸	215	
--------------	-----	-----	--

Volcanic rocks 火山岩 23

## W.

索

Waxes 蠟 125, 135, 139

引 Weathering 風化 19

Wheat 小麥 169

White arsenic 白砒 223

Wood creosote 木油 236

## X.

Xanthine 黃花色精 206

Xenon 氙 12

Xylose 木糖 123, 128

二  
七

## Y.

Yeasts 釀母菌 49

## Z.

Zinc	鋅	6
Zinc chloride	氯化鋅	234

農  
藝  
化  
學



**\$0.80**