

195590

職業教科書委員會審查通過

實用農藝化學

魯葆如編著



商務印書館發行



職業學校實用農藝化學 實價壹元叁角

職業學校教科書

實用農藝化學

魯葆如編著

商務印書館發行

中華民國二十六年十一月初版

◆(63754.1)

職業學校
教科書
實用農藝化學一冊

每冊實價國幣壹元叁角

外埠酌加運費匯費

編著者

魯葆
南京黃泥崗
中山路六〇四號

發行人

王雲五
上海河南路

印刷所

商務印書館
上海河南路

發行所

商務印書館
上海及各埠

版權所有
印刷必究

(本書校對者盧金聲)

編印職業教科書緣起

我國中等教育，從前側重於學生之升學。但事實上能升學者，究佔少數；大部分不能不從事職業。故現在中等教育之方針，已有漸重職業教育之趨勢。近年教育部除督促各省市教育行政機關擴充中等職教經費，並撥款補助公私立優良職業學校，以資鼓勵外，對於各類職業學校之教學，亦擬有改進辦法。其最重要者，為向各省市職業學校徵集各科自編講義，擇尤刊印教本，供各學校之採用。先後徵得講義二百餘種，委託敝館組織職業教科書委員會，以便甄選印行。敝館編印中小學各級教科書，已歷多年，近復編印大學叢書，供大學教科參考之用。關於職業學校教科書，亦曾陸續出版多種，並擬有通盤整理之計畫。自奉教育部委託，即提前積極進行。經於二十五年春，聘請全國職業教育專家及著名職業學校校長組織職業學校教科書委員會。該會成立後，一面參照教育部印行之職業學校課程表及教材大綱，釐訂簡明目錄，以便各學校之查

考；一面分科審查教育部徵集之講義及敝館已出未出之書稿。一年以來，賴各委員之熱忱贊助，初審複審工作，勉告完成。計教育部徵集之講義，經委員會選定最優者約達百種，自廿六年秋季起，陸續整理印製出版。本館已出各書，則按照審查意見澈底修訂，務臻妥善；其尙未出版者，亦設法徵求佳稿，以求完備。委員會又建議，職業學校之普通學科，內容及分量，均與普通中學不同，亟應於職業學科外，編輯普通學科教本，以應各校教學上之迫切需要。敝館謹依委員會意見，聘請富有教學及編著經驗之專家，分別擔任撰述。每一學科，並分編教本數種，俾各學校得按設科性質，自由選用。惟我國各省職業環境不同，課程科目亦復繁多，編印之教科書，如何方能適應各地需要，如何方能增進教學效率，非與各省實際從事職業教育者通力合作不為功。尙祈全國職業教育專家暨職業學校教師，賜以高見，俾敝館有所遵循，隨時改進。無任企幸之至。

中華民國二十六年七月一日 王雲五

序

農藝化學在農業中所佔的重要位置，是凡研究過農學的人都知道的。不過數千年來，農人雖日日應用農藝化學而不知有農藝化學這門科學。迨至 1840 年德國大化學家李比喜氏的名著化學與農業之關係一書出版後農藝化學的基礎，才告奠定。自此以後，經各國政府及公私機關不斷地努力與提倡，農藝化學乃在農學中佔了一極重要的地位。即在我國也因這門科學關係民生亦有相當的注意，如：孫中山先生在民生主義中研究七個加增農業生產的方法，其中屬於農藝化學範圍的，便佔了三個：就是肥料，除害，及製造。中華民國憲法第一百二十六條規定：「國家為謀農業之發展及農民之福利，應……以科學方法，提高農民耕作效能……」：農藝化學便是一種提高農人工作效能的科學方法。我國政府既深知農藝化學之重要，所以在各大學農學院內多設有農業化學系，各農業學校也把農藝化學列為必修科目之一。各書局出版的農藝化學教本，也已有了一多種。不過內中有的詳於無機而略於有機，有的是偏重理論而忽於實用，有的是專重逢

譯而漠視國情：要皆不宜於學校學生之用。著者不揣諛陋，特編本書，以補其缺點而示其範疇，不僅是我國農校學生應具的農藝化學的知識已備，就是農業上的化學常識也搜羅過半了。

本書係以英國英格爾 (Herbert Ingie) 所著的初等農藝化學為藍本，復儘量參考中外書籍期刊，採摘最新最準確的資料，加以修正與補充。至關於牛乳及化學藥品等之曾經我國政府定有標準者，皆根據中華藥典及各項法令一一註明之。

本書專供中等農業學校及鄉村師範學校之用，最為適宜，即農業專科學校採為教本，亦無不可。又研究農藝化學，須先修習普通化學而農校學生及一般從事農業者，多未具有這初步的化學知識，所以著者特將本書編得適合這般人的需要。不過要將普通化學的原理，與關於農藝化學略帶專門化的知識，備於一書之中，無論如何，總難期其包羅無遺。所以學生應於讀本書之外，再參閱最新優良的普通化學教本，以為補充；再本書對於化學原理及農藝中重要的元素及化合物之性質，僅有概括的敘述，教員可於上課時詳加解釋。

著者編有「應用化學」一書（中華書局出版）內容頗多與農藝化學有關之處，用本書者再兼用是書，可收事半功倍之效。

今日編譯界所感覺到的困難，就是名詞問題。著者對於名物之學，向來極感興趣，所以本書中採用的名詞都是根據於下列各

種權威著作的：

- (1) 化學命名原則
- (2) 物理學名詞
- (3) 藥學名詞
- (4) 礦物學名詞
- (5) 細菌學名詞
- (6) 土壤名詞試譯
- (7) 植物學大辭典
- (8) 動物學大辭典
- (9) 中華藥典
- (10) 高氏醫學辭彙
- (11) 應用植物圖說
- (12) 百科名彙

著者編著本書時，深蒙本校各同仁賜予贊助。書中第一、第二、及第四三章承崔介卿教授校閱；第五章承郭礎先生校閱；第七章承園藝系主任吳耕民教授及沈學年教授校閱；第八、第九、第十及第十二四章承李林海教授校閱；第十一章承農藝組主任涂策安博士校閱；又第三章及第六章承中央農業實驗所土壤肥料系張乃鳳先生校閱。書中的照片有一部分是本校園藝組屠世濤先生所拍攝，原稿是同學柴希曾君抄錄的。著者對於上列的各

位，懷着十二分的感激，謹誌於此，以表謝悃。

著者對於本書內容，雖力求其正確詳明，但因才疎學淺，掛漏之處，在所難免。採用本書諸君，如發見資料上或編制上，有應加修改或補充之處，尙希不吝指教，幸甚。

魯傑如

中華民國二十五年八月

陝西武功國立西北農林專科學校



李比喜(Justus Liebig 1803-1873)德國大化學家及農藝化學之鼻祖



John Dalton (1766-1844) 道爾頓原子說之首創者

職業學校教科書委員會委員

(以姓名四角號碼爲序)

唐凌閣	唐雄伯	唐志才	章之汶
譚勤餘	王雲五	賈佛如	何清儒
朱博泉	魏元光	吳福禎	潘序倫
李壽恆	蘇繼巖	葛敬中	葛成慧
黃任之	黃紹緒	黃質夫	林美衍
陳意	陳朱碧輝	周盛唐	周昌壽
鍾鑑贊	鄭西谷		

目 次

3832

第一章 緒論	1—27
現代化學學說大綱 原子說 酸, 鹼, 鹽基之性質 氧, 氫, 碳, 氮, 硫, 磷, 鈣, 鈉, 鎂, 鐵, 氯, 及矽之性質	
第二章 大氣	28—41
空氣之物理性及化學性 氣壓計 空氣之化學成分	
第三章 土壤	42—78
土壤之定義 地殼之元素 土壤與心土 礫物與岩石 原積土與遷積土 土壤之成因及構成土壤之各種因素 土壤之成分 土壤中所發生之化學變化 水在土壤中之運動 硝化作用 脫硝作用 土壤中大氣氮之固定 土壤中之氣體 土壤水 排水所引起之損失 土壤之分析 我國之土壤	
第四章 自然水	79—95
雨水 泉水 硬水與軟水 河水 海水 水與熱之關係 比熱 潛熱	
第五章 植物	96—127

發芽 根 莖 葉 花與種子 影響植物生長之情形 植物之成分 醣類 脂肪類與蠟類 精油類與樹脂類 有機酸類及其鹽類 無機元素 蛋白質類 酰胺類與氨基酸 生物鹼類 葉綠素 植物對於水之需要

第六章 肥料…………… 128—162

厩肥 牲畜之糞便 褥草 厩肥之保藏 其他有機肥料 人糞 海鳥糞 鴉糞與鴿糞 海藻 魚肥 乾血 肉肥 毛肥 骨肥 烟灰 油餅 蝙蝠肥 鯨肥 綠肥 豆科植物之固定氮 人造肥料或化學肥料 人造肥料之檢驗 我國之人造肥料工業 肥料之分析及評價

第七章 作物…………… 163—216

分類 穀類作物 豆科植物之種子 其他種子 果實 根 菜類作物 飼料作物 乾芻之製造 青貯草 作物之輪栽

第八章 畜體之化學…………… 217—229

畜體之成分 消化 已消化的食物之歸宿 尿

第九章 牲畜飼養…………… 230—275

飼料之重要 飼料之分類 飼料之成分 飼料之消化性 蛋白質比率 飼料之熱值 飼養標準 飼料中灰之成分之機能 維他命 飼料成分之經濟的價值 飼料之肥料的價值 牲畜對水之需要 牲畜所消費之水 能毒害或傷害牲

畜之雜草 傷害牲畜之菌類

第十章 乳業…………… 276—322

飼料與生產之關係 牛乳的成分 牛乳之物理性及化學成分 環境對於牛乳產量及品質之影響 成分之差異 關於乳業的立法 中國牛乳之缺乏 人乳與牛乳之比較 他種獸類之乳 牛乳之保藏 乳製品

第十一章 農用藥劑…………… 323—363

消毒劑與防腐劑 除蟲劑 殺菌劑 除草劑

第十二章 蛋及蛋製品…………… 367—383

蛋之構造 蛋之成分及用途 產蛋雞之飼養 鷄蛋之記分 蛋之保藏 蛋製品之種類

附錄 比重溫度計讀數及度量衡…………… 384—394

比重 溫度計之讀數 百分或攝氏溫標 華氏溫標 列氏溫標 長度、面積、容積、及重量之單位 一般穀粒之量

實用農藝化學

第一章

緒論

農藝化學是研究植物及動物的養料之成分和生命過程中所包含的化學變化的一門科學。因此，土壤、空氣、水、動植物的身體、肥料、以及其他材料，和這些物質所發生的變化，無不與農藝化學有關。

學生於開始研究農藝化學以前，對於普通化學，應有相當的知識。本書因篇幅關係，對於這種知識，不能重加敘述，學生對於普通化學若尚未修習過，應當選習一種優良的最新化學課本以補充在本書中所學的。本章擬將現代的化學學說，及在農藝中佔重要地位的諸元素的重要特性，略加敘述，這敘述當然不能說是完全的。

根據現代的學說，凡物質（物質是指有重量且能影響吾人感覺之一切物）都是由微細質點所構成，這種質點，不能再被分

析，也不能被毀滅。自物質的電子說，和近年來關於錳以及錳變為氣的發見倡導以來，這話也許須修正，不過就大多數的物質來看，他也可認為是真實的。譬如依化學家的想像，一切物質，不論是固態，液態或氣態的，都是成顆粒形 (granular)，好像牠們是由無數的這些不可見的質點所構成。這些質點稱為原子 (英文 atoms 一字係由兩個希臘字所構成，是不可分的意思) 而這學說稱為原子說 (atomic theory)。這學說起原極古，但直至十九世紀初葉，始由英化學家道爾頓 (John Dalton) 以牠的現代的意義應用於化學。原子共有九十二種，僅含有一種原子的物質，稱為元素 (element)。

存於自然界中的物質，通常是在複雜的混合物及化合物的形式中。不過，於這複雜之中，我們知道有幾種物質，卻以元素態存在。氧氣及氮氣是以元素存於空氣之中。金剛石(碳)、金、及鉑是以元素而被採集。有好些別種元素皆由自然的材料中，被分出。例如鐵礦經化學處理而產生鐵，水可分解而成氫、氧兩種元素。化學家曾研究過多種複雜物質，發見牠們是由藉任何尋常的化學方法不能將其分解的元素所構成。並且元素從來沒有由我們如今所知道的物質構成或合成過的。我們用「元素」二字以指鐵，氧，氮，碳，氫的物質。牠們如前面所解釋的，從未有分解成任何元素或由任何元素構成的。現在已發見出的元素，共九十二種，我們

有理由可以相信再沒有別種元素存在。再如建築師能用磚、木、水、泥的幾種材料建築多種的房屋，大自然也如此地用了這九十二種元素，以構成天地所覆載的有機的及無機的無限種類的物質。地球的全部，就現在所知的，是由這九十二種元素所構成。便是日、月、星、辰也曾被證明是由這些同一的元素造的。牠們雖多以痕跡的量存在，可是地面有一半以上是由氧的一種元素所構成。現將地面所含的較多的元素，列表如下：

地面(大氣在內)平均成分表(註一)

(F. W. Clarke)

元素	百分數(重量)	元素	百分數(重量)
氧	50.02	錳	0.18
矽	25.80	鈾	0.20
鋁	7.30	磷	0.11
鐵	4.18	硫	0.11
鈣	3.22	鉍	0.08
鎂	2.06	鉍	0.08
鈉	2.36	錳	0.02
鉀	2.28	銀	0.03
氫	0.15	鎳	0.10
炭	0.43	其他元素	0.47

各原子輕重不一，但任何一種元素的原子，則輕重相等，且一切的其他性質，也都相同。任何物質之性質，在於其分子，而與牠的原子無關。譬如就有性質絕對不同，而所含的原子卻完全相

同的物質，但在這情形中，分子是各異的，例如尋常的氧，是各含兩個氧原子的分子所構成，與各含三個氧原子的分子所構成的臭氧，便根本不同。一個原子的實重太小，實際上不能加以測定，但可與別種原子比較而測定其相對重量，結果頗為準確。測定元素的原子量所用的方法，在此不能說明。現將各元素的名稱和相對原子量，依各元素原子序的先後，列表於下，以供檢查。這表每年由國際化學協會原子量委員會修正後公布。各元素的中文譯名，是由教育部與國立編譯館合聘之化學名詞審查委員會編訂，二十一年十一月經教部公布的。

各原子量，是假定氧（原子量是 16.000）而計算的。從前往往取氧原子的重量為原子量單位，但因了幾種原因，現皆採用氧的原子量的十六分一為原子量的單位。表中每一元素的英名之後有一符號（symbol），這符號是一個英文大字母，有的其後更加一小字母。（註）一個符號是表示所指的元素的一個原子，所以符號不僅有質的意義，也有量的意義。

（註）元素是用一個或兩個字母來代表，稱為符號。通常是用英文名稱的第一字母。例如 Nitrogen 是用 N 來表示，Phosphorus 用 P 來表示，硫用 S 來表示。若有不同的元素的名稱第一字母相同，如 Sulphur 及 Sodium 這原則便不能遵守。遇到這情形時，便採用其中一個元素在別種語言中的名稱。例如，Na 用來代 Sodium，因 Natrium 是 Sodium 的拉丁名稱。同

樣地 P 可代表 Phosphorus, 也可代表 Potassium 所以慣用 K 來代表 Potassium, 因此在拉丁文中是 Kalium.

二種元素結合而成化合物 (chemical compound) 時, 一元素的若干原子, 與別一元素的若干原子結合, 這些數間之比例, 往往極為簡單, 在某一化合物中的比例, 總是相同的。譬如水是氫與氧所構成, 原子之數為二與一之比, 這可藉 H_2O 的公式而略為表示, 牠告訴我們, 一個水的分子是兩個氫原子 (相對重量是 2) 與一個氧原子 (相對重量是 16) 所構成的。

混合物與化合物, 根本上大不相同, 非加辨明不可, 這層頗為重要。

在理論上, 還可如此地說: 在混合物中, 各成分分子, 毫無變化, 吾人可以想像用極精密的方法, 窺見牠們彼此靠近, 每一成分各維持其特性, 所以混合物具有牠的各成分的性質的中間性質。可是, 在化合物中, 各分子都是一律的, 不論如何精密的檢查, 都不能不將化合物之特性破壞, 而能檢出化合物中的原有成分。實際上, 混合兩種物質時, 通常是既不放熱, 又不收熱, 出產品的性質, 恰在各成分之間, 僅用機械的方法, 即能將其各成分分出; 可是, 構成化合物時, 則往往牽涉了不少的熱, 出產品之性質, 與其各成分完全不同。無論如何精密的機械方法, 不能將各

成分分出，便是檢出牠們的存在，也不可能。

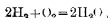
下列的試驗，許能使這區別更爲顯明。試取銅粉十克，在研鉢中與硫黃五克混合，所成的是污濁的橙黃色粉。在顯微鏡之下，可以看出黃色的銅質點，和檸檬黃色的硫黃質點，互相靠攏。並且如略取這粉投於水中，各成分即依其相對比重而分開；銅質點沉於水底，而較輕的硫質點則落於銅上；若要完全分開，可將一部分的混合物用二硫化碳處理，硫黃便溶解，而銅則被留下。將二硫化碳蒸發，硫黃成小品體而出現。在這情形中，所成的僅是硫與銅之混合物，可藉機械的方法將其分開，性質就是其各成分的性質。

如略取這混合物在試管中加熱，銅與硫即化合起來，並發生熱及光，所成的黑色物質，一切性質，與銅及硫都不相同。若將這黑色物質磨粉，用顯微鏡檢視，一切的質點都是黑色，銅與硫黃，都不能檢出。若由混合物取一部分用二硫化碳處理，物質的色狀不變，而液體如果被濾出來，蒸發時並無硫黃沈澱（最多略有痕跡，這因將粉加熱時，不甚妥善）。如果將粉撒於水面，即同時下沉，這物質顯然非硫非銅，但用適當的方法，可證明其兩種都含有的。如果將粉少許用濃硝酸處理，即發生劇烈作用，有污濁的黃色塊浮於液面，液則變爲藍色。將液濾清，與光亮的鋼刀、鐵刀、或鋅片接觸，便有紅色的金屬銅沈澱下來。污濁的黃色剩餘

物，若在空氣中加熱，即燃燒而生藍焰，發出燃燒硫黃時之特有氣味。將銅硫混合物加熱而得的黑色物質，是一種化合物，稱為硫化銅，差不多和一切的化合物一樣：由牠的各成分構成而發生熱。

試將原子這名詞略加思索，則便是水或其他化合物的最小部分也不可稱為原子，頗為顯明，因為如此部分的物質，至少當含有兩個原子，所以可再分析，因此另用一分子(molecule)的名稱，以指可以單獨存在的物質之最小部分，實在地，便是一種元素所成的物質，往往是並無單獨的原子存在的，而是各元素的分子含有二個以上的原子。譬如游離的氧以分子存在，各含有兩個原子，雖然有含有三個氧原子的分子，可是牠們的性質與尋常的氧完全不同，而構成所謂臭氧(ozone)的物質。僅有幾種少數的元素，其單獨的原子是以游離態存在。最佳例證之一是發見未久的氬(argon)。這物質全為分離的原子所構成，所以在這和相似的事例中，分子和原子是一致的。化學作用發生時，並沒有物質創生或毀滅，而是存在的諸元素重新排列而成新分子。化學家對於所發生的變化，無不企圖完全研究，往往能將所發生的變化的全部，藉化學方程式(chemical equation)表示出來。試舉一簡單的例，例如氫與氧結合而成水。氫氣中僅有氫的分子，每個分子由 H_2 的公式來表示，而在氧中僅有 O_2 的分子。化合之時，兩個氫分子

和一個氧分子結合而成二分子的水。這可用下列的方程式代表：



化學方程式與代數方程式相似，因為方程式兩邊的每種元素的量必須相等，但又與代數方程式相異，因為牠不能前後兩邊顛倒地寫。一個方程式，在化學家看來，是化學變化的簡要報告，除關於牠的性質以外，也將參加反應的各物質的量，詳細地表示出來。可是我們必須記住，在信任一方程式確能表示某一反應以前，對於反應先要有完全而精密的試驗的研究。尤其是初學的人，不可利用方程式以預測二種以上物質間的相互關係，而應認其為審慎的試驗所證實之事實的記錄。

在將農藝中之重要元素略加說明以前，如今先將化學中常用的名詞的意義，加以解釋。這些解釋僅是斷片的，且無聯絡，所以先後次序，並無系統。

酸 (Acid)：——酸通常是具有酸味且能將藍石蕊等植物性藍色色素變為紅色的性質之物質，含有一個以上的氫原子，這氫可為金屬所取代。酸類之中，以硫酸(H_2SO_4)、硝酸(HNO_3)、鹽酸(HCl)、及醋酸($\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$)、最為重要。這些物質中之氫為鈉所取代時，則成硫酸鈉(Na_2SO_4)、硝酸鈉(NaNO_3)、氯化鈉(NaCl)、及醋酸鈉($\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$)、物質具有酸味及變植物性藍色色素為紅色之性質時，便可說牠呈酸性反應，但這不能證明牠是一種酸；譬

如硫酸銅(CuSO_4)，雖呈酸性反應，其實是一種鹽。

鹼 (Alkali) :——鹼是性質恰與酸相反的物質，能將酸之特性中和取消，同時構成一種鹽及水。最重要的鹼類是氫氧化鈉(NaOH)、氫氧化鉀(KOH)、及石灰(CaO)、或 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。氨(NH_3)或氫氧化銨 $[(\text{NH}_4)\text{OH}]$ ，也有鹼的作用。一種物質如能將已因酸而變紅色之某種植物色素——例如石蕊，——再變為藍色，便是呈鹼性反應。

鹽基 (Base) :——鹽基通常是一種金屬的氧化物或氫氧化物，能將一種酸之酸性一部分或全部中和，因而構成一種鹽及水。鹼類是可溶於水的鹽基，但多數鹽基在水中不能溶解。

鹽基度 (Basicity) :——一種酸之鹽基度，乃是存於一個酸分子中可被取代的氫原子之數。譬如硝酸及鹽酸之鹽基度都是一，這些酸類被稱為一鹽基的 (monobasic)；硫酸的鹽基度是二，或是二鹽基的 (dibasic)；磷酸的鹽基度是三，或是三鹽基的 (tribasic)，其餘類推。一鹽基酸類和一種金屬祇能構成一種鹽，因為氫要被取代的話，必須全被取代。例如硝酸鈉祇可有一種，就是 NaNO_3 ，但二鹽基酸類，或鹽基度較高的酸類，則可與一種金屬構成一種以上的鹽。例如硫酸的鈉鹽，可以是 NaHSO_4 ，也可以是 Na_2SO_4 ，依酸中的氫原子是一個或兩個為鈉所代而定。前述的鹽，屬於酸性鹽類，應稱為「酸性硫酸鈉」(sodium hydrogen

sulphate)。「酸中一部分之氫為金屬元素所取代時，總稱曰酸性鹽，或簡稱酸鹽(acid salts)」(化學命名原則)。

破壞蒸餾(Destructive distillation)：——一種物質，通常是含碳化合物，隔絕空氣而受高熱，且發出氣體及水汽，而原有物質則永遠為這過程所破壞時，所發生的變化稱為分解蒸餾。由煤製備煤氣是一個好例證。所留下的多半是黑色的剩餘物，大半是碳所構成。

收熱化合物與放熱化合物(endothermic & exothermic compounds)：——放熱化合物的意思，是當構成時發生熱的物質，例如二氧化碳。化合物多半是放熱的。反之，收熱化合物則是於構成時吸收熱或能的物質。結果收熱化合物頗為穩定，要將其分解非加以力不可，可是放熱化合物則不穩定，分解時放出熱或能；牠們往往是爆烈性的。發生熱的化學變化，稱為放熱反應，而吸收熱或他種能力的化學變化，則稱為收熱反應。

有機質(organic matter)，嚴格地說起來，乃是生物——動物或植物——所產生的物質，但這名詞在化學中卻是廣義地用以指任何含碳化合物，不論是由生命過程，或是由人工所產生的。一切形式之有機質，隔絕空氣而加強熱時，幾皆由放出碳而變為黑色，如能與空氣接觸，則發生燃燒，構成二氧化碳及其他產品。

氧化與還原(oxidation & reduction)：——氧化這名詞，

就字面看來，是與氧結合的意思，但在化學上，這名詞卻有較廣義的解釋，就是與較多的氧，或代替氧的某種物質結合。譬如氯化亞鐵(FeCl_2)的亞鐵化物，變成氯化鐵(FeCl_3)的鐵化物，化學家常稱其為氧化過程，雖則，並沒有氧在參加的。

還原恰與氧化相反。引起別種物質的氧化的物質稱為氧化劑(oxidizing agent)而將氧或代氧的任何其他物移去的物質則稱為還原劑(reducing agent)。尋常的氧化劑有空氣、硝酸、及硝酸鹽、氯酸鹽及氯等，尋常的還原劑有易被氧化的金屬，如鋅，一部分被氧化之物質，如亞硫酸(H_2SO_3)及多種形式的腐敗的有機質(尤其是在水下時)。

腐敗(putrefaction)：——腐敗是含氮物質因細菌、酵母、及霉菌等之生命過程所產生之分解過程，有時伴以氧化，結果是產生惡臭的氣體或汽。如因空氣而氧化時，則發生熱。

原子價(valency)：——各元素與其他元素化合之力，各不相同。譬如一個氯原子祇能與一個氫原子化合，或是一個氯原子，在化學上與一個氫原子等值，這可藉 HCl 的化合物以為證明；氧的化合力通常二倍於氫，或是一個氧原子，在化學上與二個氫原子等值，這可藉 H_2O 的化合物為證；氮的化合值更大：一個氮原子，可與三個氫原子化合，如 NH_3 ；最後，碳構成一種 CH_4 的化合物，表示一個碳原子與四個氫原子等價。某一元素的

一個原子所能結合或取代的氫原子之數，稱為該元素的原子價。氫的原子價是 1，氧的是 2，氮的是 3，而碳的則是 4；或是氮稱為單價的 (monovalent)、氧，二價的 (divalent)、氮，三價的 (trivalent)、碳，四價的 (tetravalent)。一種元素之原子價，在各化合物中並不一致，往往是含有原子價相同的一元素的化合物，有好些共通的性質，但與含有原子價較高或較低的同一元素的別一類化合物比較，則性質間差別甚大。譬如一切亞鐵的或二價的 (ferrous) 化合物中所含的二價鐵，所有的反應就都和一切鐵的或三價的 (ferrie) 化合物中所含的三價鐵，大不相同。

揮發 (volatile) :——揮發是可因熱而由液體或固體變為氣體或汽。這名詞是略廣泛地用於下列的二種意義：

(1) (適當的應用) 物質被加熱時，不經任何化學變化而變為氣或汽。在這情形中，氣或汽遇冷而重變為原有的固體，或液體，例如樟腦及水。

(2) 物質被加熱時，變為氣體或汽，同時發生化學變化，這變化，是氧化或還原。在這情形中，物體永遠被變，當冷卻時，氣或汽不能復成原有的物質。

在以上元素表中所列的九十二種元素，對於尋常的植物及動物的生命過程頗少參加，或絕不參加的，佔其大半。有好些元素，的確僅以極小的量存在。所以由農藝家的立場看來，牠們是

無足輕重的。動物和植物的身體，多半是由下列諸元素的化合物所構成：

氧 鈣 鎂 鈉 鐵 錳 氮 磷
 硫 氯 磷 鈣 鈉

根據 H.C. Sherman 的研究，人體的平均成分如下：(註二)

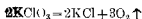
元素	百分數 (近似的)	元素	百分數 (近似的)
氧	65	鈉	0.15
碳	18.	氮	0.15
氫	10.	鈣	0.05
氮	3.	鐵	0.004
鈣	1.5	鎂	0.00004
磷	1.0	錳	} 極微量
鉀	0.35	鈉	
硫	0.25	其他元素	}

現將這些元素，扼要地敘述如下：

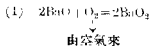
氧 在諸元素中，最為豐富，且最重要。牠約佔地殼重量的一半，水的九分八，在大氣中差不多佔四分之一。在地殼及水裏時，氧是在化合態中；在空氣中，牠卻是以游離態存在，僅與其他成分混合着。

氧可用好些方法製備。實驗室中最常用的一種方法，是藉熱對氯酸鉀的作用，氯酸鉀是一種成分可藉 $KClO_3$ 的公式來表示

的物質。這物質所含的各元素的比例，是一個鉀原子，一個氯原子，和三個氧原子，鉀的原子量是 39，氯的是 35.46，氧的是 16，所以在以重量計的 $39+35.46+48$ 或 122.46 分之鹽中，有 48 分之氧。熱對於氯酸鉀的最後作用，乃是將氧全行排出，而留下氯化鉀 (KCl) 之剩餘物。所以反應可藉下列的方程式來表示：



這試驗可在堅固的燒瓶或曲頸甌中舉行，氧於水面上被採集，氧在水中溶解極微。如果將二氧化錳 (Mn_2O_3) 與氯酸鉀混合，氯酸鉀便於低得多的溫度，不經溶解而放出所含的氧。所奇者是在這情形中，當試驗完畢時，僅是氯酸鉀受了影響，而二氧化錳則毫無變化。將氧壓縮於鋼筒中，現已成了商品，如此供給的氧多半是用 Brin 氏法由空氣製備而成的。這是根據於一氧化鋇 (BaO) 在空氣中被加熱時之作用。於適當情形之下，氧被吸收，構成二氧化鋇或過氧化鋇 (BaO_2)，空氣的其他成分則不起變化而逸去。經高溫或低壓之作用，二氧化鋇分解而成一氧化鋇及游離的氧。於是一氧化鋇可再由空氣中吸收氧，過程便幾可如此地繼續不斷。所包括的反應，可以表示如下：





這兩個方程式，僅是前後易位。大規模製氧所用的儀器，頗為精巧，且略複雜。

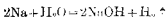
氧是無色無臭的氣，僅微溶解於水，一百體積之水，在尋常情形之下，約溶解四體積的氧。牠極易與別種物質結合，而結合時往往發生大量的熱。燃燒幾皆是由於所燒的物質與空氣中之氧結合而發生熱。所以凡能在空氣（含有 21% 之游離的氧）中燃燒的物質，如在純氧中燃燒則格外明亮。雖然一定重量的某種物質與氧化合而生的熱的總量，是有一定，而與化合時的情形無關，然而在純氧中所達的溫度，及所發的光的強度，總是較高。

熱量是以溫度能藉以升高攝氏一度的水的重量來量度的。所以單位重量（一磅或一克）的某種物質氧化時、所生的熱的量，可以測定，而這值在化合發生的任何情形之下，總是真實的。表示因單位重量（一磅或一克）的某種物質，與氧結合而溫度升高攝氏一度的水的單位重量之數，稱為物質之燃燒熱 (heat of combustion) 或熱值 (calorific power)。現將若干重要物質的熱值，列表如下：

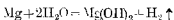
木炭	8080	乳油脂肪	9216
錳	34460	淨值度油	9400
木材	2800	葡萄糖	3750
尋常煤炭	7500	蔗糖	3955
焦炭	7050	乳糖	3052
蛋白質	8.00	麥芽糖	3049
乾酪素	5860	纖維素	4185
尿素	2542	澱粉	4182
羊脂	9454		

在尋常燃燒的事例中，熱之發生易於察覺，但有時與氧緩緩結合，生熱極慢，熱一產生，差不多即為傳導及對流所引去。溫度之升高，極難或竟不能察覺。不過有時（化雖頗緩慢，但熱的流散因任何原因而受阻礙，以致溫度升至可以感覺到的程度，或竟發生危險。在特別順利情形下，溫度之升高足以引起與氧迅速化合，於是發生火焰。這種自燃（spontaneous combustion）的情形，時有發生。自燃之主因中，有亞麻仁油或棉子油之吸收氧，尤其是工廠中撒於紗頭上的油；乾草及煙草等植物質中的醱酵變化；某種礦石，如煤中黃鐵礦石的緩慢氧化。

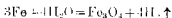
氫 雖因原子量低（1.008）以致如依重量計算，存於地面的比例頗小，可是在自然界中，亦極豐富，牠的最豐富的化合物便是水（H₂O）。若藉金屬之助，將水中的氧移去，便可得氫。有些金屬，如鉀或鈉，便是於常溫與水接觸，也能使氫游離，反應如下：



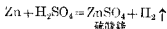
如此發生的氫，祇有一半。有些金屬，能於沸度左右將水中之氫解放，如鎂便是如此。



又有些金屬則需要紅熱，如鐵即是。這最後事例中的反應如下：



有一種較便利的製氫方法，就是藉一種稀酸作用於一種金屬，例如稀硫酸作用於鋅



反應於常溫開始，鋅可在水面採集。

氫之特性為質量輕，及與氧結合時產生高熱。因為質量輕，所以用以裝填氣球及飛艇，雖然從前多用較易取得的煤氣，可是效力遠不及氫，煤氣中僅有一半是氫，另一半則是由較重的氣所構成。但氫及煤氣都易着火，所以現代的飛艇多改用鈍性的且不燃燒的氮，裝氮的飛艇，比裝氫的安全得多。氫於空氣或氧中燃燒時，雖有極熱的焰，可用以熔解砂及鉛等熔點極高的物質，但絕無發光本領。氫與空氣或氧混合，加熱至高溫時，如與火焰或電花接觸，則和一切可着火的氣相同，發生劇烈爆炸。氫與空氣混合，開始爆炸所需的溫度約為 650°C，含氫 5—80% 的任何混合

物，都有爆炸的可能。在自然界中，游離的氫以任何的量，都極少遇到，雖則植物質所發生的某種醱酵變化，能產生氫，且由火山噴出的氣中，曾發見過有氫存在。然而化合態中的氫，則存於多數的化合物裏，尤其是與碳、氧、及氮結合的時候。

碳 是與動植物關係最為密切的元素。牠構成一切生物的固體物質的大部分，而動植物的化學過程，也多半有碳在其中佔重要地位。牠以化合態存於好些礦物中，例如鈣、鎂、鐵、鋅、及硫的硫酸鹽、空氣的一個小而重要的成分，即二氧化碳中，也含有牠。這元素以三種不同的形式存在：金剛石、石墨、及無定形的木炭、燈烟等。這些形式稱為同素異形(allootropic)或同質異相。雖然成分相同，都是碳的元素，可是物理性則大相懸殊。譬如金剛石是結晶而透明，比同體積的水，約重三倍半；石墨固然是結晶的，但不透明，較水約重二倍半；至於無定形的碳當然不是晶狀的，也不透明，微孔為水所充滿時較水約重一倍半。動植物質隔絕空氣而加強熱時則發生黑色，是因為游離碳由存在的各種含碳化合物分離所致，物質被加熱時之變焦，通常確可藉以證明其中含有有機質或含碳物質。在化學上，碳有值得重視之處，就是能以極多種的比例與氫及氧結合。這類化合物，有四十餘萬種之多，而研究這些的一門科學，就被稱為有機化學，有機化學雖然成立較晚，可是已佔有廣大的領域了。

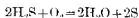
氮 在自然界中，較上述之元素都少。牠的存在之特點，乃是似乎僅存於地球的外部，其大部分游離於大氣中。除來源是直接由於動植物的糞石，如煤及智利硝石外，沒有一種真正的糞石含有氮在內。可是，凡百生物莫不含有氮，為其主要成分。

氮易於由牠與氫結合而成的化合物的氮中取得，方法是藉氧或氯將氫移去。牠的性質多半是負的，因為頗少與別種元素化合的傾向。游離的氮，雖是鈍性的，但含氮化合物的化學活動性，則都甚強。內中有好些是極重要的物質。劇烈的藥材及毒物，多含有氮，例如金雞納((quinine)、 $C_{20}H_{24}N_2O_2$)、番木鱉碱((strychnine) $C_{21}H_{22}N_2O$)、及氫氰酸((hydrocyanic acid) HCN)；且多數的爆裂物，例如硝酸甘油((nitroglycerine) $C_3H_5(NO_3)_3$)、火棉或硝棉((guncotton) $C_6H_7N_3O_{11}$)及好些別種物質，也都是含氮化合物。動物及植物的養料，都以氮為重要成分。氮在動物的食物中，必須與碳、氫、氧、及其他元素結合而成所謂蛋白質的複雜化合物。而植物所需的氮，則以硝酸鹽形式的為主。僅於極特殊情形之下，有些植物能由空氣的游離氮中，取得所需之氮。植物雖為空氣所包圍，且空氣所含的氮約佔本身重量之四分之三，可是化合氮仍為主要的且最可貴的肥料要素之一，這可於以後看到。人畜所消耗的食物中的氮，大半以尿素及排泄物中其他化合物的形式被排除。不幸這些化合物往往經陰溝而通入溪河將水弄

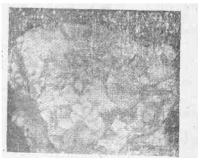
汚，最後流入海中。由農藝中利用主義的眼光看來，這有價值的化合氮，棄而不用，殊為可惜！

硫 在自然界中，游離的及化合的都有。游離的硫產於火山區中，尤其是在西西利島；至於化合態的，則以硫化氫(H_2S)存於多種礦水中；又為多數金屬的硫化物，例如鐵的是黃鐵礦(Fe_2S)、鉛的是方鉛礦(PbS)、鋅的是方硫鋅礦(ZnS)；又為某數種金屬的硫酸鹽，例如鈣的是石膏($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)、及煨石膏($CaSO_4$)、鉍的是重晶石。硫酸鋁分佈極廣，因為可溶於水，所以泉水及河水中，多含有這物質。

硫可將硫化氫之一部氧化而獲得：



如今大量製硫，用的是這方法，硫化氫是從食鹽製造碳酸鈉的副產品產生的。



第一圖 自然產生成斜方晶之硫磺



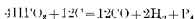
第二圖 氯氣之漂白作用

三瓶中各懸同樣之布條，第一瓶中含空氣，第二瓶中含乾氯，第三瓶中則含濕氯。乾氯無漂白作用，而濕氯則已將顏色一部份漂去。

硫色黃，所以俗稱硫黃，一作硫磺，質頗鬆脆，極易着火，所以英名除 sulphur 外，尚有一 brimstone（這是中古英文遺留下來的名，是「燃石」的意思）的名稱。在空氣中燃燒，發灰藍色火焰，構成令人窒息的二氧化硫（ SO_2 ）的氣，且又產生少量的三氧化硫（ SO_3 ）。三氧化硫與空氣中常有存在的水汽結合而成硫酸（ H_2SO_4 ）。硫與碳相同，能以三種形式存在，物理性各不相同。未氧化的或一部分氧化的硫化物，對於植物，極有危害，至於硫酸鹽則非惟無害，且是必需的。動物及植物的蛋白質中，都含有硫，這些物質發生腐敗時，硫常成硫化氫而被解放，這物質是蛋中蛋

白素腐敗的主要產品之一，可由其臭味而被覺察。

磷或磷(磷為系統名稱，磷為通常名稱) 總是以化合態出現。磷之化合物中以磷酸鹽為主，分佈極廣，但在地球巖石中，僅佔一小部分。磷酸鈣礦石($\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$)又名磷石灰。江蘇東海錦屏山有這礦，頗有肥料價值。凡是肥沃土壤，都略含有磷酸鹽，為植物所吸收，由植物再入動物的體中，蓄積於骨骼或其他堅硬部分(如牙齒及介殼)。這元素對氧的親合力太強，所以純磷不易獲得。牠是於極高的溫度，藉碳作用於偏磷酸(metaphosphoric acid)而製備的，主要的反應如下：



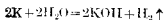
尋常所製備的磷，是淺黃色而有蠟光的物質，露於空氣則發微光。牠的英名 phosphorus 便是由這性質而起的，phosphorus 一字來自希臘，是「發光者」的意思。發光是由於緩慢氧化，輝光雖於低溫發生，卻產生熱，常使溫度升到可以開始迅速燃燒之點(約 30°C)，確能使磷着火。磷燃燒於空氣中時，發眩目的白光，產出五氧化磷(P_2O_5)的濃烟，五氧化磷易溶於水而成磷酸(H_3PO_4)。磷是劇烈的毒物。廣供製造火柴之用，也往往用以毒鼠。由農藝的眼光看來，牠的主要的重要性，就在牠的化合物磷酸鹽充肥料之功用，且因為飼料及牲畜體中的脂肪及蛋白質中，都含有牠。

鈣 在自然界中極為豐富，總是以化合態出現。白堊、石灰石、

及大理石中的碳酸鈣(CaCO_3)含量頗鉅，硫酸鈣就是石膏($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)，極為豐富；而矽酸鈣則為好些礦石的成分。這元素本身是易於氧化的金屬，不易製備，也不甚重要。牠的氧化物(CaO)，就是重要物質的生石灰(quicklime)。鈣是植物養料的要素之一，但牠的化合物卻在土壤中完成了其他更重要的機能。當於以後說明。

鉀 存於多種礦石中。矽酸鹽多半含有多寡不一的鉀，有些矽酸鹽，例如正長石 [(orthoclase) $\text{K}_2\text{OAl}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$] 及雲母 [mica ($\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$)]，都以鉀為一種重要成分。也存於海水中，海藻由海水蓄積下大量的含鉀化合物。德國 Stassfurt 的大鹽礦，供給工業中所需的及肥料所用的鉀的大部分。這些鹽礦的性質，以後再行說明。

這元素可於極高溫度，藉碳作用於碳酸鉀或氫氧化鉀而製成。牠是發亮而有光澤的金屬，十分柔軟，極易氧化，所以必須保藏得不與空氣或水汽接觸；這常應用一種所謂石油精的碳化氫。鉀與水接觸，構成氫氧化鉀而放出氫：



這反應所生的熱極大，將鉀溶解而成小球，發「絲絲」聲而浮於水面；氫被着火而燃燒，火焰因鉀汽而現為紫色。

鉀之化合物在農藝中極為重要，是一切肥沃土壤的重要成

分。牠們似與植物之生長及繁殖有密切關係。存於細枝，嫩葉，及其他生長迅速的部分，最為豐富。鉀在植物中，與硝酸、鹽酸等無機酸類化合，也極常與草酸($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)、檸檬酸($\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$)、酒石酸($\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$)、及蘋果酸($\text{H}(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_5)$)、等有機酸類化合。可是，鉀在植物灰中，通常是以碳酸鉀出現，這是樹木枝葉的灰的主成分。鉀鹽極易溶解於水，但為土壤的某種成分所吸收，且被保留，所以牠們不致因土壤排水而致消失的。

鈉 在自然界中分佈極廣，是多數矽酸鹽的主成分。在氯化鈉(NaCl)的形式中時，就是岩鹽及海水的最大成分，為量極為豐富。這元素是藉碳作用於碳酸鈉或氫氧化鈉，或藉食鹽的水解而製成的。性質與鉀相類似。鈉的化合物用於工業中的頗多，製造碳酸鈉，是最偉大且最重要的化學工業之一。

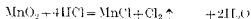
植物灰中，多半含鈉，但除某數種植物外，鈉對於植物的福利，似不重要。鈉和鉀的化合物，性質多半相似，可是當牠們以溶液加於土壤時，對於土壤的作用，有驚人的區別。鉀鹽是以不可溶性的形式為粘土所保留，而鈉鹽則易於被水沖去，流入溝中。

鎂 是以碳酸鹽及矽酸鹽而廣佈於自然界中。這金屬本身是光亮而帶銀白色的物質，重量極輕，在空氣或氧氣中燃燒，則發強烈眩目的白光。氧化鎂(MgO)、碳酸鎂(MgCO_3)及硫酸鎂〔瀉鹽($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)〕，都是工業中最常用到的化合物。

鎂存於植物灰中，似乎頗為重要，但因土壤中缺乏鎂質的甚少，所以由農藝的立場看來，實際上不很重要。

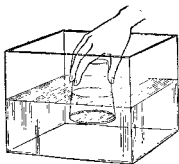
鐵 存於多數化合物中。黃鐵礦 (haematite) (Fe_2O_3) 磁鐵礦 [(magnetite) Fe_3O_4] 及泥石鐵礦 (ispathic iron ore) (FeCO_3) 儲藏頗富，都是有價值的鐵礦。這元素以兩種氧化鐵存在，就是亞鐵的或二價的鐵，及鐵的或三價的鐵。前者所成的鹽，色白或綠，後者則構成紅色或黃色的化合物。亞鐵化合物常存於深藏地下的巖石或礦石中，但取至地面上時，就與空氣中之氧化合而成鐵化合物。鐵態變化，則巖石或礦石的顏色也發生變化，常是由綠色或灰色而變為紅色或黃色。優良的土壤中，僅可有鐵的化合物存在。鐵對植物頗為重要，但小量的就可敷用，而多數土壤中所含的鐵，已超過這量了。

氯 極豐富，尤其是與鈉結合而成含於海水及井水中的食鹽時。其他含氯化合物，也有以礦物存在的。這元素的製法，通常是將鹽酸 (HCl) 氧化，氯被移去而構成水，而氧則被放出。有好些物質，可用以引起這種氧化。常用的是黑色的氧化錳 (MnO_2) 這物質與鹽酸溶液共加熱時，所含的氯，約有一半被放出來，這氯差不多重於空氣二倍半，可以引到直立容器之底，加以捕集。



氯是黃綠色的氣，氣味有刺激性，能令人窒息，極易溶解於

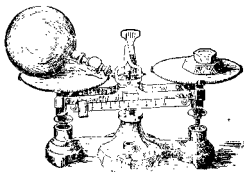
水化學活動力頗大。與各種金屬，多半易於結合，尤其是有與氯化合的強烈傾向。氯之性質，在工業上最有價值的，是牠的漂白力、消毒力、及除臭力。多數的有機色質，都易被其破壞，所以廣用以漂白棉、麻等植物纖維。但不能用於毛、絲纖維，因為能將纖維本身破壞。氯必須有水，始能漂白，牠的漂白實在就是氧化。除非在如日光的強光中，牠不能在水中分解，但有機色質有與氧化合的傾向，而氯則與氧互相吸引，於是二者之聯合的效應使水分解，產生一種氧化的有機質及鹽酸，這有機質多半是無色的，



第三圖 空氣佔據空間，此實驗證明杯中空氣抵抗水入杯中。

牠的消毒作用，許是由於同一的過程，水中之氧與有機質及微生物化合，將其破壞。

矽 在地殼之巖石中最為豐富。牠雖構成土壤中一種極重要的成分，且存於好些植物灰中，植物似乎不需要牠來作養料。



第四圖 空氣之重量

球於空氣抽出後，測定重量，如放空氣入球則重量增加。

近年有人發見，土壤中若含有可溶性砂，則植物生存所需的磷酸，可較無砂時所需的磷酸為少。

這元素本身無足輕重。牠是用一種對氧有極強親和力的物質，作用於二氧化矽 (SiO_2) 而製成的，最適宜的還原劑，是鉀與鈉兩種鹼金屬及鎂粉。通常是褐色的固體物，但和碳及硫相同，能以數種同素異形的形式獲得。

二氧化矽或矽石，是極豐富的物質，游離的以石英、火石、及砂出現，化合的則成矽酸鹽類，是種類紛繁，且頗重要的一類礦物。有人估計，地殼的固體物質，差不多有一半是二氧化矽所構成。

(註一) Naylor & La Veseonte: *Introductory Chemistry with Household Application*. 1933, p. 13.

(註二) H. C. Sherman: *Chemistry of Food and Nutrition*. 1933.

第二章

大氣

物理性：——陸上的植物及動物，生活繁殖莫不為空氣所包圍，而生命過程多直接依賴於有空氣之成分參加的化學作用。空氣於土壤的構成及土壤各成分中所發生之變化，也佔重要地位。所以我們若要了解與動植物之生命及成長有關係的化學過程之性質，非略具有關於大氣之性質及成分的知識不可。

空氣是一種物質，這句話須於某種情形之下，始能顯明。吾人周遭之空間顯然是空虛的，因為空氣是不可見的，似乎容許物體在其中自由活動。可是，吾人皆知當一大面積之物體迅速運動於空氣中時，則發生大阻力，這可證明空氣是物質了。再如取一燒杯，或玻璃杯，杯口朝下，倒插入水面下，可以看出水僅微入杯中，且為杯中的空氣所擋住。這些簡單的及好些別的現象都證明空氣之物質性。空氣之有重量，也顯易於證明。如果取一球形燒瓶，瓶口備有橡皮塞，塞中插一玻璃管，管端裝一橡膠管，及一附夾子之管塞，則將空氣唧筒或瓶中盛水而加熱至沸，都能將空氣抽

出一大部分。水蒸氣將空氣自瓶驅出，若將管塞塞住，火焰由瓶下移去，瓶中之水蒸氣便逐漸凝結。等到十分冷後，可將燒瓶準確地稱一稱。現在若將夾子管塞略開片刻，便可聽得空氣入瓶代替已凝結之水蒸氣，於是燒瓶的重量增加，所增之量，是入瓶的空氣的重量。如此可以證明，一升之空氣，在尋常情形下，重約 $\frac{1}{4}$ 克，或一千立方呎重約八十磅。

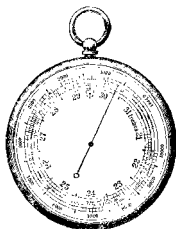
空氣因了本身之重量，向地面而下墜，最近地面之部分，為上層部分的重量所壓；結果地上的一切物體，皆受其上及其四周空氣之壓力，因為空氣與別種流體相同，壓力是傳於各方向的，所施之壓力極高，平均在海面約為每方呎 $14\frac{3}{4}$ 磅，或每方釐米1033克，這壓力是空氣重量之直接量度。所以在海面上，每方呎之面積，其上有 $14.75 \times 144 = 724$ 磅之空氣，在一英畝上，空氣之總重量，當為41,300噸左右。

氣壓計 (barometer)：——空氣壓力是藉所謂氣壓計的儀器來量度。最簡單的形式，是一根玻管(口徑最好略大)，長約三十二、三吋，一端閉着，一端開着，灌滿了汞，倒插入一槽汞中。於是可見汞在管中僅降低數吋，管中汞面約高出槽中汞面三十吋時，便停止不動。汞柱之重量，與同一截面面積，底在槽中汞面而上端直達大氣之最高限度之空氣柱的重量相等時，便達到平衡。這種簡單形式之氣壓計，最為優良，如有適宜之方法以準確地量

度兩乘面間之垂直距離，則最為準確。尋常之風雨表 (weather glass, wheel barometer) 雖可做得極靈敏，即連壓力的小變化，也能指示出來，可是並不準確。

無液氣壓計 (aneroid barometer) 之作用，在於一只鋼盒的彈性，盒中空氣完全抽盡。空氣壓力使盒蓋一部分陷入，陷入的多寡，因壓力之變更而異。盒蓋之運動，由一指針之轉動來指明，指針是為附於盒蓋中央之鏈所移動，而受一輕彈簧之控制。

氣壓計中汞之高度可藉以量度大氣壓力，而大氣壓力，則靠着上面空氣之重量，所以距離海面的高度增加時，大氣壓減少，



第五圖 便中無液氣壓計

此計有二種分度，大氣壓及高度，皆可一望而知

而氣壓計讀數也爲之減低。所以這可藉氣壓計來量度。兩處測候所高度之差與氣壓計讀數之差間的關係，靠着數種情形而定。大概是在海面附近，每約升高九百呎，則氣壓計降落一吋，而自五千呎高度以上，則每約升高一千一百呎，則氣壓計之壓力降低一吋。

空氣與別種的氣相同，溫度或壓力有變化，則體積發生變更。溫度如不變更，則一定重量的氣的體積與壓力成反比例，這關係是愛爾蘭化學家波義耳 (Boyle) 於 1661 年所發見，一切的氣在小限度之壓力間，差不多皆是如此。這稱爲波義爾定律 (Boyle's law)。

壓力如果不變，則氣的體積與溫度成正比例，這溫度是由絕對零度 (absolute zero) 而量度的。絕對溫度顯然是在冰點下 273°C . 或 491°F .，或是 -273°C . 或 -459°F .。應用這概括法，則計算一定重量之氣在新的溫度及壓力情形下所佔的



第六圖 標準氣壓計
此氣壓計，附有溫度及濕度，其分度極精，且可讀出。此爲美國氣象研究所所用之標準氣壓計。

體積，便頗簡單。試舉個例為證；假如一份的氣，在 15°C 的溫度及 740 毫米的汞的壓力下，體積是一千立方釐米，現要計算於 20°C 及 760 mm 時，所佔的體積。先研究溫度變化之效應， 15° 的絕對溫度是 $273 + 15 = 288$ ； 20° 的絕對溫度是 $273 + 20 = 293$ 。體積與絕對溫度成正比例，所以氣壓如果不變，則體積當為 $1000 \times \frac{293}{288}$ 。次研究壓力的影響。壓力自 740 mm 變為 760 mm；所以體積減小。這樣當為 $1000 \times \frac{293}{288} \times \frac{740}{760} = 1004.4 \text{ cc}$ 。

空氣之化學成分 空氣是數種氣的混合物。內中有數種總是有存在的，雖則比例不一，可是有些氣則有時完全沒有。

主要之氣如下：

氮	氫
氧	硝酸或氮之氧化物
氫	臭氧
二氧化碳	
水汽	

氮 是最大而最不可變的成分，在乾空氣中之量，約為體積的 78%，或是重量的 75.5%。雖然如此地豐富，牠對於空氣中所發生的各種過程，卻極少參加；牠的主要機能，實在幾可說是沖淡的作用。有些物曾被證明能藉根上根瘤之助，將游離的氮同化，有些極下等的植物，則能直接利用游離氮，但大多數的植物顯然沒有利用氮的能力，除非是化合態的氮，最好是成硝酸鹽的形

式的。

氧 是最活動且也許是最可變的成分。乾空氣中的平均比例，差不多是體積的 21%，或重量的 23.2%。因了發生極多的氧化過程的關係，氧之比例會因地方情形而異，但因了擴散、對流、風、及植物之補償作用等勢力，這些地方的變更，並不如所想之甚。在城市及沼澤，氧量多略較鄉間及海上為小，室外空氣中變更之限度不大，或自 20.5% 至 21.03% 不等。

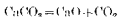
氫 是發見未久的一種成分，由農藝的立場，或由任何實際的眼光看來，都不重要。這氣比氫重 19.9 倍。牠的鈍性，頗堪注意，就現在所知的，牠對任何化學過程都不參加，且似乎不能與任何其他元素結合，便與本身也不能結合。牠的分子，與多數的氣不同，僅有一個原子。牠在大氣中的量，約為體積的 0.94%，或重量的 1.3%。**氦、氖、氬、及氡**，也都是新元素，在空氣中以極微的量被發見。據現在所知的，牠們對於任何化學變化都不參加。

二氧化碳 是一個小而重要的成分。牠的百分量，極為不定，燃燒、一切有機體之腐敗、以及呼吸，都能使其增加。整個空氣中之平均量，約為體積的 0.03%，但據較近的研究，則這數應略減低。在陸地上，牠的比例是夜中大於白天，但在海洋上，則這每日的變更，不能查出。大氣中的含量，因好些過程而增高，其最重要的如下：

(1) 火山之噴射、深泉、及其他地下來源。

(2) 含碳物質之氧化——例如多數燃料之燃燒、動植物質之腐敗、及動植物之呼吸。

(3) 碳酸鹽之分離——例如燒石灰時。

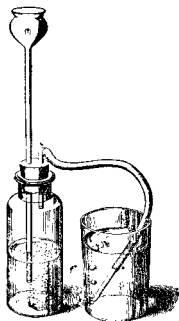


植物的綠色部分，在日光勢力之下將二氧化碳分解，這是傾向於將牠的量減少的主要過程。在此碳被留下，變成各種複雜有機化合物，用以構成植物之組織，而氧則以游離態復回大氣。

植物由空氣移去二氧化碳的這種過程，範圍極其廣大。我們若記住植物之乾燥部分約有一半是碳，而這碳全是由空氣取得的，就可構成一點概念。譬如一英畝的飼料蒸菜 (mangold) 在成熟以前，約由空氣吸收三千五百磅的碳，這代表一八八〇英畝上二百呎厚的空氣層中的二氧化碳。大氣中二氧化碳的量，不斷的為上述的兩種作用所影響，就是含碳化合物之氧化，及二氧化碳為植物所分解，這些過程略能彼此平衡。

氮與硝酸 或有些硝的氧化物，常存於空氣中，但為量極少。巴黎近郊氮的平均量，冬季是每百立方公尺中有 1.7 毫克，夏季是每百立方公尺中 2.1 毫克。其他觀察者曾發見六月中比二月中多二倍。硝酸或許是以硝酸銨存在（或被報告為硝酸者，一部分會確是以亞硝酸銨存在的亞硝酸）。氮的來源，許是含氮

有機質之腐敗，因為含量多半是城市附近大於鄉村。



第七圖 二氧化碳發生器

瓶中貯有大理石片及氫氯酸，石因酸之作用而分解，釋出二氧化碳，由彎管逸出，酸可由漏斗中加入

這些物質之量，通常過小，估計起來，極感困難，且因牠們都易溶解於水，多被雨由空氣移去。所以牠們在雨水中較濃，雨之分析，頗有興趣，因為能藉以知道這些以及空氣中所含其他物質之量。這種分析，曾發表了不少，現將 Angus Smith 於一八七

二年所做的分析，擇要錄下，數字代表每百萬分雨水中之分數。



第八圖 鐵被氧化而發生臭氣

瓶中空氣所含之氧氣，易於其特臭而察覺，亦可藉其能將沉澱於溴化鉀及澱粉之溶液中之紙條入變藍而檢出。

採集地	亞硫酸	硫酸與 亞硫酸 100分 之比	以硫酸 而計 之得 硫酸	硫 酸	氮	其白 質氮	磷酸	以過錳 酸而 被高 錳之 氣
愛爾蘭 Valen- cia	48.67	2.73	6	無	.18	.03	.37	.06
蘇格蘭 八威海濱 地方	12.91	7.66	59	2.44	.99	.11	.47	.63
蘇格蘭 八威內地 地方	3.38	2.06	61	.31	.53	.04	.31	.26
英格蘭 十二威內地 地方	3.99	5.52	188	無	1.07	.11	.75	.47
蘇格蘭 六 城	5.86	16.50	282	3.16	3.82	.21	.16	1.86
蘇格蘭 Glas- gow	8.97	70.14	782	15.13	9.10	.30	2.44	10.04
英格蘭 六 城	8.70	34.27	304	8.40	4.09	.21	.85	2.74
英格蘭 倫 敦	1.25	20.49	1615	3.10	3.45	.21	.84	—
英格蘭 Man- chester	5.83	44.82	768	10.17	5.6	.25	1.01	3.22

1880—89 年間在 Rothamsted 試驗場所舉行之試驗，平

均是每百萬分雨水中，0.426 分的氮以氨存在，0.139 分的氮以硝酸鹽存在，每年雨量 29.27 吋，每英畝地上由雨以氨帶下的氮，共 2.898 磅，以硝酸鹽帶下的氮共 0.917 磅。這些還得加上成有機質之氮 0.8 磅，每英畝每年總共有氮 4.5 磅左右。

據 1861—1872 年間在歐洲大陸七處測候所所舉行之觀測，平均每百萬分雨水中，有成硝酸的氮 4.7 分，及成氨的氮 126 分，等於每英畝每年總共有氮 10.18 磅。這些結果比英國數字高得多，許是因為有些是在城市或其附近測得的。熱帶地方，數量多半要高得多。英格爾氏於一九〇四年七月一日至一九〇五年六月三十日，在南非 Pretoria 城測得每百萬分雨水中，平均有 1.194 分的氮，以氨存在，0.136 的氮以硝酸存在，雨量 24.31 吋，等於每英畝每年有化合氮 7.67 磅。南非 Transvaal 省，這氮完全於植物生長較活動的時季——南半球之夏，即九至四月——被雨帶下，因為冬季幾乎絕對無雨，這層也堪注意。

雨中空氣之化合氮，對於植物，殊為重要。上述的 Rothamsted 之量，即每英畝每年有化合氮 4.5 磅等於約用二十七磅的硝酸鈉，而在 Pretoria 則相當於 4.76 磅的硝酸鈉，或 36.2 磅之硫酸銨。

臭氧 為活動形式之氧，是藉放電，尤其是無聲放電，作用於尋常的氧，或藉以磷等易於氧化之物質，作用於氧或空氣而得

的。具有特臭，能將多數的有機質及好些金屬氧化。牠存於空氣中，對於呼吸了牠的人，有否任何有益的效應，頗成疑問，但牠可證明空氣中不含可氧化之有機物質，且也許不含微生物。牠在空氣中的含量是不定的，但總是很小，在城市及沼澤都不常發見。歐洲是五、六月中最爲豐富，尤其是雷、暴雨、及大風後爲最多。

除上述的空氣中所含之諸物質外，尚有偶然存在的其他物質。城市附近、及多燃煤炭之地，空氣含有二氧化硫 (sulphur dioxide)，這氣氧化則變爲硫酸。城市中的雨水往往因此而味頗酸，在城市中栽種作物，尤其是草，頗感不易，其主因便在這酸性。

空氣也含有各種懸游物質。大部爲食鹽所構成之質點極爲豐富，這是成浪花的海水微滴蒸發而來的。這些質點被風吹至極遠之處，雨水中的氯化物，便以此爲主要來源。量以海濱各地爲最大，但即深入內地，雨中也常含有氯化物不少。

除無機性固體物質外，空氣通常含有微生物或其芽胞。這些在城市及任何有有機質發生腐敗之地，最爲豐富，在山巔則極稀少。這些微生物之存在，極關重要，因爲有好多疾病及多種的腐敗及醱酵，都是由牠們而起的。牠們對於乳業，釀酒之醱酵。酒類之製造，及多種有機物質之保藏，尤有關係，且頗重要。

水汽：——大氣中含有水汽，其最主要的結果，即是將水分布於各地。空氣中水汽之量，通常並非用濃度的單位，而是用相

對濕度來表示。於一定溫度時的空氣，如爲水汽所飽和，其溫度即爲百分之百，若僅含有足使其飽和量之半，則濕度是百分五十，其餘類推。由此可見，相對濕度可因兩種情形而起變化：一是變更空氣中之水量，一是變更溫度。海洋上的空氣濕度高，而溫度增加的空氣，如北風或下降的氣流，則濕度甚低。除地面之水蒸發以外，動物之皮膚及肺、植物綠葉、及差不多一切的燃料（焦及無煙煤除外）皆不絕放出大量水汽於空氣中。蒸發（因較高溫度）和植物的通發作用，夏季皆較冬季要多不少。結果，冬季飽和所需的水汽雖少得多，但相對濕度還是低得不少。

大氣沉澱之產生，有許多因子，但這些因子的結果，皆是使濕度高的空氣，冷卻至露點，或水量足以飽和之溫度以下。於是因情形及冷卻的程度而發生雲、霧、雨、露或雪。構成霧的小水點，增大至 0.04 毫米之直徑時，即降而爲雨。大氣中各氣的平均分子量是 28.955，而水汽的則是 18.016。所以空氣中所含的水汽增多，則空氣之密度減小，結果氣壓計之讀數降低。所以氣壓計讀數降低，是表示有降雨之可能，於預測氣候時，須與其他因子共同推算的。

房屋通風（換氣）時生困難，其主因即在濕度。夏季中室內的空氣與室外相差無幾，故無困難，但在冬季，室外冷氣的濕度甚低，及這氣通入室內加熱，則濕度降得更低。這除略加水氣以外，

無法可以解決。在大的應用熱氣的暖氣設備中，是使空氣通過大淺盤的熱水，或用相似的方法，以增高溫度。在裝有用蒸汽的暖氣設備的房屋中，可由活門略放蒸汽，不過聲音有點討厭。在他種暖氣設備中，除用容器盛水置於汽帶（爐片）上以外，似無調整的方法。人衆聚集的場所，因多人肺中及皮膚呼出大量水汽，所以因濕度低而感覺不快的甚少。

濕度調劑體溫，所以是大氣中與吾人的舒適最有關係的因子。體中之氧化過程生能，以進行身體的機能，過剩的則變為熱的形式。如無冷卻過程，以資抵抗，則這熱將使體溫繼續增加。這相反應的過程，即是水由肺中及皮膚蒸發。這兩種過程正常進行時，體溫即維持於 37° (98.6°F .) 不變。如因食物不足，或因呼吸不良而缺乏氧，以致第一過程，發生故障，身體便覺寒冷。反之，如果蒸發發生阻礙，則身體因溫度增高而極感不適，於 37°C ., 時一克的水蒸發，需要 603 卡，而一噸的水蒸發，則需要使體重 186 磅的人體溫減低 0.2°C . (約 0.4°F .) 所需之卡數。在夏季中，或在人衆擁擠之室中，因水向空氣的蒸發受阻，人便感覺壓悶。在含有乾熱空氣之室中，因為水由皮膚蒸發極速，竟會使人覺涼的。(註一)

空氣濕度略較百分五十為高時，吾人最感舒適。在人衆聚集之室中，空氣多半過濕，而且可惜無法，可使室中濕氣減少。現代

的戲院爲增進觀衆的舒適起見，常將入內的空氣冷卻，使得水汽凝固這是利用噴冷水法，或他種發冷設備。然後加入適量的水汽，且將空氣加熱至適當溫度。工廠，火車，家庭，及商店中爲維持空氣及水分的情形適當起見，已迅速地採用了各種設備。(註二)

微塵 有數種現象，是因空氣中的微塵而起的，這些現象中以天色黃昏、晨曦、與夕陽、以及降雨爲主。天色蔚藍是由光波較短的光(藍光及紫光)之漫射。如有雨滴或較大質點的微塵存在，則光波較長的光，也被漫射。而天即較近於白色。室中晝間漫射的光，多半由空氣中之微塵所致。並且空氣若不含有微塵，則不能受光，日剛落山即入黑暗之鄉了。

空氣如爲水汽所飽和，再冷卻至露點以下，便構成霧，但如先將空氣中之微塵移去，再行試驗，則無痕跡的霧構成，而水凝結於容器之內面或器中任何物品之上。由此可得結論，即微塵是構成雲霧的小水滴之必要的凝結核。空氣中如無微塵，降雨便不可能；但於空氣爲水汽所飽和時，水即凝結於固體物之表面上。(註三)

(註一) I. D. Garard. Applied Chemistry. 1924. pp. 67-68.

(註二) Brownelee, Fuller, Hancock, Schon & Whitsitt: First Principles of Chemistry. 1931. p. 318.

(註三) I. D. Garard: Applied Chemistry p. 69

第三章

土壤

土壤之定義：——地球之表面，幾到處蓋着一層由岩石風化而成的未堅結的物質。這層淺的僅有數呎，深的至數百呎，有些小面積的地方，或竟沒有這層，這並非因為這層從未在該處生成過，乃因為已被遷移而去。遷移因子的力量殊為偉大，所以岩石上的鬆層，並非由在下的岩石所生成，而是由遠處，或竟由千百里外的地方遷來的。這物質的成分因所自構成的岩石，和生成的因子而異。必須因動植物的生長、死亡，加以多少變化以後，方可稱為土壤。曾因動植物而起變化的層，深僅數呎。(註一)

土壤之定義，由來源言之，可以說是多少混有動植物質的，已分裂且已分解的岩石；由功用言之，則可說是地面之適於機械地維持及營養植物之部分。

地殼之元素：——地球曾用種種方法研究過，成分已測定至二十哩左右的深度。已知的元素中，以任何大量存在於這層中的，並不甚多。中有八種共佔 98.5% 左右。下表表示這些元

素相對的量。(註二)

已知土地之平均成分

元 素	陸 地	水 地	平 均 大氣在內
	13%	7%	
氧*	47.33	85.79	50.02
矽	27.74		25.80
鋁	7.85		7.30
鐵*	4.50		4.18
鈣*	3.47	.05	3.22
鎂*	2.24	.14	2.08
鈉	2.46	1.14	2.36
鉀*	2.46	.04	2.28
硫*	.22	10.67	.95
鈷	.46		.43
錳*	.19	.002	.18
氯	.06	2.07	.20
溴		.008	
磷*	.12		.11
硫*	.12	.09	.11
鎳	.08		.08
鈷	.08		.08
鉍	.02		.02
錳*			.03
鉍	.10		.10
其他元素	.50		.47
	100.00	100.00	100.00

(附註)與作物有關之元素,註有星號。

土壤與心土 :——土壤是一層分裂的和已分解的岩石,與動植物的殘餘物混合着,蓋滿土地之大部分。其中也含有各種微

生物，不定量的水和空氣。土壤之深淺，差別很大，多半自六吋至十二吋不等，但有時達數呎之深。土壤之下是心土(subsoil)因氧化之程度較淺且所含有機物質較少，與土壤有別。土壤與心土間的分界線，往往極其清晰，顏色常相異，心土的顏色多半較淡。

土壤既大部為分裂的且分解的岩石所構成其化學性當然多半隨下面岩石之性質而異。地質學家常將岩石按其來源分為三類：

(1)火成岩 (igneous rocks) :——是極熱之流質冷卻而成的。

(2)水成岩 (sedimentary rocks) :——是懸游於水中(在少數例中是溶解的)之質點沈澱而成的。

(3)變質岩 (metamorphic rocks) :——水成岩或火成岩經高壓力、熱力、水汽之壓力而變成更堅結的岩石。

岩石很少是純一的——即各部相同——而通常是若干成分混合而成。各成分常是以分離的晶體互相靠攏。這些成分、分子構造、及化學成分多少是有一定的，稱為礦物 (minerals)。火成岩中最易發見顯然各別的礦物。

礦物與岩石 :——現將農藝中的重要礦物列下，這些礦物
石英 (quartz) 在化學上是二氧化矽 (SiO_2) 有人估計，地殼的百分三十五為石英所構成。牠是一種最硬且最持久的物質，

幾不溶解於水，也不大受氣候之影響。但岩石的其他成分，則往往受大氣的風化作用，石英晶體於是也被弄鬆，便被流水沖去，石英晶體彼此磨擦，漸至稜角蝕去而體積變小，構成多數土壤的最大成分，這種的砂缺乏植物養料。

長石(feldspar) 在礦石中，許是最為豐富，有人估計，佔地殼的百分四十八。在化學上，長石是氧化鋁、碳酸鈉、氧化鉀、或氧化鈣的重矽酸鹽。主要種類的長石如下：

正長石(orthoclase) $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$;

鈉長石(albite) $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$;

鈣鈉斜長石(labradorite) $(Na_2 \cdot Ca)O \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2$ 。

正長石或鉀長石，最為重要。性質堅硬，顏色常是粉紅或綠，不過也有白的。質雖堅硬，卻易為水及二氧化碳所侵蝕，氧化鉀多半以碳酸鹽及矽酸鹽被溶解而移去，最後的剩餘物便是高嶺土($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$)。土壤中的氧化鉀有不少是正長石所供給的，

雲母(mica) 也是一種豐富的礦物，有易裂為有彈性的薄片的特徵，本質上是氧化鋁及鈣的矽酸鹽($3Al_2O_3 \cdot K_2O \cdot 4SiO_2$)，不過往往有氧化鐵取代了氧化鋁的一部分，而氧化鉀則一部分為氧化鎂、石灰、或氧化鈉所取代。雲母也因風化的影響而分解，不過不及長石之易。牠以所含的氧化鉀、鐵、及石灰，供給植物養

料。牠在地殼中的含量據估計為百分之八。

氧化鎂之矽酸鹽(silicates of magnesia) 也極豐富，氧化鎂之一部分往往為氧化鈣、氧化亞鐵或氧化錳所取代。滑石及塊滑石(steatite)可為其代表，牠們的成分可藉 $6MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ 的公式來表示。普通角閃石(hornblende)與普通輝石(augite)也甚豐富。牠們常含有氧化鋁及氧化鐵。這些礦物皆易受空氣及水的化合作用，而產生顏色鮮明的土(因含鐵之故)。

碳酸鈣(calcium carbonate) 以極多的晶狀出現，如方解石(斜方晶)calcite)及文石或霰石(斜方六面晶)aragonite)，也有是成整塊的，如白堊、石灰岩、及大理石。這些在本質上都是碳酸鈣，不過多少為鎂所取代，並且多數形式的碳酸鈣含有磷酸不少。碳酸鈣與碳酸鎂，雖在純水中僅微溶解，可是在含有二氧化碳的水中，則頗易溶解。一切形式的自然水中，幾皆含有二氧化碳。所以含有這些物質的岩石，顯露於大氣中時，侵蝕頗速。碳酸鈣在土壤中甚為重要。一因其供給植物養料，一因其與土壤中所有化學的、物理的、生物的變化，都有關係。

粘土(clay) 在其純淨的形式中的，乃是含水的氧化鋁的矽酸鹽($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$)，所以缺乏植物養料。不過尋常的黏土含有氧化鐵及氧化鉀，後者是由多數黏土所自構成的長石而來的。所以牠能以氧化鉀供給植物。牠的物理性極為重要，對於

牠甚富的土壤，頗生影響。

岩 石

岩石之中，火成岩年齡最老，砂岩，頁岩，及石灰岩（間接地）都是由火成岩的殘餘物而構成的。

砂岩 硬砂岩及礫岩（孢子岩）都是由火成岩剝削而成的殘餘物，例如花崗岩的大碎屑，這些碎屑因了大小及重量的關係，澱積於河口或其附近。牠們的主成分是砂石，即多半是石英晶體的砂粒，但往往有長石、雲母、或其他礦物的碎片存在。各粒為碳酸鈣（如灰質砂岩）、黏土（如土臭砂岩）、膠體砂石（如砂質砂岩）、或氧化鐵（如鐵質砂岩）所膠合。砂岩分裂而產生的土壤，質輕而脆，缺乏植物養料，除非含有含有氧化鉀的礦物，如長石及雲母等，則較肥沃。

頁岩 (shales) 在本質上是可塑性的含水矽酸鋁，就是高土 ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$)，但也含有任何其他因原有岩石侵蝕而得分裂極細的物質。未分解或一部分分解的長石質點，常有存在，這些因其所含的氧化鉀而頗重要。頁岩所構成的土壤，質重而黏，通常是富於氧化鉀而磷酸鹽及碳酸鈣則嫌不足。

石灰岩 多半是因珊瑚蟲及介殼類等動物由溶液吸取碳酸鈣及碳酸鎂而構成，白堊及鈣質石灰岩也可歸於本類。牠們常含有小量的黏土、氧化鐵、及二氧化矽，且差不多總含有較多的磷

酸鈣。石灰岩或白堊上所留的土壤，成分多半就是這些異物，而碳酸鈣本身則大部為水與二氧化碳的聯合作用所溶去。有時於石灰岩上的土壤，施以含有石灰的肥料，頗有利益。

石灰岩必須分裂極細始能在土壤中發展其特有的且重要的機能，如果是成礫石或砂粒的形式，則與尋常的砂質砂粒，不相上下。牠在分態微細的情形中，有兩種極可貴的機能：第一因其所含的硫酸鹽及鈣，而為植物養料的來源；第二尤為重要，就是供給硝化過程所必需的基本材料。

原積土與遷積土 (sedentary and transported soils) :——這兩個名稱，乃是用以區別由原地的某種岩石風化而成的殘餘物所構成的土壤（原積土），和來源非因在下的岩石而是由於從遠處運來積於該地之土壤（遷積土：江河下流流域的肥沃沖積土，多半是河流由上流流域所沖下的物質，因為材料往往是由各種岩石層系所沖下來的，所以所成的土壤，多半比較僅由任何一種岩石風化而成的土壤，更為肥沃。

遷積土之其他優良例證，有河積土 (warp soils)。在此，不僅以後構成土壤的材料，便是土壤本身，也被遷積下來。

冰川亦為運搬大量構成土壤的材料的一種方法。英國有廣大面積的地方，上蓋着厚的黏土及岩石碎片，這些碎片是冰川由遠處運來的。這些沉積稱為冰川漂土 (glacial drift) 常使下面的

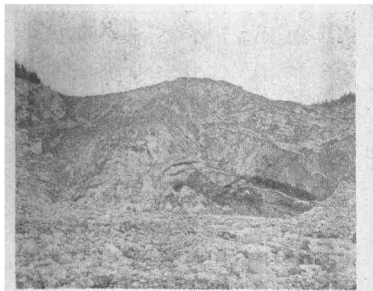
真正岩石地層，極難辨認。在這，土壤還是若干萬年以前遷積下來的。

風有時也將砂及火山灰等運往遠處，且將其澱積於新的地位而構成土壤。

土壤之成因：——在土壤的構成中，第一步是將岩石機械地弄成碎片。這藉下列的各種主要因子而能成功。

(一)水：——以數種方法施其作用。

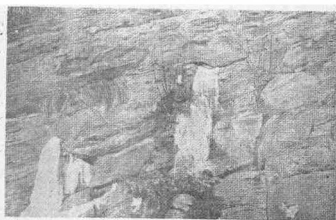
(a)機械地



第十一圖 冰川之末端

冰面為石及礫石所覆蓋，前方所堆積者為冰川所擱下之碎石。

(1) 爲液態水所作用。——水於岩石表面流過，將其略爲磨耗。水流將礫石沖於岩石上，發生掃擦，於是磨耗之作用大爲增加。江河便是如此地於其急流的部分沖下大量的砂礫等，將其淤積於下游水流較緩之處，成沖積土。「揚子江之砂泥，每年填塞上海通路……據黃浦江浚淤局技師長方希典斯君所推算，此種砂泥，每年計有一萬萬噸，此數足以鋪滿四十英方里之地面，至十二英尺之厚。」(建國方略之二)



第十二圖 岩石因水結冰而致分裂。注意前一年生於石罅中之植物。

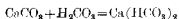
(2) 爲冰川所作用。——冰川乃是積雪因其本身重量壓縮而成的移動緩慢的大冰塊，冰川流下時，因夾於其中的岩石碎片之助，將所經過的岩石磨損，所以由冰川口所流出的水，總是含着極細的泥，而冰川的近頭處，總是有大堆的大小不一的岩石碎

片。這因子在古代曾極活動，即於如今沒有冰川的國家，例如英國，從前也是如此。

(b) 因冰交替凍融之作用。——冰之體積，大於其所自構成的水。凝固時所增加之體積，約為百分之十，除非給水以此體積增大的機會，則無論冷至如何程度，水也不會凝固。在岩石的分裂中，這因子極為有力。於冬季雨天的較暖部分，岩石的孔隙為水所灌滿。如果溫度降低，則水開始凝固，最初是在表面，終於每一孔隙都為冰所塞住。內部的液態水開始失卻熱時，便傾向於凝固。水必須膨脹始能凝固。而要膨脹必須將所處的孔隙變長或變寬。第二次開凍時，變大的孔隙又流滿了水，第二次的凝固重新發生作用，過程便如此般進行，便是極堅硬的岩石，不久也會裂為碎片了。繼續的凝固，似乎將岩石的各部分膠合得更堅固，而岩石便更難以被剝削。除上述的膨脹效應外，冰之構成或藉結晶而使土壤及岩石分裂：僅是冰的結晶，完全不連結晶時相伴的膨脹，對於冰在其中構成的材料，能施炸裂的作用。

(c) 化學地。——有好些礦物，顯露於水的作用時，為水所作用，以致易於分解。一部分常被溶解而流去，其餘的則裂為碎片，為雨或流水所沖去。在好些岩石中，將砂石的粒膠在一起的膠合材料，便如此地被作用，而砂石雖不甚為水所溶解，則變鬆而易被移去。碳酸鈣、碳酸亞鐵，及碳酸鎂，尤其容易如此地被移

去，因為牠們雖在純水中溶解極微，可是若有二氧化碳，則牠們極易溶解。這是由於酸性碳酸鈣的構成：



(二)空氣：——這也以數種方法施其作用。

(a) 機械地。——風雖能將山區中大而突出的岩石吹倒，滾到下面的岩石或碎石上，因而碎裂，並且風將砂及小礫吹至岩石的表面，使其侵蝕。這種侵蝕的效應，多半為別種剝削因子的效應所掩蔽，但這作用所產生的奇特的凸層，往往極為清晰。

(b) 化學地。——有好些岩石，中含有能吸取氧的礦物，例如碳酸亞鐵便是。顯露於空氣時，發生氧化，礦物膨脹，常能碎成齏粉，於是岩石中的其他礦物，皆被弄鬆。氧化每件以顏色的變化，由綠或灰色變為黃或紅色。空氣中的二氧化碳，於有水存在時，對碳酸鹽起腐蝕作用。

(三)動物。——兔及田鼠等穿穴動物使空氣能入土壤或砂中，於是促進空氣所產生的變化。比兔等更低的動物，例如蚯蚓，許更重要得多。牠們將一部分的心土搬到地面，將死葉子及其他植物殘餘物拉入牠們的孔穴中，又使大量的土壤經過牠們的身體，再澱積於地面上，其速度曾經人估計過，平均約為每英畝每年十噸。

非洲等熱帶地方，螞蟻做與蚯蚓多半相同的工作，不過規模

或許更大。南非洲有不少的地方，地面密集着白蟻的蟻封（亦稱蟻埕或蟻塚）。大約是高二呎，不過比這大得多的也常遇到，蟻封中充滿了螞蟻所住的孔隙及小室，內中貯藏着植物質不少。蟻封的材料乃是周圍土壤的較小部分，質點被膠合起來，全部做得全不透水。土地被耕種時，以前曾有蟻封之地，收穫總較別處為優。英格爾氏曾在南非 Transvaal 省（Christiana 附近採集蟻封及近旁之土壤，加以分析，證明這種動物質的肥力。

	蟻封 百分數	地上土壤 百分數
用 3 mm 篩所移去之石塊	無	8.66
較細部分所含如下：		
水分	3.28	1.98
燃燒時之損失	13.03	4.14
不可溶性物質(砂等)	74.59	82.86
氧化鐵與氧化鋁	8.79	9.89
氧化鈣	0.30	0.12
氧化錳	0.40	0.18
氧化鉀	0.30	0.25
磷酸(P ₂ O ₅)	0.06	0.06
	<hr/> 100.84	<hr/> 99.48
*含氮素	0.343	0.080
「有效的」氧化鉀	0.0482	0.0121
「有效的」磷酸	0.0102	0.0017

(四)植物：——植物以動種方法施其作用。

(a)機械地。——根部貫穿岩石或土壤，使其多孔，於是空

氣及水，乃能通入土壤。生於岩石上的植物，也有使表面潮濕的傾向，因而促進侵蝕。



第十三圖 植物對岩石之作用

植物之根長入石隙，岩石因以分裂。在此土壤不足覆蓋岩石之用，松樹即生根於砂岩中。

(b) 化學地。——

(1) 當生活時。——從前以為是藉根部及根毛所分泌的液汁的腐蝕作用。但近來發現腐蝕因子乃是根毛所發生的二氧化碳，並非任何的植物酸。

(2) 當死亡後。——藉產生二氧化碳，及各種植物酸類這些對於土壤的某種成分，有溶劑的作用。

但是，產生肥沃的土壤，並非僅僅構成一堆細碎的岩石，即為能事。尋常的植物需要有「腐植質」(humus) 性質的有機含氮化合物，而這種物質的主要來源，乃是以前植物的殘餘。現在發生一問題，就是土壤所含的植物生長所必需的有機質，最初是如何獲得？據最近之研究，即在大山峯附近岩石的表面上，也發見有能由空氣同化游離氮及由二氧化碳同化碳質的微生物。某種石耳及藻類，也顯然不依賴化合氮而能生長。這種植物死亡時，以有機質供給土壤，使其逐漸適於維持較高植物的生命。

土壤之成分：——土壤成分之分類，下列的是一種通用且便利的方法：

1. 砂——以砂石為主，但含有長石，雲母，及石灰岩等的小碎片。
2. 黏土——以高嶺土為主，但也含有微細的砂石及長石等。
3. 碳酸化合物——微細的碳酸鈣。
4. 腐植質——因植物腐爛而成的略無一定的含氮及碳的物質。

這些成分對於土壤的化學性及物理性，皆有很大的影響。成分本身的物理性，可由下表而得其大概：

	實比重	視比重	比等重量	比等體積	導熱性	百分重是物質所蓄之水
砂	2.62	1.45	180	400	100	25
粘土	2.50	1.01	233	668	90.7	70
石灰石	2.6	—	206	561	85.2	85
腐植質	1.30	0.31	477	587	90.7	181

現將上表中各名詞之意義，說明如下：

實比重 是任何體積的固體物質的重量，與相等體積的水的重量的比。視比重是任何體積的粉狀物質，連其所含的空氣空隙在內的重量，與相等體積的水的重量之比。

等重量的比熱 乃是將定量的物質的溫度增高若干度（譬如十度）所需的熱量，與將等重量的水的溫度增至等高所需的熱之比。（亦見第四章）

等體積的比熱 易於明瞭，就是將同等體積的材料及水的溫度，增高若干度所需的相對的熱量。

導熱性 乃是一立方體的物質相反的兩面維持於不同而一定的溫度時，傳過該物質之熱量，與於相同情形下傳過一個相似立方體的其他物質的熱量之比。表中是以砂石的數為 100。最後一欄中數字的意義，已在上方說明，不必再加解釋。

有一層應當注意的，就是上列數值中，有些會因材料粗細程度的不同而發生差異。

砂於各種土壤成分中，導熱性最大，比重最高，但比熱及保水力，則皆最低。砂用為植物養料，除與其砂混在一起的礦物碎片，有時略含有的鉀鐵及鈣以外，毫無價值。牠的物理性，對於土壤的性質，有甚大的且常是可貴的效應，尤其是鬆脆性及其對水和熱之關係。

粘土如果是純的，便不含植物養料，但通常因存在的長石而富含氧化鉀。可是，尋常粘土，除長石外，常含有石英及碳酸鈣（如坭灰石中），各礦物粒藉其粘土或高嶺土而得膠合起來。

有人主張，即最純之粘土中，也有小量的矽酸鋁，含水較其餘為甚，粘土之膠性及受範性，便由於此。這成分若因水而充分膨脹，則粘土發粘而不透水，但如其縮小或凝聚，則粘土變成較鬆且較難受範。加入酸類或多種的鹽類，則凝聚頗易；含鈣化合物在這層上尤有效力，重粘土土壤施用石灰，則質地改良，正是為了這原因。這可加以實驗，試取一點粘土與蒸餾水混合搖動，將泥漿傾入兩個筒中；若於一筒中略加石灰水，則粘土即凝聚或結團，不久即沈於筒底，上而是澄明的液體，而另一筒的坭漿，則雖靜置一、兩天後，也不澄清。

粘土遇熱，則受範性永久破壞，兩分子的結晶水為熱所逼出，留下無水矽酸鋁（如燒磚瓦中），不能再與水結合。

碳酸化合物——碳酸鈣含於土壤中，分態微細，與其他成分

混在一起，但此外常有粗粒，與砂歸為一類。可是，重要的還是分態微細的。牠們所含的鈣、鎂，及磷酸，以供給植物養料，但牠還有別種機能，許較供給養料尤為重要。牠以含鈣化合物所特有的方法，改變粘土之受氫性，且起弱鹼性的作用，因為牠雖是一種真鹽，可是碳酸的酸性頗弱，易為較強的酸類所取代，牠們與石灰岩結合，因而失了牠們的酸性。酸類是由植物質的腐爛及醱酵而產生的，土壤中若含有大量的植物質，便常有游離酸之產生及蓄積之趨勢，於是情形變為對多數有用植物之生長，頗不順利，這種土地常被稱為酸性的，恢復肥力的最佳方法，乃是施用游離的石灰或碳酸鈣。土壤中若多含碳酸鈣，則絕無這種酸性發生。

碳酸鈣更有一重要機能，便是供所謂硝化作用(nitrification)的重要過程的基本材料，這層容後再述。牠在施用某種肥料於土壤而起的化學變化中，也頗重要，例如施用硫酸銨時，硫酸基與鈣結合，隨排水而流去，銨則為土壤所保留。

腐植質是土壤的特有的有機質，因了牠的化學性及物理性而頗重要。其化學性雖經多人研究，但尚未完全明瞭。由土壤中取出之腐植質，曾做了多次的分析，但其化學組織則尚未確定。譬如有四份樣品的成分如下：

碳	44—50%
氮	3—6%
磷	6.5—10%
鉀	28—35%
灰分	4—12%

灰分中被查出含有氧化鉀 7.5%，磷酸 12.4%，其餘是二氧化矽、氧化鐵、碳酸鈉、及其他物質。又據其他的研究，腐植質含有下列數種各別且複雜的酸類：腐質酸(humic acid)、榆酸(ulmic acid)、微酸(erenic acid)及氧化微酸(aipoerenic acid)這些酸類，據說是含碳、氫，及氧的化合物，雖然有人為其擬了數種公式，可是牠們的性質，尙不明瞭。

腐植質似乎是酸性的，而含鈣化合物則不溶於水。腐植質中灰分的各成分頗為重要，因為牠們顯然易為植物所利用。氮對於植物最有價值，不過往往不能直接利用，而須先藉在土壤中微生物勢力下所發生之氧化變成硝酸鹽。

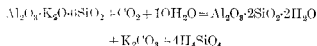
腐植質之物理性也頗重要。牠是暗色，質輕而多孔的物質，堅韌性或膠合力頗強，也善於保留水及吸收和保持好些重要的植物養料，如氮，氧化鉀及氧化鈣等。富於腐植質的土壤，顏色較黑，為日光所照射時，受熱比淡色的土為快。質輕多孔，所以空氣較易入內，於是能促進氧化。這些性質使粘土土壤質輕而有滲透性。膠結力在砂質土壤中尤為重要，使這種土壤易於膠結且能留

水、而其吸收力能保留好些否，則許隨排水沖失的可溶性物質，以供植物之用，所以頗為重要。

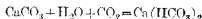
腐植質的腐爛，是不絕地進行，土壤水中二氧化碳之比例因以增高，於是水對於土壤中碳質部分所含的植物養料的溶解能力，也為之增加。

土壤中所發生之化學變化：——土壤中所發生之反應，極為繁多，其型式非研究初等化學者所常見的，變化的方向，大半隨溫度、濃度、反應物質的相對的量，以及其他情形而定。

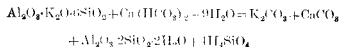
無機質所受的影響，與牠於岩石變為土壤時所受的影響相同，但因有機質腐爛而產生較多的二氧化碳，所以變化是以加速度進行。例如，長石碎片，許是依下列的方程式而分解的：



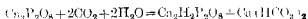
矽酸及氧化鉀被溶解，或都隨排水而消失，或則氧化鉀為植物根或土壤中之某種吸收性成分所吸收，碳酸鈣為二氧化碳溶液所溶解：——



或被沖去，或被吸收，或則作用於長石或其他矽酸鹽。



礫石中之磷酸，或許多半以磷酸三鈣 ($\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$) 存在。這物質幾不溶解於水，但經二氧化碳之作用，可起變化如下：



酸性磷酸鈣 $\text{CaH}_2\text{P}_2\text{O}_8$ ，則微溶解於水，所以可為植物所利用。牠與氫氧化鐵 (ferric hydrate)，或氫氧化鋁 (aluminum hydrate) 接觸，即變為磷酸鐵 (FePO_4)，或磷酸鋁 (AlPO_4)，以極細之分態留於土壤中，此時雖不溶解於水，但能為植物根的酸汁所溶解。的確，有好些因二氧化碳，水或其他試劑的作用而可溶的物質，並不一定是可溶的形式。如果牠們是可溶的形式，必將多半隨排水而沖去了。

土壤多半含有能與含鉀、銨、及鈣的化合物以及磷酸鹽結合，將其變為不可溶性化合物的物質。如將硫酸鉀、硫酸銨、或磷酸鈉的溶液，經一厚層的土壤濾過，濾液中幾不含鉀、銨、或磷酸，不過硫酸或以硫酸鈣的形式存於濾液中，能於土壤中施這保留力的物質，有下列數種：

(一)腐植質 除有酸的作用外，也具有如木炭等細孔極多的物質所特有的吸收能力。

(二)含水雙矽酸鹽 許是過渡物體，是長石等風化而產生的，成分與稱為沸石 (zeolite) 的矽石相似 (zeolite 這字由一個意思是沸滾的字而來的，因為這石在吹管前被加熱時，即因水蒸

氣逸出而沸騰)。往往是如果一種礦物被吸收，即有一當量的別種金屬(常是鈣或鎂)來代替牠的地位，而隨排水沖去。

(三) 氫氧化鐵及氫氧化鋁——這些物質能與磷酸結合，構成極難溶解的磷酸鐵，或磷酸鋁，牠們也能保留石灰、氧化鉀、及銨，這許是由於牠們有弱酸的機能。可是鹽基則保留得不甚牢固，繼續被水沖洗，便能移去。

磷酸差不多被各種土壤保留得最為牢固，這物質在排水中的損失，通常極其微小。

土壤中之溶解物質，以兩種方法而被分配：

(一) 擴散——就是溶解物質由溶劑之一部分向另一部分之運動。這過程傾向於使液體濃度均勻，在有些物質發生得比在他種物質為快。膠體，就是性質與動物膠或植物膠相類似的物體，擴散的速度最低，而鹽類的各種酸基與金屬間，顯有小小的區別；譬如，氯化物擴散得比硝酸鹽或硫酸鹽都快，而鉀鹽比銨或鈣的化合物為快。

(二) 液體本身之運動。——土壤中之溶液，以下列的兩種原因運動：

(1) 重力。——這是地對水的引力，僅垂直地向下施其作用，傾向於使溶液沈入土壤中。

(2) 表面壓力。——凡一液體表面都對在內的液體施一壓力。

假如記住，在液體中，每一質點爲其四周的質點所吸引，被最近的質點所吸引的力大，質點愈遠則吸引的力愈小，則這便易於明瞭。表面的質點，僅爲液體內質點的吸引所影響，所以表面是在一向內作用的壓力之下。自由運動的液體，總是力謀使表面變爲最小。如果沒有他力的作用，牠將總是球形的，在尋常情形之下，萬有引力遠超過表面壓力的效應，但如液體的量微少，萬有引力的效用也變小，表面壓力便顯其作用，於是液體傾向於變爲球形。固體物質常對液體發一種吸引力（附着力）；所以牠們與液體接觸，便會變濕。

液體表面所施的壓力，隨其形式而定；如果表面是凹的，比平面的爲小，如果是凸的，則比平面的爲大，看下列的簡圖後，便可明白。

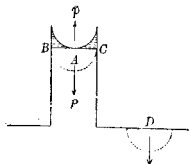
取 AB(第十四圖)代表液體之平面，而任何質點的 C 則在表面之下。對 C 之吸引力有相當程度之質點，可假定爲存於環繞 C 的一個理想的球以內，其截面以圓爲代表。C 於各方向同等



第 14 圖

地被吸引，所以作用於 Γ 的一切吸引力的合力，顯然是等於零。因此牠維持於平衡中。現再想像液面上有個質點 D 。對 D 有任何相當效應的質點的想像的限度，將藉一相似的球來代表，或更好藉一半球來代表，因為在液面之上沒有液體質點。作用於 D 的各力之合力，當為一頗大之力，作用於液體，又成直角而作用於液面。液面上之一切質點當都如此。而對距離液面比理想的半球之半徑更近的一切質點，則程度較淺。因此一個平面對在其內的液體，施以一種壓力。

現取一個凹的表面，假設表面上有質點 A (第十五圖)，用 A 為中心，畫一個圓，以代表各質點對 A 的吸力在其外即變為不可感覺的理想限度。經 A 畫一水平線 BC 。現可看出，如果表面是凹的，則作用於 A 的諸力所發生的下壓力，便比如果是水平的為小，因為表面是凹的時，有陰處空間中諸質點所生的諸力的



第十五圖

向上合力。將這上壓力用 P 來代表，而下壓力，如果表面是凹的，用 P' 來表示。最後的合力，平面的是 P ，凹面的是 $P-p$ ，作用於液面上之每一質點。液面愈凹則 P 愈大而 $P-p$ 愈小，這也可以看出的。

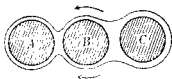
因此當一為液體所浸濕，因而在內有液體的凹面的玻管插入液體中時，則液體升高，直待管之液體靜壓力，能平衡管外液面所生之壓力，(容器之面積若大，這壓力便近於 P)，管內液面所生之壓力間之差，就是 $P-p$ 。這就是毛細現象 (capillarity) 的原因，毛細現象即是液體在毛細管中上升的意思。

有好些土壤學家，似以為土壤中確有這種的管，且說水的上升正是因了這作用。這假定之準確，是極不可能的事，因為土壤中孔之孔隙，並非為水所充滿，而大半為空氣所充塞，這是一般人所知道的。相連的碎片間之孔隙，全為水所灌滿時，有些土壤之質點中，或許略有真的毛細作用發生。但在大塊之土壤中，水的運動必是由於表面壓力照上述情形所生的作用。水之上升，其原因與發生毛細作用的原因相同，但作用則異。如果兩個土壤質點，



第 十 六 圖

各為附着的水的薄膜所包圍，兩點互相接觸，則接觸點的水膜，必成凹面。在這點，液面所施之壓力，較任何他處為小。結果水由質點四周的膜移動，傾向於積於兩質點間的空處，直到曲率減小，如虛線所示（第十六圖）水便如此地被一表面張力作用維持於質點之間，這作用與引起毛細現象的相同。現假設有三個質點在接觸着，各有水氣的層。又假定 B 與 C 間（第十七圖）所留之水，較 A 與 B 間所留之水為多。A 與 B 間接觸線處之液面，較 B 與 C 間者為凹，結果該處所生之表面壓力便比較小。所以水便繞 B 向 A 之方向而行，直到 A 與 B 間凹面所生之壓力，和 B 與 C 間所生的相等。隣近質點間之每一表面，都會發生這作用，雖有好些孔隙為空氣所充塞，而水仍能由質點向質點移動，正是因此。



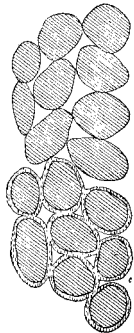
第十七圖

我們應當知道，因這原因而起的水的運動，可向任何方向而行；總是由土壤之較濕部分向較乾部分而動。所以關於水由下上升的原因，土壤的構造必須如此地看待，而非假定土壤質點構成盛了水的毛細管。因此土壤所保留的水的量，以及水的上升之難易，大半要看土壤質點的接觸點的數量，每個接觸點能構成一個

水層的内面，因而決定水向該方面的運動。土壤分得愈細，則水的這些内角或凹面也就愈多。同時，質點若過微細，則水所受的摩擦增加，而過程會因以遲緩。

如果一切質點皆已潮濕，上述的作用便發生得快，但如有些質點是乾燥的，那麼須待乾燥的質點極緩慢地為水所弄濕以後，纔能發生作用。因此，攪動土壤，雖使表面蒸發加速，但如將上層時加攪動，則水的總損失可以減少，因為上層變乾，質點的接觸點減少，而如上述的大有助於水的運動的水膜凹面（在質點之接觸處）。一時不能產生，於是水之由下上升，乃大受阻滯。

硝化作用(nitrification)。——土壤中所發生之反應，許是以與有機質的腐敗及氮之化合態中之變化有關的反應，為最重要。有機質不絕氧化，碳多半變二氧化碳，不過也構成某種有機酸類，如果土壤缺乏石灰，或其他可起鹼基作用的物質，便會發生損害。原以



十八圖

複雜有機體存在的氮，變成硝酸鹽，這變化稱為硝化作用。這實是一種氧化過程，可分為三個階段：

1. 複雜的含氮有機化合物變為含銨化合物。這個階段可特稱為氨化作用 (ammonification)。

2. 氮氧化而成亞硝酸鹽。

3. 亞硝酸鹽氧化而成硝酸鹽。以上兩個階段是真正的硝化作用。

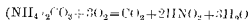
第一階段有時極易發生，例如，尿的特有成分的尿素 (urea) 祇要與水結合，即能產生碳酸銨。



尿 素 水 碳酸銨

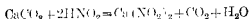
這層發生極易，是馬廄中所聞到的強烈氣味的原因。別種含氮化合物，變化便不如此之易。反應差不多總是為某種微生物之生命過程所引起，這些微生物有時是真菌，有時則是細菌。

如此構成的含銨化合物，為土壤之成分所吸收，直到為別一組的微生物所作用。所包括的化學反應極為簡單。



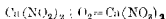
碳酸銨 氧 二氧化碳 亞硝酸 水

可是，必須要有一種鹼性物質存在，以中和亞硝酸，這變化始能發生，這物質許是碳酸鈣：



碳酸鈣 亞硝酸 亞硝酸鈣 二氧化碳 水

且必須有一種微生物之作用，這變化始能完成，這微生物可稱為亞硝酸球菌(nitrous organism, Nitrosococcus Nitrosomanus)最後，亞硝酸鹽藉硝化菌(nitric organism 或 nitrobater)之作用，氧化而成硝酸鹽。



亞硝酸鈣 氧 硝酸鈣

假定有必需的微生物存在，硝化作用的條件如下：

1. 適宜的食物。——碳質養料，尤其是鉀、鈣、硫酸鹽及磷酸鹽，必須存在。二氧化碳，不論呈氣態的、溶液的、或成酸性碳酸鹽的，也似乎是必要的。有機物質，則亞硝微生物，或硝微生物，都不需要。

2. 某種鹼性材料之存在。——如前所述，碳酸鈣或碳酸鎂通常起鹼性作用。介質不得超過微帶鹼性，或可是中和的，但如鹼性或酸性過強，過程便會中止。

3. 適宜的溫度。——硝化作用於冰點左右即停止，約於 30°C. 最為活動，及達 50° 或 50°C. 則又中止。

4. 水氣之存在。

5. 強光之避免。——日光能使細菌停止作用，如果不斷地照

射，能將細菌破壞。

6. 含氧之豐富。

脫硝作用 (denitrification):——這過程能使硝酸鹽中放出游離的氮，是一種稱為厭氧性的 (anaerobic) 細菌所引起的，土壤中或許差不多總有這細菌存在，但須沒有游離氧之時，纔能發生作用。如果土壤堅實，滲水，或飽含可氧化之含碳物質，則情形能促進脫硝作用。將極大量的糞肥與硝酸鈉同時施用，有時能使氮因這原因而大受損失。

土壤中大氣氮之固定。——曾發見出，有幾種微生物能由空氣吸收游離的氮，將其變成能為植物所利用之化合物。從前有製備這種微生物的培養菌出售的，名為 **Alinit**，但使用起來，功效不大確實，因此便停止製造。最近這事又引起了注意，發見了別種具有相似能力的微生物。內中有一種較大的細菌，稱為收氮菌 (*Azotobater*)，據說有這能力，這菌存在於有機質的土壤中，所需的能大概是由含碳物質的氧化而來的，森林或草原土壤之肥沃及富於氮素，大概多半是由於這種及相似微生物的活動，這種土壤中含有大量的有機性含碳物質，對於這些微生物的生長條件，頗為適宜。

土壤中之氣體:——土壤之孔竅，通常為空氣所佔據，但因了土壤中所發生的化學變化的關係，這空氣的氧一部分被剝奪，

而二氧化碳則含量增加。這空氣並非穩定的，乃是藉上面空氣之擴散而能不絕地吐故納新。由土壤吸出之氣體，成分大有區別；氧可在 10% 與 20% 之間，二氧化碳在 0.1% 與 1.0% 之間，而氮的量通常與大氣中的相差極微，約為 78%。二氧化碳在夏、秋二季，比冬、春二季為多，而氧則反減少。

土壤水。——這在尋常是以包圍土壤質點之液體薄膜存在，且於稀溶液中，含有土壤之可溶性物質及溶解了的氣體。牠的來源多半是雨，所以牠保留着雨所包含的任何溶解了的物質，如氯化物及硫酸鹽等。土壤水的真實成分，必定差異很大，隨新下的雨的量及其他情形而異。

落下之雨，多半因重力及表面壓力之關係而沈入土壤。這水一部分流入溝中，並挾去一部分溶解的物質；其餘則留於孔隙中，內中一部分又藉表面壓力而升至地面，因而蒸發。結果水是濃度增高，尤其是當旱季中，土壤上層的水，所含溶解物質之量，可比溝水中的大好多倍。液體濃度增高，其中成分必多為土壤所吸收。所以頂層之蒸發，使土壤水，藉上述的表面壓力現象，將大量的植物養料，及其他已溶物質，帶到土壤之上層。在雨量稀少之地，土壤有可因這關係而含有過多的已溶物質，以致不適於栽種植物的。這種土壤稱為**碱土** (alkali 或 brak soils) 由排水而流失的雨水的量，因好些情形而異——譬如，雨量之分配土，

壤之保留性，及表面蒸發之速度等。蒸發之量，多半要看土壤是否種着植物而定，若種有植物，則蒸發量便大得多。

英國 Rothamsted，二十年(1877—78 至 1896—97)的 29.5 吋平均雨量中，經五呎深的荒地所排去的水，達 14.7 吋之多。在雨量極多的時季中，排水的量及比例都比較大：例如，1878—79 年中，總雨量為 41 吋而排水量為 24.4 吋，可是在極旱的 1897—9 年中，這兩個量則各為 19.5 吋及 6.5 吋。

種有作物的熟地，排水量便小得多。據法國所舉行的試驗，休閒的土壤總共排水 11.5 吋，而種有馬鈴薯的相似土壤，則共 5.83 吋。

因排水而起之損失：——由土地排去的水，總帶有溶解物質。如此被移去的物質，最重要的是硝酸鹽。未種作物的土壤，損失最大，這有幾種原因：

- (1) 因排水之量較大。
- (2) 因無植物根部以吸收硝酸鹽。
- (3) 因土地未種作物，乾燥較慢，於是促進硝化作用的水氣，可保留長久一點，當旱季中，溫度常高時，尤其如此，所以對於硝化作用，最為順利。

Rothamsted 未種作物之地，自 1877—78 至 1896—97 二十年間，每年所損失的成硝酸鹽之氮，每英畝達 33.8 畝之多(等

於 216 磅的商品硝酸鈉)。這損失當然因土壤的性質而大有區別。近巴黎的 Grignon, 1896—97 年中, 休閒土壤所損失之氮為每英畝約 190 磅, 而種有作物之同樣土壤, 則損失有時極小——例如黑麥祇有 2.3 磅(註)

(註)這些損失是指排水所挾去的硝酸鹽等。有時一種土壤雖遭這種損失, 但確可藉固氮細菌等微生物將大氣氮固定, 而含化合氮反較豐富。

排水所挾去的其他物質, 為量雖大, 可是由實際的立場看來, 則不甚重要。最多的是碳酸鈣, 這在各種土壤中當然區別頗大。火成岩上之土壤中, 其量經歐洲大陸的觀察家估計為每英畝每年五百磅, 而白堊土, 則每英畝每年可移去二千七百磅之多。若含銨化物用為肥料, 則量更增加。英國人的估計較此為低。

除泥炭質土外, 磷酸之損失或許極小, 泥炭質土雖常極缺乏這成分, 可是普通在排水中損失不少, 這許是由於有機質腐爛所產生的植物酸類及二氧化碳的溶劑作用。在德國的試驗中, 每英畝每年的損失, 自黏土的 8 磅左右至泥炭質土的 19.6 磅不等。

氧化鉀之損失, 多寡極不一致, 但在英國不甚重要。在特殊情形之下, 排去的水當然可極富於溶解物質; 譬如施用肥料過多之花園, 所排的水可含有百萬分之八點四的氧化鉀、三點三的磷酸。

土壤之分析。——土壤中雖含有適量的植物養料之成分, 並

不足保其即有肥力，便是土壤的物理的條件適宜，也是如此，因為植物養料之成分，其狀態應當是能易為植物所同化的。將土壤完全分析，注明所含的每種成分的百分量，也常是不能藉以判斷牠的肥力或肥料的需要。試述一事例以證明這點。有兩份放牧場土壤，即 A 與 B 分析的結果如下：

	A	B
	百分數	百分數
水氣	3.13	1.70
灼失量	10.85	7.70
氮素	0.274	0.247
不可溶性物質	67.38	80.28
氧化鐵及氧化鋁	15.61	8.16
石灰	0.29	0.18
氧化鎂	0.31	0.21
氧化鉀	0.86	0.48
磷酸	0.15	0.12
未測定部分	1.146	0.883
	100.00	100.00

由這些數字看來，A 所含的石灰及磷酸，顯然較 B 為多，又因為含氮也比較多，所以 B 所需要的石灰及磷酸，似乎應較 A 為多。但經實地試驗後，則適得其反；因為鹼性磷渣（主含硫酸鈣及游離石灰）使 A 土壤上的作物大增，但在 B 土壤上，則無顯著的效應。

B 中之磷酸及石灰，量雖較少，卻顯然是比 A 土壤中的更能為植物根部所利用。Dyer 博士提議，藉測定土壤對 1% 檸檬酸溶液所能釋出的磷酸及加里之量，以估計以有效形式存在的這些成分的量。博士主張如此濃度的酸液，因為牠相當於多種植物根部分及根毛中所含液汁的酸度。將這過程應用於上述的兩種土壤，則得下列的結果：

	A	B
	百分數	百分數
「有效的」氧化鉀	0.0062	0.0060
「有效的」磷酸	0.0049	0.0205

土壤 B 在「有效」磷酸的優勢，由此可以明瞭，牠所含的，比 A 多上四倍。有人主張，多數作物可拿 0.01% 的「有效」磷酸及 0.005% 的「有效」氧化鉀為肥力的最低限度。如果較此為少，則土壤便需要肥料。各種作物顯然有不同的限度，因為牠們在需要上及同化養料的能力上，都區別頗大。1% 的檸檬酸溶液所浸出的氧化鉀及磷酸之量，雖不能說是可準確量度植物由土壤所能取得的量，但或許就牠們的需要上供給一種估計牠們的肥力的最佳化學方法。關於這層尚有一點須加研究，就是「無效的」植物養料變為「有效的」之遲速。有時發見土壤用 1% 檸檬酸溶液多次處理，一切植物養料完全浸出後，如果保持濕潤，則不久又含有植物養料。在夏季中，土壤中「有效的」植物養料恢復得較多

季爲速，似乎無甚疑問。所以在熱帶土壤中，「有效的」植物養料雖然較少，但因恢復得較快，所以也足以供給作物的需要。何以有些土壤，分析起來，似乎較其他土壤爲貧乏，可是，常能證明極爲肥沃，這便是其原因之一。

關於分析過程之詳細手續，在這不能備載。應參閱關於農業分析的專書。

我國之土壤：——土壤之肥瘠，直接影響於農業，即間接影響於人生。土壤之生成，因地理之位置及地質之作用，各區不同，然大體言之，地勢之高卑，氣候之寒燠，雨水之季節，及雨量之多少，以及風力之強弱等，均爲土質生成變化之原因。我國土壤之調查，今日尙未甚詳，然就大要言之，如華北黃土，華南赤土，滿蒙黑土或灰土，分別顯明，不待研究即可確定。但每一大區域中又可細分爲若干區，例如華北平原性質實爲複雜。黃河以南，以及沿太行山之一狹帶，雖說是平原，實非全爲沖積。其中本生黃土極廣。其地形土質，大約皆如山、陝黃土高原之突然下降。此外河北平原中，沖積層乃佔主要部分，而砂土比例，又因地方而異，更有河床積砂，風吹成塵浮動不常，似乎將成砂漠，這皆是華中、華南所沒有的。

我國土壤之性質，因雨量之多少，大體可分爲鈣層土及淋餘土二種。秦嶺山脈及黃河以北多鈣層土，其南幾全爲淋餘土。因

爲華北氣候較旱，雨水稀少，所以土內的含鈣化合物不易溶去，其成分之比例，氧化鈣大抵在百分之二以上，而在黃土內更多至百分之六至十。反之在華中、華南各處，雨量豐富，除山坡上最新土以外，其餘土內可溶物質，皆被雨水所漂流。所以北方之土富於鹼性，而南方富於酸性。含鈣之土除鈣以外，尚有鎂、鉀、及磷等有益植物之質，淋餘土則非加石灰質肥料不可。至於各區之土質成分，按其顏色來分別，可以分爲下列九種：(1)黃土(2)灰土(3)黑土(4)褐土(5)混合土壤(6)灰色砂漠土(7)風化砂土(8)紅土(9)沖積土壤。黃土之化學成分，大致如下：

碳酸鈣	0.14 %	碳酸鎂	0.04 %
磷酸	0.002	氧化鐵	0.04
氧化鈉	0.015	氧化鉀	0.026
硫酸	0.002	氧化鋁	0.11
矽酸	0.64		

以上鈣、鎂、磷酸、鐵、鉀等，都是植物的養料，此外尚含細砂，砂粒直徑平均爲一公厘之百分一，大至十分一，所以黃土有直裂性。一遇崩拆，易成聳立的岩壁，黃土區之特殊地形，即由於此。黃土又富有毛細作用，極易漏水，使地面雨過即乾。旱季則能使地下之水吸上一部，滋潤植物，所以下部的可溶物質得以逐次上升，以補農作物之吸收，這都是黃土的特長。關於其他各種土壤的詳情，可參看中國經濟年鑑或申報年鑑(註二)。

- (註一) Mosier & Gustafson: Soil Physics and Management, 1917, 1-2.
- (註二) 中國經濟年鑑 二十三年出版 B 75-78頁;
申報年鑑 二十四年出版 34-35 頁。

第四章

自然水

純粹的水，就是氧化氫 (H_2O) 的物質，絕未在自然界中存在過。水的溶劑性質頗強，所以凡與其發生接觸的物質，總要多少為其所溶解的。

最純形式之自然水是雨，不過如第 30 面中的分析所示，雨水永沒有純粹的，而含有多寡不一的溶解物質。除表中所列的以外，雨水也含有溶解的氣體。雨水一落到地面，即開始溶解其所接觸的物質。地面是堅硬的火成巖之處，溶解的量頗小，可是在石灰石或白堊之上，尤其是大量的碳酸鈣被水溶解。英國土壤所排去的水，約抵每年雨量之半。內中一部分流入最近的水道，再通江河，最後入海。另一部分則沈入土中，直待為泥板巖等不透的巖層所擋住，便蓄積起來，一有機會，便於較低的平面，以泉水的形式流出。

主要形式之自然水，可以分類如下：

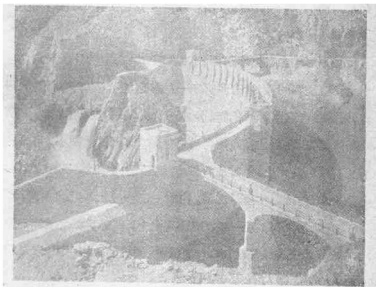
1. 雨水

2. 泉水

3. 河水

4. 海水

1. 用水。——這種水之成分及性質，已在第二章中說明過。多燃煤炭之處，雨的酸度頗關重要，因為能影響植物的生長，尤其是草類和某種樹木的生長。除直接傷害葉部以外，也對土壤發生損害的作用，傾向於將碳酸鈣或其他鹼性物質移去，阻撓微生物——如氮化細菌——的生長，且促進對於多數有用植物的生長極不順利的「酸性」(sourness)。草地處這情形之下，時常變



第十九圖 供灌溉用之水壩

此為美國阿利松拉省聖河之羅斯福壩，高 280 呎。所蓄之水成一面積 25.5 哩之人工湖。此壩可灌田十九萬英畝。

乎變為不毛，在不順利情形下作最後掙扎的植物，祇有酸模屬與酢漿草屬。(sorrel 或 sour dock)。

雨水所帶下的化合氮，已在第二章討論過。

2. 泉水。——泉中流出的水，在所含的溶解物質的量及性質上，大有差別。含量不多，且沒有強烈的味或臭，水便被稱為鮮水或甜水；但若含有大量的溶解物質，或則水有顯著的味，臭，或醫藥的性質，則被稱為礦水(mineral water)。

泉水多半含有下列的物質，但含量則差別極大：

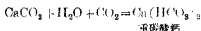
- (1) 溶於過剩的二氧化碳中的碳酸鈣，或碳酸鎂。
- (2) 硫酸鈣或硫酸鎂。
- (3) 氯化鈉或氯化鉀。
- (4) 鹼性矽酸鹽。
- (5) 溶解的氣體——氧、氮、且尤其是二氧化碳。

現將陝西臨潼城南華清池溫泉水，經上海工部局衛生試驗所化驗的結果錄下，以見一斑：

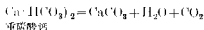
碳酸鈣	.00900%
碳酸鎂	.00258%
碳酸鈉	.003~8%
硫酸鈉	.00407%
氯化鉀	.00322%
氯化鈉	.02008%
二氧化碳	.00356%
矽酸鹽	.00020%
有機物	.00012%

不含有毒金屬鉛、銅、鋅、等礦物質。

碳酸鈣與碳酸鎂幾不溶解於水，但若水中含有二氧化碳，即構成易溶解的重碳酸鹽：

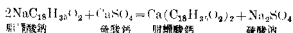


凡產石灰石或白雲之區，多半有這種作用發生，巖石因溶解而被移去，便產生這些地方所常見的洞穴及地下水道。這種水被煮沸時，酸性碳酸鹽被分解，重新構成正碳酸鹽而沈澱：



沈澱的碳酸鈣或碳酸鎂，往往在鍋底及鍋邊結成堅硬發黏的層。

硫酸鈣及硫酸鎂皆可溶解於水，前者每升水大約可溶 1.7 克之多。水含有鈣的或鎂的化合物時，稱為硬水，對於肥皂起一種特異而常見的作用。肥皂在本質上是一種脂酸，[例如脂蠟酸， $(\text{HC}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2)$] 的鈉鹽，這酸的鈣鹽及鎂鹽，皆不溶解於水。若水與肥皂構成泡沫，或適當地發揮其清淨能力，水中非略含有脂蠟酸鈉不可。小量的肥皂溶解於硬水中時，水中所含的鈣或鎂，藉與肥皂的交互分解，變為脂肪酸的鈣鹽或鎂鹽，成結團的沈澱物：例如，

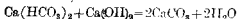


溶解的肥皂便如此地被移去，在能發揮適宜的清淨作用以前，還

要再溶肥皂。因此硬水不適於供家庭之用，尤其是供洗濯之用的；牠們太耗肥皂，又藉沈澱的「氧化鈣肥皂」或「氧化鎂肥皂」，將所洗的衣物弄污。

硬水供發生蒸汽之用，也不適當，因為碳酸鈣或硫酸鈣澱積於汽鍋板上，以致要產生一定體積的蒸汽，非消費較多的燃料不可。

含有酸性碳酸鈣及酸性碳酸鎂之水，與含有硫酸鈣或硫酸鎂之水，常須加以分辨。前者稱為「暫時」硬水，後者稱為「永久」硬水。前者祇將過剩的二氧化碳移去，碳酸鈣及碳酸鎂即沈澱而出，可是後者則鹽類是溶解於內的，不易將其移去。尋常所採用的將暫時硬水軟化的方法，是加足量的石灰，以與游離的及成酸性碳酸鹽的二氧化碳結合，所成的沈澱物，含有原有的碳酸鈣（及鎂），及因所加的石灰而成的碳酸鈣：



靜置以後，沈澱物定了下來，澄清的液體幾完全不含有鈣及鎂，已成軟水了。用以洗濯衣物及發生蒸汽，都極適當。

飲料水中，含有鈣的化合物時，若不過多，則無多妨礙，且常確有利益，供給動物硬部（骨或介殼）的構造所需的石灰的一部分。並且水往往用鉛管傳導，而軟水，尤其是含有如由泥炭而來的植物酸類時，能將鉛侵蝕溶解，常能達到使飲水者中鉛毒的

程度。如含有硫酸鈣，則水不致發生對鉛的這種危險作用，因為鉛被塗上一層極難溶解的硫酸鉛的膜，保護鉛管，不再與水接觸。

較飲料水中無機質更重要的，乃是有機質的量及性質。這物質本身是比較地無害，牠的重要性在於牠對於與其相伴的各種微生物之影響。動物排泄物是最危險的污物，因為引起腸熱及霍亂等病症的微生物，易於如此地引入水中。動物有機質，所含的氮比多數的植物性垃圾為富，所以實際上如檢出不少的化合氮，不問是有機質銨鹽，或硝酸鹽都認為足以證明，水曾為下水道的水或其他動物質所弄污。若含有大量的動物來源的有機質，則總要有病原微生物侵入飲水者體中的大危險；雖然如此弄污的水，常可飲了多年而不得病，然而飲用這種的水，的確是危險的。

陰溝水所特有之另一種物質，乃是食鹽；結果水中若多含氯，大概可證明為陰溝水所弄污，除非水是由含鹽的巖石，或在海洋附近所取得的。

Roseco 與 Schorlemmer 二氏，將代表的良好的及不良的飲料水，分析如下：

	良好的水		不良的水	
	百萬分數	一加倫中之噸數	百萬分數	一加倫中之噸數
固體物總量	63.0	4.4	5.30	37.1
成串硝酸鹽及硝酸鹽之氮	0.25	0.017	7.8	0.546
「游離的」氮	0.03	0.002	4.32	0.303
「蛋白質的」氮	0.07	0.005	0.9	0.063
氮	11.4	0.8	6.9	4.8
暫時硬度	—	0.1	—	7.2
永久硬度	—	2.4	—	14.4
總硬度	—	2.5	—	21.6

硬度(hardness)是指與一加倫水中所含鈣鹽及鎂鹽之總量等值的碳酸鈉之噸(grain)數。「暫時的」及「永久的」的意思，已在前說明過。在數量上，牠們也是用每加倫中碳酸鈣的噸數的等值量來表明。

上表中之「蛋白質的」氮，是指有機性含氮物質與過錳酸鉀的鹼性液蒸餾而分解時，水中所發生的氮之量。

3. 河水。——江河多發源於水泉，所以最初江河的水，與來源的水相同。可是總有甚多的表面水流入河中，使河水成分發生變化。表面水所含的溶解物質，通常較泉水為少，但有機質及懸游質則常較多。河水之成分，大半靠著所自出的岩石的性質。地面是火成巖或砂巖時，水多半是軟的，但在白堊或石灰石區中，則水是硬的。有些河流，譬如英國的 Trout 河，極富於硫酸鈣，英國 Barton 麥酒就是用這河水釀造的，所以酒味優美。

Roscoe 與 Schorlemmer 二氏將英國著名河流的水加以分析，現將其平均成分，列表於下。Aberdeen 花崗石區所採的 Dee 河的水，硬度甚低，可由表中看出。

成 分	每 加 倫 之 量 數		
固體物總量	20.81	50.06	3.89
碳酸鈣	10.80	0.32	0.85
硫酸鈣	3.00	21.55	0.12
硝酸鈣	0.17	—	—
碳酸鎂	1.25	5.66	0.36
氯化鈉	1.80	17.63	0.72
氧化矽	0.56	0.72	0.14
氧化鐵及氧化鋁	0.27	0.50	0.06
磷酸鈣	痕跡	痕跡	痕跡
有機物質	2.36	3.68	1.54
硬度	14.0	26.5	1.5

有些泉水含有異常多的碳酸鈣，可是河水則頗少如此，因為與空氣自由接觸，以致永不能保留，極大量的溶解的二氧化碳。河水中之硫酸鈣，通常伴有氯化鈉，及鎂鹽。

人烟稠密及工廠林立之地，河水為城鄉的陰溝水及工廠污水所弄污，因之常變為污穢而臭惡。這事極應反對，一因其能使健康發生妨礙及損害，一因溝水中含有可貴的化合氮及其他肥料成分，今若任其流去，社會便遭受嚴重的損失。

河水中懸游物質之量，差別甚大，因雨量，周圍土壤之性質，

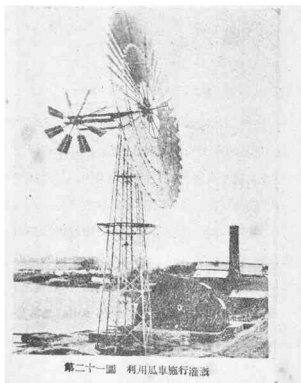


第二十圖 用溝灌法灌溉麥田

及其他情形而異。軟水或含碳酸鈉的水，常是多泥的，而硬水則傾向於將其懸游的黏土澱積而變為澄清。南非洲的河流，多極渾濁，英格爾氏相信是由於含有碳酸鈉的緣故。有時懸游物質的量極大，濃厚渾濁的河水，如果氾濫兩岸，便在土壤上澱積下一層上流所沖下的極細質點。沈積物常富於植物養料，為重要的肥料。英國有些地方，例如在 Humber 河 及 Trent 河 的兩岸，土地是有系統地用大水處理，以增加土壤的厚度。這過程稱為「淤淹法」(warping)，所成的「河積土」(warp soils) 異常豐富肥美。埃及的尼羅河，是如此地利用河流的一個更好的例證。

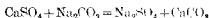
雨量稀少或分佈不均之地，常藉灌溉以為補救。在此因為極

少排水，所用的水的成分，便頗重要。水中若含有食鹽，硫酸鈉，或碳酸鈉，則因了水的長期的濃縮，使表面土壤含有過量的可溶性鹽，害及農作物的生長，這事頗為嚴重。土壤現在是變為「碱土」(brak, alkali soil 亦作 solonetz)。這種使作物不能生長的情形，多半是因了由土壤本身，或一部分由灌溉水所得的硫酸鈉及氯化鈉(白碱土)，或碳酸鈉(黑碱土)。



第二十一圖 利用風車施行灌溉

各種作物對於這些鹽類的抵抗力，各不相同。大概是在傷害植物上，碳酸鈉效力極大，而硫酸鈉則效力最小。可是幸虧黑碱土，即碳酸鈉，可以藉施石膏於土壤而變為幾乎毫無傷害，碳酸鈉與石膏藉變分解而構成碳酸鈣及硫酸鈉：



白碱土如果是由於食鹽，則除排水外，無法補救。

據美國的研究結果，(美國各地碱土頗多) 下表表示土壤中可以有而不害及所列各種植物的氯化鈉、硫酸鈉，及碳酸鈉之最高比例。數字代表每英畝上四呎土壤中所含的各成分的磅數：

植 物	氯化鈉	硫酸鈉	碳酸鈉
葡萄	9,640	40,800	7,550
無花果	800	24,480	1,120
柑橘	3,360	18,000	3,840
梨	1,560	17,800	1,700
蘋果	1,240	14,240	640
桃	1,000	9,600	680
杏	160	8,640	480
檸檬	800	4,480	480
桑	2,240	3,360	160
棗	29,600	34,720	2,720
東方無花果 (oriental sycamore)	20,320	19,240	3,200
靛樹木	—	5,500	2,800
Salt bush	12,520	125,600	18,560
紫苜蓿, 老的	5,760	102,400	2,360
紫苜蓿, 嫩的	760	19,120	—
糖蓆菜	5,440	52,640	4,000
向日葵	5,440	52,640	1,700
蘿蔔	2,240	51,880	8,720
胡蘿蔔	2,360	24,880	1,240
黑麥	1,720	16,800	560
小麥	1,160	15,120	1,480
大麥	5,100	12,020	12,170
羽扇豆	3,040	5,440	2,720
芹菜	5,600	4,080	—
甜菜	9,680	61,800	9,840

上表中是假定每英畝地至四呎深的土壤，是重一千六百萬磅，就是每英畝地每深一呎的土壤，重四百萬磅。因此1%的任何成分，應相當於每英畝地每深一呎重四萬磅，1.0%的相當於四千磅，其餘類推。

海水的成分，因地方而異，為江河所流人的水所影響，但離岸稍遠之處，則成分極有一定。固體物質的平均總量，約為每升36克，或每加倫2520英噸。Thorpe於1870年，發見1000克的愛爾蘭海水的成分如下：

	克
氯化鈉	26.439
氯化鉀	0.746
氯化鈣	3.150
溴化鈣	0.071
硫化鈣	2.066
碳酸鎂	痕跡
硝酸鎂	0.002
硫酸鈣	1.332
硫酸鈣	0.048
氯化鈣	0.0004
碳酸鈣	0.005
矽酸	痕跡
	<hr/> 33.859

在有些不通海洋的湖泊中，水的濃度則大得多。固體物的總量，可比海洋中的大七、八倍。死海及美國 Utah 省的大鹽湖，可為這種水的代表。

水與熱之關係。——水之物理性，尤其是在對熱的關係中，在多方面都堪注意，並且最為重要，所以學生應當熟悉這些性質，纔能了解水在自然界中所佔的地位。

純水普通說是無色，但仔細研究起來，如看極厚層的水，則呈青綠色。牠不善導熱，就是熱由水之一質點移到他質點，頗為緩慢，但通常是一份的水，易於變熱，熱源在下時尤其如此。在此熱的分布，是由於一種與傳導不同，稱為對流 (convection) 的過程。距熱源最近的質點，因變熱而膨脹，結果上升，而在牠們上面及四週的較涼，因而較重的質點，取代了牠們的地位。於是發生環流，較熱的水不斷地上升，而較涼的水則向下降落。

比熱 (specific heat)。——水之比熱頗高。這意思是要將一定質量的水的溫度升高一定的間隔，需要比較大量的熱。水的比熱比較汞的高得多。設若舉行兩項試驗，則這句話的意思便易了解。如果溫度 100°C . 的水一公升，與溫度 0°C . 的水一公升混合，混合物的溫度將近於 50°C .，熱水自 100° 冷卻至 50° 所消失的熱，正足將等重的水的溫度，自 0° 至升 50° 。如果溫度 100° 的水一公斤，與溫度 0° 的汞一公斤攪和，混合物的溫度，將約為 97% 。在此，水僅冷卻 3.3°C .，所放的熱是使等重的汞的溫度升高 36.7°C .。由此可知，水將本身溫度升高任何一定間隔所需的熱，約較汞多三十倍。水的比熱被取為單位，所以汞的比熱當為 $\frac{1}{30}$ 或 .033。

因此一物質之比熱，是將任何重量的物質的溫度升高任何間隔所需的熱量，與將等重的水的溫度升高同一間隔所需的熱量之比。

水對熱的容量最高，所以別種物質的比熱，都藉較 1 為小的數字來代表。

比熱表

水	1.000	玻璃	0.198
酒精	0.620	砂石	0.198
松節油	0.426	銅	0.118
甘油	0.555	鋼	0.094
硫酸	0.355	黃銅	0.094
腐植質	0.477	錫	0.056
粘土	0.233	汞	0.033
鉛	0.214	鉛	0.031
碳酸鈣	0.206		

溫度變化，對於水的體積的影響，頗堪注意。水與多數物質相同，熱則膨脹，冷則收縮，但若細加研究，即可發見這話在大體上雖尚正確，可是太籠統了，並且當某一溫度時，水的密度最大，不論加熱或冷卻，都會膨脹。這最大密度之溫度約為 4°C 。水變為冰，即發生膨脹（見第三章）。深的湖沼，水的溫度，便於嚴寒中，在冰下甚深之處，多半約為 4°C ，這正因為水的密度於 4°C 時為最高。

潛熱 (latent heat)：——液體變為固體時，便發生熱，反之，固體變為液體時，則吸收熱。

如果一定量之冰或雪，溫度假設為 -10°C ，盛於容器中加熱。

取一溫度計插於材料中，計上就表示溫度緩緩上升，直待達到 0°C ，此時雖繼續地加熱，必到材料完全熔解後，溫度才再上升。

如此被吸收的熱，為最極大，正與液態水構成冰時所發出的熱相等。

如取溫度 80°C 之水一公升，與溫度 0°C 之冰一公斤混合，即可發見冰被熔解，但所得的液體的溫度，僅有 0°C 。由此可見，熔解一公斤的冰，溫度雖毫無發生變化，所需的熱，卻與將一公斤水的溫度升高 80°C ，或八十公斤水的溫度升高 1°C 所需的溫度相等。如此被吸收的熱，稱為潛熱，因為他是，非溫度計所能測量的。反之，水凝固時，每公斤變成冰的，所發出的熱，正與將八十公斤水的溫度升高 1°C ，所需的熱相等。因這原因，當冬季中，水面上結冰頗慢，並且當化凍之時，冰、雪熔得也很遲緩。

因此冰之潛熱，或是冰之熔解熱，就說是 80°C 。

液態水變為氣態時，又發生一種物態的變化。如果取一定量的常溫的水，逐漸地且規則地加熱，水中插一溫度計，計上就表示溫度不斷地上升，這可見所加的熱，是被用以使水的溫度升高。溫度差不多規則地升高，直待達到 100°C 左右。溫度不再升高，雖將供熱的速度加倍或加四倍，也看不出對溫度計生何效應，可是，水現在慢慢地變成蒸汽，蒸汽離液體時，溫度總是相同的(100°C)。所加的熱，現在顯然是用於將水變蒸汽，而不使溫度發

生任何變化。將溫度 100°C . 的一單位重量之水，變為溫度 100°C . 的蒸汽所需的熱，稱為蒸汽之潛熱，或水之汽化熱。這熱極大，比較將等重的水的溫度升高 1°C . 所需的熱，要大 536 倍之多。

將一克水的溫度由 0° 升到 1° 所需之熱的量，稱為熱量單位 (thermal unit 或 unit of heat) 或卡 [路里] (calorie)。

現在水於任何溫度向乾空氣中蒸發，(或向任何尚未為水汽所飽和之任何氣體或空間蒸發)，因為變為汽的需要牠的潛熱，所以吸收了大量的熱。濕的東西顯露於空氣中，便被冷卻，就是因此，並非因為水較別種物質為涼，而是由於水會蒸發，吸收了變汽時所需的熱。蒸發愈速，則溫度降得愈低。溫度較高，或與濕表面接觸的大氣，換得較速，例如被風所吹，則蒸發愈速。

液體變為汽時，總要吸收熱的。雖然一克液體的溫度變汽所需之熱的量，因液體之性質而異，但總沒有水的那麼大。下述的試驗，極可證明這種熱的吸收：

取一木塊，上面加水數滴，其上再放薄玻璃燒杯一隻，杯中加醚少許，藉一管及風箱吹一氣流入燒杯中，使醚迅速蒸發，醚變為汽時，由燒杯吸收熱，這使杯下的水冷卻，熱的消失不久即變成甚大，於是水便凝固，小燒杯成一薄冰膜膠結在木塊上。

水之高比熱及潛熱，使自然界中發生重大的結果。海洋附近地方，氣候溫和，可給水之高比熱來解釋。海島或海濱附近地方

溫度的限度，比較內地要小得多。

濕土壤是冷的，也是因了這兩種原因。太陽的熱照於土壤，僅能使其略為加熱，因為（1）所含之水的比熱高（2）一部分之水蒸發，將大部分的熱吸收。如果有風吹着，蒸發因而加速，這第二效應的量，便大為增加。

第五章

植物

本章擬將植物各部的機能，略加敘述，其次則將為植物成分的主要化合物，做一概括的說明。關於植物的組織及生活史的詳細記載，必須參閱植物學的專著。

發芽(germination)——種子在本質上即是一胚(embryo)，儲有材料，將來的植物即由這材料構成。凡種子皆含有含氮化合物(蛋白質)，醣類或脂肪，以及礦質。

種子若儲藏得當，不受水氣，可於相當期間以內，保藏不壞。如果要牠發芽，則濕氣及氧的入內，適當的溫度，和發出的二氧化碳之移去，都是必要的。這些條件如果都能履行，種子就易於發芽，任何礦質的或其他的養料，都不需要。氧被吸收，產生熱而發出二氧化碳。

種子中產生無組織的酵或酵素(enzyme)，可溶於水，且能引起化學變化，而本身則顯然不發生變化，種子的澱粉或其他不可溶性成分，因酵素而變為醣類或其他可溶性化合物，能輸送到

幼芽（即未成形之莖）及幼根（或即為根），使牠們可以生長。幼芽達到地面，因見光而構成葉綠素，因之變為綠色時，於是發生光合作用（將二氧化碳同化）。幼根不久便長出根毛，外圍溶液中若含有礦質及硝酸鹽，可由此毛而入植物體中。

植物之主要部分為根、莖、葉、花、及種子。

根——幼根由種子生出，最初垂直地向下伸長，其方向因萬有引力或對其作用的其他之力而定，以後分枝，生出旁根。在根的每個生長的部分的附近，有薄壁的根毛伸入土壤的質點間。根部逐漸長大時，根毛次第枯死，而在其幼嫩部分，則發生甚盛。根毛的薄壁，對於植物的生長佔有最重要的地位。如要了解牠們的作用，則非略具有關於擴散（diffusion）及滲透壓力（osmotic pressure 等奇異現象的知識不可。

關於擴散，第三章中曾略提過。膠體物質溶於水中時，擴散極慢，不能經羊皮紙等不可溶性膠體物質而擴散，而可結晶的物質則擴散頗快，對於為水所飽和的膠體膜，易於貫穿。這溶解了的晶體通過膠體膜，乃是擴散的過



第二十二圖 發芽之花生



第二十三圖 根端
金花草之根端長根毛 此為放大
大多倍之圖。



第二十四圖 根毛
根毛使吸收面大為增加亦助
根在土中穩固。此為放大多倍之圖。

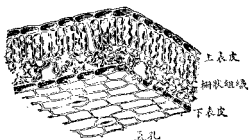
程，總是由較濃的溶液向較稀的溶液進行，雙方溶液的濃度相等時，即顯然停止。

有些物質，用來做為兩種濃度不同的溶液的間壁時，則僅溶劑能通過，而溶解了的物質則不能通過。這些物質稱為「半透的」(semi-permeable)，雖然完整的半透膜，尚未有所聞，可是近於完滿的則可做到。若將這種膜做成閉着的袋，與一流體壓力計相連，當將其灌滿溶液，設於水中時，可以看出水入袋中，而溶液則毫不離袋。結果袋中發生壓力，這壓力有時可達幾個大氣壓之多。

這壓力稱為滲透壓力，隨濃度而增加，溫度升高則變大。構成植物的細胞，(或更好說是胞中的原形質)是屬半透性的。如果牠們為濃度較其內容物較低的溶液所包圍，牠們所得的液體，就比所失的為多，而胞內的壓力增加，但如果為濃度較其內容物為高的溶液所包圍，則胞內的液體，比出外的多，細胞就會收縮。細胞的纖維素胞膜並非半透的，乃是可以自由擴散，且是近於強直的。植物細胞沒於濃度適宜的食鹽溶液中時，原形質由間壁膜收縮，這可藉顯微鏡看出。這現象稱為原形質分離(plasmolysis)或稱萎縮，植物即因之而死亡。

植物組織，多半於生活時含有大部分的水，但因為了牠們細胞的膨脹態，所以牠們仍是強直而堅實。植物的莖葉，挺直而強勁，多半是靠着牠們細胞的強勁的纖維素壁，與其中原形質的水漲態間所發生的效應。水漲態若因蒸發等原因而鬆弛，植物便呈萎謝之狀而下垂。溶解的物質經膜而擴散，與膜中發生滲透壓力，乃是相反的兩種過程。不過多少可以同時發生的。在植物根中，牠們許也是如此發生。原形質微容滲透，因此有些土壤中的溶解物質侵入，而有些植物液汁的溶解物質，則由植物體流出，雖則同時因為了牠的近似半透性，以及裏面的液體，在溶解的植物質上，(雖然性質不同)濃度高於外面的液體，以致發生滲透壓力。這後述的現象，在植物所表現的根壓力上頗為顯明，植物莖被割時，

液汁流逸，便是因此。這根壓力的量，有時被測量過，發見有兩、三個大氣壓之大。



第二十五圖 葉之橫截面
此為葉之一部份放大多倍之圖

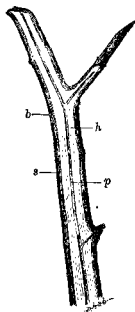
所以磷質與硝酸鹽，藉了經植物的根及根毛之擴散，而被吸收，再多半藉滲透壓力（並非由於這些無機物質，而是液汁中的糖及其他含碳成分所發生的）而被迫入莖及葉中。同時根毛所發出的二氧化碳，對存於土壤中的不可溶性磷酸鹽及含鉀化合物，起一種重要的溶劑作用。有些溶解了的磷酸鹽於是可藉擴散而再入植物體中。從前人多以為植物的酸汁，一部分因擴散而由根毛逸出，使不溶於水的土壤成分變為溶液，實則這種酸汁在這過程中的關係，似極微小。

莖——在此可認為是根與葉間的唯一通路。不過牠常有其作他用，有時是用來儲藏準備材料，或植物所攝取的無用物質。

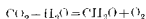
葉——在植物生活之化學過程中，佔極重要地位。含碳物質

的同化，是經葉而發生的，且蛋白質及醱胺，或許是在此由含碳化合物，及根所取入的硝酸鹽、磷酸鹽、及硫酸鹽而構成的。葉之另一重要機能，乃是**蒸發作用**(transpiration)或**蒸騰作用**，根所吸入的過剩的水，因此藉蒸發而得除去。

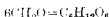
植物生活所特有之化學變化(二氧化碳的吸收與氧的放出)，是一種收熱反應，就是發生時需要能的反應。必需的能是由光而得的，因這變化必須在光中，始能發生。光為葉的葉綠素所吸收，曾證明過，使二氧化碳同化得最多的光，就是最為葉綠素所吸收的紅光。這過程在葉的表皮下面之細胞空間發生，二氧化碳藉擴散經「氣孔」(stomata)而入這些孔隙。氣孔是微細的小孔，在一切葉上都異常繁多，尤其是在葉的背面。綠葉在日光中藉以吸收二氧化碳、及放出氧的變化的性質、尚不完全明瞭。有人主張，第一步是二氧化碳與水結合，構成**蟻醛**(CH_2O)而放出氧：——



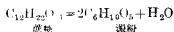
第二十六圖 水之上升
莖之縱切面，示水上升之路。b
樹皮，x 木質部，h 髓，p 皮層。
水大半係由木質部上升。



糖醛隨即聚合 (polymerize) 就是幾個分子結合而構成糖：



可是，事情不能說是已經完全解決。在多種植物中，似乎是最初構成蔗糖 ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 等到液汁中的濃度達到某值後，便開始構成澱粉粒。變化在經驗上是極為簡單，但牠是如何發生的，則尚不明瞭。



液汁中的糖降到一定濃度之下時，則澱粉粒為澱粉酶 (diastase) 所侵襲，因而變糖。這類重要，因為僅有溶解的晶體，才能由植物之一部通到他部。

植物之葉，除構成醣類外，也擔任別種重要機能。

水之蒸騰作用多經氣孔發生，但許是植物的一切露部分，都讓些水汽蒸發。水由植物蒸發的遲速，因溫度、空氣濕度、所受之光量，及其他情形等數種因子而定。水由葉中蒸發，結果植物上部的壓力常致減少，因而下面的水較易上升。因此，根所吸入的溶解物質，繼續不斷地升入葉中，在此水多半因蒸騰作用蒸發而去，而溶解物質則構成養料。土壤水如果是極稀的，則蒸發的水比液體較濃時為多。譬如燕麥生長於含有 0.25% 的養料的溶液

中時，每構成乾物質一克，即有 688 克的水蒸發，但在 3% 的溶液中時，則僅有 515 克。

蛋白質是如何構成的，尙未明瞭，但許是在葉中發生。第一步似乎是由醣類及磷酸鹽構成氮基化合物，再變化而成蛋白質。曾證明過，有多種植物，早晨摘下的葉，所含的澱粉及含氮物質，較晚間所摘的相同的葉爲少，這表示日間所構成的澱粉及蛋白質。於夜間則由葉而移於植物之他部。蛋白質或須變成醯胺，或氮基酸，而澱粉則變成糖，始能由一細胞移於他細胞。

花與種子——在多種植物中，開花結子，乃是牠們生活最後的一階段。當開花時，真正的呼吸過程，即吸收氧而產生二氧化碳，發生得比生長中其他時期爲快，有時溫度確有顯著的上升。呼吸於植物生活的全時期中，皆有發生，但晝間則爲前述的相反的光合過程所掩蔽。二年生植物，如蕪菁及飼料蒸菜，第一年的生長爲構成大量的養料，將其儲藏，準備留於次年，供開花結子之用。

當產生種子時，養料便集中起來，而莖、葉、及根的重要成分則多爲其所剝奪，其養料中總包括有蛋白質、磷酸鹽、硫、鉀、氯、及其他植物生活所需的元素。種子中的含氮化合物，多半不是醣類（通常是澱粉），便是脂肪。多數的種子含有這二者中之一爲主，但有的則兩種都有。

影響植物生長之情形。——植物生長，除顯然需要養料及水

的適宜供給以外，最重要的因子乃是溫度，可無疑義。每種植物可有三種重要溫度，就是生長發生的最低、最佳，及最高溫度。最低以下或最高以上的溫度，雖不一定使植物死亡，卻能使生長停止，且多半於溫度升到或達到這些限度以上或以下左右，使植物的生長速率，受到嚴重的阻礙，這三種重要溫度，因各種植物而大有區別。最低溫度通常約為 5°C ，最佳溫度約為 30°C ，而最高溫度則約在 45°C 之間。

在一切情形中，生長速率隨着溫度自最低溫度上升而增高，最初緩慢，以後較快，直待達到最佳溫度後，即行減低，直到最高溫度時，生長幾完全停止。

現在，在溫帶氣候中，多數植物的最佳溫度能達到的極少，通常都是溫度愈高，則生長愈快。幸虧在這種氣候中，每日溫度變更之程也不甚大。譬如當生長季節中，植物很少冷到最低溫度，或熱到最高溫度，靠近最佳溫度之時間愈長，則生長愈佳，並且過熱及過寒的惡劣效應，都不會有。

但在熱帶國家，尤其是海拔高而距海遠之地，情形便不相同。每日溫度的程限，要大得多。夜裏，尤其是在味爽時，地面溫度可降至最低限度以下，而當夏日正午時，牠可升到比生長的最高溫度，還高不少。結果，植物雖於二十四小時中或可經過最佳溫度二次，可是每天僅能短時間地維持於該溫度之左右，且即如此。

也不能加以利用，因為植物為急遽的變化所擾。據說在南非等地，清晨的陽光若被擋住，則對多種植物有極有損害的效應，因此人多相信，清晨陽光中含有對植物生活特別順利的某物質。但這影響，可藉所生的溫度效應而加以解釋。英格爾所作的試驗可以說明這層。取一溫度計，放在地上，自上午六時半至九時半間，用物遮蔽，不見清晨之日光，溫度初為 6°C ，上升極慢，於九時半升到 16°C 左右，等到直接日光照射後，即迅速地升到 28°C ，以後則逐漸上升，上午十一時升到 37°C 。同時，一株接受朝日直接光線的植物，溫度自六時半的 6°C ，升到七時一刻的 11°C ，八時達到 16° ，八時三刻達到 21°C ，九時一刻達 25.5°C ，九時半左右達 28°C ，其後逐漸達到十一時的 37°C 。

未受蔭蔽之植物，由過低的夜中溫度過渡到過熱的日中溫度，顯然不僅比受蔭蔽之植物較為逐漸，並且維持於其最佳溫度左右的時間，也長得不少。結果牠的生長情形，當然順利得多。實在地，在如南非 Transvaal 之處，有好些植物雖受過分日光及相伴的熱之害，而如英國等日光較少之處，植物便是牠們的最佳溫度，也不易達到，而牠們的生長最高溫度，或許永不會超過。

植物之成分：——植物中所含之元素，曾在第一章中提過，但植物中所確含有的化合物，則更重要得多。這些化合物可以分類如下：

- | | | |
|-------|---|-----------------|
| 不含氮物質 | { | 1. 醇類。 |
| | | 2. 脂肪類及蠟類。 |
| | | 3. 精油類及萜脂類。 |
| | | 4. 有機酸類及其鹽類。 |
| | | 5. 無機鹽類。 |
| 含氮物質 | { | 6. 蛋白質類。 |
| | | 7. 鹽酸類，及氮基化合物類。 |
| | | 8. 生物鹼類。 |
| | | 9. 葉綠素及其他色素。 |

現將這些物質，各作一簡要的敘述。

(一) 醣類。——凡可以 $C_n(H_2O)_n$ 表示之化合物，總稱曰醣 (carbohydrates)。(註：醣類化合物主要者為糖，故從唐。)(化學命名原則：醣從前照 carbohydrate 的字面譯為碳水化物，因為凡醣都含有碳、氫、及氧，「在多數的醣中，氫與氧之比例，是和水中的相同。並且，若將醣用濃硫酸等強烈的脫水劑處理，即發生廣泛的分解，而碳被放出。這些事實使從前的化學家將本類的全部都認為是碳與水的化合物，這就是 carbohydrate 一名的來源。後來因為這名稱所指的各种物質，因構造及作用，特異而自成一類，所以這名稱仍被沿用至今。)(Moore: Outlines of Organic Chemistry)。醣類的範圍頗廣，糖類、澱粉、纖維素、及植物膠，都包括在內。牠們多半於一個分子中含有五或六的若干倍的碳原子。牠們可再分為兩類如下：——

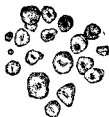
(1) 澱粉類或澱粉糖類 (amyloses)，或多醣類 (polysac-

charides) 及 (2) 糖類或單糖類。



第二十七圖 澱粉之分解

澱粉因熱而分解時，管底有黑色之碳凝積，管內則有水凝固。此可證明澱粉係由碳氫氧所構成



第二十八圖 澱粉粒之圖

上為小麥澱粉粒，下為玉米澱粉粒，皆放大三百倍者。

(1) 澱粉類 (starches). — 澱粉類之成分，可藉 $C_6H_{10}O_5$ 來表示，不過牠們的分子要比這公式所示的複雜得多；若使用 $(C_6H_{10}O_5)_n$ (n 是個整數) 來表示牠們的組織，當更準確。本類中

最重要的份子如下：

澱粉

肝糖

糊精

纖維素

澱粉在植物產品中極為豐富。植物能由二氧化碳及水氣製造澱粉，儲藏於根或種子中；馬鈴薯、玉米、大米、及其他穀粒，都是澱粉的來源。牠的作用是做準備材料，以供生長部分的營養。中華藥典中載有四種澱粉，即米澱粉、玉蜀黍澱粉、馬鈴薯澱粉、及小麥澱粉。澱粉是白色微有光澤之粉末，無臭無味。用 100°C. 之溫乾燥之，所含之水分即消失，但置於濕潤空氣中，則攝取空氣中之水分，仍即含水。(註一)

結構是有組織的，成小顆粒，在各種植物中的，形狀及大小皆不一致。取本品置顯微鏡下檢視之，米澱粉為多角形之小顆粒，大小殆相等，直徑約 0.005—0.0 mm.，無顯著之臍點及層紋。玉蜀黍澱粉為多角形或圓形之顆粒，大小同，直徑約 0.003—0.035 mm，一端有明顯之臍點，但無顯著之層紋。馬鈴薯澱粉為卵形或貝殼形之顆粒；直徑約 0.07—0.09 mm.，有明顯之臍點及偏心性之層紋，呈複合性者甚多。小麥澱粉之顆粒，大小不均，大粒呈扁豆形，有種臍及層紋，直徑平均約 0.03 mm.。(註二)

「本品在冷水及醇中，均不溶解。」(註三) 但若與水加熱至

60—70°C. 左右，顆粒就破裂，而牠們的含有物與水構成黏稠半透明的液體，稱爲「澱粉糊」。澱粉與游離的碘相遇，即染成深藍色。

肝糖(glycogen) 之成分與澱粉相同，存於動物體中，尤其是肝中所含的爲多。所以有時稱爲動物性澱粉。與碘相遇即染成紅色。牠是白色的固體，可溶於水。

糊精(dextrin) 是將澱粉藉加熱或用酸處理，使起一部分水解而變成的。將麵包炕成「拖司」(toast)時，外邊變爲褐色；這因有些澱粉顯露於強熱而變成糊精。商業的糊精，「製法是將乾澱粉放入旋轉的鐵筒，在敝火上，或油浴中，或蒸汽套包圍的鍋中，加熱至 200°—250°C.，澱粉也可用硝酸或鹽酸打濕，於 50°C. 的溫度乾燥，再加熱至 140°—170°C.；這法所得的產品顏色較淡。糊精入機磨成細粉經篩布篩過。糊精是由木薯(cassava)、玉米、馬鈴薯，沙穀或小麥的澱粉而製成的。〔註四〕又據藥典所載，「本品可取澱粉與草酸使相作用製之。本品爲白色或淡黃色，無晶形之乾燥粉末。臭殆無，味微甘。露置於空氣中，無引濕性。〔註五〕糊精可製漿糊，郵票及信封上的膠，就是由牠所製成。價廉效高，所以用途甚廣，有時稱爲「不列顛膠」(British gum)。

纖維素在植物之葉、莖、及根中，皆極豐富，一切植物質的架子，都是纖維素所構成的經驗公式與澱粉相同，可是構造式則有分別。纖維素的物理性與醣類不同，多數醣類所特有的甜味及水

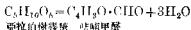
溶性，在這完全缺乏，且這物質對一切試劑幾全不起作用。這些性質使牠於牠在自然中的重要地位極為適合。牠構成植物細胞壁的主要部分，也是木質纖維的重要成分。所以牠在植物界中，許是分佈最廣的物質，牠是與其他物質混在一起，因對各種試劑多能抵抗，所以常能與別種物質分離。將植物組織，用鹼、苛性鹼類、稀酸、水、酒精、及醚，次第處理，剩下的殘餘物，就是近於純粹的纖維素。牠是白色的物質，在多數溶劑中，不能溶解，但可溶於氯化鋅的或氯化鋁錫的溶液中。纖維素藉硝酸的作用，構成硝化纖維素，就是火棉或硝棉(guncotton)，及膠棉(collodion)。

羊皮紙也是由纖維素所得的產品。牠的製法是將未上漿的紙浸於濃硫酸中，再用水洗。主要的變化，似乎是在物理性上。

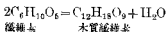
纖維素，例如泡紙、破棉布、破麻布等，與稀硫酸久煮，則變為糊精及糊精糖。

在多方面與澱粉類相似的，有所謂無水戊糖類(pentosans)，內中可以無水亞拉伯樹膠糖(araban)及無水木糖(xylan)為其代表。這些物質的通式是 $(C_5H_8O_4)_n$ ，與稀酸同煮，則產生亞拉伯樹膠糖(arabinose)及木糖[Xylose, $C_5H_{10}O_5$]，都是與糖相似的物體，總稱為戊糖類。戊糖類在多數植物中，極為豐富，尤其是在木膠佔 60—92%、乾草 16—27%、樹皮(22—25%)、酒精(27—31%)及乾蕪 16—18%，中者為多。無水戊糖類及戊糖

類，許是不可消化的。若用沸的濃硫酸處理，就產生呋喃甲醯 [(呋醯，糠醯) (furfural), $C_5H_4O_2$]，例如：



木質纖維素 (lignoso 或 lignone) 是植物的莖及木質部分的又一成分。牠與纖維素相伴而生，可認為是由纖維素移去水分而成的：



粘液質類 (pectins) 是組織不明的物體，以可凝聚的物質，存於果汁，莖及根中。牠們與糖類相類似，不過氫與氧是否恰成 2:1 之比，則似乎不甚確定。牠們易於變為有膠化力的物質。

(2) 糖類 (sugars) 之中，種類複雜，若要做進一步的研究，應參閱有機化學教本。在此僅能為概括的敘述：

蔗糖 [(cane sugar, saccharose), $C_{12}H_{22}O_{11}$] 在好些植物都有存在，多半是含於液汁中；尤其是在甘蔗 (16—18%) 蓴菜 (10—18%)、及糖槭的汁中，最為豐富。「本品為禾本科 (Gramineae) 植物 *Saccharum officinarum* Linne (甘蔗) 或他種含糖之植物中所得之一種糖。本品為無色半透明乾燥堅硬之柱狀結晶或巨塊，或為白色結晶狀之粉末。臭無，味甜。露置於空氣中無變化。」
(註六) 熔點 $160^{\circ}C$ ，於 $160^{\circ}C$ 左右則變褐色。不能使銅鹽還原，但

將偏極化光的面轉偏向右，牠因了酵母中所含的某種酵素，例如轉糖酵素 (invertase) 的作用，或與稀酸同煮，則變成左旋糖與右旋糖的混合物，這變化叫做「轉化」(inversion)。

乳糖 [(milk sugar, lactose), $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$] 詳見第十章中。

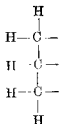
右旋糖 (dextrose) 或葡萄糖 (glucose)，又稱澱粉糖 [(saccharum amylicum), $C_6H_{12}O_6$]，存於多種果實中，將澱粉或纖維素與稀硫酸同煮，便可製成。「本品係澱粉受加水分解作用後所成之一種糖。本品為白色結晶性之粉末，或白色之顆粒。臭無，味甜。」(藥典) 牠在鹼性溶液中使銅鹽還原，將偏極化光向右旋轉。

左旋糖 (levulose) 或果糖 (fructose, fruit sugar)，經驗公式與右旋糖相同，但將偏極化光的面，極力地向左旋轉。牠存於多種果實中，且和葡萄糖，乳糖，及麥芽糖 [(maltose), $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$]，是由澱粉酵素作用於澱粉而成的相同，在鹼性液中將銅鹽還原而成紅色氧化亞銅。

(二) 脂肪類與蠟類。——脂肪類之組織，差不多已完全被研究過牠們與糖類一樣，僅含有碳、氫、氧、三種元素，但氧以較小的量存在，結果脂肪能與甚多的氧化合，於是藉其氧化而產生大量的熱或能。

凡真的脂肪，皆可認為是含有一種有機鹼性基，的甘油基

[(glyceryl), C_3H_5]的有機酸類的化合物。這基是三價的，結構如下：

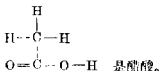


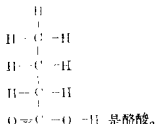
例如脂蠟酯(glyceryl stearate) 應當是 $C_5H_5(C_{18}H_{35}O_2)_3$ 。

凡真脂肪中，皆有甘油基存在。可是，各種脂肪中所含的有機酸不同，通常皆是高分子量的。牠們多屬於「飽和系」的脂肪酸類，內中以甲酸或羧酸(formic acid)為最簡單的例證。

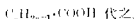


由這第一份子，將氫用 CH_3 原子團更迭地取代，可得一組的脂肪酸類。例如：





本系中的酸，通式皆是：



並且都是飽和的，因為每個碳原子藉四個親合力與其他原子結合，所成的化合物，不能藉加成與別種物質結合。

油類所含的酸，以高分子量的為主。例如椰子油中含有椰油酸 [(capric acid), $\text{C}_9\text{H}_{19}\text{COOH}$] 及肉豆蔻酸 [(myristic acid), $\text{C}_{10}\text{H}_{21}\text{COOH}$]；棕櫚油中含有棕櫚酸 [(palmitic acid), $\text{C}_{16}\text{H}_{31}\text{COOH}$]；脂鯊酸 [(stearic acid), $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$] 則在多種油中，都有存在。這些各種的酸，都與甘油基結合在一起。

但有多種油類，也含有不飽和的脂肪酸類，就是含有兩個以上的碳原子，藉兩個親合力而結合之酸類。這些酸類，可藉加成 (addition)，與他種物質，如氧、氯、或碘等結合。

不飽和酸類之例證如下：

巴豆酸 ($\text{C}_9\text{H}_9\text{COOH}$)：含於巴豆油中。

油酸 ($\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$)：含於洋橄欖油及他種油中。

菜子酸($C_{21}H_{41}(COOH)$)含於菜子油中。

3682

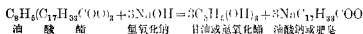
蓖麻子酸($C_{17}H_{32}(OH)(COOH)$)含於蓖麻油中。

這些酸的通式，都是($C_nH_{2n-3}(COOH)$) 含有一雙重鍵的碳原子。還有一種酸即亞麻仁酸($C_{17}H_{31}(COOH)$ ，就是($C_nH_{2n-3}(COOH)$)，含有兩雙重鍵的碳原子，存於亞麻仁及別種油中，還有一種更不飽和的油，就是乾性油 [$C_{17}H_{29}(COOH)$ (即($C_nH_{2n-5}(COOH)$)] 含有三雙重鍵的碳原子，也存於亞麻仁油中。

含有不飽和酸類之甘油基化合物的油類，傾向於吸收空氣中之氧，而變成固態的，或堅韌的粘性物質。分子中所含的重鍵碳原子愈多，則這性質愈為顯著。

油類僅含有飽和酸類，或只含一雙的重鍵碳原子的酸類的，稱為不乾性油(non-drying oils)。至於那些多含不飽和酸類的，則稱為乾性油(drying oils)，前者，例如洋橄欖油，可供潤滑之用，而後者例如亞麻油，則用於油漆、油布、及油布之製造動物性與植物性油類和脂肪類，也供肥皂之製造，用途甚廣。

硬肥皂是各種脂肪酸之鈉鹽，而軟肥皂則是相當的含鉀化合物。製造肥皂是將油或脂肪與一種鹼類的溶液同煮，鹼的金屬代替油的甘油基而產生肥皂及甘油(glycerine 但現在多用其系統名 glycerol)譬如舉個例證，如將氫氧化鈉與油酸酯(洋橄欖油之最大成分)同煮，則發生反應如下：



肥皂與甘油若溶解於水中，加上食鹽，則肥皂成固態而與水分離，甘油可由剩餘的鹽液中收回。

油類可存於植物之各部分，但總是蓄積於種子中。有好些種籽含有大部分的油，有時達牠們重量的一半之多。大概是種子若含油多則缺乏澱粉，不過有好些種子，例如玉蜀黍，卻富於澱粉而含油則少。

油為集約的能源，一份油大約與二份半的澱粉或糖相等。

蠟類在組織上，與脂肪類及油類相似，但牠們所含的並非三價的甘油基，而是較為複雜的一價的基。

(三)精油類與樹脂類。——精油類通常是揮發的，具有特殊的氣味。牠們在化學上與真油類並無相似之處。內中有好些是碳化氫[簡稱烴(hydrocarbons)]即碳與氫之化合物，有些則此外更含有氧或硫。碳化氫精油類或松油精類的通式是 $(C_5H_8)_n$ 。各種植物香料，多以這些松油精類為主成分，例如松節油、檸檬油、橙皮油及桉葉油、氯化精油類中，有好些不同的種類，例如苦杏仁油含有安息香醛 (C_6H_5CHO) ；樟腦的經驗公式是 $C_{10}H_{16}O$ ；薰衣草油含有 linalyl acetate $(C_{10}H_{17}C_2O_2)$ 。含硫精油類中，可以芥子油中所含的 allyl thiocyanate (C_3H_5NCS) 及大蒜油中所含的

allyl sulphide [$(C_3H_5)_2S$] 爲代表。

樹脂類 可認爲是松油精的氧化產品。牠們的組織複雜，不大明瞭。在植物中，牠們常與松油精類相伴而存在。

(四)有機酸類及其鹽類。——各種植物產品中，曾檢出多種的有機酸類。牠們通常以鉀鹽，鈉鹽，或鈣鹽存在，但有時則成游離酸。凡有機酸皆含有「酸性鹼基」或「羧基」(carboxyl)， $CO.OH$ 。(羧讀如梭，會意——化學命名原則)

現將那些通常含於植物中的酸類列下：

草酸(Oxalic acid), $COOH \cdot COOH$ 。

酒石酸(Tartaric acid), $COOH \cdot CHOH \cdot CHOH \cdot COOH$ 。

蘋果酸(Malic acid), $COOH \cdot CHOH \cdot CH_2 \cdot COOH$ 。

檸檬酸(Citric acid), $CH_2(COOH) \cdot C(OH)(COOH) \cdot CH_2(COOH)$ 。

沒食子鞣酸(Gallo-tannic acid), $C_6H_2(OH)_3 \cdot CO.O \cdot C_6H_2(OH)_2 \cdot COOH$ 。

沒食子酸(Gallic acid), $C_6H_2(OH)_3 \cdot COOH$ 。

果實之酸味，常是由於游離酸——例如蘋果酸，這酸含於蘋果、醋栗、赤樹莓、黑莓、及酸櫻桃——但有時則是由於酸性鉀鹽或鈣鹽；譬如葡萄含有酸性酒石酸鉀，甜櫻桃含有酸性蘋果酸鉀。在多種果實中，二種以上的酸可以同時存在；譬如醋栗即含

有苹果酸及檸檬酸

草酸鈣極常含於植物中，每成 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 的晶體的形式。酸性草酸鉀，也常以溶液存於植物液汁中。

鞣酸(鞣質)含於好些植物中，常與葡萄糖相伴而存在。

植物之根及根毛的液汁中，含有有機酸類，從前人以為這對於促進土壤的礦質的可溶性上，許有助力。這酸類的性質，向未多經研究，不過曾證明過，在多種植物中，液汁之平均酸度，用氫表示起來，約為 .013%，相當於 0.91% 的結晶的檸檬酸。

(五)無機元素。——植物之無機成分，尤其是金屬，多與有機酸類結合而存在，在前已討論過。其他成分——磷及硫——則與蛋白質等複雜有機化合物結合。關於植物中所含的每種無機元素的存在情形及機能，可以略加敘述。

硫 雖多半以蛋白質的成分而存於活植物中，可是被留於灰中的卻是硫酸鹽，有時也成硫化物。牠許是植物由土壤中的硫酸鹽所取得的，常能以該種形式在液汁中被檢查出來。

磷 是以磷酸鹽被吸收，且以該形式存於灰分中，可無疑義。可是，在活植物中，牠一部分與有機化合物結合而存在，似乎是與蛋白質相伴而運動着。

矽 許是以鹼性矽酸鹽之形式，為植物所吸收，雖然矽是常有存在，多半成為二氧化矽而澱積於莖及葉的外壁中(尤其是在

穀類中)，但並不是非有不可的，這已有充分的證據。

氮 含於一切植物中，但除在蕎麥、甘藍、及蕪菁等少數植物之中以外，似乎不甚重要。

鉀 以各種可溶性鹽類而被吸收。牠通常與有機酸類結合而存於植物中，酸類於被燃燒時分解，留下碳酸鉀於灰中，在有些植物中，液汁含有硝酸鉀，氯化鉀，及硫酸鉀。含鉀化合物，對於澱粉、糖及其他醣類的產生，似乎是必要的，且在葉及幼秧中最為豐富。

鈣 與有機酸類結合而存在着，幫助澱粉變化成糖。牠於有機酸類變為不可溶性化合物時，往往頗有利益，這些化合物存於植物之中，例如草酸鈣是。葉中也含有鈣不少，

鎂 分佈於植物之各部分，但關於牠的機能，則尚不甚明瞭。近來曾被證明為葉綠素的成分之一。

灰中所含之鎂，較鉀少得不少。二者似乎在各器官中分佈甚廣。鎂和鉀一樣，主含於種子及幼小的器官中，佔總灰分的 10—15%。牠的生理的機能，顯然與鉀相類似。並且鎂也含於若干最重要的金屬有機(metallorganic) 化合物，葉綠素是其中一個顯著的例證。以游離態遇到的鎂，可達 50%，而存於植物中的鉀，則幾全是成游子的形式的。

鐵 在葉綠素的構成上，是必需的。如果缺鐵，植物的綠色

便要消失。可是，這並非鐵在植物生活中的唯一機能，因為牠對於無葉綠素的植物，也有同樣的需要。在與生長有密切關係的氧化過程，尤其是呼吸中，鐵已被公認為是一種催化劑。

錳 似乎也有同樣的機能。

鈉 雖在灰中總有存在，可是對於植物並不似為必要。牠不能代替鉀。褐藻含有大量的鈉，曾一時用以製鈉，歐洲有些地方及新英蘭，也曾用牠做土壤的肥料。

上述的各種金屬，也有輸送硝酸的作用。硝酸鹽為植物所吸收時，氮被用以構成蛋白質，而鹼類則與有機酸類結合。植物被燃燒時，金屬成碳酸鹽而被留下，且曾發見植物含氮愈多，則以碳酸鹽含於灰中的鹼類，愈為豐富。

(六)蛋白質類(從前稱 albuminoids 或 proteids, 現稱 proteins)。——凡活細胞中無不含有蛋白質，為一切生命過程所必需。牠們是複雜的化合物，含有碳、氫、氧、氮等元素，有時也含有硫及磷。植物由存於空氣及土壤中的可溶性化合物，構成牠們的蛋白質；吾人則由所吃的動植物性食品，構成體中的蛋白質。食物中的蛋白質，有牛乳中的乾酪素，蛋類的蛋白素，動物膠，及穀類種子的蛋白質。

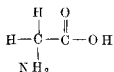
蛋白質類與蛋白相類似。牠們構成多種的物體，在可溶性及凝聚性等物理性質上，各不相同，成分或組織略常複雜。牠凡活

的物質中，都有牠們存在是原形質的主要成分。牠們的成分略有差別，尋常的限度如下：

碳	51.5—54.5%
氫	6.9—7.3%
氧	20.0—23.5%
氮	15.2—17%
磷	0.3—2.0%

各種蛋白質在成分上各不相同，這是藉研究牠們水解而成的產品而知的。既知道各種蛋白質的分解產品，那末構成蛋白質分子的物質的種類，便不難測定了。這些構成蛋白質的材料稱為氨基酸(amino acids)。

氨基酸的構造，可藉一種有機酸的一個氫原子為 $-NH_2$ 原子團所取代來表示。例如 glycine 的圖示公式是：



就是，glycine 是氨基醋酸(氨基乙酸) 已知的構成蛋白質的氨基酸，共有十九種之多。牠們的構造式都與這氨基乙酸的相同，內中有些含有硫及磷。每種天然蛋白質，所含的這些氨基酸的組合，各不相同。例如乾酪素，蛋白素及動物膠，雖都是由數種氨基酸所構成，但每例中所含的酸，並非完全相同。所以蛋白質在組織、稠厚度、及食物價值上，各不相同。

譬如要表示蛋白質之複雜性，曾提出不少的經驗公式，內中以 $C_{240}H_{352}N_{65}O_{76}S_3$ 的公式，最能代表牠的成分。不過任何一定的化合物，雖有這種成分，則是絕對不可能的。被水解時，蛋白質即分解而成其所自構成的氨基酸。

凡蛋白質與濃硝酸同加熱時，皆變黃色。這黃色物質用氨處理則變橙色。牠們若與硝酸汞之酸性溶液 (Millon's 試劑) 同加熱，即變紅色。當分析時，多半是假定蛋白質中含有 16% 的氮。物質中的氮量測定後，將這元素的百分數用 $\frac{100}{16}$ 或 6.25 來乘，積使用以代表蛋白質的百分數。結果僅能是近似的。因為如前所述，氮的百分數隨各種蛋白質而異。蛋白質都是不結晶的膠體。

植物中蛋白質的百分數，大有差別。種子中蘊藏最富，豆科作物及穀類作物的種子所含尤多。在若干種蔬菜中，也有大量的蛋白質。菌類在乾物質中含有 5% 的蛋白質。若非因為含有大量的水分，則必被認為養料最富的植物性食品。可是，因為新鮮的香草幾含有 90% 的水，以致蛋白質量減到 5% 左右。關於各種來源的乾物質的蛋白質百分數，可查 Kraemer: Applied and Economic Botany.

(七) 醯胺與氨基酸 (amides and amino-acids). ——這些也是含氮化合物，組織比蛋白質簡單得多。醯胺可認為是將有機酸的羧基或羥基 (OH) 以氨基 (NH_2) 代替而衍生的。例

如由醋酸(CH_3COOH)而衍生醋醯胺[乙醯胺] [(acetamide), CH_3CONH_2]。氨基酸類則是由有機酸類以氨基代替「有機基」中一或一以上的氫原子而衍生的。例如氨基乙酸(amino-acetic acid 或 glycocoll)就是 $\text{CH}_2(\text{NH}_2)\cdot\text{COOH}$ 。

醯胺分佈甚廣，未成熟之植物中所含尤多，因為牠們用以飼牲畜時，顯然不能構成肌肉，所以分析食物時，須將牠們與較有價值之蛋白質辨明，這層頗為重要。各種植物中曾發見出多種醯胺，但是天冬素 [(asparagine), (amino-succinamic acid) $\text{CO}\cdot(\text{NH}_2)\text{C}_2\text{H}_4(\text{NH}_2)(\text{O}\cdot\text{OH})$] 可拿來做代表。這物質既是醯胺，又是氨基酸可溶於水，與多數的醯胺一樣，是可結晶的。天門冬，豆科植物及多種其他植物之幼苗中，都含有牠。

(八) 生物鹼類(alkaloids)。——這些物質可認為是由氮(NH_2)將氫之全部或一部以複雜的有機基代替而衍生的。通常具有強烈的醫藥性質，僅存於某種植物中，有時含於種子中，有時含於葉中，有時則含於植物之他部。牠們沒有直接食品的價值，但在醫藥上則常有價值。

咖啡鹼 [(caffeine 或 theine), $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$] 含於茶及咖啡中，可可鹼 [(theobromine), $\text{C}_7\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_2$] 含於可可中，不過有些專家卻不認這些為真正的生物鹼，至於確定無疑的生物鹼則有金雞納 [(quinine, 含於金雞納樹皮中, $\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_2$)、番木鱉鹼

[strychnine, 含於番木鱉中 ($C_{25}H_{33}N_2O_2$)、嗎啡 [morphine, 含於罌粟花中 ($C_{17}H_{19}NO_3$)、及菸鹼或稱菸精及尼古丁 [nicotine, 含於菸草中 ($C_{14}H_{16}N_2$)、

(九)葉綠素 (chlorophyll) 也是一種含氮物體，曾經了多人研究。牠是綠色的色素凡植物的葉及莖，差不多都含有牠，與在光的勢力之下，由二氧化碳的碳同化，有密切關係。成分可用 $C_{55}H_{72}O_6N_4Mg$ 的公式代表，含有葉綠精 [(chlorophyllin, $C_{54}H_{72}O_6N_4Mg$] 爲其主成分。易爲醇、醚、及二硫化碳所浸出。

鐵對於植物中的產生葉綠素，雖然十分重要，可是這素本身，卻不含鐵。除這最後一層外，牠在成分及組織上，似與動物血中的血色素 [(haemoglobin)，略有相似。的確，較近的研究傾向於證明，葉綠素的特有成分，與血紅素 (haematin)，係血色素之有色部分) 的特有成分，組織相同，不過在葉綠素中，鎂代替了血紅素中的鐵。

「植物對於水之需要。」——凡在活動地生長的植物，其中最豐富的成分都是水，遠非其他物質所及。牠在植物生活的全程中，確佔了多方面的地位。因此牠是一種不可或缺的養料，尤其是供產生醱類之用。進入植物且要輸送到需要營養的各器管的各種養料，以及活動力爲與植物的發達有關的各種化學變化所依賴的酵素，也需要水來溶解及輸送。並且，植物的堅強，多半是靠細

胞的膨脹，而細胞的膨脹，則為水的供給所決定。

凡尋常的陸上植物，僅由根部吸取所需的水。這水多半由植物通過，成汽而被呼出，一部分是經由植物顯露於空氣的部分的外胞壁，但大半是經由主生於葉上的氣孔。所以植物中有水在不斷地通過，植物對於水的需要，為這通發之流 (transpiration current) 所決定，比較任何單獨的因子為甚。植物生長時蒸騰的水之量，因植物的性質、及光之強度、大氣溫度、空氣及土壤之溫度，及溶於土壤水中鹽類的濃度及化學性等環境情形而大有區別。所以便是同種的植物，各觀察者所得的結果，也大有差別，並不足異。例如大麥的話，據已發表的結果，植物每產生乾物質一磅，蒸騰的水量自 262 磅至 774 磅不等，豌豆則自 235 磅至 477 磅不等。我們可取 300 磅為尋常農作物的適中平均數，根據這數，將平均產量的每畝地需水的最低限度，大約地加以計算。下列的是 Hall 氏所編的表，可為這種估計的例證：

	收穫時電	作物中之	收穫時乾	假定乾物質每磅用水 300 磅， 植物生長中所蒸騰之水之量。	
	量	水	物質重量	每畝噸數	雨之英寸數
	每畝噸數	百分數	每畝噸數	每畝噸數	
小麥	2.5	18	2.05	615	6.09
大麥	2.0	17	1.66	498	4.93
燕麥	2.5	16	2.10	630	6.24
蜀黍	1.5	16	1.26	378	3.74
金花菜	2.0	16	1.68	504	4.99
燕麥 甘蔗 蔬菜	17.0	88	2.01	612	6.06
飼料 蔬菜	30.0	88	3.60	1080	10.69
馬鈴薯	7.5	75	1.87	561	5.55
豌豆	2.0	17	1.66	498	4.94

由此可見，便是栽種這些計算中所假定的如此普通的作物，都要雨量的一重要部分由植物通過。我們若記住，中國雨量之分布，大致可以分爲五大區，蒙古西藏高原，全年雨量在五百公厘（約二十英寸）以下，華北區即遼、白、渭、黃諸河流域，全年雨量在五百至七百公厘（即約二十至三十英寸）之間，即此小量雨水又多下於沒有或僅有少數植物生長之時，並且多半又因地面排水、蒸發、或滲透於泉中而速由土壤移去，那麼在不能由地下水來適當地輔助雨量的土壤，栽種需水最重的植物，給水當然時常發生恐慌。給水的確有時便是供尋常作物之用，也嫌不足。

一般地說起來，全年雨量在750—875公厘（約30—35英寸）以下的地方，則耕種土地時，水的儲藏便成了實際的重要問題。

植物若缺乏水，就由植物所產生的有機質減少（就是生長受阻）表現出來。不過，往往是缺水若不過甚，則開花、結子都能加速，最後所得的穀粒或果實的品質，比較水的供給充足，莖、葉的生長較盛時爲高。在最優品級的果實以及有些穀類作物，由如此給水稍缺所得的利益，足以抵補減少的產量而有餘。可是在飼料作物，重量最爲重要，因給水缺乏而起的損失，是無法可以抵補的。

（註一）中華藥典 二十三年出版 94—95頁。

（註二）同上。

（註三）同上。

(註四) F. M. Turner: Condensed Chemical Dictionary, 1930.

pp. 161-162.

(註五) 中華藥典 238-254頁。

(註六) 同上 641-642頁。

第六章

肥料

土壤要能適宜地維持植物的生長，非具有肥力不可，要有肥力，必須能適合數項條件。下列的許是最佳的條件：

1. 機械的或物理的情形，必須適宜。
2. 必須含有充足的，易為作物所利用的植物養料。
3. 所含的有毒的，或有損害的物質，不可過多。
4. 不可含有害蟲，菌類，或其他有害作物的生物。
5. 溫度、日光、雨量，或其他氣候的情形，必需適宜。

內中，第二、第三、兩項，及第一項，都是化學可以盡力的地方，不過對於第一項的程度較淺。

凡由土壤收穫之作物，皆從土壤中奪取了用以構成作物組織的資料。每年栽種一種作物的土壤，數年以後，所儲藏的植物養料便會耗竭，不適宜於再種作物。通常是植物養料的一種成分，

最先耗竭。若將這成分補充，每能將力恢復若干時間之久。施於土壤以代替以前作物所取去的成分的物質，稱為肥料。

土壤中所含之一切植物成分，除碳以外，都因在上栽種作物而致減少，但最先缺乏的物質，多半是化合的氮、磷酸鹽、碳酸鈣，及氧化鉀，結果，肥料的價值，通常是按其中所含的這些成分之量而定，雖則其他成分往往能給土壤以重要的影響。

廐肥——這在往昔是唯一的重要肥料，今日還是用得最廣。

牠在本質上是下列的物質所構成：

1. 牲畜糞便。
2. 褥草及殘餘飼料。

牲畜之糞便 就是牠們飼料的未消化部分，及牠們身體組織的各種廢物。糞便的成分，區別頗大，下列的是決定成分的數種因子：

1. 牲畜之種類；
2. 飼料之性質及量；
3. 牲畜係在發育、肥育、工作、或授乳中。

所以牲畜糞便之分析，大不一致，並不足異。

現將各種牲畜糞便中所含之主要肥料成分的平均比例。依美國人的分析，列表如下：——

		氮 素 氧 化 鉀 · 磷 酸		
		百 分 數	百 分 數	百 分 數
牛：	糞	0.20	0.10	0.17
	尿	0.58	0.40	—
馬：	糞	0.44	0.35	0.17
	尿	1.55	1.50	—
綿羊：	糞	0.55	0.15	0.81
	尿	1.05	2.26	0.03
猪：	糞	0.60	0.13	0.41
	尿	0.47	0.83	0.07
人：	糞	1.00	0.25	1.09
	尿	0.60	0.20	0.17

不過因了多種原因，比例間易於發生極大的差別。綿羊的糞，就比別種牲畜的為乾。

吾人將可看出，尿中雖幾不含磷酸鹽，但所含的氮素及氧化鉀，卻多半較糞為豐富。尿中所含的物質，是已為動物所消化，而由組織的廢物所產生的，可是糞中的物質，則以由未消化的飼料所得的為主。除糞、尿的肥料成分外，有些動物的汗中，含有氮素不少，且尤含有加里。馬和綿羊，在這層上頗堪注意。

褥草 使肥料的量增大，細孔加多，吸收並保留液體的大部分增加會變為土壤中腐植質的含氮物質，且供給植物養料的一小部分。牠影響孔竅率及空氣的入內，且供給某種微生物。於是大能支配肥料的醱酵。用為褥草的各種物質，所含的主要肥料成分的平均比例，列表如下：

物質名稱	氮素 氧化物		磷酸
	百分數	百分數	
小麥桿	0.48	0.9	0.25
大麥桿	0.57	1.2	0.28
燕麥桿	0.72	1.2	0.19
粟麥桿	0.57	1.4	0.28
泥炭苔	0.86	0.01	0.03
乾羊齒	0.10	0.31	0.30
乾葉(秋季的)	0.75	0.10-0.50	0.18
鋸屑	1.00	0.10	0.05
糞皮廢料	0.10	0.08	0.04

這些物質對於水及氮的吸收力及保留力，頗為重要。泥炭苔在這層上，較為優越，而羊齒及葉則或許最劣。

廐肥之成分，異常不一，總是極為複雜。通常含有本身重量三分二至四分三的水分，0.4—0.7%的氮素，0.4—1.0%的氧化鉀及0.3—0.4%的磷酸。成含氮化合物的氮極少，以硝酸鹽存在的僅見痕跡，主要的量是以複雜有機化合物存在。

關於牲畜每天所產的肥料的量，有各種不同的估計，現將根據德國權威的數字列下：

牲 畜	糞尿總量	所需之草	肥料總量
馬	28 磅	5 磅	33 磅
黃牛	73 磅	8 磅	81 磅
綿羊	3.8 磅	0.6 磅	4.4 磅
豬	8.3 磅	4 磅	12.3 磅

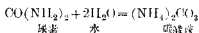
下列的是美國人估計飼料充足樹草適宜的牲畜。活重每千

磅每日所供給的肥料(因係英格耐氏所引用,所以換算為辨士):

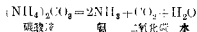
馬	48.8 磅,	直 3.8 辨士
黃牛	74.1 磅,	直 4.0 辨士
綿羊	31.1 磅,	直 3.6 辨士
豬	83.6 磅,	直 8.3 辨士

厩肥之保藏。——利用肥料,不論新鮮的或霉爛的,和避免有價值成分的損失,其最好的方法,曾引起多人的注意及不少的討論。肥料滴下的汁,極富於含氮及含鉀的化合物,任其流失,顯然是太不經濟。牠們應當用泥炭苔或乾土等吸收劑,或集於桶中,將其保藏。肥料應藏於上有覆蓋的場中,以免雨水侵入。醱酵時損失的問題尤為複雜。這些損失最重要的就是因為能影響氮素,氮素的損失有兩種主因:——碳酸銨中氮的揮發,及游離氮的發生。

多數牲畜的尿的特有成分,乃是稱為尿素[urea], $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 的物質。這物體因微生物的作用而變為碳酸銨:



碳酸銨的臭味與氨相同;據說牠當顯露時,確能分解而成氨及二氧化碳:



大氣中含有大量的二氧化碳或氨時,這變化便受阻礙。廁所

及馬廄中時常聞到很強的氨臭，便是因了這尿的分解。

肥料堆中，發生多種因微生物而起的化學變化，內中有好些是伴有氧之吸收和二氧化碳之產生。這些變化，影響及熱，堆子的溫度常升至極高點。肥料中純碳物質的氧化，且有利益，因為牠減少無用的（由肥料的立場）物質，從而增加剩餘物中肥料物質的比例。可是，所生的高熱，會使揮發的氨增多，尤其是當肥料變乾燥時。反之，肥料孔隙中產生二氧化碳，則傾向於使氨因揮發而起的損失減少。不論如何，醱酵應加以調整，使之規則地而緩慢地進行，且溫度不致升得過高。這有解決辦法，就是將熱性的（即極易迅速醱酵的）馬糞及羊糞，與冷性的（即醱酵緩慢的）牛糞及豬糞，仔細混合，且不時地將桶中的滴下汁用唧筒抽到堆上，使肥料不致過乾。

氮之消失的另一途徑，便是含氮化合物之分解及游離氮的發生。這是微生物於隔絕空氣時的作用的結果。堆子堅實而完全濕透，是這作用的順利條件。肥料堆用土壤或泥炭苔混合或遮蔽，肥料堆的氮的損失，可以大為減少。還有一種且更有效的方法，是略加酸性物質——例如，過磷酸鹽，或酸性碳酸鈉。這些保護劑有種缺點，即是牠們不僅是吸收劑，同時也是防腐劑，因而阻止了褥草的腐爛。

其他有機肥料。——下列物質，也被用為肥料：

1. 人糞——人糞或稱大糞，以別於畜糞，在我國是最有價值的肥料，不但用於當地，且用糞船運往各處銷售。可是，在大城市中，居民多用抽水馬桶，糞便多半流入陰溝，被不少的水及工廠廢水所混合沖淡。於是，這甚可寶貴的肥料，便極難利用了。不但可貴的肥料經陰溝流入河中而致消失，河流也會為所弄污，甚至有危害健康的危險。

2. (Guano)海鳥糞——Guano 的名稱，原來僅限於真海鳥糞。這名稱的意義已因習慣而擴充到將下列的各種肥料，都包括在內。

(a) (True Guano) 真海鳥糞。——這是海鳥的乾糞、羽毛、及屍體所構成。從前專由祕魯及智利海岸外某數島中採取，現在也由別的來源採取。如今所用的有兩種：一種所含氮素，及磷酸都富，一種則氮素缺乏而磷酸則極豐富。第一種的平均樣品，可含氮素 7—8% 及磷酸約 11%，而第二種則含 0.5—2% 的氮素及 20—33% 的磷酸的，很可當作代表。海鳥糞樣品中，多含有加里，約達 2—3% 之多。

在含氮的各種海鳥糞中，氮以銨鹽存在的為多，而有些磷酸則成可溶性的鹼性磷酸鹽。現將各地所產海鳥糞的分析列下：
(以百分計)

	總量	智利	非洲	西印度
水分	23	14	18	3
氮素	11	6.5	8	0.50
磷酸	12	15	13	26

(b) Bat guano (見下)。

(c) (Dissolved guano) 溶解海鳥糞。——海鳥糞用硫酸處理，以固定氮，且使磷酸鹽幾全溶解於水。

(d) (Equalized guano) 均等海鳥糞。——海鳥糞與鉍鹽混合，使所含的氮素可以一定。

(e) Fish guano (見下)。

(f) Flesh guano (見下)。

(g) Fray Bentos guano (見下)。

(h) (Phosphatic guano) 磷質海鳥糞。——海鳥糞已被雨淋浸，而所含氮素全部喪失者。

(i) Whale guano (見下)。(註一)

2. 雞糞與鴿糞 都是豐富的肥料，但為量過少，在尋常農藝中，不能佔重要地位。

3. 海藻 乃有價值之肥料，在土壤中分解迅速。新鮮時約含有水分 80%、氮素 0.3—0.7%、氧化鉀 0.3—2%、及磷酸 0.1—0.4%。

4. 魚肥 (fish manure 或 fish guano)。——這平常就是魚

的頭部、骨骼、及其他殘餘物，乾燥而成的，是豐富的肥料，約含氮素 9% 及磷酸 16%。這肥料有一缺點，就是多含油分，因為油抵抗水，阻撓土壤中之腐爛，有時可藉揮發性溶劑將其浸出。

5. 乾血。——屠宰場中之乾血，是一種有價值的肥料，在土壤中易於溶解，含有氮素 10—11% 及近於 2% 的磷酸。

6. 肉肥(meat meal 或 flesh guano) 是肉屑與骨頭(脂肪已被除去)的混合物，磨成粗粉狀。成分與乾血相似，但所含的磷酸鹽較多。Fray Bontos guano 是製造 Liebig 牛肉汁所得的副產品是一種肉粉。

7. 毛肥(shoddy manure 或 woolen waste) 在本質上即是因反覆紡織而變短以致不能再行附着的羊毛纖維。不過還有為量不定的棉花、油脂、及灰塵，與羊毛剩餘物混在一起。尋常的產品約含氮素 7—8%，在土壤中分解，異常緩慢，這是堪加注意之處。牠在本質上是氮質肥料，但略含有氧化鉀(或有 0.5%)，及磷酸(約 0.3%)，多半用於蛇麻草，也為多種混合肥料的成分。毛髮、角、及羽毛，成分與羊毛相類似，往往用為肥料。

8. 骨肥 約含無機物質 70%，及有機物質 30%，無機物質中以磷酸鈣為主，有機物質中則含有氮素 3—4%，及多寡不定的脂肪。粗骨粉分解極慢，在有些土壤中，施用數年以後，差不多還發生變化。所以現在是將骨頭磨碎，按大小而分類，如半吋骨、

骨塵、粗骨粉、及細骨粉，牠們常於磨碎以前，先在壓力下用蒸汽加熱，以移去脂肪及一部分的含氮物質。牠們於是較易磨碎，施用時也較易腐爛。有時也用骨灰；這灰不含氮素及有機物質，僅因其磷酸鹽而有價值。

9. 烟灰(soot) 多半是碳，但房屋烟突所得的烟灰，約含有成銨鹽及有機化合物的形式的氮素 30%。

10. 油餅 亦稱油粕，乃是某種種子榨油後所留下的殼及剩餘物，所含的各種植物養料，都頗豐富。這些剩餘物尋常用為飼料，但有時味道不美或含有毒質 於是牠們便成了有價值的肥料，雖則作用略嫌緩慢。如果油是用溶劑浸出的，則油餅較佳。菜子餅、豆餅、及菴麻子餅，是主要的例證。牠們含有氮素 5-6%、氧化鉀約 1%，及磷酸 1.5%。

11. 蝙蝠肥(bat guano) 是產於數國洞穴中的蝙蝠的乾糞與屍體所成，成分極為不定，常混有粉砂在內。牠總含有硝酸鹽不少，可供肥料之用，但有不少人認其無多價值。

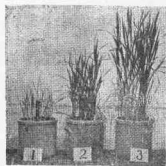
12. 鯨肥 (whale guano) 是鯨魚膠熬油後所得的剩餘物。含氮 8-10%，及骨磷酸鹽 4-8%。

曾有多人試驗由污水提取輕便肥料，但皆沒有成功。有種極通行的方法，稱為 ABC 法。是加明礬、血、及粘土大部分的懸游物質，成凝塊而沈澱下來，這物質過濾乾燥，以「土肥」(native-

guano) 的名稱出售。可是溶於污水的含氮物質的大部分，不能藉這方法移去。

又法是利用污水以供灌溉。這法較佳，因為適宜的土壤能由污水吸收不少有價值的肥料物質，作物的產量便能因以增加，可是要得一塊面積充足的適宜土地（輕砂質土壤最佳），以有效地利用大城市所產生的大量污水，便大感困難。並且當嚴寒時，在污水一到即須利用一層上，又發生了困難。土地也漸為由污水所得的物質所充塞，以致變為不能再加處理，這稱為「污水病」(sewage-sick)，污水之成分當然極不一致，但總嫌太過稀淡，假定牠的一切肥料成分都是有效的，牠的肥料價值，在英國約為每噸值一鎊士半至二鎊士之間。

綠肥 (green manuring).——缺乏腐植質之土壤，若栽種



第二十九圖 肥料對於植物生長之效應

第一盆植物未施肥料 第二及三盆植物則各施一種混合肥料。

任何速長的作物，將其耕入，腐植質便可大為增加。用這方法，不僅土壤飽受自空氣中所得的含氮物質，且當植物生長時因硝化



第三十圖 豆科植物之根瘤

作用而構成的硝酸鹽，也吸收了不少，再變為複雜有機化合物，重補充於土壤。若未種這作物，這些硝酸鹽當已大半因排水而喪失了。為此而種的「補肥作物」(catch crop)，最好於秋季栽種，因為這時硝化作用極速，硝酸鹽為冬雨所沖去的損失，一大部分可以防止。黑麥及芥菜是常為這目的而栽種的作物；作物顯然須於結子以前耕入土壤，否則土地次年會受損失。若種豆科植物，將其耕入土壤，所得的土壤所儲的氮素，可更加多，因為有適宜的構成根瘤的細菌時，這些作物能攝取空氣中的氮。

在多數之植物，根由土壤吸收水中所含的磷酸鹽、加里及硝酸鹽等，而植物極不能由空氣的游離氮取得任何的營養。豆科植物的話，根部常有小的根瘤，內中含有根瘤桿菌 (*bacillus raiciola*) 能由土壤中的空氣攝取游離氮，將其構成複雜有機化合物，這些化合物許是蛋白質的性質，再交給宿主植物。

豆科植物具有根瘤及根瘤桿菌時，便不依賴土壤中的化合氮，於是能於別種植物會發生氮荒的情形下發榮滋長。並且經過這一次作物以後，因了收穫作物後所留下的殘根，土壤所含氮素常較以前為多。這些事實是 Hellriegel 與 Wilfarth 二氏於 1886—88 年間所發見的，市上有為數種作物而製的適宜微生物的人工培養品出售，稱為「硝化酵素」(nitrogin)。

關於這層，近年以來，在製備供各種豆科植物用的根瘤菌的培養品上，頗有改善。德、美兩國皆製備有與「尼屈勤」大同小異的培養品，據說成效比以前的培養品要大得多。德國出產品的細菌，係含於乾的瓊脂膏中，要用時則置於含有牛乳、消化蛋白酶、及葡萄糖之培養劑中。美國出產品是將某種細菌的培養品浸入棉花，再行烘乾。棉花浸入含有糖、磷酸鉀、硫酸鎂、及磷酸鈹的溶液中。細菌即在這液中發展，兩種培養品的製造家都是說，種籽若用含有適當細菌的培養液浸濕後乾燥，則種子種下時，保證會有固氮細菌的。

歐、美報紙曾一度為這些稱為“Nitro-bacterine”的固氮細菌的培養品宣傳，據說必能在農業中起一革命，當時社會對此深為注意，但應記住，用了這些方法，至多祇能希望富於植物養料的無機元素而缺乏氮質的土壤，所含的氮可以逐漸豐富，使能維持尋常作物的生長。不過新培養品，能誘起豆科植物根上根瘤的生

成，並且即在根瘤自動生成的土壤中，將種子用培養品傳菌，能使根瘤加多加大，這些都似乎無可置疑。但大規模地，這些培養品尙未十分成功，所以還不能普遍採用。

人造肥料或化學肥料

孫中山先生提倡人造肥料。——孫中山先生對於農業生產，有七個加增生產的方法，第二個方法就是肥料問題。中國人向來所用的肥料，都是人與動物的肥料，和各種腐壞的植物，沒有用過化學肥料的，近來才漸漸用智利硝石做肥料。像廣東在河南有許多地方，近來都是用智利硝石來種甘蔗，甘蔗因得了智利硝的肥料，生長的速度便加快一倍，長出來的甘蔗也加大幾倍，凡是沒有用過智利硝做肥料的甘蔗，不但是長得很慢，並且長得很小。但是智利硝是由南美洲智利國運來的，成本很高，賣價很貴，祇有種甘蔗的人才能夠買用，其他普通的農業都用不起。除了智利硝之外，海中各種甲殼動物的磷質，和礦山巖中的鈣質，（按即鉀質），也是很好的肥料。如果硝質、磷質、和鈣質三種東西，再混合起來，更是一種很好的肥料，栽培甚麼植物，都很容易生長，生產也可大大地增加。比方耕一畝田，不用肥料的，可以收五籮穀，如果用了肥料，便可以收多二、三倍。所以要增加農業的生產便要用肥料；要用肥料，我們便要研究科學，用化學的方法來製造肥料。製造肥料的原料，中國到處都有。（民生主義第三講）

有機肥料皆含有植物生命所需之一切成分，用爲一般肥料極爲適宜。可是，肥料常有僅須施用一兩種肥料物質，即適於栽植完全作物之事。遇有這情形時，施用適當的化學肥料，便能準確地加上所需的物質，而土壤中許已豐富的植物養料，則不至於加上。

(A) 氮質肥料。——本類的主要份子，是硝酸鈉及硫酸銨。

硝酸鈉(sodium nitrate)。——硝酸鈉亦稱智利硝(Chilean saltpeter 或 cubic nitro 此外尚有十種名稱)，產於智利、祕魯、及玻利斐亞之某數處少雨區中。粗礦石稱爲 caliche，成分區別頗大。含有 15—80% 的硝酸鈉、55% 以下的氯化鈉、及小量的硫酸鈉、氯化鈣、碘化鉀、硫化鋁、硫酸鎂等。有兩處大礦的樣品，各含有硝酸鈉 21%、氯化鈉 55%；及硝酸鈉 51%、氯化鈉 26%。商人將各種的礦石混合，使其成爲含有下列成分的產品：

	百分數
土及石頭	50
硝酸鈉	35
氯化鎂、氯化鈣、及氯化鈉	10
水、硫酸鹽、及其他物質	5

這混合物用水處理，讓其沈澱，將碘化鈉 (NaIO_3) 存在的碘提出，液汁過濾蒸發、結晶。所成的晶體，在日光下曝乾，即可輸出。商業產品的平均成分如下：

	百分數
硝酸鈉	98.75
水	2.10
氯化鈉	.75
磷酸鹽	.30
不可溶性物質	.10
	100.00

近年以來，農藝家對於多種硝酸鈉樣品中所含之過氯酸鈉 (NaClO_4) 及施用這種硝酸鈉於多種作物所生的損害，極加注意。有些硝酸鈉樣品中，曾被發見竟含有這有毒害的過氯酸鈉至5%之多，德國所用的樣品中，平均約含1%。英國樣品似乎比較地不含這不純物。純的硝酸鈉 [(sodium nitrate 或 nitratine), NaNO_3] 是白色的晶鹽。無色，透明，無臭，味鹹而略苦。比重 2.267，熔點 316°C 。極易溶解於水（水 100 分於常溫約溶解這鹽 80 分）。在濕空氣中潮解，土壤之任何成分皆不能將其保留，所以極易隨排水而消失。因此用這肥料時，絕不可施得過厚，且於作物尚未長至能將其吸收以前，切勿多用。

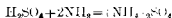
較近有人主張，由空氣中通過強烈的電花，製造硝酸鈉，以供農藝之用。氮與氧藉這方法結合而成氧化氮，如果有如碳酸鈉的鹼類存在，便能構成該鹼的亞硝酸鹽，或硝酸鹽。在有巨大的力源（如美國尼加拉瀑布）可用以生電氣之處，這法或許有利（註）。

（註：諾威（Norsjøden）地方，用石灰岩或類，大規模地產生一種鹼性硝酸石灰，用為氮質肥料，顯著成效，能與硝酸銨競爭。

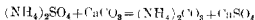
孫中山先生極贊成用電力來造硝，他在民生主義第三講裏說過：「世界向來所用的肥料，都是南美智利國所產。近來科學發達，發明了一種新方法，到處可以用電來造硝，所以現在各國便不靠智利運進來的天然硝，多是用電去製造人工硝。這種人工硝和天然硝的功用相同，而且成本又極便宜，所以各國便樂於用這種肥料。但是電又是用甚麼造成呢？普通價錢極貴的電，都是用蒸汽力造成的。至於近來價錢便宜的電，完全是用水力造成的。近來外國利用瀑布和河灘的水力的運動發電機，發生很大的電力，再用電力，來製造人工硝。瀑布和河灘的天然力，是不用費錢的，所以發生電力的價錢是很便宜；電力既然是很便宜，所以由此製造出來的人工硝，也是很便宜。」孫先生也主張利用揚子江上游雙峽的水力，發生電力，用來製造大宗的肥料。

硫酸銨。——硫酸銨〔ammonium sulfate〕 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，依化學命名原則，應為硫酸銨，但現在通用舊來名稱硫酸銨。這物質是由煤氣廠，煉焦爐或鼓風爐的「氨液」(ammoniacal liquor)製成。煤中約含氮素 1.3%，被蒸餾時，氮素一部分成氨 (NH_3) 而發出，溶解於同時構成的蒸汽凝結而成的水中。如此而成的煤氣液(gas liquor)中，含有多種的含氮化合物，其中以碳酸銨、氯化

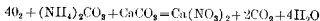
氮、硫化氮、及硫代硫酸銨爲主。「煤氣液」中氮的量，通常約爲2%。若要得硫酸銨，是將「煤氣液」與石灰共同蒸餾，所生的氮氣導入硫酸：



液體濃，硫酸銨便結晶而出。商品硫酸銨中有時含有不純物，內中重要的乃是硫酸氰化銨 [(ammonium sulphocyanide), NH_4CNS] 及硫化亞砷 [(arsenious sulphide), As_2S_3]。前者是由煤氣液而來的，後者是由硫磺而來的，而硫磺有時含有氧化亞砷 [(arsenious oxide), As_2O_3]。這兩種物質，皆能毒害植物。硫酸銨結晶而成無水晶體，顏色自褐灰色至白色不等，因純度而異。比重 1.77，熔點 140°C 。易溶於水：水 100 分於常溫約能溶解這鹽 77 分；不溶於酒精。施於土壤，便起分解，酸基與土壤中碳酸鈣所含的鈣結合，隨排水而流去，可是，銨則爲土壤的腐植質及其他成分所保留。



氮於爲植物所利用以前，須先經硝化作用而變爲硝酸鹽，這使碳酸鈣再遭損失。



氧 碳 酸 銨
(由空氣來者)

由這些反應可以看出，硫酸銨僅適合於至少須略含有碳酸鈣的

土壤，施用這肥料，土壤中的鈣會大遭損失。也可看出施用硫酸銨應距作物需要氮素前的時間不久，使必需的硝化作用可以發生。在這些情形上，牠根本與硝酸鈉不同，硝酸鈉隨時可為植物所用，對於土壤的碳酸鈣，影響微小，或竟沒有，並且如前所述，不可於需要以前施用。

硫酸銨能在土壤中保留，所以宜於雨季。當亢旱之時，硝化作用會受阻礙，且因排水而消失的水不少，則硝酸鈉的成效，常較優良。

「Arcadian 硫酸銨」是一種特別等級的硫酸銨，含氮至少 25.75%，等於氮素 20.75%，水分不上 0.50%。製法與尋常的商品硫酸銨不同，因為經過特別的乾燥手續，且用篩篩過，以移去塊子。多半用為追肥，及供直接施用。牠的製造手續，據說能保證物理的情形完善，且無論用手或機器散佈，都甚適宜。

德國合成硫酸銨，是由德國合成氮所製的氮硝質肥料。據說不含能損害植物的物質，含有 20.6% 的逐漸有效且能耐久的形式的氮素。應當藏於乾處，則雖多日以後，氮素不致消失。

「Hopewell 硫酸銨」是一種美國牌號的合成氮所製的氮質肥料。最低保證成分為氮素 20.5%；或氮 25%。(註二)

我國輸入的化學肥料，以硫酸銨佔第一位，每年的輸入竟佔全額的九成以上。

硝酸鉀 [(potassium nitrate 俗名 nitre, nitro, saltper) KNO_3] 名火硝，亦稱硝石，硝本作消，因為能消化諸石。有用動物的皮骨堆於土中使生變化而生的，有由硝酸鈉與氯化鉀的溶液的交互作用而成的。是透明無色的或白色的晶粉或晶體。比重 2.1062；熔點 337°C ，於 400°C 時突燃而分解。可溶於水，微溶於酒精。含鉀及氮，所以有雙料的肥料價值，但因價格過貴，農藝中用得尚未極廣。

德國有一種合成硝酸鉀，成分與前者相同。將水與鉀鹽用由空氣直接合成的硝酸處理即成。是白色微細的晶鹽，含有氮素 13% 及加里 44%。吸水性較硝酸鈉為弱(註三)。

氰胺基化鈣 [(calcium cyanamide: Lime nitrogen: Nitrolim; cyanamide), CaCN_2] 是提出未久的氮質肥料。這物質之



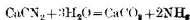
第三十一圖 南美智利國之硝酸鈉礦



第三十二圖 美國福立利達吉之磷礦

製法，是將二碳化鈣〔calcium carbide, CaC_2 〕(現在廣用電爐由鈣及石灰製成，主要用途是製造電石氣〔乙炔〕)研細，在電爐中加熱，再通入氮。二碳化鈣留於爐中 24—36 小時。於是取出而未化合的二碳化鈣則被淋去。粗製品約含氮素 20%，而非如理論上的含有 35%，是黑色的粉末，色狀與鹼性熔渣相似。精製品是白色晶體。能分解於水而放出氮。用為肥料，成效往往與以硝酸鈉或硫酸銨而施用的等量的氮素相同；但用於泥炭質土，則於植物有害，據說是由於因土壤中所含的酸類的作用而構成的二氰化胺 (dicyanidamide)；這物質是劇烈的植物毒物。

在尋常情形之下，即沒有酸類時，這物質或許分解如下：

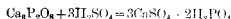


全部的胺皆變為氨，於是能起硝化作用。

(B) 磷質肥料——骨頭，尤其是蒸過或燒過之骨頭，以及海

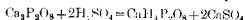
鳥糞，其主要價值在於所含的磷酸鹽。這些肥料已在前說明過。磷酸還有其他的來源，較此尤為重要（因為較為豐富）。在討論牠們以前，試先將磷酸存於肥料中的各種形式，略加說明。

1. 磷酸 [(phosphoric acid), H_3PO_4]——這酸當純淨時，為透明無色，稠厚的半固態的物體，是用硫酸作用於研碎的磷酸鹽礦石而成的：



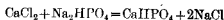
比重 1.884；熔點 $38.6^\circ C$ ，可以任何成分溶於水中。有些過磷酸鹽中含有小量的這酸。

2. 鹼性磷酸鈣 [(monobasic calcium phosphate), $CaH_2(PO_4)_2 \cdot H_2O$]——這物質是將磷酸二鈣，或磷酸三鈣，溶解於較小比例的硫酸中，讓溶液自動蒸發而成的：



是珠狀的鱗片；在空氣中能潮解。於 $100^\circ C$ ；喪失 H_2O ；於 $200^\circ C$ 。則起分解。極易溶於水，是過磷酸鹽主要的有價值的成分。

3. 二鹼性磷酸鈣 [(dibasic calcium phosphate), $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$]——這是白色晶粉，是用氯化鈣將尋常的磷酸鈉沈澱而製成：



比重 2.306，會起分解。幾不溶於水，但有檸檬酸鈹等鹽類存在

時，則能溶解。牠爲植物的根所利用，許較三鹼性磷酸鈣爲易。含於過磷酸鹽類中，如果牠們保藏了若干時期，則所含的尤多。

4. 三鹼性磷酸鈣 [(tribasic calcium phosphate), $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$]。——這是白色非晶質的粉，幾不溶解於水，但在酸類中，卻易溶解。這是磷酸含於骨頭，磷質磷酸鹽及多數海鳥糞中的形式。可溶性因二氧化碳之存在而大增加。可溶性也因牠的粗細程度及物理態而定，如果是微細，非晶質的，且多細孔，則比粗的，結晶的，且堅實的要大得多。

磷質磷酸鹽類中，也多半含有氯化鈣，或氟化鈣。

5. 四鹼性磷酸鈣 [tetra calcium phosphate], $(\text{Ca}_4\text{P}_2\text{O}_8)$ ——這完全不溶於水，但在多種鹼性液中則能溶解。牠是產於用鹼性白生默 (Bessemer) 法或鹼性西門子 (Siemens) 法將生鐵脫磷而生的熔液中。

6. 磷酸鐵 [(ferric phosphate), FePO_4] 及磷酸鋁 [aluminum phosphate], AlPO_4 。——這些絕不溶解於水，於稀植物酸類中，也差不多如此。結果不易爲植物所利用，除非研磨極細，則幾無肥料價值。可是，當牠們在土壤中藉氫氧化鐵或氫氧化鋁。作用於可溶性磷酸鹽時，牠們似能將磷酸供給植物根部，不過稍慢而已。

在大體上，可以說是，一種物質由土壤中的溶液沈澱而自行

構成時，牠為植物所利用，總較即其微細的現成的形式，施於土壤的，容易得多。

用為肥料的磷酸鹽主要的商業形式如下：

1. 礦質磷酸鹽類。——這多半是三鹼性磷酸鈣。美國、比國、阿爾基利阿及加拿大，都富產這種礦石。牠們多半並非直接施用，而是變為過磷酸鹽。可是如果研磨極細，則往往有效。

2. 礦質過磷酸鹽類。——這些是將粗磷酸鹽用硫酸（比重 1.55）處理而製成，所生的反應，已在前說明過。過磷酸鹽所含的磷酸，多半是成一鹼性磷酸鈣之形式，有的成未變化的 $(Ca_3P_2O_8)$ ，大概有的則成 $CaHPO_4$ 。

3. 溶解的骨頭——這些的製法，與上述的相似，但出產品含有含氮物質，且所含的未變化的三鹼性磷酸鈣，大概較多。

4. 鹼性熔渣 (basic slag)。——多馬氏 (Thomas) 熔渣，或多馬氏磷酸鹽。——這產品是於用鹼性白生默法將磷含量高的鑄鐵變為鋼時構成的。含有多寡不一的三鹼性磷酸鈣、矽酸鈣、石灰和氧化鐵、氧化鎂、及氧化錳等。所含的五氧化磷（通常是 16—18%）。即存於三鹼性磷酸鈣的形式中。供肥料之用，尤適於富於有機物質的土壤，對於牧場尤有價值。必須磨細施用，纔有功效，所以牠的價值，多看研磨的粗細而定，八、九成的應能通過每吋有一百眼，或每方吋有一萬眼的篩子。牠的磷酸雖不溶解於



第三十三圖 磷渣之製造

水，卻易溶於檸檬酸銨溶液等的糖液中。商品的成分，區別甚大，但優良樣品中，約含有磷酸 18%、石灰 15%、氧化鐵 15%，及砂石、氧化鎂、和氧化鋁等各少許。

(C) 鉀質肥料 (potash manures) —— 含鉀化合物的鉀量，向來是用氧化鉀 (KO_{21}) 的等量來表示，這等量在肥料業中稱為加里 (potash)，所以加里就等於氧化鉀。氧化鉀這名稱有時是指碳酸鉀；苛性加里是指氫氧化鈉。(註四)

我國的黃色土壤含有氧化鉀 2.5%，比較氮素及磷酸多上不少，風化砂土及沖積土壤，所含的氧化鉀也都較富；紅色土壤則



缺乏氧化鉀，可是，有些作物所需的氧化鉀，比較其能易於由某種土壤所攝取的為多，施用鉀質肥料，可以收效不少。(註五)

植物的灰，含有碳酸鉀，從前廣用為鉀質肥料，如今還是多少用為肥料，木灰曾有一時是鉀鹽的唯一來源。這產品是木廠或應用硬木的場所的副產品。鋸屑及木屑用為燃料，灰當肥料出賣，或與石灰混合，加水澆漬，再行蒸發。所得的產品，是碳酸鉀和氫氧化鉀的混合物。但含鉀化合物的主要來源還是德國 Stassfurt 及 Mulhausen 的廣大的可溶性鉀鹽礦。大戰以前，世界的加里貿易，幾全為德國所壟斷。美國感於鉀鹽的缺乏及昂貴，於是發

展了偉大的加里工業。德國鉀礦規模極大，有些產品，如天然明礬或鉀鹽鎂礬 (Kainito)，除壓碎外，不必另行製備，即可發售，但又有些產品，如硫酸鉀，則須先藉再結晶法將其製淨。商品所含的鉀，或成氯化鉀(KCl)或成硫酸鉀(K_2SO_4)。氯化鉀在溶解及擴散上，都佔優勢，但在某種植物，如菸草及馬鈴薯，對於作物的品質，似能發生不良的效應。為肥料目的而出售的加里。主要的形式如下：

天然明礬或鉀明礬 ($MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$) 乃應用最廣的形式是氯化鉀、硫化鉀、氯化鎂、硫化鎂、氯化鈉、及硫酸鉀等鹽類的混合物。通常約含有氧化鉀(K_2O) 12—13%，及食鹽 25—45%。

氯化鉀 [(potassium chloride), KCl]。——這物質舊稱鹽酸鉀 (muriate of potash)，品質頗不一致，所含 KCl 自 70% 至 95% 不等 (相當於 44—85% 的氧化鉀)，不純物以食鹽為主，其餘的為重金屬及鹼土屬。這是砂金鹵石 [(carnallite), $MgCl_2 \cdot KCl_6 \cdot H_2O$]，用氯化鎂溶液溶解或浸提而得的。是無色或白色的晶體或粉；味極鹹。比重 1.897；熔點 $772^\circ C$ ；沸點 $1500^\circ C$ 。可溶於水及鹼液中。(註六)

硫酸鉀 [(sulphate of potash, salt of Lemery), K_2SO_4] 有兩種製法：(a) 用硫酸處理氯化鉀；(b) 將砂金鹵石分級結晶。它是無色或白色的硬晶體或粉；味苦而鹹。比重 2.6653；熔點 1072°

C。可溶於水。通常所供給的有 90% 和 96% 兩種純度，就是約含有 49.6% 或 52.5% 的氧化鉀。

硫酸鉀鎂 (double sulphate of potash and magnesia) 是煅燒結晶的鹽， $MgSO_4 \cdot K_2SO_4 \cdot 6H_2O$ 而得的。尋常約含硫酸鉀 50%、硫酸鎂 34%，及水 11.5%，約相當於 2.7% 的氧化鉀。

氧化鉀在輕砂質土或石灰質土上，最為需要，尤其是栽種馬鈴薯、草類、金花菜、及豆科植物之時。鉀質肥料最好於秋、冬施用，便不必怕因排水而生的損失。

(D) 其他肥料。——食鹽通常認為並無真正的肥料價值，但因其對於土壤中含鉀，含鈣，及含鎂化合物的作用而有功用，牠對於飼料蒸菜及甘藍，有優良的效應。磷酸鹽及矽酸鹽的可溶性，也因之而增加。

石膏 [(gypsum), $CaSO_4 \cdot 2H_2O$] 是天然的含水硫酸鈣，含氧化鈣 32.5%，氧化硫 4.6%，及水 20.9%。顏色是白的或無色。比重 2.31—2.33。牠能改良金花菜及蕪菁的品質。牠的作用許是在供給硫，但牠的優良效應許是間接的，一部分由不可溶性矽酸鹽放出加里，一部分則促進硝化作用。

石灰 [(lime), CaO]、**消石灰** [(slaked lime), $Ca(OH)_2$]、**白堊** (chalk)、**泥炭土** (marl) 及 **石灰石** [(lime stone), $CaCO_3$] 都極常用為肥料。牠們皆略含有磷酸鹽，因此能供給植物養料，但牠們最

重要的效應，乃是在有鹼性材料的作用，於是(1)中和有機物質腐敗所生的植物酸類，(2)促進硝化作用。苛性石灰，即石灰或消石灰，效應總較白堊或石灰石為確定，不過施用於土壤後，不久即變為同一的化合物，即碳酸鈣。這是由於氫氧化鈣的可溶性，因此分佈於土壤中，且比極細的白堊或石灰石，尤為均勻。

石灰尚有一種有價值的作用，即其對於粘土的結團效應。應當記着，土壤施用石灰太勤，會使腐植質中所含的含氮物質告竭。含有氧化鎂的鎂質石灰石的石灰，供農藝之用，不如較純的石灰，這許因為氧化鎂由土壤水及氣體吸收二氧化碳，不及石灰之快，結果氧化鎂保留牠的苛性較久，這使植物之發育，發生阻礙。

煤氣石灰(gas lime)。——煤氣廠將煤氣通過消石灰，以移去二氧化碳及硫化氫。用過的石灰是複雜化合物，含有碳酸鈣49%；氫氧化鈣18%，及多寡不等的氧化不完全的含硫化合物(如亞硫化鈣、硫化鈣、硫代硫酸鈣)。這些後列的物質，都是劇烈的植物毒物，而新鮮的煤氣石灰極能傷害植物。牠應當顯露於空氣中若干時間，使未氧化的含硫化合物變成硫酸鈣。

硫酸亞鐵[(ferrous sulphate) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ，綠礬(green vitriol)]及硫酸銅[(copper sulphate) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，藍礬(blue vitriol)]。——這兩種物質用為肥料者頗少，但常用以噴射，以防

治炭疽病及菌病。硫酸亞鐵據說可做秣草、豆類飼料、茶葉、及穀類的肥料，頗有利益。牠是每英畝約用五十六磅，據說既有能除蕨之效，又有植物養料的作用，增加作物中葉綠質之量，也能於某種範圍以內，代替鉀質肥料。

人造肥料之檢驗。——「按我國肥料之由外國輸入者，多係人造化學肥料，此項肥料，發現於我國市場，雖有二十年之歷史，最初為數甚微，且無詳確之記載。粵、閩等省，通商最早，利用人造肥料，當以粵閩為嚆矢，而蘇、浙、鄂、魯、燕等省，亦次第採用，嗣後逐年增加，利用日廣。惟此項肥料，效力宏而應用不當，往往貽害農田，兼之商人漁利，攪混雜質，為害尤烈。前農礦部見及於此，爰於民國十八年，設立農產檢查所於上海，首先檢驗人造肥料，嗣後廣州、天津等分所，亦相繼成立，施行檢驗。民國十九年實業部成立，人造肥料之檢驗遂歸各商品檢驗局檢驗，自後進口之人造肥料，除東北數省未設局檢驗外，其餘統經檢驗矣。」（註七）

民國二十年三月三十一日實業部公布人造肥料檢驗規程。「凡進口或國產之人造肥料（以下簡稱肥料），均應依本規程之規定，向所在地商品檢驗局，填寫檢驗請求單，連同檢驗費，呈請檢驗。俟發給合格證書，方得輸入或銷售。」（第二條「檢驗請求單」上，須由報驗人填寫最低保證成分。商標相同之成分，其所報之保證成分，不得差異。第五條「前條保證成分，應分別氮磷鉀

等原質、填明百分率，並印明於包裝上，或另用保證票。（第六條）
「檢驗結果，不足報驗人所報之報驗成分，超過左表所列之限度者，檢驗局得令其改良製造，其另含有害成分者，得禁其輸入或銷售。（第八條）（註八）

我國之人造肥料工業 人造肥料在農業中，甚為重要，故此項工業，世界各國皆極重視。我國迄今祇有硫酸銨廠及肥田料廠兩家。浙江省化學肥田管理處，最近亦有設廠製造肥料之計畫。現將前兩廠之內容略述如下：

硫酸銨廠因係永利製碱公司承辦，所以又名永利淡氣廠，資本八百萬元。廠址設於江蘇六合之卸甲甸。其製造方法係採用美國淡氣設計公司之方法，二十六年可以開工製造。該廠專以製造人造肥料硫酸銨為目的，預計每日可產硫酸銨一百五十噸，每年約產五萬餘噸。

肥田料廠係廣東省辦，廠址設在廣州西村，分氮、磷、鉀、三廠製造，然後混合成為完美肥田料。

(A) 淡肥廠 內容組織，分亞母尼亞、硝酸、硝酸銨、硫酸銨、四部。每日可造亞母尼亞十噸，以五噸與硫酸相化合，約得硫酸銨二十噸。

(B) 磷肥廠 每日產量為十噸。所用原料除硫酸粵省已有出產外，所需磷礦則採自江蘇之海州。並擬利用西沙羣島之鳥糞，

以供製造磷肥之需。

(C) 鉀肥廠 廠內設碎礦、研磨、燒窯、經硫酸鉀提取、與蒸發、焙爐、裝包等七部，每日可出鉀肥七噸半(註九)。

肥料之分析及評價

肥料的價值，尋常是按其所含的氮素、磷酸、及鉀質，加以估計。肥料業中，分析的結果，常用「氮」(即 NH_3)、「磷酸鹽」(是指三鹼性磷酸鈣)，及「加里」的百分數來表示。如今有好些肥料，氮素並非以氮存在，因此，磷酸鹽意思是指三鹼性磷酸鈣的，也不能說明磷酸在多種肥料中的存在態；便是「加里」，實在是氧化鉀的意思，若用以指如氯化鉀的肥料的一種成分時，便不正確。商業中表示一份過磷酸鈣的樣品的成分時，其方法略如下列：

	百分數
一鹼性磷酸鈣	15
(=變為可溶性三鹼性磷酸鈣 或可溶性磷酸鈣, 23.5%)	
不可溶性磷酸鹽	3
含水硫酸鈣	54
鹼性鹽類	2
水	22
二氧化碳	4
	100

在這種分析中，「一鹼性磷酸鈣」並非指真的磷酸一鈣四氫 ($\text{CaH}_4\text{P}_2\text{O}_8$) 而是指的減去兩分子水後的那物質 CaP_2O_6 (雖這實

是間硫酸鈣，並不合於肥料中)。這物質與三鹼性磷酸鈣間的關係，易於由牠們的公式看出：



就是，「一鹼性磷酸鈣」之量 $\times 310 \div 198 =$ 三鹼性磷酸鈣之量。

在多種過磷酸鹽中，一部分的磷酸是成酸性磷酸鈣 [(calciumhydrogen phosphate), CaHPO_4] 的形式。這物質雖不溶解於水，卻可溶於多種鹽液如檸檬酸銨液中牠有時被稱為「可逆的」(reverted, retrograde)，或還原的(reduced)稱為「檸檬酸鹽溶性的」(citrate soluble) 當較適當。的確真有價值的成分既是磷酸，那末無論如何，磷質肥料的分析，依照下法報告 當為妥善：

磷酸總量

可溶性磷酸

檸檬酸鹽溶性磷酸

不可溶性磷酸

百分數

這些名詞的意義，簡要而確定，可不再加說明。

由一種肥料之分析而評定其價值時，通常是用肥料三要素的單位價。在歐、美，這些價乃是每噸之百分一的商業價值(因此會有漲落)，所以牠們實在是 22.4 磅的每種要素的價值。中國肥料市場，是以一百斤(十六兩的關秤斤)為單位，一百斤之百分

一就是一斤。譬如硫酸銨含有氮素 20.6%，每百斤售價九元（二十五年五月之市價）那末氮素的單位價應為：

$$\frac{9.00}{30.6} = .43 = \text{四角三分。}$$

含有磷酸 18% 的過磷酸石灰，每百斤售價四元，那末磷素的價應為：

$$\frac{4.00}{18} = .22 = \text{二角二分。}$$

同樣地，氧化鉀之單位價，可藉氯化鉀（含氧化鉀 50%）的市價六元半而推算為一角三分五。三要素的單位價，都因各種肥料而異。在單位價表中，被評價的物質，從前多是氮及磷酸鹽，但因了上述的原因，如今都是將氮素及磷酸評價。

如前所述，單位價會有漲落，且因各種肥料而略有不同，因此最好臨時加以評定。

現將由分析而為肥料估值的方法，做一例證如下。假設有一種含有三要素如下列比例的混合肥料，現在要評定其每百斤的價：

	百分數
氮素	5
磷酸	22
氧化鉀	8

假定氮素的單位價是四角三分、磷酸是二角二分、氧化鉀的是一

角三分五，每噸的價當計算如下：

氮素	$5 \times .48 = 2.15$ 元
磷醜	$22 \times .22 = 4.84$ 元
氯化鉀	$3 \times 13 = 405$ 元
	7.39元

- (註一) F. M. Turner: *Condensed Chemical Dictionary*, 1930.
p. 231
- (註二) F. M. Turner: *Condensed Chemical Dictionary*, 1930.
p. 43.
- (註三) F. M. Turner: *Condensed Chemical Dictionary*, 1930.
p. 370.
- (註四) F. M. Turner: *Condensed Chemical Dictionary*, 1930.
p. 366.
- (註五) 中國經濟年鑑 二十三年出版 3: 75-78頁
- (註六) F. M. Turner: *Condensed Chemical Dictionary*, 1930.
p. 368.
- (註七) 中國經濟年鑑 二十三年出版 F: 260頁
- (註八) 中華民國法規彙編 二十二年出版 第八編 77頁。
- (註九) 民國二十五年申報年鑑 531: 610-612, 677頁。

第七章

作物

本章擬將依尋常科學方法，管理的農場中所栽種的各種作物之成分，及肥料的需要，略加說明，關於主要的熱帶及亞熱帶的作物，也附帶地討論。

作物可用好些方法來分類，下列的分類法，頗為便利，故本章即採用此法：

(一)種子或果實最被重視之作物。

(二)多半為根或塊根而栽種之作物。

(三)葉及莖最為重要之作物。

第一類中以穀類作物及果實為主。

第二類中包括有蕪菁、馬鈴薯、茶菜等。

第三類中以禾本科、豆科，及其他植物為主。

第一類——穀類及果類作物。

這些可再分類如下：

1. 穀類——稻、小麥、大麥、燕麥、黑麥、玉米、小米。

2. 豆類——蠶豆、豌豆、豇豆、大豆、羽扇豆、花生及菜豆。
3. 其他種子——蕎麥、棉子、亞麻子、大麻子、芸薹子、蓖麻子、向日葵子。
4. 果實——蘋果、梨、梅、杏、桃、柑橘、西瓜、南瓜、香蕉、葡萄。

1. 穀類作物——木類植物的種子之特徵，為富於澱粉。牠們的稈，通常含有大量的二氧化碳，可是牠對於植物，似乎並非必需的。二氧化碳許是以如鉀等的可溶性矽酸鹽的形式被吸收，金屬為植物所利用，二氧化碳則成排泄物而澱積下來，多半是積於莖中。

穀類作物尚有一種特徵，即富於磷酸而缺乏石灰。這在穀實本身最為顯著，但莖部也是如此。

米稻 (rice, *oryza sativa*) 為大部分人類之主要糧食。我國幅員廣大，南部無不宜稻，北方盡樹宜麥；蓋南方夏季多雨，溫度亦高，而地勢上易遭水患，故最宜於水稻栽培，且稻在禾穀類中，每畝之收量最多，更具有銻（即氮）態氮氣特性，而其生物學之營養價，高至百分之八十八有奇，為一切經濟上植物冠，故稻為我國之最佳食糧作物，可無疑義。（註一）

米稻通常種於水田，氣候需要溫暖，多半須在低濕而不衛生

之情形下栽種。牠的生產，與天時有密切之關係，天時之下復可分溫度、雨量兩項：

(甲)溫度 稻作自播種至收穫，中其四個月至五個月，在此生長期間，平均溫度須在攝氏表二十度或華氏表七十度左右，具體言之，稻之生長時期，常在終霜之後、早霜之前。

(乙)雨量 大概雨量在八十吋以上之地，米稻為唯一作物，雨量在四十英吋以上八十英吋以下之地，米稻為主要作物，若雨量在四十英吋以下，必須富於水利而便於灌溉之地，方能產稻，中國北部雨量在三十英吋以下，故麥盛而稻衰。(註二)

水稻分粳稻、秈稻兩種，秈稻需水較少，粳米品質優美，勝於秈米。秈米因成熟過早，結實不充，品質殊劣，產量亦少，價值較廉，故中、下級人民頗為歡迎。此外又有糯米，無錫所產品質最良，浙江所造之紹興酒，其原料即取於此。(註三)

另有一種旱稻，又名陸稻，是水稻的變種，不需水田，直至六千英呎高處，也可栽種，無庸灌溉。稻草是優良的飼料，成熟時，穀與尋常的水稻相似，但每年僅能栽種一季而非二季，風味亦較水稻為劣。

稻須經過磨的手續，將黃色的外殼除去，所得的便是習見的商品的米。米糠的副產品，以小糠及大糠為主，小糠細如米粉，大糠則較粗，且養分較少，有時這兩種糠混合起來，實為飼料。肥料

以棉子餅及過磷酸糖等有機含氮物質為宜。

穀實所含的灰分及蛋白質，都頗不少。但尋常白米所含的，則多半是澱粉，而灰分則極微少。綠、米麩、及米粉在所含的灰分，脂肪，及蛋白質上，都豐富得多。

米、粟、糠及大小糠之成分

	米	粟	大 糠	小 糠
水分	12.1	8.2	9.7	10.0
灰分	0.4	13.2	10.0	6.7
粗纖維	0.2	35.7	9.5	6.3
脂類	79.2	38.6	49.9	58.0
蛋白質	7.4	3.6	12.1	11.7
脂肪	0.1	0.7	8.8	7.3
	100.0	100.0	100.0	100.0

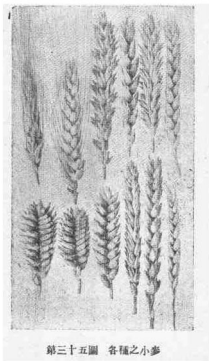
小麥 (*wheat, triticum vulgare*) 為我國第二重要作物，氣候適應，土質相宜，且其種類繁多。在溫暖之處，適於冬季作物，在極北之地，可為夏季作物，蓋無往不利。佔我國民食原料之 20.72%。(註四)

吾國豐盛之區，即為麥盛之區，蓋麥在攝氏十五度或華氏五十八度以上之溫度，即能生長也。雨量不能太多，大率在三十英寸以下。凡春季下雨與冬季下雪至春季融化之地，均適宜於種麥。小麥消耗地力甚多，其土壤需肥沃。吾國小麥因其下種時季之不同，又可分為春麥與冬麥兩種，在當年春季下種者謂之春麥。在

收穫前一年冬季下種者謂之冬麥。通常春麥之收成終不及冬麥爲佳。(註五)

小麥在溫暖之地多半是於秋季播種，所以生長時期較大麥或燕麥都長。結果更能由土壤多攝取所需的養料。可是土壤因此不能春耕，而春耕能將空氣通入土壤，引起硝化作用，所以小麥比較他種穀類作物，更須常施氮質肥料。

麥稈當成熟時，含有大量的二氧化碳，而所含的養料則不



第三十五圖 各種之小麥

多，這是堪加注意之事。

小麥製造麵包尤為適當，因為所含麩質 (gluten) 頗多 (8-10%)，而這麩質又富於特別發粘的麥膠質 (gliadin)。這使麵粉團因碳酸而膨脹時，能做成輕鬆多孔且味美的麵包。在溫暖之地，尤其是夏季多雨時，小麥(大麥及雀麥亦然)極易感受麥銹病等菌病，結果歐、美以收麥粒為目的者，僅於旱季栽種，給水則多半靠著灌溉。如要用為飼料，小麥與他種穀類相同，須趁未成熟時收穫，因為此時的麥稈，味較優美，較易消化，且含有氧料，如讓小麥成熟，則養料即移於種子。

小麥通常種於堅實之種子床，最為適當，準備土地以俾播種時，應當記着這層。多含粘土或腐植質的土壤，栽種小麥，較多孔的砂質土壤為適宜，也是因此。

小麥與小麥稈之平均成分

	小 麥	小 麥 稈
水分	10.5	9.6
灰分	1.8	4.2
粗纖維	1.8	38.1
澱粉	71.9	43.4
蛋白質	11.9	3.4
脂肪	2.1	1.3
	100.0	100.0

大麥(英 barley, 學名二條的 *Hordeum distichum*, 六條

的 *Hordeum vulgare*) 亦吾國冬季主要作物之一，僅次於小麥，故栽培面積亦廣。供給我國民食原料之 2.97% (註六) 品種甚多。生長時期通常較小麥為短。所以土壤必須備有充足之植物養料，不過不宜多加氮質肥料，因為作物會因以粗大，麥粒不適於製造麥芽之用。大麥稈比小麥稈味更甘美，消化也較容易，常供牲畜飼料之用。所含的澱質少於小麥，而這澱質又不及小麥澱質之「有勁」，結果大麥粉不能製成美滿的麵包。

大麥多半用於製備麥芽 (malt)。麥粒水浸數小時後，成厚層地鋪在地上。種子發芽而生熱。發芽至相當時間後。將發芽的大麥放於爐中烘焙，溫度以足使胚的生活力破壞為度。次將幼芽及根芽 (牠們構成麥芽根 culms) 移去，於是麥芽便可供製備麥芽汁 (wort) 之用。大麥發芽所生的最重要變化，乃是產生一種奇特的無組織的酵母，或酵素 (enzyme)，稱為澱粉酵素 (diastase)，能於有溫水時，將澱粉變糖。麥芽用熱水處理，相當時間後，這變化便開始進行，液體逐漸含糖。同時大麥粒之澱粉則漸消失。麥芽中之澱粉酵素甚多，因此能將比較麥芽本身所含的多得不少的澱粉變化成糖。所以有時於麥芽中加了未發芽的大麥，或別種穀類。所成的液汁，稱麥芽汁 (wort)，藉酵母而起酒精發酵，並加蛇麻以生苦味，便成了麥酒或啤酒。

「珠大麥」 (pearl barley) 是去了外面纖維層的大麥粒。

大麥與大麥稈之平均成分

	大 麥	大 麥 稈
水分	10.9	14.2
灰分	2.4	5.7
粗纖維	2.7	36.0
醣類	69.8	39.0
蛋白質	12.4	3.6
脂肪	1.8	1.5
	100.0	100.0

蜀黍屬 (sorghum)——本屬之中，有幾個變種，在一般上都與黍稷相類似。Hackel 將所有經培植的蜀黍與各種的 Johnson 草合併為一類。Piper (1916年) 則說是有兩類多年生的 Johnson 草及其變種，和一年生的蜀黍 (*Andropogon sorghum*)。前者具有塊根，與培植的或野生的蜀黍，都不容易雜交。

根據四項經濟的性質，即產生穀實、砂糖、飼料、及帚材，已發展了四種農藝的形式的蜀黍。這些就是 (1) 穀蜀黍、高粱就是其中的一變種，(2) 含糖的蜀黍，即蘆粟 (*sorgo*)，(3) 帚蜀黍，(4) 草蜀黍 (*grass sorghum*)，如 Sudan grass, Tunis grass 等。這四類都多少用為飼料。前三種的種子用為糧食，蘆粟用以製造糖漿，而帚蜀黍的穗軸則用為帚材。在印度、非洲、及滿洲，穀蜀黍是重要的民食，在滿洲，高粱稈用為燃料，並用以編製筐籃，家具及席墊。(註七)

美國栽種蘆粟及蜀黍，多半用爲飼料。由我們現在的立場看來，蜀黍最爲重要，因爲牠們多半是爲種子而栽種的。內中最重要如下：

穀蜀黍 (Kaffir corn, *Ancistrum sorghum*, 或 *sorghum vulgare*) 有幾個變種。南非洲栽種甚廣，穀粉供牛、馬及雞之飼料，土人也多少用爲糧食。也供釀造 Kaffir 啤酒之用，這酒可算是外國的高粱酒。

高粱 是穀蜀黍之一變種，又有蜀黍、蘆粟、木稷、秫秫等名，東北稱爲秈米。「高粱爲吾國特產，性喜高溫乾燥之地，爲抗旱作物之一，故北方各省栽培特盛。……高粱與小米皆生長於小麥帶內，高粱之生長至少須有一百五十天之無霜期，故高粱爲北方之夏季作物，猶南方之種稻。」（註八）在我國民食材料中居第三位，供食料之 17.3%。（註九）

Durra 或 Dhoura, Egyptian corn, Egyptian rice-corn, Jerusalem corn, broom corn (即帶蜀黍) 及 Jowarino 都是蜀黍在熱帶各地的變種的名稱。蜀黍雖栽種於熱旱之地，也能生長繁盛，這是牠的優點。

黍稷 (common millet, *Panicum miliaceum*) 是一年生草本，種籽色白，供食用。又種子的含有物，富於粘力的，稱之爲黍，常製餅以爲食，否則便叫做稷。據李時珍說，「稷與黍一類二種

也。粘者爲黍，不粘者爲稷。稷可做飯，黍可釀酒，猶稻之有粳、糯也。」美國栽種黍稷是供飼料。

眞珠粟(pearl millet, Kaffir manna-koorn, *Pennisetum spicatum*) 也是一年生植物，隸狼尾草屬，高三至六呎，穗長五至十吋，穀粒就結在穗裏，美國多供鮮飼料之用。

粟(*Setaria italica*) 俗稱小米，一名穀子，高原或山鄉產麥麵較少之地，往往食此，性不畏寒，成熟期短，其根長，能抗旱，又耐鹼容鹼性之土壤。小米爲山西高原之主要作物，綏遠省栽培亦極普遍。……吾國粟之栽培亦廣，爲北部各省主要食糧之一。以之炊飯、造粥、磨粉、蒸食、或製餡釀酒，用途極多。」(註十) 佔我國民食原料之第四位，供給食料之 16.16%。(註十一) 粟有好些變種，牠們的葉子都是長而寬，穗長四至六吋。高達二、三呎不等，**稷**(*Japanese Millet, Echinochloa frutescens, Panicum fermentaceum*) 也是粟的一變種，一名龍爪粟，一名野爪稗，種子供食用，或充飼料。

粟也可用爲飼料作物。現將一份於南非 Johannesburg 附近的樣品分析所得的結果列下：

水分	8.3
灰分	7.8
粗纖維	30.9
脂肪	43.2

玉米(*Zea mays*) 即玉蜀黍，又有包穀及苞米等名。除米稻外，許是全世界栽種最廣之穀類作物。「其名不在五穀之列，本爲美洲之特產，是爲新大陸農作物對舊大陸重要貢獻之一，(其他爲馬鈴薯與烟草，玉蜀黍需較長之種植時間，及適當之雨澤，較小麥所需者爲多，故其生產區域介於米、麥二帶之間。性耐瘠壤 高原、山坡、沙地，均可種植，此其特點也。玉蜀黍爲一種貧民食糧，其耕作所需之人工及資本均甚少，故以此爲墾殖先鋒，實有莫大之價值。(註十二)

玉米英語稱爲 (maize) 最初爲印第安人所栽種，所以稱爲 Indian corn, (印第安穀)，英國尤多用這名稱。美國通常稱之爲 corn, 其他穀類則總稱爲 grains。 南非洲則稱玉米爲 mealies 英國的玉米是輸入的，用途以肥育牲畜爲主，但在中國、美國、及其他國家，也多用爲糧食。生物營養價爲 29.52%，供給我國食料之 8.62%。(註十三)穀粒壓碎或磨細，可以飼養牛及驛馬，可以磨粉，做餅、煮粥，以供人食 而連著心的穀粒，無論成熟與否，皆可煮食，味頗鮮美。青的莖子及莖，可用爲牲畜的青飼料，或做成優良的青貯料，而穀穗之搾則可製紙。將玉米研磨極細，除去麸狀的部分，即成所謂玉蜀黍粉 (maizena 或 corn flour) 的產品，歐、美多半用爲慈菇粉之代替品，及供烹調之用。

玉米是一種優良之植物，高自五英尺至十二英尺或十五英

尺不等。花單性，雌花與雄花同株，雄花圓錐花序，開出於莖之頭上，雌花生於葉腋，花軸多肉，穗狀花序，有大苞包被之，花柱如長毛狀，露出於苞外。雄花之花粉，或是落下，或是被風吹於柱上，於是授粉成功。每穗的雌花長成一穗的玉米，中央是圓錐形的纖維的木質心子，種籽則規則地排於四週，而全部皆包於數片的苞中。玉米曾產生了極多的品種。各個品種在大小、形狀、顏色、化學成分，以及穀粒行列的數量上，大有區別。譬如穗的長度，可自一吋至十六吋不等，穀粒自六行至四十行不等。在實際上，各品種可分為五類：

(a) 馬齒種(dont corn)——如將一粒的這種玉米，直截開來，便可看出，四週是胚及角質或有光的澱粉，而白粉狀的澱粉則在中央，延至穀頂。白澱粉乾燥時，收縮得比角質澱粉多得不小，所以穀粒在頂上，留有一凹，與牙齒彷彿，因此稱為馬齒種。

(b) 燧質種(flint corn)——在這種中，角質澱粉將白粉狀澱粉完全包圍。所以穀粒之頂仍是光滑，堅硬而成凸形。外視透明。

(c) 爆炸種(pop corn)之澱粉，幾全是有光的或角質的。若受乾熱，即會爆開。

(d) 粉粒種(soft corn) 或麵包種(bread corn) 中之澱粉，皆是白粉狀的。因為乾燥時收縮均勻，所以穀頂平滑。穀粒是不透明的。

(c)甜味種(sweet corn 或糖種 (sugar mealie)——其中之澱粉，一部分變為葡萄糖。這種穀粒是半透明的，因了乾燥時的收縮，皺縮頗甚。

玉米於任何溫暖氣候中，皆能生長，但陽光若不充足，則不會成熟，牠的肥料上的需要，在多種土壤中，似乎是磷酸鹽、石灰、鉀、及氮素，在前的尤較重要。各品種的成熟期，由播種起，自九十日至一百五十日不等，但多看溫度及氣候而定。

玉米之平均成分 (美國之結果)

	馬 齒 種	餅 質 種	甜 味 種
水分	10.6	11.3	8.8
灰分	1.6	1.3	1.9
粗纖維	2.2	1.7	2.8
澱類	70.1	70.1	66.8
蛋白質	10.3	10.5	11.6
脂肪	5.0	5.0	8.1
	100.0	100.0	100.0

下表代表南非洲 Transvaal 栽種之玉米的分析結果

	粉 粒 種	馬 齒 種	餅 質 種
水分	7.72	6.97	7.10
灰分	1.14	1.27	1.85
粗纖維	1.51	1.94	1.87
澱類	76.26	75.87	72.74
蛋白質	9.00	9.42	10.89
脂肪	4.37	4.53	5.25
	100.00	100.00	100.00

由上列之數字可見，平均是甜味種最富於蛋白質及灰分，而粉粒種則缺乏這些成分，但最富於澱粉；又燻質種所含的蛋白質、灰分、及水分、皆較馬齒種為豐富。

澳洲昆士蘭所產的玉米，在蛋白質上，顯然較美國所產的玉米為富。但應記得，一類的各品種間，也顯出甚大的區別。小粒種所含的氮素，也無不較大粒種為多。

在肥沃之土壤中，每英畝可收穫玉米五十至八十鎊或竟達一百鎊之多。玉米有時是為飼料而栽種的，新鮮時的吃，或製成青貯料。不論鮮吃或製青貯料，皆須趁未成熟時種子尚未完全構成以前，將稈割下。

玉米青貯料之分析

	美	國	Transvaal
水分	79.3		75.66
灰分	1.4		1.11
粗纖維	6.0		8.38
脂肪	11.0		10.89
蛋白質	1.7		2.81
脂肪	0.8		0.85
	100.0		100.00

燕麥(*oats*, *Avena sativa*) 之生物的來源，不甚確知，但人多主張為麥(*Avena fatua*), *Avena sterilis* 是差不多所有經培

植的燕麥的祖先。後述一種的來歷較近，尋常栽種的燕麥，當是由烏麥而演進的。燕麥能於比小麥或大麥較冷之地成熟。穀實所保留的殼的成分頗大，大小及形狀，因各品種而大有不同。燕麥所含的脂肪及灰分的比例都高，這頗值得注意。牠也含有一種能對馬起刺激作用的成分。這物質稱為燕麥精(avenin)。

「現今瑞士、挪威、蘇格蘭之北部、及德國山民，恆以燕麥供餐或煮粥，或製麵包、或壓做麥片，名 oatmeal，食味良而消化易，養料亦富，病人及小兒食之均有益。惟脫皮不易，仍取飼牛、馬為多。」(註十四)我國燕麥供給食料之百分數極低，僅有 0.36%。(註十五)我國現甚銷行的桂格麥片。就是用極大壓力壓成片形的燕麥。

英國的燕麥，通常是為種籽而栽種的，不過往往也用為飼料尤其是與高莖豌豆 (tares) 混在一起時。但美國及南非洲，都栽種大量的燕麥以供飼料，一部分是新鮮吃的，可是以製成燕麥鴛為主。這種產品，在有些地方，是驢、馬等的主飼料，應趁燕麥還青時割下，在日光下晒乾。如等其成熟再割，則得的營養性質，多被麥粒奪去，所成的乾鴛，味既不美，又不易消化。

燕麥稈，即於麥粒全成熟後，用為飼料，也較小麥稈或大麥稈，格外適當。

燕麥、燕麥稈、燕麥草、及燕麥鷄之平均成分

	燕	麥	燕麥稈	燕麥草	燕麥鷄 ^(註)
水分	11.0	62.2	9.2		8.1
灰分	3.0	2.5	5.1		4.3
粗纖維	9.5	11.2	37.0		31.6
澱粉	59.7	19.3	12.1		47.2
蛋白質	11.8	3.1	4.0		4.9
脂肪	5.0	1.1	2.3		3.9
	100.0	100.0	100.0		100.0

(註)這是數份南非洲樣品的分析之平均數。燕麥稈用為雞、鳥之唯一飼料，則磷過多而鈣過少，對於骨骼的健康之營養頗不適宜。僅用燕麥為飼料之地，常流行一種骨質疏鬆症(osteoporosis)。

「又有燕麥別種，名青裸麥者，為吾國特產，易於脫皮，作麵甚美，北方貴之。」(中國作物論)

黑麥(rye, *Secale cereale*) 在多方面與小麥相似。英國栽種黑麥，通常是做青作物，以供春季飼畜之用。可是，在歐洲大陸，則黑麥多半是為種子而栽種的，用以烘製黑麥麵包，為多處地方農民之主要食品。黑麥稈長，可供屋蓋之用。在成分上，黑麥與小麥相似，但所做成的麵包、品質不及小麥麵包。

黑麥、黑麥稈、及連穗黑麥稈之平均成分

	黑 麥	黑 麥 稈	連 穗 黑 麥 稈
水分	11.6	7.1	76.6
灰分	1.9	3.2	1.8
粗纖維	1.7	38.9	11.6
結晶	72.5	16.6	6.8
蛋白質	60.6	3.0	2.6
脂肪	1.7	1.2	0.6
	100.0	100.0	100.0

2. 豆科植物之種子——豆科植物 (*Leguminosae*, Pulse or pea family) 栽培為農作物者頗多。牠們與禾本科植物在成分上的主要區別，就是所含的含氮物質較多。莖及葉子所含的二氧化碳及磷酸，也比禾本科植物少得不少，但石灰則較豐富。

豆科植物可分普通豆類 (*beans*) 和豌豆類 (*peas*)。普通豆類與豌豆類，在植物學上關係極為密切，但牠們在需要上，則相同之點甚少。產於美洲的普通豆類，是柔軟的夏季作物，而豌豆類則是耐寒的冬季作物。二者都是豆類，能藉根瘤菌之助，而利用大氣氮。牠們被認為是優良的輪栽作物。(註十六)普通豆類，可與豌豆類區別，就在沒有捲鼠或生長捲鼠的葉子。不過普通豆類，(按除一部分矮生者外) 多因有彎曲蜿蜒的莖而成攀緣植

物。(註十七)

普通豆類——有數種植物，在英文都稱爲 beans。尋常的蠶豆 (common field bean, *vicia faba* or *faba vulgaris*) 在有些地方，栽培頗廣。(Scottish horse-bean, tick bean 或 English horse-bean) 牠供給我國食料之 0.36% (中國農業之改進)。蠶豆栽種於熱土土壤，成績總是最好，每英畝約收蠶豆三十詒及豆稽一噸至一噸半。菜豆或芸豆 (French bean, kidney bean, haricot bean, *phaseolus vulgaris*)、菜豆或洋藎豆 (lima beans, *phaseolus lunatus*)、及日本之白小豆 (adzuki beans, *phaseolus radiatus*)，也都是常栽種的，多半用爲園蔬。藎豆 (velvet bean, *mucana ulitis*) 也適於熱帶氣候，取以飼養牛、馬、豬、雞，頗爲有用。普通豆類都富於蛋白質，爲人、畜的有價值的食料。菜豆含有一種氰化配醣物 (cyanogenetic glucoside) 稱爲藎豆精 (phaseolunatin)，吃了這豆的人，有時能因以中毒斃命。

最重要的普通豆類，同時也是最重要的豆類，卽爲黃豆 (soy beans, 或 *Soya hispida*, *Glycine hispida*)。「大豆亦名黃豆，古書中稱爲菽。大豆有黃、黑、綠等不同之色，然在植物分類上，則統歸於物種 (species)。故大豆之名稱較黃豆爲合理。(註十八) 近人有主張這豆爲我國特產，應改稱爲華豆。世界的黃豆，差不多盡產於我國，美國及其他各地，也漸漸提倡栽種。大豆是我國

主要食料之一，佔全國食料的 0.81%，種籽含蛋白質及脂肪甚多，為最良的食品。我國食肉較少，蛋白質脂肪的供給，幾全由大豆而來，所製的豆腐著名於全世界。又可作成醬油供調味之用。總理在孫文學說中曾多次的提倡大豆，且在實業計劃中，於農商部食物工業之部，又特論黃豆工業，「以黃豆代肉類，是中國人之所發明，中國人、日本人，用為主要食料，既歷數千年。現今食肉諸國，大患肉類缺乏，故吾意國際發展計劃中，當以黃豆所製之肉乳油、酪、輸入歐、美。於諸大國城市設立黃豆製品工場，以較廉之蛋白質食料，供給西方人民。又於中國設立新式工廠，以代手工生產之古法，而其結果可使價值較廉，出品亦較佳矣。」

豌豆類——「豌豆係吾國豆科作物中之次要者，栽培亦盛。……各省豌豆栽培，以四川為最盛，產量亦最多，次為湖北、河南、二省。」（註十九）豌豆類中，蔬用豌豆 (*garden pea, pisum sativum*)，豌豆 (*field pea, pisum arvense*)，及軟莢豌豆 (*edible-podded pea, pisum matrocarpum*)，都是重要的種，每種又分不少品種。豌豆類栽培為農作物，產量極無把握。土壤所含的石灰質必須豐富。牠們在肥土上生長茂盛，但種子的產量則少。

雞兒豆 (*chick-pea, Cicer arictinum*) 之種子，成分與豌豆相類似，也可供相似的用途。牠在印度、英文叫做 gram。可是，豆借用為飼料不大相宜。這豆對於乾燥的氣候，頗能適應。

豇豆(cow-pea, *vigna katjang*, *Dolichos sinensis*) 是比較地像普通豆類，而不像豌豆類。日本一名大角豆。嫩莢及種子，都供食用。西洋則用其種子飼豬，或將全部植物做成乾芻。

落花生(peanut, *arachis hypogaea*) 又名花生、番豆、地果、及長生果，日本名南京豆，在熱帶繁殖頗盛。開花以後，莖向下彎曲，子房入於地中，生長而結種子。所以土壤以輕鬆而多孔的為最佳。收穫時，作物用犁耕起，莢及種子由地中掘出。種子可供食用，供食用時，英文又特稱為 groundnuts 或 monkey nuts，又由種子榨油，可供食用及其他用途，種子約含油 40—45%，也是豬的優良飼料，豬能將其自地中掘出而吃。葉子也是優良的飼料。

「花生原產於巴西，清初始輸入我國；當時用途僅充果品，產額甚微，厥後試行榨油，可以燃燈，可供食用，並可以製肥皂及染色之媒介，於是用途大增，山東、河北、河南等省，競相播種，而產額大增矣。」(註二十)

奧蠶豆 北方亦稱扁豆(*lentils*, *Lens esculenta*)，頗富於氮，所以用為食料，甚有價值。豈若趁早割取，可做牛馬的優良飼料。

羽扇豆類(lupines) 微嫌過帶木質，不能為優良的飼料，不過有時用以飼羊。常用的以下列三種為主：——白的(*Lupinus*

albus)、藍的即羽扇豆(*Lupinus hirsutus* 或 *angustifolius*)、及黃的(*Lupinus luteus*)羽扇豆屬含有一種苦的生物鹼質的成分，所以牛、羊都不喜食；並且牠們有時有毒。如於壓力下用蒸汽蒸，可將毒性除去。牠們宜於種於輕鬆的砂質土壤，常被用為綠肥。

豆科植物種子之平均成分

	豆	大豆	豌豆	蚕豆	花生	羽扇豆
水分	11.3	10.8	10.5	14.8	7.3	14.0
灰分	3.8	4.7	2.0	3.2	2.0	3.0
粗纖維	7.2	14.8	14.4	4.1	} 16.1 {	12.2
醣類	50.1	28.8	51.1	55.7		34.2
蛋白質	26.6	24.0	20.2	20.8	29.9	30.4
脂肪	1.0	16.9	1.2	1.4	44.7	6.2
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

豆科植物的種子，(葉、莖、及根也是如此)雖富於氮，可是牠們通常在含氮較少的土壤中，也能生長繁盛，祇要氮質的植物養料豐富就行。這是由於牠們能藉根瘤中細菌之助，由空氣中攝取氮素(見第六章)。

3.其他種子——棉子 為草棉(*cotton, gossypium herbaceum*)之種籽。這作物是為纖維而栽種的，栽培面積甚廣，也產種子，棉子因了所含的油，及因富於氮質及灰分，十分可貴。「植棉之環境，其氣候須高溫之區，而雨量充足者。發芽時期須有華氏六

十五度之溫度，又生長時期須有二百天內無霜。暮春播種以後，如能時下沛然之雨（如雷雨），不降晝、夜之潦，陽光充足，颯風不起，是年棉必大熟，冬日雖寒無妨。其土壤須甚肥美，富於磷質者尤佳，宜用人工施肥法，地勢以高爽排水利便無水患為宜。乾燥之地而有灌溉之利者，亦可植棉。」（中國經濟年鑑）棉花包裹種籽，含於棉鈴，（或稱花桃）之內，棉鈴長到莢卵之大小後，即裂為三室或五室。在美國，每英畝地尋常可收花三百磅及棉子六百磅。種子含有氮素頗多，也富於磷酸。棉花所需的肥料要素，在多數土壤中，第一是磷酸，次為氮素，氧化鉀又次之。

棉為織物原料，習用已久。棉子向為廢物，僅供燃料之用，今亦成為工業要品。棉子多半用於製油，油是用機榨出。種子有時是整個壓榨的，但是先行去殼的為多。不論連殼或去殼榨的，榨機的精粕都當為棉子餅出賣。棉子本身——最好蒸過以後——是乳牛或肥育牛的優良飼料，歐、美植棉區中，應用頗廣。

蕎麥 (*buckwheat, polygonum fagopyrum*) 一名三角麥，俗名甜蕎，又有莢麥、烏麥、花蕎等名。種子「外黑而中白，惟製餅餌，為西南諸省貧瘠之地一種食品。蕎麥之生也，不辭瘠壤，而無耐寒之性，不需人工管理，而成熟極速，亦為便宜之食用作物之一。」（註二十一）供給我國食料之 0.11%。（註二十二）嫩莖與葉亦供食用，又澱粉可製麵類，為醬及醬油等的原料 歐洲有些地方。

亦有栽種，多半用爲雞之飼料，也可飼牛及豬。花爲蜂的優良原料，與燕麥或大麥等禾本科植物同種時，可成一種優良的青飼料。

大麻 (*hemip. cannabis sativa*): 一名火麻，一名漢麻。纖維可製衣服、蚊帳、帆布、麻袋、及繩索諸物。其子榨油，又能供燃料，烹調及油漆之用。世界大麻產額，約六千萬噸，俄產約十之四、五。吾國麻類之產額，首推大麻。〔中國經濟年鑑〕據國府主計處之調查，吾國平常年大麻栽培面積，僅有一百六十五萬九千畝，產量一百八十五萬零八百九十擔。至各省產量，以四川、湖北，爲最多。

大麻與蛇麻 (*hop, humulus lupulus*) 及**苧麻** (*ramio*) 皆有關係，是爲莖皮纖維及含油種子而栽種的。爲一年生植物，高達八至十呎。於溫暖氣候及適合於玉米之任何土壤栽培最爲適宜。每英畝可產纖維 500—1000 磅，種子十至三十鎊不等。種子可以飼雞，也供榨油之用，有時被用以攪假亞麻仁油。

大麻子與大麻子餅之平均成分

	大 麻 子	大 麻 子 餅
水分	12.8	11.8
灰分	4.5	7.8
粗纖維	22.1	24.7
醣類	11.3	17.3
蛋白質	16.2	29.8
脂肪	33.6	8.5
	100.0	100.0

熱帶所產之大麻，莖及葉上的毛分泌一種樹脂質，有強烈的麻醉性。在較冷地方，則沒有這種分泌物。這物質可製藥，「印度及亞拉伯人種植一種野生種，高四五呎，自其中提取膠質，製成麻醉藥料，如內服此藥少量，能使感覺暢快，漸至失去知覺。清醒後，對本身及腦部，亦無傷害。乾葉燒烟，亦可用以減止疼痛。雄花乾後，捲入烟草內吸之，有提神之效，惟濫用實足傷身。故在印度大麻膠質之製，有法律限制，非有執照，不能發賣。」（農業文庫）

亞麻仁(linseed)——亞麻仁為亞麻屬植物(*linum*)之種子。尋常的一種亞麻(*flax*, *Linum usitatissimum*)。一名鴉麻，日本名為胡麻，有為纖維而栽種的，有為種子而栽種的，有時也可以既為種子又為纖維而栽種，不過成績不能優良。收纖維的，這植物最適於潮濕溫暖之氣候，例如愛爾蘭、比利時、及加拿大，和蘇俄的數處地方。可是，收種子的，則氣候愈暖，便愈適宜，蘇俄、印度、美國、加拿大、及阿根廷，都是盛產亞麻種子。任何可種小麥的土壤，也顯然可種亞麻，心土是結土的鬆壤質沖積土壤，或許最佳。肥料應當施用適量的磷酸鹽、氧化鉀、及石灰，這頗重要。

如果是為纖維而栽種的，則目的是力求植物高而少枝，可是

爲收種子的，則產生的枝及花，愈多愈佳。前者用密播法，每英畝約一百磅，而後者則僅有這數的一半或四分之一即行。美國的亞麻，每英畝平均約收種子 800 磅，及秸二千磅，尋常的種，高達二呎左右，花紫碧色；另有一種 *Linum Americanum album* 比較高些，花是白色；又有個第三種 *L. Crepitans* 產子多而纖維少，蒴果因爆炸而裂開，種子便被拋出。

亞麻子之有價值，多半在於所含的油 30—40%，以及大量的含氮物質及磷質，尤其是磷酸鹽，這鹽也存於種子中，油榨出後，仍留於油餅裏。因此用亞麻子餅飼養牛、馬，極爲人所重視。

亞麻子可以榨油，每百斤種子可得油三十四斤，亞麻仁油爲重要植物油之一種。波羅地海輸出的亞麻子所榨的油，能吸收大量的氧，所以尋常用於製造漆及漆布的最多。製油最先將種子壓碎，其後或藉壓力及熱力榨油（舊法），或用二硫化碳或石油精等揮發性溶劑浸取，油在其中溶解極易（新法）。如用浸法，溶劑可藉蒸餾與油分離，藉汽蒸與油餅分離。舊法的餅，通常含油至 8—12% 之多，而新法的餅，所含的有時還不上 1—2%。兩種油餅所含的養料，都頗豐富，宜於飼畜，用以飼育乳牛及幼畜，尤爲相宜，不過舊法的餅較易消化，所以更少歡迎。現將亞麻子及亞麻餅的成分列下：（註二十三）

成 分	亞 麻 子	亞 麻 子 餅
水分	9.1%	9.2%
灰分	4.3	5.7
蛋白質	22.6	22.9
粗纖維	7.1	8.9
無氮可溶物	23.2	25.4
脂肪	33.7	7.0

萵薹 (rape, cole, *Brassica napus* & *Brassica campestris*)。

——萵薹一作萵薹菜，又有寒菜、胡菜、蔞菜、蔞芥及油菜等名。屬十字花科，嫩葉供食用，種籽可榨油，歐、美則更種為飼料作物。種籽約含油 42%，油在我國皆是榨出，歐、美則多半用揮發性溶劑浸出，所得的油稱為菜油。此植物與蕪菁相類似，不過沒有肉根，且開黃花，有幾個變種，有的於秋季播種而於仲夏收穫，有的於春季播種，而於秋季收穫。種籽取油後所剩下的油粕，稱為菜子餅，牛、馬不甚喜食，所以多半用為肥料。這植物在成分及肥料的需要上，皆與蕪菁及蕪菁甘藍相類似。

蓖麻子 (Castor-seed, *Ricinus communis*)——學名有時稱為 *Palma christi*，日本名唐胡麻，又名唐荏，在英國是著名的觀賞植物。在好些地方，則變為害草，在溫帶地方，僅為一年草本，但在熱帶則成多年木本，高二、三丈。差不多任何土壤，皆可

栽種，但肥沃的砂質土壤，最爲適當。栽種之時，土地須先除去雜草，深耕，每穴播子三、四粒，各穴相間約六至八呎。牠們通常於播種後四五月開始結子。主莖可以割去。使旁枝得充分發育，則種子產量可以增加。果實應於未十分成熟前摘下，藉日光曬乾，因爲若等牠熟，則種子會由殼中射出。種子弄淨以後，便可榨油。

蓖麻油「爲淡黃色或殆無色之透明黏稠液，臭甚微。味溫淡而辛，能致瀉。」（註二十四）這油是一種有價值的滑劑，也廣用爲發光物，及潤腸劑。油分出後所剩餘的油粕，用爲肥料，頗爲適當。牠含有一種毒質，不易除去，所以不能供飼料之用。在美國每英畝通常可收種子 15—25 鎊。種子大約含有一半的油。每鎊種子通常約重 45 磅。

向日葵子或葵花子 (sunflower-seed, *Helianthus annuus*)。

——這植物日本名日輪草，又名「日過」，是一年生草本，高十至二十英尺。每穴可下種四粒，各穴間距離約三、四呎。種子的產量，每英畝約爲五十鎊；乾的種子約含油二成。向日葵子炒熟可食，歐、美則用爲牛、馬的飼料。也可榨油供點燈之用，外國則更用爲洋橄欖油的代替品。又這植物可供觀賞之用而加栽培。油粕爲有價值的牛、馬飼料。

雜類種子之平均成分

	蕎麥	棉子	亞麻仁	蕎麥子	蓖麻子	向日葵子
水分	13.2	11.4	12.3	11.8	5.1	8.6
灰分	1.8	4.3	3.4	3.9	2.7	2.6
粗纖維	15.0	18.9	7.2	10.3	15.0	29.9
脂類	58.4	20.2	19.6	12.1	12.6	27.4
蛋白質	10.1	19.9	20.5	19.4	17.9	16.3
脂肪	1.5	25.3	37.0	42.5	46.7	21.2
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

上列種子之產品之平均成分

	蕎麥狀	未脫殼 棉子餅	脫殼 棉子餅	葛法亞 麻仁餅	新法亞 麻仁餅	向日 葵子餅
水分	10.5	10.6	8.9	11.8	9.7	10.8
灰分	3.0	7.2	7.2	7.3	7.3	6.7
粗纖維	31.9	24.9	5.7	9.4	8.8	13.5
脂類	38.9	26.0	19.7	32.1	38.7	27.1
蛋白質	12.4	24.7	43.6	28.7	33.2	32.8
脂肪	3.3	6.6	14.9	10.7	2.3	9.1
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

4. 果實——果實以由多年生植物所得者為多，所以不能與尋常之農作物列為一類。果園管理是農業之一部門，如在本書討論，似有未當，一般的說來，可以說是，有些土壤所含的植物養料或許太少，栽種尋常的農作物，難期獲利，但若栽種果樹，則因

根長之關係，能由這土壤中取得充足的養料。不過應當記得，樹長大後，將大量的植物養料，儲藏於樹身中，如果要樹繼續結果，非能繼續由土壤取得養料不可。果樹與其他植物一樣，土壤中所供給的氮素豐富，則傾向於促進葉及枝幹的發育，而非有利於果實。凡果實都是極富於水分，含有糖分，且通常含有某種植物酸，果實的特殊風味，一部分即是於這酸。吾人僅能就數種主要的代表果實之化學性，略加檢討。

柑橘類。——「中國之果實可以柑橘爲其代表，試自南至北而列舉之，若廣西雄縣之沙田柚，廣東四會之四會柚，新會之甜橙，朝州之焦柑，福建漳州之文昌柚，福州之福橘，浙江溫州之臨柑，黃巖之蜜橘，鎮海之金柑，江蘇洞庭山之紅橘，江西南豐之乳橘，此外湖北、四川、雲南、貴州皆產柑橘。橘柚爲副熱帶之果實，在吾國以淮水爲最北限度，……查近年充斥我國市場之加省大柑，原係中國之甜橙種，其後經過西班牙而傳入美國者。(註二十五)柑橘在我國進口園藝洋貨中佔第一位，在出口園藝土貨中，佔第二位(第一爲核桃仁)。(註二十六)

主要的變種，有柑、橘、橙、柚、檸檬、及白檸檬。本屬中的各種植物，須有溫暖氣候，始能發育。過冷則這些樹木極易死亡。土壤肥沃而深，且有多孔的心土，栽種最爲相宜。果實中含有糖分、檸檬酸、及少許的纖維素和灰分，而果皮則含精油頗富。

柑橘及檸檬之平均成分

	柑	橙	檸檬
水分	87.2		83.8
灰分	0.1		0.
粗纖維	.....		1.1
醣類	.....		12.7
蛋白質	1.2		0.6
脂肪	.....		0.9
			100.0
糖	3.7		2.1
檸檬酸	1.3		7.2

蘋果(英 apples, 學名 *pippus malus*)——這果屬薔薇科梨屬, 種類極多, 在大小、形式、顏色、及風味上, 區別甚大。牠們的成分, 的確也當大有區別。牠們通常約含水分 85%, 醣類 12% (以糖為主), 灰分 0.4%, 粗纖維 1%, 及蛋白質 0.2%。酸性是由於蘋果酸[malic acid], $H_2C_4H_4O_6$, 這酸可達果汁的 0.2—1%。各種蘋果的甜度的區別, 多半是由於所含的蘋果酸之比例。所含的糖, 一部分是蔗糖, 一部分是轉化糖, 這轉化糖是葡萄糖與果糖的混合物。青而未熟的蘋果中, 含有澱粉, 有時達 5% 之多, 但蘋果成熟時, 則澱粉消失而糖類增加。所含的纖維素約達 1%, 無水戊醣類約達 0.5% 及黏膠質, 或說是結膠糖則較準確, 0.2—0.3%。結膠質的膠化性, 在製備蘋果膏時, 頗為重要。

下列的是美國 Baldwin 蘋果之分析, 可示成熟時所起的

變化：

	極青	青	成熟	過熟
水分	81.33%	79.81%	80.36%	80.30
固體物	18.67	20.19	19.64	19.70
轉化糖	6.40	6.16	7.70	8.81
蔗糖	1.63	4.05	6.81	5.26
澱粉	1.11	3.67	0.17	.....
游離蘋果酸	1.11	.....	0.65	0.48
灰分	0.27	.....	0.27	0.28

各種蘋果之成分，大有區別；譬如成熟蘋果中的固體物，百分數自 18.4 至 23.4% 不等，轉化糖自 5.3 至 11.7% 不等，游離蘋果酸自 0.26 至 1.11% 不等，灰分自 0.17 至 0.47% 不等。

下列的是數種美國蘋果的分析的平均數，可為成熟蘋果的代表成分：

水分	84.0
灰分	0.3
轉化糖	8.0
蔗糖	4.0
澱粉	0.0
纖維素	0.9
木質素(lignin)	0.4
無水戊酸類	0.5
結晶質	0.4
環果酸(游離的)	0.6
蘋果酸(化合物的)	0.2
油	0.3
蛋白質	0.1
未測定之物(糖素等)	0.3
	100.0

灰分所含的，多半是碳酸鉀、磷酸鎂、磷酸鉀、硫酸鎂、游離石灰，和痕跡的食鹽，二氧化矽，氧化鐵，及氧化鋁。

洋梨 (Pears, *pyrus communis*) 之化學成分，與蘋果相類似，但所含的酸較少而粗纖維較多。梨樹的根總是較深，所以能利用較大體積的土壤，以維持生存。中國所栽培的梨樹之種類，據農業文庫所載，有秋子梨、白梨、砂兒梨、及洋梨四種。「梨以山東所產最佳，而品種亦最多，如萊陽梨、鴨兒梨、其名著中外者也。」(註二十七)

桃屬(plums, *Prunus*)——本屬之內，有不少種，其中包括黑刺果 (sloes, blackthorn, *P. spinosa*)、且烟松李 (bullace 及 damsons, *P. Insititia*)、歐洲李 (plums, *P. domestica*)、杏 (apricots, *P. Armeniaca*)、酸櫻桃 (wild dwarf cherry, *P. cerasu*)、甜櫻桃 (wild cherry, *P. avium*)、巴旦杏 (almond, *P. amygdalus*, *Amygdalus communis*)、油桃或油光桃 (*nectarine*)、及桃 (peach, *P. persica*)。本屬的果實都有一中心之仁 (即真種籽)，一個堅硬如骨的外層，包圍着仁 (稱為核)，一個肉層 (即可食部分)，全部為一薄皮所包藏。果仁，且有時樹皮及樹葉，含有一種配醣物，稱為巴旦杏仁素 [amygdalin, $C_{20}H_{27}NO_{11}$]，在半含於仁中的苦杏仁酵素 (emulsin) 作用之下，加水分解如下：



產品是安息香醛，氫氰酸，及葡萄糖。凡櫻桃屬果實之肉，皆富於糖而酸性頗微，酸是各種的有機酸，其中以蘋果酸及檸檬酸為主。

下列的是各種果實的一部分的分析：

	杏	桃	櫻桃	油桃	歐洲李
水分	81.12	80.03	80.26	79.04	81.18
灰分	0.82	0.89	0.73	0.50	0.71
粗纖維	5.27	6.06	6.07	.....	5.41
脂肪	12.30	12.77	12.32	.....	11.92
蛋白質	0.49	0.65	0.62	0.79	0.78
	100.00	100.00	100.00	.....	100.00
果汁中之糖	11.10	17.00	12.89	14.10	.....
果中之酸(成%)	0.68	0.24	0.18	0.24	.....

葡萄(*grapes. vitis sp.*)。——葡萄須冬春多雨而夏季乾晴，生育結果始能美滿。氣候多半較土壤尤為重要。牠們的肥料需要不大，但深而輕鬆的土壤，頗有利益。各種葡萄的成分，因品種、土壤、時季、及氣候，而大有區別。葡萄之特徵，乃是含有葡萄糖及酒石酸，[tartaric acid), $H_2C_4H_4O_6$]

葡萄之平均成分

	百分數
水分	78.17%
灰分	0.53

粗纖維	3.60
醣類	17.11
蛋白質	0.59
脂肪	—
	100.00

香蕉 (banana, *Musa sapientum*) 亦稱甘蔗，為熱帶地方一種最有特色，且最易令人懷念，如果氣候溫濕適宜，則差不多任何土壤皆可栽種，但富含腐植質之土壤，成績最佳。這植物的繁殖，是靠母莖生出吸根。吸根栽種，相距約十五呎，如果情形順利，約一年後即可結實。在以後諸年中，原植物的吸根便代替了第一個莖，這莖於收穫果實以後，即被割去。

香蕉之平均成分

	百分數
水分	66.26
灰分	1.15
粗纖維	0.96
醣類	28.88
蛋白質	1.41
脂肪	1.35
	100.00

據美國之估計，下表代表各種果實中所含的，及一次平均作物由一英畝地攝取的肥料三要素的量：

	氧	化	鉀	磷	酸	氮	素
葡萄,百分數	0.50			0.15		0.17	
每英畝一萬磅	50.0			15.2		17.0	
柑橘,百分數	0.28			0.07		0.27	
每英畝二萬磅	56.6			13.4		58.8	
梨,百分數	0.18			0.05		0.06	
每英畝二萬磅	36.0			10.0		12.0	
歐洲李,百分數	0.17			0.04		0.42	
每英畝三萬磅	15.6			13.2		127.7	
蘋果,百分數	0.08			0.03		0.06	
每英畝二萬磅	16.0			6.0		12.0	

歐洲李需要氮素頗多,而梨及蘋果所需的則少,這層頗堪注意。

第二類——根菜類作物

本類中之主要作物為蕪菁,恭菜及馬鈴薯。

蕪菁(*turnip, Brassica rapa*)——俗名大頭菜,又有蔓菁、九英松、諸葛菜、貝公菜等名。這植物是二年生,第一年在根產生不少材料,準備用為第二年產生莖、花、及種子之養料。品種甚多,因根的形狀及顏色而異。

蕪菁甘藍(*Swedish turnip, Brassica rutabaga*)——之成分及習性,與蕪菁極相類似,所需的栽種條件也是相同。一般形狀與普通蕪菁相似,但有一明顯的頸子,葉即由頸子生出。蕪菁甘藍的葉,顏色通常較藍,而不及蕪菁的綠。肉較蕪菁為豐富,含

水較少，根部掘起以後，通常較易保藏。

蕪菁最宜栽種於輕鬆的土壤，及微帶潮濕之氣候。牠們多半種成相距二十至二十七吋的行列，在行列中，各株相距 11—13 吋。

蕪菁對於磷質肥料，響應極速。氮質肥料也要多施。每英畝平均可收蕪菁 15—20 噸。

蕪菜 (*beet Beta bulgaris*) —— 蕪菜有好多變種，皆是由精密的選擇而得的。飼料蕪菜 (*mangel-wurzel* 或 *field beets*) 包括不少變種，可分為長型的、杯型的及球型的。肉色上也有區別。牠們也常稱為 *mangolds* 或 *mangels*，氣候須溫暖而略乾，土壤須深而微帶黏性。尋常的產量，是每英畝自 18 噸至 25 噸不等。飼料蕪菜需要大量的氮素，對施用硝酸鈉，響應甚速。牠們是由海中植物衍變成的，所以也需要氯化物，施用食鹽，頗能使其受益。牠們是牲畜的優良飼料，但須先儲藏數月後，始可食用。

糖甜菜或糖蘿蔔 (*sugar-beet*) —— 為蕪菜之一變種，尤其是因富於糖質而被改良。栽培的有好些種類，但牠們通常呈圓錐形，生長時根完全在地下，與尋常的飼料蕪菜相比，應當較小。最優良的，每個可重至兩磅。夏季暖而微濕，秋季乾燥而熱，則生長最盛。含有適量的石灰質的中壤土，對於牠們的生長，最為適宜。在後期中，氮質肥料僅可略為施用。種子通常是播成相距十四、

五吋的行。長出以後，再行分種，在每行中，相距六至八吋時，通常的產量是每英畝 12--16 噸。

蕪菁及飼料芥菜，皆極富於水分，較大的根所含的水，差不多總是多得不少。所以若按重量比較起來，價值比同一品種的小根為小。

糖芥菜今日為最重要的作物之一，德、俄、法、奧、美等國，栽培尤廣。蔗糖逐漸為芥菜糖所取代。例如據美國農部農業經濟局之數據，1933—34 年，美國本部共產芥菜糖三十三萬萬磅，及蔗糖四十一萬萬磅。至於歐洲的芥菜糖產量，則早已超過蔗糖了。

芥菜糖亦稱蘿蔔糖。色、味與蔗糖全同。我國僅有芥菜糖廠一所，即山東濟南博魯製糖公司，資本五百萬元，民國十年開辦。該廠成績頗佳，平均可自芥菜製出白糖百分之二十二，並副產品百分之四，供製造酒精用。(共二十八)

蕪菁、蕪菁甘藍、芥菜、及糖芥菜之平均成分

	蕪 菁	蕪菁甘藍	飼料芥菜	糖 芥 菜
水分	92.0	87.0	88.0	81.5
灰分	0.7	1.0	0.8	0.7
粗纖維	0.8	1.1	0.9	1.3
糖類	5.3	9.5	9.1	15.4
蛋白質	1.1	1.3	1.1	1.0
脂肪	0.1	0.1	0.1	0.1
	100.0	100.0	100.0	100.0

馬鈴薯 (potato, *Solanum tuberosum*) ——馬鈴薯一作馬鈴薯，又名陽芋，俗稱洋山芋，山西俗呼山藥蛋。這植物的有價值的產品，乃其地下莖。平常這作物是由塊莖或種 (sets) 而長成的。

最佳之土壤，須深而溫暖，排水流暢，不含酸性，且富於加里及氮素。這作物通常施肥頗厚，廩肥因在旱季中能保持水分，所以特別有用，不過有會引起「痲皮病」之弊。在富於石灰之土壤，過磷酸鹽、磷酸鉀、及硫酸銨，皆是適宜的人造肥料，須於栽種以前施用，而缺乏石灰的土壤，則須用鹼性磷渣代替過磷酸鹽、硝酸鈉（做在生長中的作物的追肥）代替硫酸銨。每畝平常需要 1280—1350 磅的「種」。潮濕之處，「種」須種於高畦而乾燥之處，則種於平畦各行間的距離通常為 12—18 吋。所用的「種」須為大如雞卵的馬鈴薯，如果過大，則須切小，不過要注意每塊至少須留兩個眼 (eyes) 切面常於栽種以前，塗上生石灰，以防腐爛。

馬鈴薯之果實，及葉莖皆有毒，不過葉莖之毒較小。馬鈴薯所含的多半是澱粉，蛋白質及灰的成分，皆極微少。水分的差別甚大，自 78% 起至 83% 不等。這薯多半供人、畜之食用，或採澱粉，也供酒精及雜醇之原料。歐洲大陸，製造尤多。

馬鈴薯現佔我國全國民食原料之 0.62%。考作物生物營養價，米為 88.82%，馬鈴薯為 78.88%，菠菜為 63.83%，豌豆

爲 55.73%，麥粉爲 36.56%，玉米爲 29.52%，故除小米、高粱、玉米等外，馬鈴薯爲我國米、麥之絕好代食品也。」(註二十九) 行政院農村復興委員會之改進中國農業計劃草案，於說明改良全國稻、麥品種，最好須附帶改良米、麥代食作物，方合經濟時，謂馬鈴薯爲將來西北之救星，宜切實改良。(註三十)

馬鈴薯之平均成分

	百分數
水分	78.9
灰分	1.0
粗纖維	0.6
醣類	17.3
蛋白質	2.1
脂肪	0.1
	100.0

甘藷(Sweet potato, *Ipomoea batatas* 或 *Batata edulis*)。

——甘藷有山芋、朱藷、番藷等名，一名紅薯。日本名爲薩摩藷，琉球藷，一名唐藷。爲美洲熱帶原產。是一種旋花科牽牛子屬植物，花通常爲紫色，根端肥大爲塊根，多肉味甘，有時甚大，重達十二磅以上。本質上是熱帶或亞熱帶植物，栽種於富含有機物質之輕鬆土壤中，最爲相宜。繁殖是用莖蔓扦插。在七中生根以後，即能產生塊根的甘藷，平均產量是每英畝四、五噸。

甘藷之用途與普通馬鈴薯相同，但味較甘而養料較富。可當

米穀，可充糧食，可以釀酒，可作餅餌，生、熟皆可食，用途頗多。外國更有用為澱粉原料者。孫中山先生原出自農家，幼時極貧，因米價過高，無力購米，每日所食的就是甘藷。(註三十一) 牠供給我國全國民食之 3.87%。(註三十二) 葉及莖皆為馬、牛、羊所歡迎，但近來發見內中有時含有一種配醣物，會起分解而生氫氰酸。這酸的含量，曾被查出佔新鮮葉莖的 0.014% 至 0.019% 不等。1905 年澳洲昆斯蘭地方，曾發生豬因食甘藷藤而遭毒斃的事多起。

甘藷及其莖葉之平均成分

	塊 根	莖 葉
水分	71.1	41.6
灰分	1.0	5.8
粗纖維	1.3	13.6
脂類	24.7	29.3
蛋白質	1.5	7.6
脂肪	0.4	2.1
	100.0	100.0

胡蘿蔔(carrot, *Daucus carota*) 與美洲防風 (*Parsnip*, *Pastinaca sativa*) 有時也種為農作物。根部用為菜蔬，也是牛、馬之優良飼料。同屬這繖形科 (*Umbelliferae*) 的，尚有芹菜(celery, *Apium graveolens*)、洋香菜(parsley, *Petroselinum sativum*)、及茺萎(Caraway, *Carum carui*)。

胡蘿蔔與美洲防風之平均成分

	胡 蘿 蔔	美 洲 防 風
水分	88.6	80.6
灰分	1.0	1.0
粗纖維	1.3	0.5
醱類	7.6	16.1
蛋白質	1.1	1.4
脂肪	0.4	0.4
	100.0	100.0

第三類——飼料作物

飼料作物，包括數種上述的作物在內，是為以粗重飼料供給牲畜而栽種的。牠們是用於下列的三種重要形式：

1. 在新鮮綠色之形態中，或是於其上放牧牲畜，或是割下，趁新鮮時飼養牲畜——鮮飼(souling)。
2. 在乾態(通常是醱酵的)中，如乾芻(hay)。
3. 在醱酵態中，如青貯草(ensilage, silage)。

凡是飼料作物，均宜趁種子將熟未熟之時割下或放牧，否則莖及葉變為木質，不能消化，且其養料，多半因以消失。

主要飼料作物，可分為下列之三大類：

1. 禾本科作物
2. 豆科作物

3. 雜類飼料作物

1. 禾本科作物——這些可供放牧，乾芻或鮮飼之用。上述的穀類作物，是有些如此使用的。

放牧場及芻草場的草，通常是由各種植物混合而成，頗為複雜。草類通常是佔優勢的，在一般的化學成分上，與穀類作物相類似，富於二氧化矽及鉀，含氮有機質則比較缺乏。草類通常僅攝取表面的養分，殘根使土壤的上層逐漸變為泥炭的性質，於是引起硝化作用，而含鈣化合物因以消失。所以磷質或鈣質肥料，如鹼性熔渣，骨頭及石灰，皆有利益。多施氮質肥料，雖能促進粗草的生長，可是金花菜及有些較細的草類，則會遭受損失。

草類用於農場，有為永久性質的放牧場及芻草場的，有以「小種子」的形式用於輪栽中的，苜蓿草通常是與金花菜攪混。草的種類頗多，在化學成分及滋味上，各不相同。

各種新鮮飼料之平均成分

	放牧草	鬼蠟燭	香 茅	意大利 黑 麥	青 燕 麥
水分	80.0	61.6	69.9	73.0	62.2
灰分	2.0	2.1	1.8	2.5	2.5
粗纖維	4.0	11.8	10.8	6.8	11.2
醣類	9.7	20.2	14.3	13.3	19.3
蛋白質	3.5	3.1	2.4	3.1	3.4
脂肪	0.8	1.2	0.8	1.3	1.4
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

2. 豆科飼料作物——放牧場及芻草場中，通常都有幾種豆科植物在生長着，如加氧化鉀、石灰、及磷酸鹽，且限制氮質肥料，則生長格外繁茂；金花菜等有其本身特殊的氮的供給（見第六章），因此能與草類競爭，草類如得充分的氮的供給，或許長得比豆科植物更佳，且將牠們消滅。

前曾提過，豆科植物所含的氮素、氧化鉀、及石灰，皆甚豐富。牠們能藉牠們根瘤中細菌之助，由空氣攝取氮素，因此牠們對於土地的影響極有價值（見第六章）。

紫苜蓿 (*Medicago sativa*) 在英國稱為 lucern，在美國稱為 alfalfa，為豆科，苜蓿屬，多年生之草本。莖高一二尺，直立，夏日分枝開花，為短總狀花序。在熱而略乾的氣候中，尤有價值，因為長好以後，牠的深根能使其由心土吸取水分，於是能耐長期的亢旱。莖部可以不斷地割取，充有價值的飼料，可以供給多年。紫苜蓿如今是美國第二重要的飼料作物，噸數僅在鬼蠟燭及金花菜之下。我國對牠現在也極注意。全國經委會「為改良牧草並補助防治黃河沖刷起見，決定沿黃河中游支幹，廣植苜蓿。現已於綏遠薩拉齊、河南潼關、及西北畜牧改良總分場，各設苜蓿採種園。寧夏、陝西兩省，亦擬各設一園。最近即可成立。一面又與黃河水利委員會會同調查沿黃土質，以為推廣種植苜蓿之準備。」（全國經委會最近工作報告——二十五年五月）。

其他有價值的豆科飼料作物，有紅金花菜，日本又名紅爪草 (red clover, *Trifolium pratense*)、深紅金花菜 (crimson clover, *T. incarnatum*)、白金花菜 (white clover, *T. repens*)、瑞典金花菜 (alsike clover, *T. hybridum*)、紅豆草 (sainfoin, *Onobrychis sativa*)、天藍，日本名米拉苜蓿 (trefoil, *Medicago lupulina*)、箭筈豌豆 (vetches, tares, *Vicia sativa*)、及烏脚菜 (serradella 或 serradilla, *Ornithopus sativus*)。

豆科植物之特徵，就是祇要礦物成分充足，雖在缺乏氮素的土壤中，亦能生長。

新鮮豆科飼料作物之成分

	紅 寶 藍	紅 花 金 菜	白 花 金 菜	瑞 典 金 花 菜	烏 脚 菜	箭 筈 豆
水分	74.0	80.4	80.5	82.0	81.0	82.0
灰分	2.0	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8
粗纖維	9.5	5.8	6.0	8.8	5.8	5.5
醣類	9.2	8.9	7.2	6.3	6.9	6.6
蛋白質	4.5	3.0	3.5	3.5	3.7	3.5
脂肪	0.8	0.6	0.8	0.6	0.8	0.6
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

3. 雜類飼料作物——刺蘆柴草 (prickly comfrey, *Sym-*

phytum asperinum)——此植物曾屢被提倡種爲飼料作物，但尙未得一般人之信任。牠是多年生灌木，繁殖通常是將根割短分種，距離二至三呎。每季可割數次，每英畝每年的重量，約三十噸之多。牲畜須吃出滋味以後，始肯自動地吃牠。

蕓薹(*rape, Brassica napus*) 已在第七章中討論過。牠常種爲新鮮牧草，尤其是供飼羊之用。如果大量地用爲乳牛的飼料，會使牛乳變色。

蕎麥(*buckwheat*) 亦爲新鮮飼草而栽種。

甘蔗(*sugar cane, Saccharum officinarum*) 也爲嫩秧而被栽種，牲畜極歡喜吃。可以鮮飼也可製爲青貯料。

南瓜(*pumpkins, Cucurbita spp.*) 在熱帶地方，有時種爲飼料，飼養乳牛及豬最爲優良。這瓜所含水分，總是極高。

甘藍(*cabbages, Brassica oleracea*) 如果肥料充足，或種於肥土，便能產生巨量的優良的新鮮飼料，用以飼餵牛、羊，甚爲適宜。甘藍不擇肥料，不過若加硝酸鈉，則益處最大。食鹽對這作物，似乎也有利益。

蔞葉菜有時用爲牛的飼料；但內中含有草酸不少，如果吃得過多，卽有危險。可在其上撒以石灰，堆成堆子，經若干時間後，草酸卽被中和，毒害作用因以減少。

雜類飼料作物之成分

	水分	灰分	粗纖維	醣類	蛋白質	脂肪
刺聖菜草	87.7	2.2	1.7	5.0	3.0	0.4
高梁	85.0	1.4	4.2	6.4	2.4	0.6
高粱	85.0	1.3	3.5	5.7	2.8	0.8
甘藍	89.0	1.2	2.0	5.9	1.5	0.4
南瓜	90.9	0.5	1.7	5.2	1.3	0.4
苜蓿	82.6	3.4	10.1	10.1	3.6	0.3

乾芻之製備——新鮮飼草，如要保藏以供冬季或日後之用，即製為乾芻或青貯草。製造乾芻，在本質上即是使植物在日光及空氣中乾燥，達一定程度，以免材料壓於一起時，發生過分的醱酵。最重要的變化，就是水分的移去。尋常芻草場的草所含的水，將近 75%，而由其所製的乾芻，則約含水 15—16%。由一定重量的草所製成的乾芻的量，顯然當有甚大的差別；通常是在 30% 與 40% 之間。植物總要趁開花時割下，因若留得過久，則製成的乾芻中，蛋白質及灰分皆較缺乏，雖則醣類及粗纖維卻較豐富。

草及其他新鮮植物，總有不少的微生物存在，草剛割下，微生物即開始侵襲液汁，產生二氧化碳，促進氧化，結果發出熱來。如果將鮮草鋪開，熱即迅速散逸，溫度不致升高，水既蒸發，微生物的活動便速被制止；但如新鮮植物積成大堆，以致熱不能藉對流而散逸，溫度便升高，而醱酵過程也進行得愈快。溫度上升，可以高至能開始直接氧化，終於使材料着火。草未乾透便堆成堆子或儲入倉庫時，常有這事發生。水分過高，是能引起草堆危險的

生熱的最有力原因之一。將草乾透，顯然是減少危險的最好方法，但這也有缺點，因為草堆中若不發生一定量的醱酵，則乾芻便不能產生適當的色、香、味。如將未乾透的草堆成堆子，或則撥入食槽，或使草堆能通風自如，那麼過熱的危險，便可減少。第一法制止醱酵，從而預防熱的發生；第二法的效用，多半在於熱發出時將其送走，溫度乃不至於升高。

乾芻之鮮美，多半靠着牠的香味，而香味則一部分是由於酯類及其他芳香的醱酵產品，一部分則由於香豆素[(coumarin), $C_9H_6O_2$]，這素在車軸草(wood-ruff, *Asperulla odorata*)、草木樨(Bokhara clover, *Melilotus alba*)、及有香味的春茅(vernal grass, *Anthoxanthum odoratum*)，皆有存在。香豆素的氣味，雖然一般人認為芳香，可是總不大受牛、馬的歡迎，這是一樁疑問。

乾芻之平均成分

	水分	灰分	粗纖維	糖類	蛋白質	脂肪
早熟禾	14.1	6.2	26.3	41.4	9.5	2.5
毒麥草	14.3	6.5	26.2	36.1	8.2	2.7
鬼燈燭	14.3	4.5	22.7	45.8	9.7	3.0
紅豆草	15.8	6.7	24.9	34.0	15.4	3.2
紫苜蓿	16.0	6.2	23.0	37.9	14.4	2.5
紅金花菜	16.0	5.3	26.0	38.2	12.3	2.2
黑腳菜	16.7	8.1	25.6	39.3	16.2	3.1
瑞典金花菜	16.0	6.0	27.0	32.7	15.0	3.3
羽扇豆籽	16.7	4.6	28.0	30.9	17.1	2.2
黑麥稈	14.1	5.1	23.1	44.5	10.4	2.8
燕麥稈	11.5	6.1	30.1	42.4	7.5	2.1
處草	8.0	6.0	28.5	41.8	4.4	1.3
乾草	8.3	7.8	30.9	46.2	5.0	1.8

青貯草(ensilage, silage)。——新鮮飼草，如果緊壓起來，極力防免空氣入內，則醱酵受了限制，飼草便可保藏若干時間不壞。青貯塔(silos)當初皆是土坑或是木石所造的建築物，須要不透空氣，而飼草在內可受巨大的壓力。現在常採用較簡單的方法，就是僅將新鮮飼草在空氣地堆積，用力踏實，最後則用土石壓緊。

在青貯塔中，醱酵因空氣隔絕而受限制，而在乾草堆中，變化的停止，多半是靠水分之缺乏來決定。如果青貯塔是慢慢地裝貯，則溫度上升頗高(約 60°C)，以致產生醋酸、乳酸、及酪酸之微生物，皆被殺死，祇有其他的微生物，尚能生存。所成的青貯草稱為「甜青貯草。」反之。如果青貯草堆積得快，且草即貯即壓，則所達的溫度不十分高，而構成酸的微生物，乃有充分繁殖的機會，於是產生了「酸青貯草」。

飼草變青貯草所發生之重要變化，是蛋白質及醣類均有減少，而粗纖維則似乎增多。可是還有一件更嚴重的損失，就是蛋白質的消化性大為減低。紅金花菜的話，曾經發見含有下列成分的乾物質一百磅：

灰分	纖維	醣類	蛋白質	酸類
11.5	23.8	46.3	16.5	3.9

在青貯草中變為乾物質 90.5 磅，所含的成分如下：

灰分	纖維	糖類	蛋白質	酸胺
9.6	27.4	33.9	15.7	4.0

所以，最經濟的方法，似乎是將含蛋白質少的飼草做成青貯草，而豆科植物則做成乾芻。

青貯草之平均成分

	水分	灰分	粗纖維	糖類	蛋白質	脂肪
玉米	79.1	1.4	6.0	11.0	1.7	0.8
蜀黍	76.1	1.1	6.1	15.3	0.8	0.3
黑麥	80.7	1.6	5.8	9.2	2.4	0.8
草	68.0	2.7	9.9	12.9	8.8	2.7
蕎麥	72.3	2.2	7.7	14.1	2.8	0.9
紫苜蓿	72.5	4.5	10.7	6.1	4.0	2.2
紅金花菜	70.0	2.3	8.5	11.6	5.6	2.2
羽扇豆	80.5	1.4	9.5	4.9	2.9	1.0

作物之輪栽

凡農業已有長期歷史之國家，於任何一定部分的土地上，輪流栽種各種作物的方法，皆甚普遍。僅於荒地開墾後數年間，始可於同一土地栽種同一的作物。

總理對於農業生產的七個加增生產的方法，第三個方法就是換種問題。像一塊地方，今年種這種植物；明年改種別種植物；或者同是種一樣的植物，在今年是種廣東的種子，明年便種湖南的種子，後年便種四川的種子。用這樣交換種子的方法，有甚麼好處呢？就是土壤可以交替休息，生產力便可以增，而種子

落在新土壤，生於新空氣，強壯必加，結實必夥，所以能換種則生產增加。」（民生主義第三講）

作物輪栽的實行，利益頗多；有的是關於耕耘、播種、及收穫等實際的工作的，有的在減少植物病、害蟲、莠草、及其他災害的，有的是與供給植物所需要的地力有關係的。如果輪栽各種作物，則關於耕耘、播種、及收穫的工作，可較平均地分配於全年，這種明顯的利益，在此不必討論。所以藉不時換種作物，以預防會傷害某一種作物的任何一種病蟲害的繼續發生，或除滅會與該植物相伴着的莠草，種種利益，在此也不必詳述。

可是輪栽對於土壤供給植物養料的能力的效應，則與化學較有關係，所以可將輪栽在這方面的利益，做一簡要的檢討。

這些利益，多半是由於下列的原因：

1. 根深之差別。有些作物，譬如大麥，根部頗淺，僅能由土壤的最上層攝取養料，而其他作物，譬如苜蓿，則其養料多半靠着土壤下層所含的物質。將淺根及深根植物，輪流栽種，則土壤的各部分，都有供給植物養料的機會。

2. 作物殘餘之利用。任何作物收穫以後，田中所留下的殘根、殘株、及廢物，腐爛之時，成爲別種作物的優良養料。而這種殘餘物，對於同種的第二次作物，無多利益，凡有時雖有損害。豆科作物，例如金花菜，有由空氣攝取氮的能力，所以殘根所含的

化合氮，特別豐富，下次若栽他種作物，例如小麥，則當硝化作用發生時，殘根便將氮緩緩地供給出來。

3. 關於植物養料相對的需要之變更。有些植物，對於某種植物養料的需要，相對地多。例如小麥或馬鈴薯的平均作物，每英畝僅需要五十磅的氮素，而蕎麥的平均作物，則每畝約移去一百五十磅的氮素。

再者氮之供給過多，確能傷害作物，如供發芽目的大麥即是，但如果先種一種喜氮的作物，例如蕎麥，將過剩的氮素吸收，再加廐肥，即可栽種大麥，毫無危險。

4. 土壤中物理的情形之適宜。有些作物，當播種時，如果土壤是輕鬆的，則成績最好，例如大麥即是，大麥常於根類作物之後栽種，此時土地是輕而鬆，沒有雜草，因為栽種蕎麥或蕪菁時，土地是鋤過的。其他種子，例如小麥，栽種於堅實土壤中，最為相宜；小麥可與金花草輪栽，金花草可於初夏收穫，尚有充分時間，將土地耕作，以備秋季種麥。

世界各地所盛行的輪栽制度，種類頗多，各因地方情形及需要而加以變更。關於這些制度的詳情，應參閱農藝專著，最通行的制度稱為 Norfolk 四次輪栽法，其最簡單的形式如下：

1. 根菜類植物，即就地飼羊。
2. 大麥。

3. 金花菜，通常做成乾芻，有時就地放牧。

4. 小麥。

栽種根菜類作物以前，先施廐肥。

- (註一) 中國農業之改進 二十二年出版 48 頁
- (註二) 中國經濟年鑑 二十三年出版 B 90 頁
- (註三) 同 上 B 90-91 頁
- (註四) 中國農業之改進 48 頁
- (註五) 中國經濟年鑑 B 91 頁
- (註六) 中國農業之改進 48 頁
- (註七) Hayes & Garber: *Breeding of Crop Plants*. 1927.
pp. 244-245.
- (註八) 中國經濟年鑑 F 90 頁
- (註九) 中國農業之改進 48 頁
- (註十) 中國經濟年鑑 F 91 頁
- (註十一) 中國農業之改進 48 頁
- (註十二) 中國經濟年鑑 F 91 頁
- (註十三) 中國農業之改進 48 頁
- (註十四) 中國作物論 二十二年出版 113 頁
- (註十五) 中國農業之改進 48 頁
- (註十六) H. C. Thompson: *Vegetable Crops* 1931. p. 403.
- (註十七) Jones & Rosa: *Truck Crop Plants*. 1928. p. 185.
- (註十八) 農業文庫 二十三年出版 作物類 18 頁
- (註十九) 中國經濟年鑑 F 96 頁
- (註二十) 同 上 F 124-125 頁
- (註二十一) 同 上 B 92 頁
- (註二十二) 中國農業之改進 48 頁

- (註二十三) 農業文庫 作物篇 58—47 頁
- (註二十四) 中華要典 十九年出版 469—470 頁
- (註二十五) 中國經濟年鑑 B 93—94 頁
- (註二十六) 同 上 F143—148 頁
- (註二十七) 同 上 F141 頁
- (註二十八) 同 上 B124 頁
- (註二十九) 中國農業之改進 48;50 頁
- (註三十) 同 上 63 頁
- (註三十一) 中國經濟年鑑 B92 頁
- (註三十二) 中國農業之改進 48 頁

第八章

畜體之化學

吾人研究畜體之化學，其目的在改進畜產事業，要改進畜產事業，應先明瞭畜牧事業之重要。

〔甲〕 畜產爲人生所必需 毛可衣，肉可食，乳可飲，革製履，骨製器，牲畜之正副產品，人生日常，莫不需用，毛衣之禦寒，美肉之可口，鮮乳之滋養，皆非稻、麥、棉、絲、茶所可比；生活程度愈高之民族，則其利用畜產製造品之範圍愈廣，我國今日趨向亦然，故畜產消耗品之消耗漸形增加，而畜產事業遂亦日見其重要矣。

〔乙〕 畜產在農業上之重要 畜產在中國農業上之位置，各地不同，內地各省，小農制度，十畝之田，九畝耕種，雞、豬、牛、羊，雖家家有之，稱之爲副業，然其能利用農場廢物，田隙、地畔之牧草，供給農事之勞力，裨益農民，而其糞、尿之肥料價值，更爲農民所重視，是以務農而不養牲畜，則未之有也。其關係之深如此，至於邊地畜產事業，爲人民經濟命脈，非獨衣、食、住、行者

賴之，即貨幣之往來，亦往往以牲畜計算。」(註一)

據中國出產改進計畫草案，所述畜產事業之現狀，舉出六點：(1)飼料缺乏，(2)產品價低，(3)品種不良，(4)疾病流行，(5)農民缺乏科學知識，(6)不利用荒地。上述六點，為現今畜牧業之實狀，亦其失敗之原因。(註二) 我們若要以科學方法改進畜牧事業，首先必須了解牲畜身體的化學。

牲畜體中所含之化合物，種類繁多，且往往極為複雜。本章僅能就其主要的，作一極簡略而概括的檢討。動物組織中所含的元素，與存於植物質中的相同，但牠們的相對的比例，則區別頗大。鈣、磷酸、氟、氯、及鈉、對於動物，似乎較對於植物，重要得多。

畜體之成分，可以分類如下：

1. 無機化合物 包括水，各種酸類，及多種鹽類；有些是固態的，例如磷酸鈣，有些是存於溶液中的，如氯化鈉。

2. 有機化合物——

(A) 含氮的	{	蛋白質——如蛋白質 胺類——如尿素
(B) 不含氮的	{	脂肪 醣類

據 Lawes 及 Gilbert 二氏之研究，各種牲畜整個身體的成分，平均如下：(註三)

	黃		牛		犏		綿		羊		猪	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
脂肪	19.1	30.1	14.8	18.7	23.5	35.6	45.8	28.5	28.3	28.3	42.2	
含氮物質	16.6	14.5	15.2	14.8	14.0	12.2	10.9	12.3	13.7	10.9		
碳質	4.6	8.9	8.8	3.16	3.17	2.8	2.9	2.9	2.67	1.6		
水分	61.5	45.5	63.0	57.34	50.23	48.4	35.2	47.8	55.13	41.3		
言之內含物	8.2	6.0	3.2	6.0	9.1	6.0	5.2	8.5	5.2	4.0		
總量	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		
碳質												
磷	.803	.677	.670	.188	.524	.451	.481	.402	.463	.268		
鈣	1.508	1.281	1.177	.944	.965	.816	.886	.915	.771	.455		
錳	.051	.037	.048	.034	.031	.029	.033	.081	.032	.019		
鉀	.170	.146	.174	.144	.140	.123	.131	.138	.163	.115		
鎂	.108	.064	.109	.090	.077	.072	.096	.076	.082	.054		
鐵	.028	.017	.015	.026	.029	.024	.021	.018	.015	.009		
硫	.015	.018	.016	.021	.014	.012	.011	.016	.021	.012		
活重(磅數)	1,232	1,410	258.8	97.6	105.1	137.2	237.4	84.4	93.0	155.0		
年齡	4年	4年	9.5週	1年	3年	1年	1年	1年	1年	1年		

含氮物質變更最少，而水與脂肪則多少是彼此相輔的，即此少則彼多，此多則彼少，灰分多半依存在的骨頭的比例而定。

牲畜身體之主要部分如下：

- | | |
|--------|---------|
| 1. 血液 | 4. 脂肪組織 |
| 2. 骨 | 5. 結締組織 |
| 3. 肌組織 | |

血為一種無色液體——漿——含有無數的微細固態質點，懸游於其中，這些質點便是，紅、白血球。由畜體取下時，血漿即將牠的一種含氮成分，即纖維蛋白質，沉積下來，這蛋白質將血球糾纏，使其凝固而與黃色液體的血清分開。所以血漿 (blood Plasma) 是血的液態部分，而血清 (blood Serum) 則是凝固後的液態部分，後者與前者間的區別，就在消失了牠的纖維蛋白質 (從前稱 fibrin 現在稱 fibrinogen) 和一部分的石灰、氧化鎂、及磷酸，血清所含的固體物總量，約佔 9%，其中有 7.5% 是蛋白質。灰分約有 0.85%，多半是食鹽，及小量的氧化鉀、石灰、及氧化鎂。

血之凝塊，就是紅、白血球被包圍於纖維蛋白質所成的網形物之中。紅血球是兩面凹的圓盤形物，不過形狀及大小因各種動物而異。爬蟲類的最大，在鳥類、魚類、及駱駝中，則是橢圓而兩面凸的。在人體中，血球的平均直徑是 .007 毫米 (約 $\frac{1}{3200}$ 吋)，厚約

.0019 毫米 ($\frac{1}{12800}$ 吋)。血球用水、醚、或其他溶劑處理時，即消失了色質而留下含氮殘餘物，這殘餘物保持了原血球的形式。

血之紅色是由於血色素(haemoglobin)及氧化血色素(oxy-haemoglobin)。這些的化學組織，異常複雜，含有碳、氫、氧、氮、硫、及鐵。血色素含氮約 16—17%，含鐵約 0.4—0.45%。牠是深紫紅色的物質，易與氧結合而成含氧化合物，顏色是鮮紅的。紅血球的血色素，在呼吸中佔一重要地位。血在肺中與空氣接觸，氧為血色素所吸收，於是使靜脈中血的紫紅色一變而為鮮紅色。同時有大量的二氧化碳，在肺中為空氣所吸收，這二氧化碳原來（或許成酸性碳酸鹽）多半是溶解於血漿中的。血置於真空中時，即釋出各種氣體。一百體積之血，平均釋出的氣如下：

	動 脈 血	靜 脈 血
氧	20	8—12
氮及氫	1—2	1—2
二氧化碳	40	46

空氣之成分，因呼吸而發生變化。呼吸前後的空氣的平均成分如下：

	吸 入 之 空 氣	呼 出 之 空 氣
氮	78.00	78.09
氧	21.00	16.50
二氧化碳	0.00	4.43
水汽	不定	飽和
溫度	不定	36°C.

空氣因呼吸而發生之主要變化，乃是氧之移去，二氧化碳之增加，及為水汽所飽和。氧與碳結合時，即產生本身體積的二氧化碳，但在呼吸中，二氧化碳體積的增加，少於氧的體積的減少，通常約為減少的量的九成。這或由於有些氧已被用於將食物或組織的氫氧化成水。氧之吸收雖幾全部發生於肺中，可是體中的碳及氫與氧之結合，則不發生於該處。血藉了紅血球的血色素，有運氧的作用，由血所得各種產品的真正燃燒，是在組織之中發生。

骨 在本質上乃多半是磷酸鉀所成的土質架子，為所謂骨膠(ossin)的蛋白質，及神經和血管等所充填。骨之中心是空的，裏面多半藏有骨髓(marrow)，大部分是脂肪及蛋白質所成。骨中礦質與有機質之相對比例，差別甚大。後者通常佔全骨重量的30%至50%不等。平均骨中的氮，與硫鈣之比例，已於肥料章中討論過，現不再述。

可是，骨灰並非全是磷酸鈣，而也含有碳酸鹽、氟化物、氯化物及氧化物。現將牛骨灰之分析列下：

磷酸鈣	86.0
硫酸鈣	1.0
碳酸鈣氯化鈣，及氟化鈣	7.3
二氧化碳	6.5
氮	0.2
錳	0.3
	<hr/>
	101.0

肌組織 (muscular tissue) 多半是由蛋白質及水而成，但也略含有脂肪、肝糖 (glycogen) 或動物質澱粉 (animal starch) 及含氮肉膏質 (nitrogenous extractives)，含氮肉膏質中，以肌酸 [(creatine), $C_4H_9N_3O_2$]，軟體素 [(sarcine), $C_5H_4N_4O$]，海汀生 (黃嘜) [(xanthine), $C_5H_4N_4O_2$]，鳥糞素 [(guanine), $C_5H_5N_5O$]，及肉素 [(caruino), $C_7H_8N_4O_3$]，為主。肌的灰分多半是鉀及磷酸的化合物，但也含有鈉、鎂、鈣、氯、及鐵。肌通常含有 75—78% 的水，及 22—25% 的固體物。活肌起鹼性反應，但死後則變酸性，這或由於肉乳酸 [(sarcolactic acid), $CH_3CHOHCOOH$] 的構成。

肌工作時，肝糖及糖，氧化得更快，脂肪許也如此洗刷肌肉的血，所受的二氧化碳的量，大為增加。肌的氮質廢料，如今不信其因用力而增多了，以尿素及尿酸的形式被排洩出來。

脂肪組織 乃由細胞而成，細胞壁是蛋白質的薄膜，中含脂肪，當活的時候是流體的。脂肪，在組織上，與前已說明過的植物油類相類似，含有脂蠟酸、油酸、及棕櫚酸，與甘油基 (glyceryl) 結合着。

脂肪組織含有水、膜、及脂肪，比例約如下列：

	牛	羊	豬
水	9.16	10.48	6.44
膜	1.16	1.64	1.36
脂肪	88.88	87.88	92.21

脂肪儲藏於體中，作準備料，以供動物缺乏食物時的提取，牠是儲能的最濃形式。

結締組織 (connective tissue) 爲與水加熱而生動物膠之物質，腱、韌帶、軟骨、及皮，多半是由牠而成。其中曾發現三種不同的物質，就是彈性素 (elastin)，成膠質 (collagen) 及角素 (keratin)。彈性素差不多不含硫，成膠質約含 0.6%，而角素則通常含有 4—5% 左右的硫。角素是角、蹄、皮、羽毛、頭髮、羊毛、及指甲等的主成分。在水、醇、或醚中，皆不溶解，但如與水藉壓力加熱至 150° 或 200°C.，可變爲可溶的，於是組成了動物膠。

消化——消化乃是動物之食物藉以變成可吸收入系統中，且被利用以造成或重建體中組織的一種重要過程。牠一部是藉機械的方法而成的，大部是有賴於多半是藉酵素作用而生的化學變化

第一步是咀嚼，食物藉此爲牙齒的作用所分碎，且與唾液混合均勻，唾液乃是由唾液腺流入口中的特別分泌物。唾液是起微弱鹼性反應的極稀的液體，含有一種酵素即唾液素 (ptyalin, salivary diastase)，能誘起與植物酵素所誘起的相同的變化，即將澱粉變爲葡萄糖。反芻類動物，食物通常所含澱粉材料頗富，分泌大量的唾液，——黃牛的話，據估計爲每天約 110 磅。

食物經咀嚼後，通入胃中，不過反芻類的話，則由瘤胃復回口中，以經第二次的咀嚼，這就是所謂倒嚼。於是通入胃中，與特殊分泌物的胃液 (gastric juice) 相遇。胃液含有各種鹽類 (氯化物、和鈣、鎂、鈉、鉀的磷酸鹽)。游離氫氯酸，及胃液素 (pepsin) 和凝乳素 (rennin 或 chymosin) 兩種酵素。胃液未能將不可溶的蛋白質變為可溶的且可分散的蛋白胍 (albumoses) 及消化蛋白質 (peptones)，胃膜素則有凝固乾酪素之能力。這些性質存於酸性液中，但在鹼性液中則不存在。胃液素在含有游離氫氯酸 0.1—0.3% 的液體中，作用最佳。綿羊胃液所含的約為這數的低量，即 0.1%，而犬的胃液所含的，則約為高量，即 3%。

胃中有食物時，胃壁即開始蠕動，將食物揉捏，且與胃液混合，產生一種稱為食糜 (chyme) 的糜樣物體。在這過程中，蛋白質多半溶解，最後變成氨基酸，脂肪被溶解，而脂肪組織的細胞壁則被移去。某量的澱粉水解 (即這物質變而為糖)，也在胃中發生。食糜於是通入腸中，腸的分泌物起鹼性作用。所以胃液所引起的酸性乃被中和，而食糜則接受胰液及肝的分泌物。

胰液 是黏稠的鹼性液體，含有各種有機質及無機鹽類。可是牠特有的成分乃是三種酵素：(1) 胰澱粉酵素 (amylase)，對澱粉作用迅速，將其變成糊精及葡萄糖；(2) 胰脂酵素 (steapsin 或 pialyn)，能將脂肪分解成甘油及游離脂肪酸，同時使未變的

脂肪乳糜化；(3)胰液素 (trypsin)，性質與胃液素相類似，不過在鹼性液中作用最佳。這樣，胰液能完成唾液及胃液所開始的工作，此外，又有引起脂肪乳化的能力。可是，肝的鹼性分泌物的膽汁，對這乳化的過程，大有助力。

膽汁 (bile) 是紅黃色的 (在肉食類中) 或綠色的 (在草食類中) 液汁，起鹼性反應，味道極苦。含有膽汁酸類 (bile acids) 的鹼性鹽類，膽汁色素、脂肪、肥皂、及磷質。膽汁酸類是以次甘膽酸 [(Glycocholic acid), $C_{26}H_{45}NO_6$]，及膽磷酸 [(taurocholic acid), $C_{28}H_{45}NO_7S$]，為主，而膽汁之苦，多半是由於這些物質。膽汁色素多半是膽紅質 [(bilirubin), $C_{30}H_{19}N_2O_6$]，顏色黃中帶紅，不溶於水而溶於醇、醚、或鹼類。肉食類的膽汁中，所含尤多，溶於鹼性液，而顯露於空氣中，則變為膽綠質 [(biliverdin), $C_{18}H_{18}N_2O_4$]，是非晶質的綠色物質，不溶於水，但可溶於醇及鹼性液。這物質含於膽汁，及多種雀鳥的卵殼中。

膽汁微有溶解脂肪之能力 (用牛膽汁以去地毯及其他織物上的油跡，便是這作用的常見的應用)，對於腸之內含物，有顯著的防腐作用。膽汁的大部分，再為腸所吸收。

腸中發生多種化學變化，有些些是在鹼性內含物中自由生長的細菌所引起的，發生各種的腐敗分解。醣類產生乳酸、纖維素，分成二氧化碳及甲烷，而酪酸 [(butyric) acid, $C_4H_7(COOH)$].

及穿心排草酸(戊酸)[(valeric acid) C_4H_9COOH]，皆是由脂肪的細菌分解而成的。腸的內含物中，曾提出兩種特有的物質，即是：—

吲哚，(indol), C_8H_7 $\begin{array}{c} \text{CH} \\ \diagdown \\ \text{NH} \end{array}$ CH_3 ，及甲基吲哚，(skatol 或 methyl

indol), C_9H_9 $\begin{array}{c} \text{C}(\text{CH}_3) \\ \diagdown \\ \text{NH} \end{array}$ CH_3 ，皆是晶狀的物質，氣味極為臭惡，

屎的臭味，便多半由於這些物質的存在

已消化的食物之歸宿。——有數種食物成分，可以不經化學變化而被吸收，水與食鹽便是這種情形，或許有些可溶性蛋白質也是如此。吸收由胃開始，但多半在腸中藉乳糜管 (lacteals) 及淋巴管而得成功。

醣類或許全以麥芽糖或葡萄糖之形式被吸收，醣類之變為這些化合物的，是藉了唾液，胰液，及腸液的酵素。這些糖，有的進入血流運到組織，而又一部分則以肝糖 [(glycogen), $C_6H_{10}O_6$]，的形式儲於肝中，肝糖是非晶質的白粉，含於肝中，當飢餓時為量甚小，或等於零，而於飽食了醣類膳食後，則可達 10—12% 之多。

脂肪僅有一小部分被皂化 (即分解而成甘油及脂肪酸)，其大部分則僅藉胰液及膽汁之作用，而被乳化。微細的脂肪球，顯

然通過腸壁而入於乳糜管，於是乃入血中。蛋白質多半是以消化蛋白質及蛋白脈而被吸收，雖則牠們顯然於吸收作用中又變爲蛋白質，因爲血中檢查不出有消化蛋白質來。

據最近之研究，蛋白質被消化液水解而成氨基酸，以這形式入血流中。於是動物用氨基酸以造成其組織中所需的蛋白質。食物蛋白質中所含的構成蛋白質所必需的一切氨基酸，必須完全充足，營養始能適宜。有些食品例如玉米，其蛋白質中，必需的氨基酸，皆不存在，這種食料就不能長期地維持生命。生物化學家如今對這問題，極爲注意，在不遠的將來，當有不少的新發現，可無疑義。

食物之消化，便如此地由口中開始，在胃腸中完成，而已消化的材料爲乳糜管所吸收，進入血流，再由血中提出以構成組織。

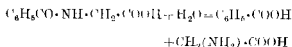
因維持動物熱或供給能而被氧化之醣類及脂肪，由肺中的血，以二氧化碳及水被呼出，同時因肌破裂而生的含氮廢物等以及礦質，多半由血中爲腎所排出，在尿中出現。

尿(urine)。——尿之成分，差別甚大，爲飼料，運動的量，消費的水及其他情形所支配。在肉食類，通常是酸性的，在草食類，則是鹼性或中性的。特有的成分稱曰尿素 [(urea, carbamide), $\text{NH}_2 \cdot \text{CO} \cdot \text{NH}_2$]，特稱曰脈，肉食類的尿中所含的，通常較草食

類尿中的爲多。

尿酸[(uric acid), $H_2C_6H_2N_4O_3$], 多含於鳥類及爬蟲的排泄物中, 也含於肉食類的尿中, 草食類的尿, 則所含不多。在某種疾病, 如痛風及風濕, 體中會構成尿酸及尿酸鹽的沉着物。

在草食類之尿中, 尿酸爲馬尿酸[hippuric acid 或 benzoylamino-acetic acid], $C_6H_5CO \cdot NH \cdot CH_2 \cdot COOH$, 所取代, 牛馬的尿中約含有這酸 2%。馬尿酸經水解, 極易變爲安息香酸[(benzoic acid), $C_6H_5 \cdot COOH$], 及氨基醋酸[氨基乙酸] [(amino-acetic acid, glycocoll, 或 glycine $CH_2(NH_2)COOH$):



(註一) 中國農業之改進 136 頁

(註二) 同 上 139 頁

(註三) L. C. Bailey: Farm & Garden Rate Book, 1912, p. 27

第九章

牲畜飼養

飼料之重要。——畜牧事業中最重要之問題，即為飼養。中國飼料缺乏，影響畜牧事業甚鉅，我國內地小農制度，偏重作物，每年產量時有不足之患，牧畜之飼料，既缺乏富於營養價值之五穀，而農場狹小，又缺放牧之地，飼料缺乏，則繁殖不旺，發育不健，處此情形，欲求畜牧事業之發達也甚難。(註一)

據中國出產改進計畫，改進畜牧事業之目的，第一為增加生產問題，增加產量與飼料之供給；有密切之關係，若飼料缺乏，畜產自難增加，荒山野地，實為發達畜牧最適當之處，以其飼料豐富也。(註二)

發展我國畜牧事業困難殊多，飼料昂貴，也是最重要原因之一。我國現有各種飼料，價值皆昂，同時牲畜產品價值過低，以致飼養牲畜不易獲利。欲解決此困難，在舉行精確之飼養試驗。且此種試驗，應由政府機關主持，蓋私人方面，時間及經濟，皆辦不到也。(註三)

中國畜牧改進計畫草案。對於改進畜產事業，擬定十種切實辦法，有一條即是飼料研究。

「(一)飼料研究之重要。牲畜改進，除選種、管理、獸醫等，應注意外，飼料一項，亦甚重要，必須經過相當研究，使吾人知某一種飼品含有何種養料，及某種養料對於牲畜生理上，有何種作用，然後以牲畜身體發育之需要，給以某種養料，而收生產經濟之效，是牲畜生產，以最少而合宜之飼料，獲得最多之生產為原則。」(註四)

最貴之養料為蛋白質，在歐、美各國飼牲畜者，多用肉血粉(tankage)、麥狀、棉子、苜蓿之類，而在我國，此類飼料非但缺乏，而且昂貴，不易購得，幸而大豆普遍，其價值與肉血粉相差有限，但大豆缺少磷質，故欲收良果，須加餵磷質，又大豆餵豬，常有軟肉之弊，此種問題，亟待研究，以圖解決。

(二)研究步驟。第一步為飼料化學之分析，第二步為營養價值之研究。

(a)飼料化學之分析。各種飼料之組合及成分，因地、理、氣候而不同，故設立化學試驗室，分析各種飼料，其步驟先採取代表標本，經化分所得結果平均之，列表刊印，有此表格，則農民飼料，有所準繩。

(b)飼料之營養價值。已明瞭各飼料之組合及成分

後，宜進一步試驗其對於牲畜之營養價值，並決定其用為飼料，是否合算。」

飼料之分類。——「飼料中有價值的主成分是(1)脂肪(2)含氮物質，中以蛋白質為主，還有多少的醯胺等；(3)醣類，以澱粉、糖，及纖維素為主，此外還有植物膠、漿質、黏膠質、及植物酸等；(4)礦質或灰分，以磷酸、石灰、及加里為主。」

飼料可用三種方法分類：——

(一)依其來源材料之植物性質分類——例如，是含油種子、豆科作物、穀類作物、或根菜類作物。

(二)依其一般用途分類——例如用為精飼料(油餅)、穀粉、乾粗飼料(芻草)、或多水青飼料(根菜、甘藍、青草等)。

(三)依其主成分分類——例如油、蛋白質、澱粉、醣、纖維(纖維素)等。

這些類別並非絕對的，常是一類侵入別類的範圍，可認為僅屬一類的飼料頗少。

由含油種籽所得的飼料中，有棉子餅(去殼的及未去殼的)，亞麻子餅、菜子餅、棕果餅、椰子餅、及花生餅，以及各種其他不常遇到的，如向日葵子餅等。

豆科飼料當包括豆類、大麥芽、乾穀、麩皮、紫苜蓿芻、紅爪草芻、及金花菜芻在內。穀類中有小麥、大麥、燕麥、黑麥、米稻、

及玉米，和牠們不同的稈莖；此外還有草及苜蓿。根菜類作物中常有蕪菁、蕪菁甘藍、飼料萵菜、萵菜、馬鈴薯、及胡蘿蔔。

若依一般用途分類，精飼料中當包括稱為油餅或油粕的全部，及各種混合飼料油餅：豆類、乾穀、及大麥芽，也在其內。

穀粉類中，包括小麥、燕麥、米稻、及玉米的粉，以及麵粉廠的各種產品，如麩皮等。

粗乾飼料類，包括各種芻草；而含水多的飼料，當包括各種根菜、青草、芥菜、苜蓿、箭筈豌豆、及甘藍等。

第三種分類法，就是依所含的主成分分類，茲特將其詳述如下：

(1)因所含之油而可貴之飼料。——內中有棉子餅（去殼的含油 8—10%，未去殼的含油 5%）、亞麻子餅（9—13%）、菜子餅（9—10%）、花生餅（8%）、棕果餅及椰子餅（10—11%）。此外，市場中還不時發現由多種其他含油種子，如芝麻、向日葵子等而得的油餅。

(2)因所含之油及含氮物質而可貴之飼料。——上述的一大類的油餅，也可歸入本類，因為牠們的主要價值是在含油，可是也常含有蛋白質不少。油榨出的愈多，蛋白質量也當愈高；所以硬榨的亞麻子餅，美國的便多如此，所含的蛋白質當較豐富。亞麻子餅含蛋白質 26—30%，未去殼的棉子餅（埃及棉子）

21—24%，未去殼的棉子餅(孟買棉子)18—19%，而去殼的棉子餅及花生餅，在這層上是最豐富的飼料，含蛋白質 40—45%。最近對於去殼棉子餅的趨勢，是使其含油比較從前為少，而含蛋白質則較多。棕果餅及椰子餅，含氮不多，蛋白質僅有 18—20% 左右，而菜子餅則有 28—30%。混合飼料油餅，依其成分及來源材料的性質，也可屬於本類。

(3)因所含蛋白質及醣類而可貴的飼料。——本類中以豆類為主。麥芽根(culms)、乾穀類、及麩皮，也可算入。豆類是本類的代表，含蛋白質 20—24%，及可溶性醣類 50—55%，醣類中以澱粉體為主。麥芽根所含的氮較大麥芽(malt)本身為多，可含有蛋白質 20—22%，及澱粉體 15% 左右，麥芽本身含氮較少而澱粉較多。乾穀類約含蛋白質 20%，麩皮含蛋白質 12—15%，及澱粉體 55—66%。

(4)僅因所含的可溶性醣類而可貴之飼料。——本類包括為加甜味而用的材料，例如，糖及糖蜜。木豆(locust bean)可歸入本類，這豆約含蔗糖質 50%。

(5)主因所含之澱粉而可貴的飼料。——本類包括各種穀粒，如小麥、大麥、燕麥、黑麥、玉米、及米稻，這些含有澱粉自 50% (米稻)至 70%，(玉米)不等。小麥的剩餘物，如麩皮等，也可算為屬於本類，雖則所含的蛋白質較小麥本身略多。上列各飼料的

主要用途，是與第一、二類的較精的飼料混合，配成一種較適當的飼料，含有脂肪，蛋白質及澱粉質。

蕪菁、蕪菁甘藍、芥菜、飼料芥菜、馬鈴薯、及甘藍等根菜作物，性質雖各不同，而皆屬於一類。牠們的有用，都是因為含有糖質及易消化的醣類，含水豐富，而含不消化性纖維則少。蕪菁及蕪菁甘藍中的糖質，以葡萄糖為主。(5—7%) 芥菜及飼料芥菜中的，則以蔗糖為主。(8—10%)。馬鈴薯中的乾物質，所含的以澱粉為主。

(6) 主因纖維而可貴的飼料。——本類包括上述之各種乾芻及穀稈在內。

(7) 主因含水多而可貴的飼料 ——本類包括青草、青貯料、箭筈豌豆、青紫苜蓿、青金花菜、椰菜、甘藍、及紫草等。第五類的根菜作物，及濕啤酒糟也算入本類，濕酒糟的主要用途是用為乳牛的多水飼料。] (Standard Cyclopedia of Modern Agriculture)

飼料之成分。——牲畜飼料，以各種植物產品為主，或是植物的一部或全部，或是為其他目的利用植物質而得的副產品(例如油餅。)

牲畜的飼料之真正要素，可由牠們最初的天然飼料，即牠們母親的乳汁的成分推測而知。

凡是牲畜皆需要下列各類的物質，來做牠們飼料的成分

1. 含氮有機化合物——蛋白質。
2. 富於碳而不含氮的化合物——脂肪及糖類。
3. 無機化合物尤其是包括石灰、鐵質、加里、鈉、磷酸鹽及硫酸鹽等在內。

此外，各種飼料幾皆含有多少木質的纖維的物質，通常稱爲「粗纖維」(crudo fiber)。

多數用爲飼料的物質的成分，已在第七章中提過，不過若將表示飼料成分的名詞，略加解釋，未始沒有益處。

表示一種飼料分析結果的方法，尋常是報告下列各成分的量：

水分.....	不含氮溶出物.....
灰分.....	蛋白質.....
粗纖維.....	脂肪.....

水分 的意思，是指飼料在蒸汽食鍋中加熱直至量不再減時所受的損失。這可以算是水，不致有大錯誤，雖則材料的其他揮發成分，也許因以消失。如果有些成分起了氧化，便會發生相反的錯誤，除非加熱是在氧或氮的氣流中舉行。有些油類，如亞麻仁油，在空氣中加熱時，吸收不少的氧。

灰分 是將材料在空氣中燒紅，直至焦的碳質完全消失時

所留下的量。所得的剩餘物，所含的飼料的真正礦質成分的形式，並不一定就是真正存在時的形式。各種成分的礦幾乎總以全不相同的態被留下來：例如鉀及鈣，多半成碳酸鹽而被留於灰中，雖則在植物中時，牠們確是以有機鹽類（蘋果酸鹽或草酸鹽）存在。灰中的硫酸鹽，也是常由蛋白質中的硫而得的。

粗纖維的測定方法，是將一定重量的材料，與稀硫酸及氫氧化鈉溶液次第同煮。能抵抗這處理的有機物質，便算為粗纖維。這法略近武斷。牠多半是由於木質而成，但經驗都是假定牠是，如果取以飼畜不會被消化的材料的量度。

不含氮溶出物，或可溶性醣類 —— 這總是以由 100 減去一切其他成分之和所得的較來測定。其結果，包括一切其他各項積聚的誤差在內，乃是假定包括澱粉、糖，或其他醣類在內。這法不甚妥善，但表示分析的結果時，尋常還是用牠。

蛋白質。—— 這是假定一切的氮皆蛋白質存在，而蛋白質含有 16% 的氮，於是將所含的總量的百分數，用 6.25 來乘而得的。這兩種假定，大概都有錯誤。有許多飼料所含的氮，大部分是成「醯胺」(amides) 的形式，而醯胺的飼養價值，不及蛋白質。見第五章)。可是，在近來的分析中，蛋白質與醯胺，區別甚明。

脂肪 (fat)——有時稱為**醚溶物** (ether extract) 較為準確，照後一名稱所示，乃是飼料的可溶於醚的部分。牠多半含有真脂肪或油、葉綠素、和其他色素及樹脂質。

一種飼料的價值，固然一部分靠着牠的成分，不過也在於牠的鮮美及可消化性。可消化性可藉牲畜作試驗來測定。用稱準的飼料飼養牲畜，將牲畜看管起來，使其糞便可於相當時期內搜集起來，以備分析。如此，一百分重量中能被消化的每種成分的比例，可以測定。這比例稱為「消化係數」(digestion coefficient)，但因牲畜的種類而異，便是同種牲畜的各個體間也有區別。

可是一種飼料成分的「可消化性」(digestibility)，在這意義中，與牠的同化的難易或遲速，和牠對於消費牠的牲畜的健康或安適，並無關係。

各種牲畜，在消化任何飼料或飼料成分的能力上，各不相同，如反芻類，因為咀嚼較為徹底且較反覆，所以比豬及馬更能消化粗糲的飼料。

現將依據美、德兩國，試驗所測定的各種飼料成分的平均消化係數，列表如下。我們應當記住，數字不能完全準確，因為於任何事例中，總會因(1)飼料中的，或(2)消費飼料的牲畜中的變更而發生差別。

各種飼料中之平均消化係數

飼料	蛋白質	醣類	脂肪	粗纖維	乾物質總量
(一)反芻畜類之飼料					
玉米	76	93	86	58	91
麸質粗粉	89	93	93	—	88
麸質飼料	85	87	83	72	84
粗小麥莖	79	69	68	22	61
細小麥莖	82	85	85	36	79
黑麥粉	81	92	61	—	87
大麥	70	92	89	50	86
麥芽根	80	69	100	34	67
啤酒糟(濕的)	73	62	86	40	63
啤酒糟(乾的)	79	59	91	53	62
燕麥	78	76	83	20	70
米粉	63	56	85	26	75
亞麻仁	91	55	86	61	77
亞麻仁餅, 含油多	89	78	89	67	79
亞麻仁餅, 含油少	85	84	93	74	80
棉子	68	50	87	76	66
棉子餅, 去殼的	88	61	93	32	76
棉子餅, 未去殼的	62	51	85	46	55
豌豆粉	83	73	55	—	79
芻草場芻	57	61	53	60	61
鬼蠟場芻	48	63	57	52	57
紅金花菜	62	69	62	49	61
瑞典金花菜芻	66	71	50	53	62
白金花菜芻	73	70	51	61	66
紫苜蓿芻	74	66	39	43	60
紅豆草芻	70	74	66	38	62

各種飼料中之平均消化係數(續)

飼料	蛋白質	糖類	脂肪	粗纖維	乾物質含量
小麥稈	11	28	31	52	43
黑麥稈	21	37	32	60	46
燕麥稈	30	44	33	54	48
大麥稈	20	54	43	76	63
牧場草, 青的	70	73	63	76	71
鬼蠟燭, 青的	50	61	47	52	58
青燕麥, 開花的	55	63	70	60	64
紅金花菜, 青的	67	78	65	53	66
深紅金花菜, 青的	77	74	66	56	69
紫苜蓿, 青的	81	76	52	45	67
馬鈴薯	61	90	—	—	85
飼料玉米	77	96	—	—	88
燕麥	90	97	98	100	93
燕麥片	80	95	94	71	87
牛乳	94	98	100	—	98
(二) 猪之飼料					
玉米粉	86	95	76	40	92
豌豆粉	89	95	70	78	90
大麥粉	76	90	65	15	82
小麥	70	74	60	30	72
粗小麥粒	75	66	72	34	61
細小麥粒	73	87	—	37	77
馬鈴薯	73	98	—	55	93
乾血	72	92	—	—	72
肉粉	97	—	87	—	92
酸乳	96	99	95	—	95

將這種結果與飼料成分表合在一起，便可成一表示各種飼料的可消化成分的表，這表雖不必在任何特殊事例中，都能準確，可是，為牲畜計劃飼料時，做為指導，卻極有用。下列的正是一份這種的表，是依據美、德兩國的試驗而編的；後附各種飼料中所含的肥料成分，可藉以計算飼料的價值。

各種飼料之可消化性成分及肥料成分

飼料	乾物質		可消化性成分(百分數)				肥料成分(百分數)	
	(百分數)	蛋白質	醣類	脂肪	加里	磷酸	氮素	
玉米	89.1	7.9	66.7	1.3	0.40	0.70	1.82	
玉米粒	90.9	7.4	59.8	4.6	0.68	1.21	1.63	
飼料粉	91.8	25.8	43.3	11.0	0.05	0.33	5.03	
麥芽粉	89.6	9.0	61.2	6.2	0.50	0.80	2.67	
小麥	89.5	10.2	69.2	1.7	0.50	0.79	2.36	
小麥粉	87.6	8.9	62.4	0.9	0.15	0.22	1.89	
粗小麥粒	88.1	12.2	39.2	2.7	0.61	2.89	2.67	
細小麥粒	88.2	12.2	50.0	3.8	0.59	1.35	2.82	
黑麥	88.4	9.9	67.6	1.1	0.54	0.82	1.76	
黑麥粒	88.4	11.5	50.3	2.0	1.40	2.28	2.32	
大麥	89.1	8.7	65.6	1.6	0.48	0.79	1.51	
麥牙根	83.8	18.9	37.1	1.7	1.63	1.43	3.55	
酒精，濕的	24.3	3.9	9.3	1.4	0.05	0.31	0.89	
酒精，乾的	91.8	15.7	36.3	5.1	0.09	1.03	3.62	

各種飼料之可消化性成分及肥料成分(續)

飼 料	乾物質 可消化性成分(百分數)				肥料成分(百分數)			
	(百分數)	蛋白質	糖	脂肪	鈣	磷	氮	維他命
燕麥	80.0	9.2	47.3	1.2	0.62	0.82	2.06	
燕麥粉	92.1	11.5	52.1	3.9	—	—	—	
米	87.6	1.8	72.2	0.3	0.09	0.18	1.08	
米糠	90.3	5.3	45.1	7.3	0.21	0.29	0.71	
高粱	87.4	7.7	49.2	1.8	0.21	0.14	1.44	
亞麻仁	90.8	20.6	17.1	29.0	1.03	1.89	3.69	
亞麻仁油粕 (壓出的)	90.8	29.3	32.7	7.0	1.37	1.66	5.13	
亞麻仁油粕 (蒸出的)	89.9	28.2	40.1	2.8	1.39	1.83	5.78	
棉子	89.7	12.5	30.0	17.3	1.17	1.27	3.13	
棉子粕	91.8	37.2	16.9	12.2	0.87	2.88	6.79	
棕果殼	89.6	16.0	52.6	9.0	0.50	1.10	2.60	
向日葵子	92.5	12.1	20.8	29.0	0.76	1.22	2.28	
向日葵粕	91.5	31.2	19.6	19.8	1.17	2.16	5.55	
花生粕	89.3	12.0	22.8	8.9	1.50	1.31	7.56	
菜子粕	90.0	25.2	23.7	7.5	1.30	2.00	1.96	
豌豆	89.5	16.8	51.8	0.7	0.99	0.82	3.08	
蠶豆	85.7	22.1	49.3	1.2	1.29	1.20	4.07	
蜀草薯草	20.0	2.5	10.2	0.5	0.75	0.23	0.91	
鬼蠟燭	28.4	1.2	19.1	0.6	0.76	0.26	0.48	
青燕麥	27.8	2.6	18.9	1.0	0.35	0.13	0.49	
青麥	30.1	1.5	16.8	0.4	—	—	—	

各種飼料之可消化性成分及肥料成分(續)

飼 料	乾物質 (百分數)	可消化性成分(百分數)				肥料成分(百分數)		
		蛋白質	糖	類 脂	肪	加 里	磷	酸 氮 素
青大麥	21.0	11.0	10.9	0.1	—	—	—	
鬼把燻薯	86.8	2.8	13.1	1.4	0.90	0.53	1.26	
雜草薯	87.1	3.9	10.9	1.2	1.55	0.27	1.41	
番薯薯	80.0	4.2	13.3	1.7	2.10	0.40	0.90	
小麥籽	90.4	0.1	16.6	0.1	0.51	0.12	0.59	
黑麥籽	92.9	0.6	10.6	0.1	0.79	0.28	0.16	
燕麥籽	90.8	1.2	8.0	0.8	1.24	0.20	0.62	
大麥籽	85.8	0.7	11.2	0.6	2.00	0.30	1.31	
紅金花菜 (青的)	29.2	2.9	11.8	0.7	0.16	0.13	0.53	
瑞典金花菜	25.2	2.7	13.1	0.6	0.20	0.11	0.41	
深紅金花菜	19.1	2.4	9.1	0.5	0.49	0.13	0.43	
紫苜蓿	28.2	3.9	12.7	0.5	0.56	0.13	0.73	
紅金花菜薯	81.7	6.8	25.8	1.7	2.20	0.38	2.07	
瑞典金花菜薯	90.3	8.1	12.5	1.6	2.23	0.67	2.31	
白金花菜薯	90.3	11.5	12.2	1.5	1.61	0.52	2.75	
深紅金花菜薯	90.1	10.5	31.0	1.2	1.33	0.40	2.05	
紫苜蓿薯	91.6	11.0	30.6	1.2	1.68	0.51	2.19	
金花菜青貯料	28.0	2.0	13.5	1.0	—	—	—	
紫苜蓿青貯料	27.5	3.0	8.5	1.0	—	—	—	
草青貯料	32.0	1.9	13.4	1.0	—	—	—	
玉米青貯料	20.0	0.9	11.3	0.7	0.37	0.11	0.28	

各種飼料之可消化性成分及肥料成分(續)

飼料	乾物質(可消化性成分)(百分數)				肥料成分(百分數)		
	(百分數)	蛋白質	醣類	脂肪	加里	磷	氮素
馬鈴薯	21.1	0.0	16.3	0.1	0.16	0.12	0.32
飼料菠菜	9.1	1.1	5.4	0.1	0.38	0.09	0.19
燕麥	9.5	1.0	7.2	0.2	0.39	0.19	0.18
燕麥甘藍	11.1	1.0	8.1	0.2	0.40	0.12	0.19
胡蘿蔔	11.4	0.5	7.8	0.2	0.31	0.09	0.15
美洲防風	11.7	1.6	11.2	0.2	0.44	0.20	0.18
新鮮苜蓿	20.0	2.0	16.8	0.2	0.17	0.11	0.26
甘藍	15.3	1.8	8.2	0.1	0.43	0.11	0.38
大爪草	20.0	1.5	9.8	0.3	0.50	0.25	0.38
刺豎紫草	11.6	1.1	1.6	0.2	0.75	0.11	0.42
橡栗	41.7	2.1	31.1	1.7	—	—	—
青稞	14.0	1.5	8.1	0.2	0.36	0.15	0.45
乾血	91.5	32.3	0.0	2.5	0.77	1.35	13.50
牛乳	12.8	3.6	4.9	3.7	0.18	0.19	0.53
脫脂乳	9.4	2.9	5.2	0.3	0.19	0.20	0.76
乳油乳	9.9	3.0	4.0	1.1	0.16	0.17	0.48
乳清	6.6	0.8	4.7	0.3	0.18	0.14	0.15

上表所列的可消化性蛋白質，僅有一部分是真蛋白質。在油粕及穀類中，真蛋白質對蛋白質總量之比頗高，可是在草類，尤其是根菜類作物，則十分低。例如在豆粕、豆類、小麥、大麥、玉米、

燕麥、及小米等，比例都在 80% 以上，在大麥程及芻草場芻，約為 60—65%，馬鈴薯及胡蘿蔔不及 50%，苜蓿、蘆苳、及蘆苳甘藍約 25%，而有的玉米程青貯草中，則尠少至 12%。

蛋白質比率。——實際中曾發見，祇要牲畜的飼料中蛋白質與非蛋白質之比，維持於一定限度以內，則其飼料可有甚大的區別，而與牲畜的健康，毫無損害。

為測定這比率起見，須取某種一定的醣類，以代表非蛋白質。所選的物質總是澱粉，並且若藉澱粉以表示脂肪或其他糖類，必須測定這些其他飼料成分的生熱力的等量。這有兩種方法：(1) 將稱準的各種飼料在量熱器(卡計)中燃燒；(2) 將牲畜放入大的呼吸量熱器中，飼以一定重量的各種飼料，直接加以試驗。

數次試驗的平均數，可以說是 100 分脂肪所生的熱，與 230 分的糖、澱粉、纖維素、或蛋白質相等。

所以若藉澱粉來表示一種飼料的非蛋白質總量的百分數，必須用 2.3 乘脂肪百分數，將乘積加上可溶性醣類的百分數。因

此蛋白質比率變為 $\frac{\text{蛋白質}}{\text{醣類} + (\text{脂肪} \times 2.3)}$ ，每次加入計算的，都是

可消化性成分。例如，假設要計算紅金花菜的蛋白質比率，或有時也叫做營養比率。由表查出可消化性成分如下：

	百分數
蛋白質.....	6.8%
醣類.....	35.8
脂肪.....	1.7

蛋白質比率如下：(註)

$$\frac{6.8}{35.8 + (1.7 \times 2.3)} = \frac{6.8}{35.8 + 3.91} = \frac{6.8}{39.71} = \frac{1}{5.84}$$

2P 1:5.84

(註)可消化性粗纖維，常應加入計算，認牠有與澱粉相等的值。這在飼料作物頗為重要，且如將其加入計算時，蛋白質比率總會較大，譬如在上例中，約為 1:7.7%。

因了上述之諸原因，分析時若不將真蛋白質與醣胺分個明白，則由「蛋白質」(即氮之百分數×6.25)算出的蛋白質比率，有時——如在根菜類、草類、及青貯草，——極能引起錯誤。所含的醣胺類如果加以計算，最好是將牠們與非蛋白質列為一類，認牠們的重量約抵澱粉的一半。遇到混合的飼料時，計算蛋白質比率便略較複雜。例如，如果要計算由下列混合物而成的飼料的蛋白質比率時：

燕麥桿.....	10 磅
豆類.....	2 磅
秧皮.....	2 磅

最先求可消化性蛋白質之總量：

$$\text{燕麥料中} \quad 1.2 \times \frac{10}{100} = .12$$

$$\text{豆類中} \quad 22.4 \times \frac{2}{100} = .45$$

$$\text{麸皮中} \quad 1.2 \times \frac{.2}{100} = \frac{.24}{81}$$

次求醣類：

$$\text{燕麥料中} \quad 38.6 \times \frac{10}{100} = 3.86$$

$$\text{豆類中} \quad 49.3 \times \frac{2}{100} = .99$$

$$\text{麸皮中} \quad 39.2 \times \frac{2}{100} = \frac{.78}{.63}$$

次求脂肪：

$$\text{燕麥料中} \quad 0.8 \times \frac{10}{100} = .08$$

$$\text{豆類中} \quad 1.2 \times \frac{2}{100} = .02$$

$$\text{麸皮中} \quad 2.7 \times \frac{2}{100} = \frac{.04}{.15}$$

0.15 之脂肪乘 2.3=0.34 之醣類。

$$\frac{5.61}{5.97} \text{ 醣類總量}$$

$$\therefore \text{蛋白質總量} = 0.81 : 5.97 = 1 : 7.37$$

飼料中最適宜於飼養牲畜的蛋白質比率，多隨牲畜的種類，及牠的生活情形而定。下列的比率，據說為各事例頗為適當：

極幼之牲畜，飼料之蛋白質比率大約應為	1:4.0
牛，在休息中的	1:11.0
牛，工作繁重的	1:8.7

牛, 工作較重的	1:6.0
馬, 工作較輕的	1:7.0
馬, 工作較重的	1:5.5
乳牛	1:5.0
產毛之羊	1:8.0
肥育之羊、牛、或豬	1:5.5

從前對於飼料的蛋白質比率，或許太過重視，肥育牲畜之時，尤其如此。如果僅計算真蛋白質，肥育飼料的蛋白質比率，可以比以前所主張的大得多，而仍頗經濟。據許多飼養試驗的研究所證明，如果所供給的蛋白質充足——比認為必需的要少得多——則肥育牲畜體重之增加，與其所消費的可消化性非含氮物質之量成正比例。這事實如為一般人所了解，肥育成本當可節省不少，因為蛋白質是飼料中最貴的成分。

飼料之熱值。——設飼料所含的含氮物質，足以補充所耗費的筋肉組織，且維持牲畜的健康，便可藉測定牠們的生熱能力，以計算牠們被牲畜消費時做機械力來源的相對價值。燃燒一分重量的三種飼料成分所生之熱的量，可藉溫度因該熱而昇高攝氏一度的水的量來表示。這些熱量如下：

脂肪	9300
蛋白質	4100
澱粉	4100
醣酸類(如天冬素)	3500

若要計算一種飼料之生熱能力或熱值，應將重量的可消化成分的比例，用牠們各個的燃燒熱來乘。這些乘積的和，便等於飼料飼養牲畜的熱值，就是牲畜消費一分重量的飼料所生的熱，能使其溫度升高 1°C . 的量。例如，假設我們要計算燕麥的熱值。

一分重量的燕麥含有 .092 分的可消化性蛋白質。

一分重量的燕麥含有 .473 分的可消化性醣類。

一分重量的燕麥含有 .042 分的可消化性脂肪。

$$\text{以各個的燃燒熱來乘} \begin{cases} .090 \times 4100 = 377.2 \\ .473 \times 4100 = 1939.0 \\ .042 \times 9300 = 390.6 \end{cases}$$

因此燕麥的熱值是 $\underline{2706.8}$

照此計算，飼料的熱值區別甚大。玉米差不多有 3500，而根菜類則十分低，蕪菁僅有 350 左右。

在牲畜體中，飼料多半是以下列三種方法被利用：

1. 促進生長及增加體重。
2. 修整並重造組織。
3. 供給熱及能。

這三種方法中所用的比例，因牲畜而大有區別。譬如，幼小的和在發育的牲畜，以及肥育而不運動的牲畜，第一法所消費的飼料總量的比例，較做笨重工作的成年牲畜為多。所以為一種牲畜所準備的飼料，其適當的量，當因情形而大有區別。

早在 1864 年, Wolf 氏已提出數種飼養標準, 這些標準經過了各次的修訂, 後人為飼料而設計時, 常用為根據。牲畜大小各不相同, 為免除這層影響起見, 特將每千磅體重每日所需的各種飼料成分的比例, 列入表中。

Wolf 氏飼養標準

	有機質 可消化性飼料				近似熱值 (英熱單位)
	總量	蛋白質	糖類	脂肪	
	磅	磅	磅	磅	
牛, 休息時	17.5	0.7	8.0	0.15	53,500
牛, 普通工作中	24.0	1.0	11.3	0.30	68,500
牛, 重工作中	28.0	2.4	13.2	0.50	59,000
馬, 輕工作中	22.5	1.8	11.2	0.60	74,000
馬, 重工作中	25.5	2.8	13.4	0.80	74,000
乳牛	24.0	2.5	12.5	0.40	65,000
粗毛綿羊	20.0	1.2	10.3	0.20	49,000
細毛綿羊	22.5	1.5	11.4	0.25	55,000
肥育牛					
第一期	27.0	2.5	15.0	0.50	76,000
第二期	28.0	3.0	14.8	0.70	79,000
第三期	25.0	2.7	14.8	0.60	77,000
肥育羊					
第一期	26.0	3.0	15.2	0.50	79,000
第二期	25.0	3.5	14.4	0.60	79,000
肥育豬					
第一期	26.0	5.0	27.5	27.5	133,000
第二期	31.0	4.0	24.0	24.0	115,000
第三期	23.5	2.7	17.5	17.5	82,500

乳牛的話，飼料應因乳量而異，或更好因乳中固體物的量而異。據 Lehmann 氏，牛的飼料，應因下表而生差別：

每牛每日產乳 (Wolff 氏活 重一千磅牛之 標準)	可 消 化 營 養 分				熱值之 卡數	蛋白質 比 率
	乾物質	蛋 白 質	脂 肪	糖 類		
產乳 11 磅	25	1.6	0.3	10	22.850	1:6.7
產乳 16 $\frac{1}{2}$ 磅	27	2.0	0.4	11	25.850	1:6.0
產乳 22 磅	29	2.5	0.5	13	30.000	1:5.7
產乳 37 $\frac{1}{2}$ 磅	32	3.3	0.8	13	33.700	1:4.5

關於飼料，尚有一要點，就是供給充分的礦質，尤其是石灰及磷酸鹽，以應牲畜的需要。尤其是幼小的牲畜，如果飼料中缺乏這些成分，便會影響發育。所幸有許多濃厚飼料，例如油粕，因富含氮素及脂肪而被認為有價值的，也富於灰分。玉米及大米，在這屬上，許是最劣的飼料。

據最近之研究所示，飼料中鹼性材料與酸基之比，甚為重要。例如在穀類中，鹼類(石灰及鎂)之量，較磷酸之量為少，所以完全穀類的飼料，對馬當是不大適宜，會促起某種的骨病。英格蘭氏取患有某種骨病的牲畜的骨頭研究其成分，得一結論，即牲畜飼料所含的石灰，至少應與磷酸一般多，否則骨頭的適當營養，便受影響。現將各種飼料中石灰與一分的磷酸之比，列表如

下:

種子		飼料作物	
蜀黍	0.02	小麥全部	0.66
玉米	0.01	燕麥全部	0.77
大麥	0.06	粟芻	0.94
小麥	0.07	苜蓿芻	1.68
燕麥	0.16	英國苜蓿芻	2.27
根莖類		甘蔗	2.24
馬鈴薯	0.17	紅金花菜芻	3.60
蕉薯	0.83	紫苜蓿芻	4.78

可見一切植物的種子，和葉比較，都是含石灰較少而含磷酸較多，可是穀類的話，便是全部植物，所含的磷酸也比石灰多上不少。

因骨之構成關係，飼料應當富於灰分一層，已久爲人所知，不過重要的乃是石灰與磷酸之比，這事實則向來未被注意。例如，麩皮已被公認爲富於構成骨頭的材料，但由在這所述的觀點看來，牠爲骨的發育當是極不適當，因爲據分析所示，牠約含有本身乾重量 3.3% 的磷酸，但石灰則僅有 0.3%，就是 1.0 的磷酸，僅有 0.09% 的石灰。據實際經驗所示，麩皮食得極多的牲畜，易於患一種怪異的骨症，稱爲「磨坊馬症」(millers' horse disease)，或「麩皮骨軟病」(bran rachitis)。

南非洲各地流行一種「骨質疏鬆症」(osteoporosis) 英格

僑氏相信其主因乃是專以燕麥稈爲飼料的，或以燕麥稈和玉米稈爲飼料的，這飼料所含的磷酸超過石灰太多。

飼料灰分之又一機能，乃是供給牲畜分泌各種消化液時所需的某種物質，例如供產生胃液中氫氯酸的氯、唾液、胃液、及其他分泌物中所含的含鉀化合物。有些地方，可用的天然飼料中，缺乏這些物質，於是爲維持牲畜的健康計，乃不得不人工地以 licks：意爲供舔舐之物，產天然陸面野獸羣來舔舐之地，亦稱 licks) 的形式供給牠們，licks 平常多半是由食鹽製成，常略含硫，有時含有一種鐵的化合物如硫酸亞鐵。幼小的反芻類，也曾發見，需要一定重量的粗飼料，假如全吃一切必需的成分無不具備的豐富的濃厚飼料，竟會因以死亡。

牲畜所需的「水與乾飼料之比」，顯然在牛最大，在羊最小，而馬的需要，則在二者之間。在羊，水與乾物質之比，據說約爲 2:1，在牛約爲 4:1。如吃含水較這爲多的根菜，則飼料中略加油粕或粗粉形式的乾飼料，其經濟頗爲顯明。法國的馬曾被發見，當休息時，水與乾飼料之比爲 2.1:1，而當工作時則爲 3.6:1。肥育牛的話，比率曾被發見爲每磅的乾物質，對 1.6—3.4 磅的水，較大量的是當飼料最富於蛋白質時所消費的。牛平常每日飲八至十加倫的水，但若飼以根菜，則飲水便少得多。

維他命 (vitamins)。——「牲畜所需的有機物質營養料，除

蛋白質脂肪質及澱粉質以外，還有一種維他命。維他命不但爲人類所必需，即對於牲畜也極有關係。維他命究爲何種原質及其本態如何，尙不可知，即其種類有若干，亦待研究而開發，其發見之原因，在西歷一八八一年英人 Hopkins 者，發見以各營養素混合飼養動物，仍不能維持其生命，然後荷蘭醫家 Nykman 等漸次研究，始知體軀構成之重要者，尙有種種之維他命。其後逐漸研究，至今發明而被認爲成立者。約有五種，茲略述之：

(1) 維他命 A 此素溶解於油脂，而不溶解於水。缺乏時則幼小時不能發育，發生佝僂病，成年則發生眼病，此素畏酸化及氧化，遇之則受破壞。

(2) 維他命 B 此素溶解於水，不畏酸及氧化而畏鹼性，缺乏之則成長停止，發生腳氣，有害心臟。

(3) 維他命 C 此素溶解於水，不能耐熱，過攝氏五十度即破壞，可貯存於酸性內，則不畏破壞。缺乏之則發生壞血病。

(4) 維他命 D 此素與日光極有關係，於一定時內受紫外線照射，即產生此素。缺乏之則發生佝僂病，艱於行動。

(5) 維他命 E 此素缺乏之則生殖停頓，牡者生殖細胞顯見破壞，牝者卵巢亦受障滯。即一有胎兒，一缺此素，亦即停止發育而死。(註2)

據美國農業部出版之一九三四年農業年鑑所載，據美國乳

坊飼料之試驗，粗飼料中的維他命 A 頗為重要。「有試驗場若干處，尤其是密希根省試驗場對這問題從事研究，證明乳牛若僅吃穀類及精飼料，不能發育。這些飼料缺乏數種營養要素，而這些要素由放牧草及優良的乾芻來供給，最為容易。所以要發見何種乾芻或粗飼料，含有這些營養要素最多，並且極力研究牠們的化學的及其他的性質。

最近十五年來，畜牧局及乳業局對於各種乾芻及粗飼料的營養性質，曾有精密的研究。這研究包括兩種工作。第一，用穀類與各種粗飼料混合起來，飼養牛及牛犢，且對牠們的發育、乳量、繁殖、一般的健康，及壽命，加以觀察。第二，進行別種工作，以極力測定飼養試驗所得的結果，是由於所用的粗飼料的那一種化學的及其他的性質。（按鬼蠟燭英名 timothy 或譯為鐵馬針及肥馬草）。

至今研究得最廣的各種粗飼料，為美國標準等級的一級紫苜蓿芻，及三級鬼蠟燭芻。一級乾芻是趁開花時或開花前割取，加以處理，使其青色保留，且在紫苜蓿或金花菜的話，並保留其葉子。三級乾芻是因於結籽期中割取，或因於氣候不良時處理，以致喪失了牠的青色及一部分的葉子。

黃牛用優良的穀類混合物與一級紫苜蓿乾芻混合起來飼養，但不吃放牧草，則體軀健全，生育良好，產乳在平均乳量以

上，至七年之久。可是黃牛若用同一的穀類混合物與三級鬼蠟燭混合起來飼養，總沒有能生存，或能生育至三年以上的。牠們多半是吃了這種飼料六個月後，即開始早衰，衰弱，若是牛犢就會死亡，且在三年以內，牠們或則停止生育，或則病死。乳量在頭兩年中，尚無顯著的影響，但以後在能懷孕的牛，則大為減少。……」

吾人久知，紫苜蓿所含的蛋白質及石灰，都比鬼蠟燭多得不少，並且優良乾芻所含的可溶性蛋白質及可溶性營養分，都略比惡劣的乾芻為多。但據乳業局及各試驗場的試驗所示，這些易於表現的化學上的區別，別有一種能為上述飼養試驗中所得結果間的區別的原因。

可是乳業局舉行試驗時，曾將所用的各種乾芻中的維他命 A 加以測定。據結果所示，紫苜蓿所含的乾芻多於鬼蠟燭；而一級乾芻所含的維他命 A 多於三級。這工作尚在很早的發展階段中，所得的數字必須認為是近似的。據那些數字，一級紫苜蓿所含的維他命 A，約多於三級鬼蠟燭三十倍，而三級紫苜蓿和一級鬼蠟燭所含的維他命 A 的量，則在上兩個量之間。據其他工作所示，優良的放牧草，所含的維他命 A，確比任何種類的乾芻為多，並且胡蘿蔔，尤其是深橙色或黃色的，富於維他命 A。

試驗工作中所用的各種乾芻的維他命 A 含量，被認為是在發生結果中的區別上佔重要地位，有好些理由。第一，與乾芻同

用以飼養的穀類及精飼料，已知其所含的維他命A比優良的紫苜蓿多得不少。第二，人多知道，飼料中缺乏維他命A，則阻礙發育，影響繁殖，且使牲畜易於受病。這些情形，在用三級紫苜蓿乾芻，及鬼蠟燭乾芻所飼養的牛及產子，都觀察過。最後曾發見，牛犢僅吃三級鬼蠟燭乾芻與穀類，和用三級鬼蠟燭乾芻飼養所得的乳混合的飼料，雖總會死，但如於這些飼料中加鱈魚肝油，則牛犢仍能生活且發育健全。所以，我們應當相信，優良的乾芻，在冬季飼料中極關重要，牠所含的維他命A是一有力因素，不過如果現在便假定這是唯一的重要營養要素，富含於優良的乾芻中，而穀裏則感缺乏，則尚未妥。

上述之工作，可說是證明粗飼料是乳牛的維他命A的主要來源。各種粗飼料所含的維他命A，多少大不相同，且飼養乳牛的人對於飼料所含的維他命A，並須與所含的蛋白質及可消化性營養分總量同樣地看重。

飼料成分之經濟的價值。——如果可能的話，則於由分析而為飼料估價時，採用一種與前述為肥料估價的方法相似的方法，就是給蛋白質，脂肪及醣類以「單位價」(unit values)，使每噸的價值可以算出，當極便利。不過，這種方法並不完全有效，因為有些飼料性質，如香及味，無法加以計算，因為動物對於牠們的養料，比較植物苛求得多。

取多種飼料之（英國的）市價（這當然是有漲、落的）為基礎，曾估計出，可消化性的醣類、脂肪、及蛋白質的價值，是成 1:2.5:2.5 之比。

在英國，可消化性的醣類，可算為每噸每單位約值一先令三辨士。因此可消化性的脂肪及蛋白質，便每噸每單位約值三先令一辨士半。要計算每噸飼料的價值，可消化性的脂肪及蛋白質的百分數，應當加在一起，牠們的和用 2.5 乘，加上可消化性的醣類的百分數，所得的商便是飼料單位之數。飼料單位用一先令三辨士乘，便得價值。實際可以看出，醣類的總和約算為每單位值一先令，而脂肪及蛋白質的總量，每單位值二先令六辨士，則依這根據而計算的每噸價值大致是準確的。

飼料之肥料價值。——測定飼料之相對價值時，又有一重要因子，即飼料對於使吃牠的牲畜的糞便富含價值的氮、磷、鉀、三要素的效應。富於氮素的肥料，多半也富於磷酸及氧化鉀，例如油粕，對於吃牠的牲畜的糞肥，效應頗著，如果牲畜生長不速，或不產乳，則尤其如此。牲畜為構造新的組織，所留下的氮素不一，磷酸的比例較小，但氧化鉀完全沒有；其餘的終於歸入糞便之中。

「用飼料價值低的飼料飼養牲畜，所排泄的糞便的肥料價值也低，這頗顯而易見。反之，若用養料豐富的飼養，所排泄的糞便

價值也高。試舉一例為證，牛若僅吃麥稈，則牛糞的價值低，但若吃良好的金花草芻，所排泄的糞便價值便大得多。為對這點做進一步研究起見，試一考慮下列的 Morrison 氏所發表的數字。

(註七)

飼料與畜產中肥料成分表

	肥料要素量			每噸之 肥力價	每噸之 肥料價
	氮	磷	鉀		
精飼料					
二號馬齒種玉米	1.50	0.27	0.31	4.29	2.34
燕麥	1.02	0.23	0.10	5.46	2.07
小麥	2.10	0.43	0.34	6.13	3.37
麸皮	2.53	1.32	1.21	10.06	5.03
大豆	5.90	0.60	1.91	16.64	9.05
亞麻仁餅	5.63	0.86	1.37	15.87	8.63
棉子餅(含蛋白質13%者)	6.91	1.11	1.36	19.36	102.1
乾血粉(含蛋白質80%者)	9.81	6.21	0.16		
粗飼料					
鬼蠟燭芻	0.99	0.14	1.36	4.73	2.45
紅金花草芻	1.80	0.18	1.58	6.16	3.60
紫苜蓿芻	2.35	0.21	2.02	8.07	4.62
燕麥稈	0.61	0.13	1.65	3.70	2.31
玉米稈青貯料	0.37	0.06	0.30	1.31	0.75
畜產品					
肥糞	2.50	0.50	0.14	7.15	
肥豬	2.32	0.37	0.13	6.00	
牛奶	0.56	0.09	0.10	1.61	
奶油	0.14	0.02	0.01	0.37	

表中顯示每種飼料二千磅中所含的氮素、磷酸、及氧化鉀之量。每噸棉子餅之肥料價是十元二角一分，而每噸玉米稈青貯料的肥料價，僅有七角五分。由此可見，飼料的種類，大能影響所產的肥料之價值。

牲畜的年齡也能影響肥料價值。幼畜由飼料所取得的養料，比較老畜為多。幼畜吃飼料以供發育。老畜則僅為維持體重而吃飼料。因此幼畜由飼料取得的養料較多。牛類能消化牠的飼料中養料的五成，但老牛所能消化的養料，還不上二成。老畜的糞所含的肥料，較幼畜為多，便是因此。」

農場上所消費的飼料之肥料價值，固極重要，但農人應當記得，化合氮能以硝酸鹽或銨鹽的形式購買，其價格常比油粕或其他種精飼料低廉得多。

Lawes 與 Gilbert 二氏，曾將以普通飼料供給肥育的牛、羊時的肥料價值，做過精密的試驗。Voelcker 與 Hall 二氏，又將該試驗的結果，加以修正，發表了一種表。該表是假定，氮素的一半，磷酸的四分之三，及氧化鉀的全部，被排洩於糞便中，又假定氮素每噸每單位值十二先令，磷酸每單位值三先令，氧化鉀每單位值四先令。下列的表是根據中國的市價（二十五年夏）而編定，假定氮素每擔單位值四角三分，磷酸每單位值二角二分，氧化鉀每單位值一角三分五厘。

飼 料	氮		素		磷		酸		氧 化 鉀	
	飼料中 之百分價 數	價值之 半對於 莖中	飼料中 之百分價 數	價值之 半對於 莖中	價 值	價 值	價 值	價 值	飼料中 之百分 數	每單位 價值全 莖中
棉子餅, 去殼的	6.90	2.97	1.48	3.10	0.68	0.51	2.00	0.27		
棉子餅, 未去殼的	3.51	1.52	0.76	2.00	0.44	0.33	2.00	0.27		
亞麻子餅	4.75	2.04	1.02	2.00	0.44	0.33	1.40	0.19		
亞麻子	3.60	1.55	0.78	1.54	0.33	0.24	1.37	0.18		
棕果餅	2.50	1.08	0.54	1.20	0.26	0.20	0.50	0.07		
椰子餅	3.40	1.46	0.73	1.40	0.30	0.23	2.00	0.27		
桑子餅	4.90	2.11	1.06	2.50	0.55	0.48	1.50	0.20		
普通豆類	4.00	1.72	0.86	1.10	0.21	0.18	1.30	0.18		
豌豆類	3.60	1.55	0.78	0.85	0.19	0.14	0.96	0.13		
小麥	1.80	0.77	0.39	0.85	0.19	0.14	0.53	0.07		
大麥	1.65	0.71	0.36	0.75	0.17	0.13	0.55	0.07		
燕麥	2.00	0.88	0.43	0.60	0.13	0.09	0.50	0.07		
玉米	1.70	0.73	0.37	0.60	0.13	0.09	0.37	0.05		
米粉	1.90	0.81	0.41	0.60	0.13	0.09	0.37	0.05		
木豆	1.20	0.51	0.26	0.80	0.17	0.13	0.80	0.11		
麥芽	1.28	0.55	0.28	0.80	0.17	0.13	0.60	0.08		
麥芽根	3.30	1.67	0.84	2.00	0.44	0.33	2.00	0.27		
獸皮	2.50	1.07	0.54	3.60	0.79	0.59	1.45	0.20		
酒精, 乾的	3.30	1.41	0.71	1.61	0.35	0.26	0.20	0.03		
酒精, 濕的	0.81	0.34	0.17	0.42	0.09	0.07	0.05	0.01		
金花菜筍	2.40	1.03	0.54	0.57	0.13	0.10	1.50	0.20		
葛葉筍	1.50	0.67	0.34	0.40	0.09	0.07	1.63	0.22		
小麥稈筍	0.45	0.19	0.10	0.21	0.05	0.04	0.89	0.11		
大麥稈筍	0.40	0.17	0.09	0.18	0.04	0.03	1.00	0.14		
燕麥稈筍	0.50	0.21	0.11	0.24	0.05	0.04	1.00	0.14		
飼料苜蓿	0.22	0.09	0.05	0.07	0.02	0.02	0.40	0.05		
燕青甘藍	0.25	0.11	0.06	0.06	0.01	0.01	0.22	0.03		
燕青	0.18	0.08	0.04	0.03	0.01	0.01	0.30	0.04		

牲畜對於水之需要。——水在牲畜經濟中，佔一主要地位。牠不但是—種不可或缺的養料，而也是一切生活過程在其中進行的介質。一切的養料，養料藉以消化且被利用的酵素，以及這些作用的產品，都藉水來溶解輸送。牛乳及其他分泌物的構成，及體中糞便等物的移去，也需要牠。並且牠在調節體溫上，佔最重要地位，因為當水變成汽時，吸收大量的熱，因而經皮膚及肺而由身體移去。體中因飲食充足而發生的過剩的熱，便如此地被移去，身體便不致於過熱。

水在牲畜體中之機能，既是如此多方面的且頗重要，所以水的供給缺乏較久，何以即發生嚴重的結果，並不難以明瞭。這種缺水的最初效應，乃是消化及再吸收的活動力鬆弛，含氮廢料不能由體中完全排泄。如果水的供給繼續缺乏，則血液逐漸變為濃厚，體溫增高，作以熱病的情形，加以身體組織的廢棄較速，牲畜不久便會因以死亡。絕對缺水的效應，在作用上比較作着絕對缺乏飼料的效應，確更為嚴重且更迅速。尤其是幼小的牲畜，如果水的供給缺乏或不規則，在發育上極易發生影響。

牲畜飲水過多，並無妨礙，但因飼料中包括有水分過多的物質，或食鹽等刺激渴覺的物質，以致迫得飲水過多時，不在此限。不過如果飲水過多，為期長久，則組織中逐漸有水積蓄，終於變為膨脹腫脹的性質，牲畜之消化力，也將減少。並且，由體中排泄

過剩的水，足以消耗飼料中的能，可供生產的過剩的能，因之大為減少。

關於飲水過多對於牛乳生產的確切效應，各方意見不能一致，但乳量或許可在狹窄的限度以內，暫時增高。

牲畜隨其自由飲水時，所能消費的水的量，因各個體而大有差別，便是同一的個體，在不同的飼養，溫度，及大氣濕度的情形之下時，也有差別。乳畜所需的水，較同類的役畜為多，而役畜又較肥育的牲畜為多。幼小的牲畜所飲的水，照牠們大小的比例上，較成長的為多，瘦的較肥的為多。有好些物質，例如食鹽及糖，如果吃得過多，則飲水便因以增加。

由上所述，可見關於各類牲畜所需的水的量，不能下一定則。可是照正常的飼養，於尋常的溫度，能隨意飲水的牲畜所消費的水（包括飼料中之水），大概如下：

	飼料中乾物質每 磅所消費之水
馬	2.3 磅
綿羊	2.3 磅
牝牛	3.5 磅
牝牛	4.6 磅
豬	6.8 磅

水之大部分，於必要時，可用含水多的飼料的形式供給，但還不甚妥當。的確，飼料含水無論如何豐富。牲畜祇要能隨意飲水，多

半是會再飲小量的水。由上列的數據，可見在尋常的牲畜中，豬吃含水較多的飼料，最為適宜，至於馬及綿羊所飲的水，必須比較地少。

牲畜所飲的水，溫度應在華氏五十至六十度之間。如果比這冷得多，就會引起胃粘膜炎，或致發生更嚴重的病症。並且將冷水加熱至體溫所需的熱量的供給，會將飼料中的熱能移去不少。爲這同一的原因，與其一次供給大量的水，不如分爲數次供給。

關於以水供給牲畜之最佳方法，Kellner 氏的主張如下：牛應於每次飼餵時吃過第一次乾飼料後，便給以水，並須儘量地供給。馬最好於飼餵前飲水，否則一部分的穀類飼料，會由胃沖入腸中，不能完全消化。馬受熱過甚，或久未飲水，則給水時，必須極爲謹慎。牠們應當先讓其略涼，且恢復正常的脈搏及呼吸速度。過熱的馬，最好先餵一點乾草，或略用水打濕，以後每一刻鐘給水一次，最初甚少，每次逐漸增加。豬、羊、及幼小的牛、馬，可以自由飲水，毫無妨害。

牲畜所消費之水。——牲畜的理想的飲用水，應是純淨的，既不過硬，又不過涼。硬度應不超過二十度（即十萬分之二十）左右，但同時不得過低，因爲飼料中若缺石灰，則可賴水中的石灰以資補充。在發育的及產乳的牲畜，最要緊的是水不得過軟。否則便會發生骨病。過硬的水（如五十度以上），足使消化增加困

難，且確常為馬所拒絕，各種牲畜對於所供給的水的品質，以馬為最苛求。牲畜大概歡喜飲河、湖、池、塘的軟水，甚於最佳的泉水或井水。用水煮飼料時，硬度也應加以考慮，因為有不少飼料（如豆類及根菜類的），如用極硬的水來煮，會變堅硬，不易消化。

富於鐵質的水，在澤地常有存在，顏色雖黃而放置稍久則黃色消失，因此可以辨認，據說能使乳量減少，所以乳牛不宜飲用。有人主張，馬和綿羊也不可飲這水。綠水的顏色，多半是由於有藻類存在，如果並無其他的不潔，便可安全地飲用。

渾濁的水，雖經久置也不澄明，便是為植物質或動物質所弄污，所以應當認為是可疑的水。若含有大量的腐敗菌，病原菌，或其他微生物，就必須屏棄不用。除能引起胃腸粘膜炎及瀉症外，這種弄污的水也常為腸蟲及其他寄生蟲的來源；馬、羊、及各種幼小的牲畜。最易遇到這種性質的病患。有好些被弄污的水，確無妨害，不過飲用不潔的水，危險過大，還是不用的好。雨水會被完全弄污的可能，並且水質過軟，僅可於毫無他種水之時，可用之時，給牲畜飲用。

能毒害或傷害牲畜之雜草——田野間有好些雜草，含有毒性或傷害性，如為牲畜所誤食，必致引起嚴重結果。現將 Morse and Palmor: *British Weeds* 中所載的這些雜草列表如下：

〔表中並不要將所有的有毒植物，都包括在內，所提及的祇

是那些以雜草存在的。

這些雜草可藉三種方法來傷害牲畜，所以可分為下列的三類：

- (1) 會引起死亡或重病的毒草（表中有幾種僅有有毒的嫌疑，但尚未確實證明有毒）。
- (2) 引起機械的傷害，或內部的阻礙，或使消化發生困難的草。
- (3) 為乳牛所食，會使乳及乳製品變色的草。

蕎麥蔓 (black bindweed, *Polygonum Convolvulus*) 與玉米同飼牲畜時，種子會引起機械的傷害。據說馬匹有因以致死的。

旋花 (common bindweed, *Convolvulus arvensis*) 據說如果大量地吃，對於牲畜有傷害的影響，有些豬的斃命，疑心是牠在作祟。小量則似乎無害。

金雀花，一名黃雀花，一名飛來鳳，一名金雀兒 (common broom, *Cytisus scoparius*) 含有麻醉性毒質，確能毒殺牲畜。可是在正常情形之下，牲畜不會把牠吃至能致傷害的量的。

列當 (lesser broomrape (*Orobancha minor*) 有有毒的嫌疑，但牛、馬有吃過而未受傷者。

毛茛 (common buttercup, *Ranunculus acris*) 這種和下

列一種的都有毒，常被證明過，牲畜如於新鮮時，將其大量吃食，能被毒斃，但如製成乾芻，便不能為害。牛吃毛茛的極少，但如果吃的話，則乳味變苦。

松葉毛茛 (creeping buttercup, *Ranunculus repens*) 這是毒性最輕的毛茛，不過據說綿羊有因以致命的。

羅馬加密列 (corn chamomile, *Anthemis arvensis*) 未聞有毒的效應，但種子則含有氫氰酸。如為乳牛所食，會使乳及乳油發生不良的氣味。

小毛茛 (lessercelandino, *Ranunculus ficaria*) 有毒，與同屬的別種相同，據說曾有牲畜因以致命。

野芥 (common charlock, *Brassica sinapis*) 性質與芥相似，種子如為牲畜所吃，頗為危險。其餘各部分則都無害，如果於開花前為牲畜所吃，頗為安全。種子有混入油粕中的，使吃油粕的牛、馬，發生嚴重的結果。

繁縷 (common chickweed, *Stellaria media*) 不含毒性，易為牲畜所食，但會使羊發生嚴重的不消化病，羊羔常因以斃命。可是，豬吃了則無傷害。

鐵線蓮 (wild clematis, *clematis vitalba*) 全部有毒，但毒死之事很少。牠是一種劇烈的瀉劑及刺激劑。

剪夏羅 (common corn cockle, *Lycnis githago*) 含有

毒質，主存於種子中。這植物本身似乎無毒，也不會為牲畜所吃，但種子研成粉時，則僅能將一切家畜毒斃，如誤混入麵包中，則也能將人毒死。所以剪夏羅是一種極危險的雜草，應當極力將其消滅。

Purple cow-wheat (*melanopyrum arvense*) 有有毒的嫌疑，但如果吃得不多，則雖無害。小麥中混有這種子時，麵粉便微帶紫色，且臭及味，皆變惡劣。

石龍芮 (colery-leaved crowfoot, *Ranunculus scellaratus*) 有劇毒，許是毛茛屬最毒的一種。牲畜常因誤食這草，消化器官發炎而死。

莨絲子 (clover dodder, *Cuscuta trifolii*) 有有毒的嫌疑。

Water Dropwort (*Oenanthe crocata*) 為水荻屬之一種，在英國許是最毒的植物，各種牲畜都常因以斃命。各部分都有毒，不論是青的或是乾的。

Dyer's Greenwood (*Genista tinctoria*) 沒有飼料價值，據說如果為牛所吃，乳便變色，所幸牛吃這草的很少。

Water figwort (*Scrophularia aquatica*) 據說有羊為這植物所傷害，但顯然不是致命的。

瀉麻 (purging flax, *linum catharticum*) 有具有毒性的嫌疑，但或許要大量的才能引起傷害。

野葱(crow garlic, *Allium vineale*),

毒麥(darnel grass, *Lolium temulentum*) 自古以來就認為是一種有毒植物或有害植物。毒性是由於一種菌，名為 *Endoconidium temulentum*，有時存於種子中。這草的其餘部分，對於牲畜十分無害，但種子總是會有毒的，雖則不常致命。不過曾有馬、牛、羊、豬因以斃命，而人類也有因以發生嚴重結果的。

問荊，又稱筆頭菜，一名接續草(field horsetail, *equisetum arvense*) 據說有毒，對馬尤其如此，對羊則程度較輕。青時比較無毒（按其頂端有繁殖器，如筆頭狀，孢子綠色，稱之為筆頭菜，且供食用）；在美國則曾經證明，馬有因吃大量的這菜的乾芻而被毒斃的。犬問荊(marsh horsetail, *E. palustre*) 則確實有毒，受害的以牛為主，因為別種牲畜是不吃這草的。

黃鸞尾(yellow iris (*Iris pseudacorus*) 為鸞尾之一種，據說於牛有害。

Common lousewort (*Pedicularis sylvatica*), Marsh lousewort(*Pedicularis palustris*) 這兩種都是白花菜屬，且都多少有毒，但前者在未長大時，被認為無毒，而後者則性極毒。

Corn marigold (*Chrysanthemum segetum*) 為菊屬之一種。種子以大量存於糞中時，頗為有毒，這種糞，雖蒸熟後再用，也不安全。

Stinking maywood (*Anthemis cotula*) 種子極毒，含有這種籽的柢樁應當焚燒。常使吃殘株的羊，鼻子上發生膿瘡。這毒物有毒性的嫌疑，但牠的氣味及味道，都頗惡劣，使牲畜不敢問津。

Annual mercury (*Mercurialis annua*) 爲山靛屬之一種，是一種有毒植物。人及各種牲畜都有因牠而中毒的。不過通常不受牲畜的歡迎，但如製成乾芻，便無毒了。

黑芥 (Black mustard, *Brassica nigra*) 與野芥相同，種子對於牲畜是有毒的。

蒜芥 (garlic mustard, *Sisymbrium Alliaria*) 有毒，與野芥相同，這是由於種子中所含的油。

龍葵 (Black night shade, *Solanum nigrum*) 是一種有毒植物，含有茄精 (solanine)，即是馬鈴薯莖葉中所含的毒素。人、畜都有被牠毒斃的，但這植物的毒性顯然差別甚大，因為常有吃了而不中毒的。

假荷蘭芹 (fool's parsley, *Aethusa Cynapium*) 全部臭面有毒，對人、畜皆能毒害，毒素許是生物碱的 (Coniine) 會引起泄瀉、熱病、一部分癱瘓，但有時吃了則沒有不良效應。

Water parsnip, (*Sium angustifolium*) 據說對牛有毒，但關於牠的性質，所知道的不多。

過藍菜，俗呼犁頭草 (common penny cross, *thlaspi arvense*) 無毒，但氣味及味道都極惡劣；如果為牛所吃，乳及乳製品都會大為變色，吃了這草的牲畜的肉，也能變色。

藜春 (spotted persicaria, *polygonum persicaria*) 有毒性的嫌疑，據說能使人、畜都能患一種皮疹。常用為牛、馬的飼料，牛、馬也喜歡吃，但據說豬羊吃了會被毒斃。

海綠 (scarlet pimpernel, *anagallis arvensis*) 含有一種麻醉性毒質，能刺激消化器管，曾有牲畜被牠毒斃，不過味道不佳，通常不受歡迎。

罌春花 (corn poppy, *papaver rhoeas*) 為罌粟屬之一種，本屬的各種都含有生物碱的嗎啡，對於各種牲畜，都極有毒，但因了氣味的關係，牲畜少有自動地吃牠們的。

野萊菔 (wild radish, *Raphanus raphanistrum*) 種籽的性質與野芥相似，對於牲畜有危險性。

兔兒傘 (common ragwort, *senecio jacobaea*) 據英國農業部所舉行的試驗，如果牛繼續地吃這草，會得慢性中毒。可是，當這植物在生長時，則牲畜避之若鶩，最危險的是以大量存於乾草中時。當新鮮時，對於羊類似是比較無害，但也應當謹慎，因為新西蘭有羊因吃這草而中毒的。

薺 (shepherd's purse, *Capsella bursa-pastoris*) 牲畜若吃

得多，會在胃中構成纖維質的球而使牲畜受傷。

雉子蓮(*Cotnnon silverweed, Potentilla anserina*) 牲畜若吃得太多，會發生危險。

酸模(*common sorrel, Rumez acetosa*) 有有毒的嫌疑，但試驗還未將這層證實。

小酸模(*sheep's sorrel, Rumez acetosella*) 能傷害牛、馬，但致命的頗少。

(Greater Spearwort *Ranunculus Lingua*), Lesser Spearwort (*Ranunculus Flammula*) 這兩種都是毛茛屬 都有與毛茛相似的毒性，後者極毒，常至毒斃牛、馬。前者則毒性較小。

纏子藤 (*caper spurge, Euphorbia lathyris*)；矮大戟 (*dwarf spurge, Euphorbia exigua*)；小大戟 (*petty spurge, euphorbia peplus*)；澤漆 (*sun spurge, eu;horbia Helioscopia*)；這四種大戟屬植物都是猛瀉性，且皆有毒，人、畜往往因以致命。可是，通常因了牠們辛辣的汁而不致被誤吃。

艾菊(*common tansy, Tanacetum vulgare*) 是一種有毒植物，據說曾有因牠而斃命，不過牛在正常情形之下，是決不吃牠的。

黃色柳穿魚(*yellow toadflax, linaria vulgaris*) 有有毒的嫌疑。

Common yellow rattle (*Rhinanthus vis-a-galli*) 據說種籽中含有一種毒素，牲畜如果繼續地吃成熟的這種草，會受傷害。

Spreading Hedge Parsley (*Caucalis arvensis*) 據說有毒，曾有牛及豬因以斃命，但關於牠的知識不多。

據一九三四年美國農業年鑑所載，牛、羊因毒草而受的損失甚大，每年平均差不多有六千頭牛及二萬七千隻羊，因以斃命。最常見的毒草是飛燕草屬(*Larkspur delphinium*)。國有林中所損失的牛、羊，多半應由這些植物負責。據畜業局研究的結果，正常的飛燕草未長花苞時的葉子。如於一小時以內，祇要吃到牲畜體重的 0.5%，便會使牲畜中毒，0.7% 就會將其毒斃。當這生長期中，葉的毒性約抵葉的一半。草長得愈老，毒性愈小，除非吃得較多。如於較長的時間吃一定重量的飛燕草，則中毒的可能性較小。所以，活的飛燕草若非集於一處的，牲畜損失的危險，便可大為減少。

傷害牲畜之菌類。——「牲畜的健康，有時嚴重地為菌類所影響，菌類雖僅間或地真使牲畜死亡，但常引起某種疾病，或使健康受損害。

這種困難的原因，以潮濕的收割或保藏不妥善的飼料作為最普遍，因為牠發霉，發生多少的腐爛；有害的許是黴菌，而非

飼料本身。通常被發見與儲藏的飼料在一起的菌類為葡萄菌屬 (*Botrytis*)、麴菌 (*Aspergillus Europtium*)、青黴及卵黴、或絲狀菌 (*oidium*)。這些菌類似有二種重要的毒害效應：(1)妨害消化器管及排尿器管，(2)妨害中央神經系統。在前者中，可發生痙攣、膨脹、腹瀉、或胃炎，有時則是排泄過多。對於神經系統的效應，可藉萎靡不振、行步蹣跚、目光遲鈍、癱瘓、尤其是身體後部的癱瘓，以為證明。為害最烈的菌類，許是麴菌，牠使各種的牲畜染患一種肺炎，症狀多與結核相同。

其他與飼料有關係的菌類，乃是那些侵害活植物的，如草類、穀類、及玉米的黑穗病菌、小麥的的腥黑穗病菌、禾本科植物的稈的銹病菌及黴菌，以及黑麥及草類的麥角病菌。……牲畜吃了麥角便受傷害。據醫學專家說即小量的麥角，便足以傷害或毒殺一匹馬，一頭牛，或一隻羊。且麥角的毒是積聚性的，多吃幾次的小量，與少吃幾次的大量一般的危險；牠能引起癱瘓、抽搐、癲狂，或角、蹄、尾、耳，及乳頭的死肉症。一般人信麥角能使孕畜流產，但關於這層的證據，尚不能作為結論。英國的麥角中毒，多半許是由於用染病黑麥，做黑麥及紫雲英等作物的綠肥，讓麥角生長，直待穀粒長成。穀中的黑穗病及腥黑穗病，能使雞患一種肝病，*Puccinia* 中毒，無疑地是因為用發霉的乾芻飼養牲畜，以致使其受傷。

我們關於這問題的知識，雖然範圍不廣，又未確定，可是受了菌類的影響的飼料，會因所消費的量，而多少發生妨害，則是無疑的」(註七)

(註一) 中國農業之改進 二十三年出版 139 頁

(註二) 同 上 140 頁

(註三) 中國經濟年鑑 121 頁

(註四) 中國農業之改進 143—144 頁

(註五) 樂農文庫 二十三年出版 畜牧篇 13; 14; 15 頁

(註六) Morrison: Feeds and Feeding, 1936.

(註七) F. T. Bennet: Outlines of Fungi and Plant Diseases, 1921. pp. 159; 213—244.

第十章

乳業

乳業包括着兩種職業，一是乳農業，或是乳的產生，一是乳工業，或是乳與乳製品的販賣及製造。本章對這兩種職業，均將加以討論。

乳是一種有價值的農產品，牠本身及由牠所製成的各種產品，在商業及工業上，都甚重要。

乳是牠的哺乳動物特有的腺的分泌物，供新生產的動物的營養之用。

各種哺乳動物的乳，在成分及性質上，大有區別。黃牛的乳，最為重要。

飼料與生產之關係。——「三十五磅的乳中，約含有可食的乾物質三磅；二磅的牛乳中，約含有十分七磅；十分四磅羊肉中，約含有八分一磅；豬肉中平均含有五分二磅；四分三磅雞肉中約含有四分一磅；八個雞蛋中，約含有可食乾物質四分一磅。

根據此項計算，則各種牲畜產出產品中的可食乾物質一

磅，所需要的飼料中的乾物質如下。因了各類的個體間的區別，所以在這計算之後，加了 Jordan: Feeding Animals 中的數據，這數據包括可食的同體物，每增產一磅所需的可消化性物質。

飼料與生產之關係

牲畜之種類	乳牛	豬		雞	羊	菜牛
	乳	肉	蛋	肉	肉	肉
產生產品中可食的乾物質所需之食物中之乾物質	5磅	8磅	11磅	15磅	17磅	23磅
增產可食的乾物質一磅之可消化性有機質	5.5磅	6.1磅	19.6磅	23.1磅	37.9磅	38.3磅

一磅的牛、羊肉的形式的產品，其生產費要比牛乳及豬肉貴三、四倍，難怪菜牛及羊日見減少。(Harper: Breeding of Farm Animals) 牛乳是生產費最低的動物性食品所以極應加以提倡。

乳的成分可以分別如下：

水	糖
脂肪	灰分
蛋白質	

乳之脂肪。——在化學組織上，與第五章所說明的動物的及植物的油類及脂肪類相類似，就是牠是由脂肪酸類的甘油基化

合物而成。牠的主要區別，在於除了別種油類及脂肪類所含的油酸、脂蠟酸、及棕櫚酸等。重要酸類以外，更含有低原子量的酸基。乳油脂肪，與一切油類及脂肪類相同，是各種酸類的甘油基鹽類的複雜混合物。

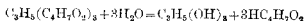
據最近的研究所，一百克的乳油脂肪產生 92.73 的脂肪酸類，所含的酸類如下：

二羧脂蠟酸(dihydrozysteareic acid), $H \cdot C_{18}H_{33}(OH)_2O_2$	0.38 克
油酸(oleic acid), $H \cdot C_{18}H_{33}O_2$	44.42 克
脂蠟酸(stearic acid), $H \cdot C_{18}H_{35}O_2$	3.40 克
棕櫚酸(palmitic acid), $H \cdot C_{16}H_{33}O_2$	14.83 克
豆蔻酸(myristic acid), $H \cdot C_{14}H_{27}O_2$	16.43 克
月桂酸(lauric acid), $H \cdot C_{12}H_{25}O_2$	5.01 克
羊脂酸(capric acid), $H \cdot C_{10}H_{19}O_2$	1.10 克
亞羊脂酸(caprylic acid), $H \cdot C_9H_{17}O_2$	1.16 克
次亞羊脂酸(caproic acid), $H \cdot C_6H_{11}O_2$	1.64 克
酪酸(butyric acid), $H \cdot C_4H_7O_2$	4.27 克
	92.73 克

可是 比例是不一定的，但應注意的重要事實，乃是乳脂肪中含有表中最後三、四種酸，而他種脂肪中則僅微見痕跡。這些酸類與高原子量酸類之不同處，在於能在蒸汽中揮發。乳油脂肪中揮發酸類的比例，佔脂肪的 7.5% 至 9.7 不等，而在羊脂中，則通常約有 0.4% 的揮發酸類。

乳油脂肪也含有痕跡的羊毛脂 [(cholesterol), $C_{26}H_{48}O$], 及卵磷脂 [(lecithin), $C_8H_5(C_{18}H_{35}O_2)_2HPO_4 \cdot N(CH_3)_3C_2H_4O$] 及一種所謂「乳銻」(lacto-chrome) 而成分不明的色素, 羊毛脂多含於羊毛脂肪中, 而卵黃素則存於某種種子中, 尤其是豆類中所含最多。乳脂肪的熔點約為 $30^{\circ}-32^{\circ}C$. 當 $15^{\circ}C$. 時, 比重為 .930, 當 37.8° 時 (熔解的) = .9118, 當 39.5° = .9113. 凝固時發生收縮, 所以體積相等, 溫度相同時, 固態的乳脂肪比較液態脂肪為重。可是, 乳脂肪在成分及物理性上, 區別都大, 為飼料, 授乳期, 及乳牛生活的其他情形所影響。牠以微細的球形, 含於乳中, 直徑自 .0016 至 .010 毫米不等。Jersey 牛及 Guernsey 牛的乳中, 球的平均大小, 比 Ayrshire 中的要大得多, 新近分娩的牛的, 也比授乳已久的牛的為大。

乳脂肪變為腐臭時, 主要的變化是一部分的脂肪水解而成游離酸類及甘油。例如酪酸甘油化物 (butyric acid glyceride) 可如此地分解:



甘油有時氧化而成敗脂醛 (丙烯醛) [(acrolein), C_3H_4O], 或敗脂酸 [(acrylic acid), $C_3H_4O_2$]. 腐臭乳油所特有的氣味, 就是由於游離的揮發酸類。

蛋白質類。——關於乳中所含蛋白質的性質, 學者意見尚未

一致，有的研究者相信祇有兩種，或最多三種，可是又有人主張有五種以上。乾酪素及蛋白素兩種，則確有存在，並且最為重要。

乾酪素(casein) 最為豐富，遠非其他蛋白質所及。「本品為白色或淡黃色無臭顆粒性粉末。在水或他種中性之溶液中均不溶。但在氨溶液或氫氧化鈉溶液中，則均溶解。其與氫氧化鈉所成之溶液，往往為一種渾濁液。」(藥典)可溶於碳酸鈣或磷酸鹽的溶液中，不溶於稀酸中，但在濃酸則可溶解。

牠的成分是：

碳	53.30%
氫	7.07
氧	22.03
氮	15.91
磷	0.87
硫	0.82

乾酪素可用兩種方法凝固——藉加一種酸，或藉積胃膜(rennet)中所含的一種酵素的作用。若用稀酸，乾酪素雖凝聚而不起變化，乳凝塊差不多不含鈣的化合物。可是若用積胃膜，則乾酪素分解而成兩種化合物：一種與乳中所含的鈣鹽(以磷酸鹽為主)結合而成乳凝塊，與脂肪發生糾纏；別一種則仍溶解於乳清中，但加熱至 95°或 100°C. 可以凝聚。沒有鈣鹽時，積胃膜不

能使乳結成凝塊。這酶稱為凝乳酶，積胃酶，或胃酶(rennin, lab, chymosin, pepsine)，於 35°C. 時，作用最強，達 70°C. 時，即遭毀滅。牠含於多種獸類的胃中，尤其是在幼獸中的為多，而在鳥類、魚類、多數植物、及某種細菌作用的產品中，也曾發現具有相似性質的數種。

乳蛋白質 與血蛋白質相類似。牠完全溶解於水中，但將乳加熱至 72°C. 時，即凝聚而沈澱。用鉛、銅、或汞的鹽類，或用鞣素或酒精，皆易使其沈澱。成分與乾酪素相類似，但所含的硫約多二倍，而磷則完全沒有。

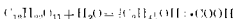
乳糖(milk sugar, lactose, or lacto-biose)。——凡獸類之乳中，皆含有乳糖，但這糖在植物中則不存在。通常與一分子的水結合，如 $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$ 的公式所示。本品係牝牛乳汁中所得之一種糖。本品為白色結晶性塊，或白色之粉末。觸於舌端，有砂狀之感覺。臭無。味微甜。露置於空氣中，不起變化，但能吸收臭氣。」(藥典)或結晶性塊的是斜方晶或單斜晶，於 130°C. 左右即失去水。可溶於水，在熱水中極易溶解。乳糖與葡萄糖相同，還原力頗強，能由硝酸銻銀(ammoniacal silver nitrate)將金屬銀沈澱出來，或由鹼性銅液，將氧化亞銅沈澱出來。

乳糖藉熱稀酸之作用，與一分子的水結合而成葡萄糖及分解乳糖(galactose)的混合物，這兩種糖皆為成分是 CH_2OH

(CHOH)₄CHO 的同質異構物。

有一種所謂**乳糖酶**(lactase)的酵素，能誘起同一之變化。

乳糖不容易起酒精發酵，但在某種微生物的影響下時，則極易起乳性發酵。變化可用下列的方程式來表示：



但同時構成別種產品，並且反應的確複雜得多。乳糖中的這種變化，正是乳會變酸的原因。必需的乳性微生物，到處皆極豐富，尤其是在乳坊及牛棚等地的附近，牠們繁殖時，乳酸便愈生愈多。平常所賣的牛乳，酸度不及 0.2% 的乳酸。含有 0.4% 左右時，乳便起了酸味，而量達 0.07% 左右時，即開始凝聚或結塊。久藏以後，所含的乳酸，可達 2.0% 之多。

乳之灰分 是白色的，含有乳的鹼性無機質及鹽類，以及因有機成分中所含的硫、磷、及碳，氧化而生的硫酸鹽、磷酸鹽、及碳酸鹽。牠在牛乳中的含量，通常約為 0.7%，牠所含的各種成分及百分數如下：

碳酸鈣	.....	22—27 %
磷酸鈣	.....	10—12 %
石灰	.....	10—21 %
氧化鈣	.....	1.8—3 %
氧化鐵	.....	痕跡—0.2 %
三氧化硫	.....	3.8—4.4 %
五氧化磷	.....	2.3—27 %
氯	.....	13—18 %

乳中之石灰與其他鹼類，和乾酪素及檸檬酸相伴着。檸檬酸似乎是牛乳的一般成分，通常所含的可達 0.1%。乳中含有溶解的氣體，內中以二氧化碳及氮為主，也略有氧。當新鮮時，氣體以氧及氮為主，每升含 1—3 cc. 但放置後，則氧減少而二氧化碳出現，這或是由於乳糖發酵所致。

牛乳——物理性：——牛乳是白色或黃白色的不透明的液汁，有甜味，比重不一，通常自 1.027 至 1.034 不等。如將鮮乳從速冷卻，比重立時記錄下來，數小時後，於同一溫度，可以看出密度，有雖少而確定的上昇，通常約為 0.0005。這稱為 Recknagel 現象，有各種的解釋。有人說是由於速冷的乳中含有氣泡，逐漸逸出；又有人說是由於乾酪素中分子的變化，最後則說是由於脂肪球，這球於牛體溫度是液體，冷卻時不即凝固，而是維持於過冷的液態中若干時間。液體凝固則收縮，所以脂肪球逐漸凝固，密度也跟着逐漸增加，這說較為圓滿。乳的最高密度在其凝固點，約為 -0.4°C 。

乳每加熱攝氏一度，則約膨脹 0.0002，而牠的比熱大約是 0.847。

化學成分：——牛乳之化學成分，因牛的品種、飼料、年齡及授乳期而大有差別，就是牛的個性，也能發生影響。

現將英、美兩國的平均成分列下，英國的據英格爾說，是根

據幾千次分析所得的結果，美國的是根據 Bailey 氏的記載：

(註一)

成 分	英 國	美 國
水分	87.10%	87.00%
脂肪	3.40	4.00
糖	4.75	5.00
乾酪素	3.00	2.60
蛋白質	0.40	0.70
檸檬酸	0.10	
灰分	0.75	0.70

但要記住，這些數字，既是平均數，則當然有許多值的存在，有在平均數之上的，有在平均數之下的。脂肪總是最有差別，而灰分許是最有一定。美國正常牛乳中差別的限度，脂肪為 2.5—8.0%，灰分為 0.6—0.8%。

環境對於牛乳產量及品質之影響 —— 各種不同環境，對於乳量及乳質之關係極大，今分述於下：

1. 品種 Jersey, Guernsey 牛，產量不如 Holstein 牛，而所含脂肪成分則高。
2. 個性 同一品種，而各個之體軀不同，則產乳之能力亦不同。
3. 年齡 年齡不同，產乳量亦不同。
4. 飼料 飼料之不同，於產乳之質量及氣味，皆有影響。

5. 天氣 天氣溫和則產量高，過寒、過熱皆低。

6. 擠乳 擠乳次數多，則產量較多，但超過五次，則較低，每次先擠出之乳脂肪低，後擠出之乳則高。」(註二)

當研究牛乳成分中的差別時，應當將各種情形的影響，詳細地加以討論。

1. 授乳期——母牛剛分娩後，乳房的最初產品，稱為「初乳」(colostrum 或 beestings)，是黃色的液體，臭味辛辣，與正常的乳極不相似。牠的特徵是含有小叢的細胞，稱為「初乳粒」(colostrum granules)，直徑自 .005 至 .025 毫米不等，初乳的脂肪，含量較通常的乳脂肪為高，所含的酪酸及其他揮發脂肪酸類則比較少。乳糖伴有葡萄糖，灰分多於平常的乳，所含的磷酸也豐富得多(達重量的 41% 之多)，而氯化鉀則較少。

初乳已被查出含有下列的成分：

脂肪	1.8—4.6%
乾酪素	2.6—5.1%
蛋白質	11.1—20.2%
糖	1.3—3.8%
灰分	1.2—2.3%
固體物總量	24.3—32.5%
比重	1.030—1.079

「初乳有一種防病的重要機能。牛犢如果不吃初乳，就較易得病。」(註三)

分娩後四、五天，分泌物變成與正常牛乳一樣。但初乳粒通常可在乳中發見至分娩後約十四日之久。分娩後第一月中之乳，脂肪量及固體物總量，多半較高，這些於第二月則漸減少。兩、三個月以後，脂肪的比例開始增加，乳糖也是如此，只要牛能繼續授乳，這便不斷地進行。授乳漸久，則脂肪球之平均大小，逐漸減少，但牠們在每單位體積中的數則見增加。脂肪中揮發脂肪酸類的比例，因授乳愈久而愈見減少

英格爾氏曾於 1900 年用十七頭乳坊短角牛(dairy short-horns)的乳，做過約 700 次的分析，現將那些牛乳的成分，依授乳月份排列如下：

授 乳 期	脂 肪	非脂肪之固體物	固 體 物 總 量
第 一 月	4.11%	8.91%	13.02%
第 二 月	3.40	8.81	12.21
第 三 月	3.65	8.59	12.64
第 四 月	.....	.....	.....
第 五 月	3.70	9.00	12.70
第 六 月	3.82	9.08	12.60
第 七 月	.....	.....	.....
第 八 月	4.30	9.31	13.61
第 九 月	4.35	9.37	13.72
第 十 月	.....	.....	.....
第 十 一 月	5.18	9.65	15.13

2. 飼料。——牛的飼料對於牛乳成分的影響，各專家有許多不同的意見。一般人似乎都信這種影響頗大，但據一切試驗的證據所示，影響確極微小。乳的質比品質，更易為飼料之變化所影響。可是，由蛋白質比率高的飼料，變到比率低的飼料，一時能使所產的牛乳，略富於脂肪，這似乎有明顯的證據，但變化顯然僅是暫時的，雖將含有高蛋白質比率的飼料，繼續地吃，牛乳經校正授乳漸久的效應以後，表示有恢復從前成分的傾向。

不論如何，似乎是只要牛餵養得飽，飼料的變化對於牠們的乳的成分，效應極微。

可是，有些飼料影響乳中脂肪的性質；譬如某種油粕即能影響脂肪的性質，例如熔點、碘值、及揮發脂肪酸類之比例。

美國從前常有用酒精飼牛的，這對於牛乳的品質，大有影響。(The Butter Industry in U. S.)「芭草葉 (milkweed) 能使乳味變苦，所以雖是牛的優良飼料，卻不可用以飼養乳牛。」(美國尼伯拉斯加試驗場報告)「牛如果吃了季夏之時在牧場甚為普通的一種豕草 (ragweed)，則乳味會變為辛辣而苦。……防治豕草氣味之唯一方法，就是不要將牛在長有豕草的牧場中放牧。」註四)

據美國地理學家亨丁敦之觀察，因植物而發生之關係，也可於香港看到，香港本地的草，對於母牛極不相宜，這類種與在日本

以及一切濕熱地帶的相同，大概都是粗糙堅韌而易於傷胃。香港牛乳公司之母牛都是飼以由熱帶輸入的基尼亞 (guinea) 草，及其他輸入的飼料，如狹皮之類。(註五)

3. 時季之影響。——冬乳最為豐富，夏乳最為貧乏，春、秋兩季則是介於二者之中的性質。可是，這或一部分是由於飼料和牲畜生活方式的影響。

中國南部畜牧業之不振，據亨丁敦的觀察，實受氣候之直接影響。大抵香港每當夏季濕熱季候開始之時，牛乳的出產即行低降，而短期的寒天，即可增加其產額。從此可見高溫多濕的氣候，對於母牛實有惡劣的影響。

4. 擠乳時間及擠乳間之間隔的影響。——乳牛多半是每日早晚擠乳二次。擠乳間之間隔通常極不平均，夜的間隔多半較長。處在這些情形之下，夜乳所含的脂肪較早晨所擠的豐富得多。英格爾氏用十七頭短角牛，於上午六時及下午三時擠乳，做了 1700 次試驗，發現早晨的乳平均含脂肪 3.2%，而晚間之乳則含有 4.5%，各牛都是在牛棚中飼養的。於夏季中，七月至九月間，同一的一羣牛，於同一的時間擠乳，早晨的乳平均含脂肪 2.59%，晚間的則含 4.03%。在第三組試驗中，夏季所得的數字，是早晨含有脂肪 2.97%，而晚間則含有 4.81%。

早晨所產的乳，比較晚間的多得不少，在上述的事例中，彼

此間之比，約與所含的脂肪之比，成反比例。

可是，如果牛每隔十二小時擠乳一次，則二次擠乳時的平均脂肪量，便會大約相等。

這層曾經英格爾氏用上述牛羣中的幾頭做過試驗，以資證明。

結果如下：

	第一 期		第二 期 (四 星 期)		第 三 期	
	間隔 15 及 9 小時		間隔 $12\frac{1}{2}$ 及 $11\frac{1}{2}$ 小時		間隔 15 及 9 小時	
五頭牛之乳中	2.87	4.26	3.18	3.80	2.94	4.40
脂肪之百分數	2.87	1.26	3.18	3.80	2.94	4.40
乳之產量之磅數	88.7	66.1	81.6	68.8	77.6	56.2

但曾發見，由平常的間隔變為 $12\frac{1}{2}$ 時及 $11\frac{1}{2}$ 時的間隔時，早乳及晚乳中脂肪的比例，最初略生影響，但如於較近於相等間隔擠乳的習慣延長，則愈受影響。如取每期中最後數週的數字，則結果如下：

	間 隔		間 隔		間 隔	
	15 及 9 小 時		$12\frac{1}{2}$ 及 $11\frac{1}{2}$ 小 時		15 及 9 小 時	
脂肪之百分數	2.94	4.50	3.20	3.63	2.90	4.48
產量之磅數	97.0	61.1	78.0	66.7	76.9	54.0
比率脂肪	1 : 1.530		1 : 1.531		1 : 1.544	
比率產量	1.513 : 1		1.167 : 1		1.424 : 1	
比率間隔	1.61 : 1		1.03 : 1		1.66 : 1	

脂肪以外的各種固體物，不顯這種變更，在晚乳和早乳中，完全是相同的。英格爾氏接連四天將三頭牛於六小時的間隔擠乳，所得的平均數字如下：

	擠 乳 時 間			
	上午五時	上午十一時	下午五時	下午十一時
乳之產量(磅)	10.0	23.5	24.0	24.0
乳中脂肪之百分數	2.8	3.6	3.5	3.0

由表可見，日中分泌的乳較爲豐富，而夜十一時至早五時間之分泌物則較多。但許是因爲牛久已習慣的十五與九小時的不平均的間隔，對牠們的分泌情形，略生效應，而這效應於試驗的四天中，影響了牠們。

擠乳時最初由乳房擠出的乳，所含的脂肪極少(有時1.0%，或竟低至0.5%)，而最後部分(英文特稱 *strippings* 或 *afterings*)則極豐富(有時含脂肪達10%之多)，這是人所共知的。先乳(*foremilk*)所含的脂肪球極小，而後乳所含的則大。

5. 品種之影響 一據農業文庫所載，各品種的牛的產乳力及乳中所含脂肪成分，有如下述：

(a) *Jersey* 牛：—— *Jersey* 牛原產英國海峽之節色島 (*Jersey Island*) 上。此地天氣溫和，乳牛事業最爲發達。此牛產

乳之數量，平均不如其他三種，每年能產二萬磅者極少，一萬四五千磅者亦不多，普通總為萬磅左右，但其所產牛乳中，所含脂肪之成分則極高，有時可到 6.7%。

b) Holstein-Friesian (荷蘭)牛。——荷蘭牛原產地為荷蘭，荷蘭養乳牛之歷史，極為久遠，尤以北部之 Friesian 最為發達。此種牛之名稱，稱為 Holstein-Friesian 或簡稱 Holstein 完全為美國造成之普通稱謂，若嚴格言之，則非事實也。蓋 Holstein 係德國北部一小省之名稱，此地所產牛種，亦係由德國之 Friesland 所來，不過最初輸入美國時，由 Holstein 輸入者名 Holstein 由荷蘭之 Friesland 輸入者名 Dutch Friesian。初認此為兩種品種，殆後始知實係一種品種，於是在一八八五年間，將名稱合併而稱為 Holstein-Friesian，至今則成為普通之稱，有時竟簡稱為 Holstein，若嚴格言之，實有未合也。產乳力以量而言，較其他任何各種為高，有產三萬五千磅一年者，普通二萬磅至二萬五千磅，脂肪成分祇 3.7% 左右。

(c) Guernsey (幹色)牛。——Guernsey 原產為英國海峽之 Guernsey Island 及 Alderney 島。產乳量不如 Holstein 之多，平均較 Jersey 則為多，普通總在一萬五千磅左右，最高可達二萬四千至二萬五千磅。

(d) Ayrshire (愛縣)牛 —— Ayrshire 牛原產 Scotland

南部之 Ayrshire 縣，此 Ayrshire 之所以得名也。產乳力中平，與 Guernsey 略同，普通一萬五千磅至二萬磅。(註六)

現將據各家所觀察的各品種乳牛的乳的成分，列表如下：

品 種	脂 肪	脂肪外之固體物	固體物總量
Jersey	5.6%	9.7%	15.3%
Guernsey	5.1	9.5	14.6
Welsh	4.9	9.2	14.1
Sussex	4.8	9.3	14.1
Kerry	4.7	9.0	13.7
Red-polled	4.3	8.9	13.2
Devon	4.2	9.5	13.7
Shorthorn	4.0	8.8	12.8
Montgomery	3.6	9.0	12.6
Ayrshire	3.6	9.4	13.0
American Holderness	3.5	9.1	12.6
Holstein-Friesian	3.4	8.9	12.3

各品種的牛的乳中，更有一件重要區別，即在脂肪球的平均大小。在任何一份的樣乳中，脂肪球的大小，相差頗巨。據美國的試驗，當全部的授乳期中，各品種的牛的乳中脂肪球的平均直徑如下：

	英寸	毫米
Guernsey	$\frac{1}{8314}$	0.00270
Jersey	$\frac{1}{9031}$	0.00265
Devon	$\frac{1}{10370}$	0.00245
American Holderness	$\frac{1}{11274}$	0.00225
Holstein Friesian	$\frac{1}{12050}$	0.00210
Ayrshire	$\frac{1}{12948}$	0.00205



第三十六圖 Ayrshire 種乳牛

這對於乳精上升之遲速，有重要的實際效應。Jersey 及 Guernsey 兩品種的乳，乳精上升極速，這種乳精，極適合於製造乳油，而愛縣牛的乳，則乳精上升極慢。

早乳的脂肪球，據說較晚乳爲大。據說由乾的冬季飼料改爲春季在草地放牧，能使脂肪球增大。

脂肪球大的牛乳，雖較適於製造乳油，可是製造乳酪則不及脂肪球小的之適當。每立方毫米牛乳中的脂肪球數，曾被估計在二百萬至一千二百萬之間。

6. 其他情形 —— 但即使一切已知的阻撓的影響，皆被消除，牛乳仍顯出不少的變更。一頭牛所產的乳的平均成分，雖因牛的個性而定，並且即使情形極力維持一定時，任何一頭牛的乳中脂肪的成分，常於各次擠乳間發生甚大的變化，這是無庸懷疑的。英格爾氏曾主張，這些變更許是由於牛的心理情形的變化，就是牠對於環境滿意與否的程度，這假說雖曾引起有些人的懷疑與嘲笑，而英氏仍是堅持他的意見。例如，性的興奮對於所分泌的乳的成分及量，都有顯著的效應，這是多人所知的事實；他種的心理影響，也當以相似的情形發生作用，雖則在程度上許有不同，這的確似是可能的。飼料的享受，牛舍的舒適，不因蟲類或狗而發生恐慌或煩擾，或是影響生活安定的別種情形，都極能影響牛體中正進行的生理過程，於是對所分泌的乳的成分及量，發生影響。

關於乳業的立法。——牛乳關係國民健康，尤其是小孩的健康，所以各國對於牛乳營業，無不頒佈取締規則，規定牛乳成分

的標準。例如英國牛乳營業取締規則即規定：牛乳之脂肪量，百分中應為 3.0 分以上，牛乳脂肪以外之乾燥物質，百分中應為 8.5 分以上。美國農部所規定的標準牛乳的成分，則為脂肪量百分中應為 3.0 分以上，乾燥物質百分中應為 8.5 分以上。我國也曾於民國十七年十月二十日由前衛生部公佈牛乳營業取締規則，於十八年九月一日施行。現將其擇要錄下：(註七)

第一條 本規則所稱之牛乳，係指供販賣用之全乳及脫脂乳而言；所稱之乳製品，係指販賣用之煉乳、脫脂煉乳、及乳粉而言。

所稱之牛乳營業者，係指以牛乳及乳製品之搾取、製造、販賣為業者而言。

第二條 牛乳之比重：全乳應於攝氏十五度之溫度，為 1.028 至 1.034；脫脂乳應於攝氏十五度之溫度，為 1.032 至 1.038。全乳之脂肪量，百分中應為 3.0 分以上。

脫脂乳之乾燥物質，百分中應為 8.5 分以上。

第五條 營業者不得由左列之牛搾取牛乳：

(一)疫病、炭疽、傳染性胸腹膜炎、流行性鵝口瘡、狂犬病、痘瘡、黃疽、結核、氣腫疽、赤痢、乳腺病、膿毒病、尿毒症、敗血症中毒、亞布答、腐敗性子宮炎、移熱性病之牛放射狀菌病。

(二)現服毒藥、劇藥，而其藥性可傳入乳中之牛、

(三)分娩後七日以內之牛。

第六條 營業者處理牛乳及乳製品，不得使用銅器、鋅器，含鉛
盞磁器 及塗有害性釉藥之陶器。

第七條 左列牛乳，營業者不得販賣，或以販賣之目的運輸收
藏：

- 一 已腐敗者。
- 二 有他物混合者。
- 三 粘稠、或變色、及帶苦味者。
- 四 由第五條之牛搾取者。
- 五 不適合於第二條之規定者。

第十一條 營業者應將牛乳或乳製品之容器，量器，及其他處理
場所，保持清潔。

第十二條 營業者不得任患癆瘵、癩病、梅毒、及傳染人，處理牛
乳、乳製品、及其容器、量器、或出入其處理之場所。

第十三條 營業者對患傳染性病之牛，應嚴行隔離。

中國牛乳之缺乏 ——「牛乳之爲物，歐洲人殆無一不視爲
通常食用之物，中國人除西北游牧族外，鮮有取而食之者，牛酪、
乳油二種，一般人民不惟不用，且無有解其名而識其物者。有人
謂中國人不嗜牛肉與牛奶，此實倒果爲因之說，中國人之不能領

略牛肉、牛奶之味，正以此類食物缺乏之故。若一地出產一種滋養食料，豐多而低廉，其人民必喜食之，美洲人之於玉蜀黍，蘇格蘭人之於燕麥，中國人之於大豆，皆其例也。」（註八）

人乳與牛乳之比較。——人乳雖是用得最多的人乳代替品，但成分上並不相同，以致營養上便發生影響。人乳對石蕊試紙是呈酸性，而牛乳則是中性的。人乳與牛乳間的主要區別是在乳糖，及蛋白質的含量。人乳所含的乳糖比牛乳多上不少，所含的蛋白質的量則大不及牛乳。人類腦筋之特別發達，可說是與人乳中之多含乳糖有關係。此外人乳與牛乳都含有含氮微少或不含氮，可溶於醚、醇、及水中，但化學性尚不明的物質。人乳中所含的這些物質的量，當初授乳時約為 1%，授乳期之中約為 0.5%。牛乳於授乳期之中約含有 0.3%。這些物質對於營養，會有重要關係。（註九）

牛乳與人乳還有一種區別，即是 PH 值的不同。有人應用「緩衝作用」(buffer action)，使牛乳與人乳相同，以供嬰兒的飲用。因為牛乳的 PH 值略較人乳為低，醫生們曾主張過加石灰水或其他弱性鹼類，使適於嬰兒之用。近年由研究家發現，牛乳的緩衝作用頗高，差不多能中和嬰兒胃中的酸性。所得的高 PH 值，會使乳中的鈣沈澱，因而不能被吸收於血中。這會引起鈣的缺乏，而為小兒骨軟病的病因。醫生如今是於牛乳中加鹼類

而非加鹼類，將胃的 PH 值減低，使鈣能被吸收。(註十)

他種獸類之乳。——下表是根據各專家的分析而編成的，明示別種獸類的乳的平均成分：

動 物	比 重	脂 肪	脂肪外之 固體物	糖	乾酪素	灰 粉
人	1.031	3.3	8.5	6.8	1.5	0.20
牛		1.02	7.8	5.5	1.16	0.42
山羊		0.5	10.2	5.0	4.3	0.90
綿羊	1.040	5.3	12.4	4.2	7.1	1.00
馬		1.7	8.6	6.0	2.2	0.40
駱駝	1.042	2.9	10.2	5.7	3.8	0.66
河馬		4.5	4.5	4.4		0.11
猪		4.6	11.4	3.1	7.2	1.10
犬	1.035	9.6	13.8	3.2	9.9	0.73
貓		3.3	15.0	4.9	9.5	0.58
兔		10.5	20.1	2.0	15.6	2.58
象		19.6	12.6	8.8	3.1	0.65
海豚		48.5	13.1	1.3	11.2	0.57
鯨魚		43.7	7.7	.....	7.1	0.48

現再將美國農部所發表的各種乳的平均成分，譯錄如下：

	水分	固體物 總量	蛋白質			脂類		每磅 之熱值	
			乾酪素	蛋白質	總量	脂肪	糖質 (乳糖)		
									%
人	87.58	12.6	0.80	1.27	2.01	3.74	6.37	0.30	310
牛	87.27	12.8	2.88	0.51	3.39	3.68	4.04	0.72	310
山羊	86.88	13.1	2.87	0.89	3.76	4.07	4.64	0.85	315
綿羊	83.57	16.4	4.17	0.98	5.15	6.18	1.73	0.96	410
牯牛	82.16	.....	4.29	0.46	.....	7.51	4.77	0.84	.....
犛牛	86.13	.....	.....	.....	3.03	4.80	5.34	0.70	.....
驢	87.13	.....	3.49	0.38	.....	2.87	5.39	0.74	.....
駝羊	86.55	.....	3.00	0.90	.....	3.15	5.60	0.80	.....
馴鹿	67.30	.....	8.38	1.51	.....	17.09	2.82	1.49	.....
馬	90.58	9.9	1.30	0.75	.....	1.14	5.87	0.36	.....
驢	90.12	10.4	0.79	1.06	.....	1.37	6.19	0.47	215

各種獸乳之乾酪素，用凝乳酶(rennin，是含於胃中之一種酵素，幼獸尤多)，來處理時，可看出很大的區別。牛乳的話，乳酵素使其發生粘而凝結的沈澱物，人乳或驢乳，則沈澱物微細得多，不過在量上當然是較少的。這對於嬰兒的飼育有重大的影響，嬰兒爲了這原因，要將牛乳適宜地消化，時常大爲不易。由上表中的數字也可看出，牛乳與嬰兒的天然食物的區別，就在所含

的灰分又蛋白質都多得不少，而乳糖則少得不少。

可用為小孩食品之各種乳中，驢乳的成分與人乳最為相似。
(註十一) 山羊的乳，比較牛乳易於消化，極合嬰兒及病人的飲用。
羊乳量多質肥，蒙人常用以製成酸奶子及酥油。西藏有一種犛牛，毛色熬黑，其長委地，乳色微黃，質頗濃厚，味與杏仁相近，富於養分，西藏人極為重視。(註十二)

牛乳之保藏 —— 鮮乳是一種重要食品，如何能將其以清潔未被弄污的狀態供給於消費人，乃是一件極有興趣的事。乳是微生物繁殖的良好介質，微生物藉其生活過程，在數種成分中引起奇異的化學變化，因之將牛乳以清潔而未弄污的狀態供給消費者，乃愈感困難。乳糖尤其易起分解，因了分佈極廣的微生物而變成乳酸

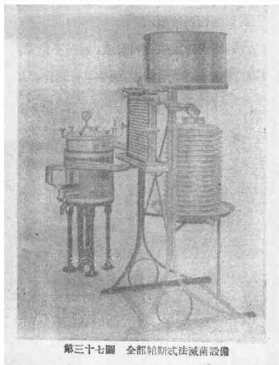
於正常情形之下，乳在乳房中時，不含微生物，但除非特別地預防，則擠下後不久，便含了不少的微生物。侵入乳中的微生物的來源是空氣、擠乳者之手，牛的乳頭及毛，尤其是盛乳的容器。

乳由牛體中擠出時，其溫度極適合於微生物之繁殖，而於任何時間後所含的數，多視乳的貯藏溫度而定。例如牛乳於 15°C. 貯藏十五分鐘，每立方厘米約含有細菌十萬個；又一份乳於 25°C. 貯藏了相等的時間，含有細菌七千二百萬個；而第三份樣品，於

35°C. 貯藏，則每立方厘米含有一萬六千五百萬個。

侵入乳中之微生物，種類不一，大概是乳酸菌較佔優勢，所以變化的最初證據，多半是乳酸的產生，就是乳味變酸。乳酸增多則乾酪素凝聚，而乳便凝結起來，凝結的發生，平常是當乳酸的量約達 0.7%，如果將乳加熱，則酸量雖較少時，也能凝結。

有時亦有他種細菌侵入乳中，內中有些能危害飲用者的健康。腸熱症、霍亂、白喉、腹瀉、及其他疾病的發生，有時是由於不



第三十七圖 全部帕斯式法滅菌設備

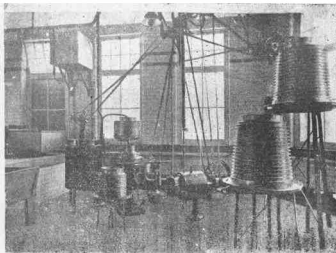
潔的牛乳。結核症也曾被證明能為牛乳所傳帶的。牛乳也頗有吸收氣及汽的傾向，結果易於由空氣獲得氣味及風味。

由此可見，如果要維持牛乳的甜美及純淨，則牛棚及乳坊，都非絕對地保持清潔不可。

但要保藏牛乳，免被微生物侵入，尤其是像乳酸菌這種分佈頗廣的微生物，實際上是不能辦到。

所以，保藏牛乳所採用的方法，或根據於將已侵入的微生物殺滅，或根據於預防牠們的繁殖。

第二種方法，即預防微生物的繁殖，辦得不能妥善，但若將乳的溫度維持得低，則繁殖緩慢，而牛乳可以保存幾天。乳榨



第三十八圖 牛乳冷藏設備

出後，迅速冷卻，很為重要，因為微生物在溫的鮮乳中，繁殖得極為迅速。

為消滅已侵入乳中之微生物起見，可用下列的任何一種方法。

1. 加熱滅菌。
2. 應用防腐劑。

若要用熱來施行完全滅菌，即將一切的微生物及其芽胞消滅，需要高溫（約 115°C ），這祇能藉壓力以施於牛乳，不幸這使乳中發生不良的化學變化。有些乳糖變為褐色，蛋白質及一部分的檸檬酸鈣，則被沈澱，乳中發生一種特異的焦味或熟味，而乾酪素則較難為凝乳酵素所凝聚。脂肪浮起較慢，而所得的是極少的，較濃的乳清。

為避免這些流弊起見，常用所謂「帕斯忒氏滅菌法」(Pasteurization)的改良方法，以代替滅菌法(sterilization)。乳僅加熱至 60°C 或 80°C 。牠的風味乃差不多不受影響，芽胞雖尚存在，而活動的細菌則被消滅。所幸使乳變酸的微生物，即乳酸菌，不易構成芽胞，所以經帕斯忒法滅菌的乳，平常能維持甜美不壞至數日之久。可是，乳中每含有能構成芽胞的微生物，遇到這種情形時，乳經帕斯忒法滅菌以後，也會極速地凝固，甚至腐敗。英格爾氏曾在南非 Pretoria 附近發現過這種實例，有害的微

生物是枯草桿菌 (*Bacillus subtilis*) 及相近的種屬。這菌是起因於榨乳的牛棚中灰塵極多的情形，經帕斯忒滅菌法後，牛乳保藏得尚不及未經帕斯忒滅菌法的乳，雖凝固而不構成乳酸。在這事例中，乳酸菌顯然是完全消滅了，可是沒有乳酸菌時，枯草桿菌的芽胞繁殖得較有乳酸菌時更快，因之使乾酪素凝固而不變酸。有時凝塊經放置後，能再溶解，但乳的色香味，不久即變惡劣了。

所幸，會在乳中存在的病原菌，多不構成芽胞，所以用帕斯忒法滅過菌的牛乳，多半沒有傳帶病菌的危險。

分辨用滅菌法或用帕斯忒法滅菌的乳和新鮮的乳，最妥善的方法是測定可溶的蛋白質。在鮮乳中，這約有 0.4%，而在加熱至 70°C. 左右的乳，僅約留下 0.25，如乳加熱至 80°C. 則蛋白質全部凝聚而沈澱。

鮮乳也含有一種酵素，與 phenylene diamine, $C_6H_4(NH_2)_2$ ，及過氧化氫相遇即變藍色。在帕斯忒法滅過菌的乳中，這酵素多半被消滅，而在經過滅菌法的乳中，則完全沒有。

用防腐劑 (antiseptics) 之保藏。——乳中加入各種物質，可使微生物的繁殖，大為減少，因而乳味變酸也慢得多。然而所加的防腐劑的量，總不足以消滅病原菌，使乳在衛生的立場上，成為安全的。並且乳中含有防腐劑，或許使其較難消化。

常用之主要防腐劑（專供飲食品之用者，英文特稱為 preservatives）如下：

1. 硼酸 [(boric acid), H_3BO_3] 或硼砂 [(borax), $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$]。
2. 水楊酸 [(Salicylic acid), $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH}) \cdot \text{COOH}$]
3. 蟻醛溶液 [(formaldehyde), $\text{H} \cdot \text{CHO}$]
4. 碳酸鈉 [(sodium carbonate), Na_2CO_3]。
5. 甘油 [(glycerine), $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$]。
6. 安息香酸 [(benzoic acid), $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{COOH}$]。
7. 萘酚 [(Beta-naphthol), $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{OH}$]。

第四項之碳酸鈉並非真防腐劑，因為不但不能禁阻乳酸桿菌，反確能促進牠們的活動。可是，於乳酸一構成時，即將其中和，則能使牛乳暫不凝結。牠的存在，可藉將一點牛乳煨灰，加氫氟酸而檢出，如果沸騰，即表明含有碳酸鹽在內。

最常用之防腐劑為蟻醛及硼酸。

蟻醛(formaldehyde) 是一種氣，極易溶解於水。在歐、美是含有四成眞蟻醛的溶液，商業上稱為蟻醛溶液或福爾馬林(formalin)。據中華藥典之規定，本品為蟻醛之水溶液。每 100 cc. 所含 HCHO ，應為 37—38 gnt.，此外含有少量之醇或木醇。本品可取木醇使氧化製之。（註十三）福爾馬林是多種商品牛

乳防腐劑的來源。這些物質多半是 1-6% 的眞蟻醛的水溶液，通常每十加倫牛乳中約加一噸。這樣，兩萬至五萬分的牛乳中，含有一分的眞防腐劑。即於這些小比例中，防腐力也頗堪注意，但如所加的量增加，則防腐力更大增加。例如五萬分牛乳中，加蟻醛一分，牛乳保持於 20°C，則凝結所需的時間，自 36 小時延長至 66 小時；二萬分中一分，則將凝結所需的時間，延長至 96 小時；而一萬分中含一分，需要五天半；五千分中一分，十天半，而二千五百分中的一分，則使乳不凝結至五十五日之久。蟻醛消滅病原菌，是否是與預防乳酸發酵的一般地有效，至今尙無定論。

檢查牛乳中是否含有蟻醛，可取牛乳少許，中加等量的約含 2% 的 10% 氯化鐵溶液的濃氫氯酸，混合物逐漸加熱至沸。如果含有蟻醛，即現紫色。純乳經這處理，則漸變褐色。二十五萬分之一蟻醛，據說可藉這試驗檢出。

硼酸與硼砂 供熱天中保藏牛乳之用，由來已久。牠們的效力，都不及蟻醛，須加大得多的分量：例如硼酸和硼砂的混合物一分加於牛乳二千分中，於 20°C 時，差不多毫無防腐作用；一千五百分中一分，將凝結前的時間，由 36 小時延長到 66 小時，一千分中一分，延長到 72 小時，五百分中一分，則延長到 96 小時。

檢查磷酸，可將牛乳燻灰(最好先加石灰)，略加稀氫氯酸，使其酸化，在液中浸一條薑黃紙。如果含有磷酸，則紙於乾後變紅，用極微的氫氧化鈉弄濕，又變為帶綠的黑色。

別種防腐劑，則不大使用。

乳製品

牛乳營業取締規則「所稱之乳製品、係指販賣用之煉乳、脫脂煉乳、及乳粉而言。這僅是就我國所製造者而言的，外國還有乳精(cream)、脫脂乳(skimmed milk)、乳油(butter)、乳餅(cheese)、或奶酥、及乳清(whoy)。現將這些物質極簡略地討論如下：

牛乳營業取締規則，關於乳製品有下列的規定：(註十五)

第八條 前條第一款至第四款之牛乳，牛乳營業者不得用作乳製品之原料。

第九條 左列乳製品，營業者不得販賣，或以販賣之目的，陳列貯藏

- 一 已腐敗者。
- 二 有他物混合者。
- 三 用第六條之容器者。
- 四 以第七條第一款至第四條之牛乳為原料者。
- 五 不適合第三條所規定之煉乳及脫脂煉乳。

(第三、第五、第六、第七、各條、見前關於牛乳之規定)

乳精——脂肪在比重上，較乳的水分為輕(脂肪於 15°C. 時為 0.930)，乳的其他部分，則約為 1.036)，故有升至表面的傾向。對小球的運動的抵抗頗大，而小球的浮力則小；結果脂肪浮升緩慢，在含有極小脂肪球的乳，如 Ayrshire 牛的乳中，較為緩慢，在含有大脂肪球的乳，如 Jersey 牛或 Guernsey 牛的乳中，則較為迅速。

可是不論如何，脂肪不能與水的部分完全分離。脂肪球在近表面處的，比在牛乳下部的，較為擁擠。牛乳放置若干時後，上層稱為乳精，成分極不一致，因脂肪球之蓄積態而異。可是，乳精與牛乳之其他部分間，界限頗為分明。乳精可藉萬有引力，或代以迅速轉動所生的大得多的力，而與牛乳分離。

用萬有引力的，有兩種方法，即是：

淺定法(shallow setting)。

深定法(deep setting)。

淺定法的，牛乳盛於淺容器中，深二至四吋，冷卻至 15.5% 左右，維持這溫度二十四或三十六小時。乳精層於是可移去，有時是用所謂撇子(skimmer)形如湯匙的淺容器，有時或使牛乳由取乳精器底下的孔，流入另一容器。

深定法的，是趁牛乳還溫時，倒入圓筒形的容器中，這器通

常是直徑 8—2 吋，深 15—20 吋，於是沒入冰冷的水中。在這些情形之下，乳精可於十二小時內完全分出。

深定法之功效，不大容易解釋。脂肪因溫度變化而起的漲縮，既然較水為快，那麼冷卻對於水的效應；當是減少脂肪和水間比重的差別，且因此當使乳精浮起較慢。從前有人主張這效應是因了脂肪和水間導熱性的區別，並且假定脂肪球較四周的液體水溫度為高，這是不合理的。牠也非由於牛乳粘滯性的變化，因為這性於低溫時，是比較高溫時大得多的。

有兩種解釋或許是最有勢力的，第一是當溫度下降時，乳中發生溫和的對流，第二是脂肪球於冷卻後還保持了液態若干時間，而液體的比重是較凝固時為低的。乳因與容器的冷壁接觸而收縮，變為較重，慢慢沈底，而較溫因而也是較輕的乳，升於容器的中部，在近表面處向外而流，再沈下去。因此發生了緩慢的環流，牛乳差不多都在中央上升，向外而流，於近壁處下沉。脂肪球便如是地挨次帶到表面的附近，牠們因了質輕，總是傾向於在該處蓄積，對流所生的流極為輕緩，不足以將牠們拖曳下去。

將液態脂肪過冷卻的效應，曾於解釋 Recknagel 現象時，說明過（在 283 面），茲不再述。

分乳機 (separators)——將牛乳極迅速地旋轉，如此所生的

離心力的量，可以使其比較重力大好多倍。結果，牛乳的重部分與輕部分分離，便快得多。各種分乳機的構造和細節不能在此說明，但牠們都是很據於下述一般的原理，乳先加熱，使其較為活動，以每分鐘轉數千次的速度旋轉，乳的水分便蓄積於距離轉動軸線最遠的容器壁的附近，而脂肪球則傾向於蓄積正轉動的乳的內表面，靠近中心。備了適當的出路，脫脂乳可以導入一條槽內，而乳精則導入另一槽內，調整這些出口的大小，任何厚薄的乳精，都可分出。

乳精之成分。——乳精的成分，差異極大，脂肪的成分，自低至一成，至高到六、七成。用淺定法，所得的產品，多半含有15—40%的脂肪，於低溫度，則約含有脂肪二成。用分乳機，差不多任何比例的脂肪，都可得到。平常是乳精的水分中「非脂肪固體物」的量，微較乳中的為高，這許是由於在淺定法中，水因蒸發而略有消失，雖然也或因為脂肪球因了表面吸引的關係，在四週吸引了一層液體，這液體所含的乾酪素，比較牛乳的其餘的水分，略為豐富。

英國 Devonshire 有一種「凝乳精」(clotted cream)，製備時是一面旋轉一面將乳加熱，蒸發去的水或許不少。這種凝乳精，通常約含有脂肪 58%，水分 34%，及非脂肪固體物 8%。

雖然乳精若含有脂肪在 30% 以上，則比重不易直接測定，然而據 Richmond 的研究，脂肪的比例，每可由比重計算出來，這樣：

$$F = 3.20 - 0.892 \frac{G}{D}$$

F = 脂肪之百分數

G = 驗乳計之讀數

D = 真比重

用機分出之乳精，總不及同一脂肪量的撇出的乳精之稠厚，有時是加「粘精」(viscogen) 使其稠厚，「粘精」是混合蔗糖二成半，生石灰一成，及水八成而成的。大約一噸澄明的粘精，可使一加倫的乳精加厚。

脫脂乳——因被移去的脂肪之多寡不同，而成分有別。牠的比重，依牛乳營業取締規則第二條之規定，「應於攝氏十五度之溫度，為 1.032—1.038。」

用手撇法而得的脫脂乳，平常約含脂肪 0.6%，但含量可達 2% 之多。用分乳機分出的脫脂乳，平常含有 0.05—0.15% 的脂肪。因為脂肪已被分離，所以其他成分的百分量，略較原乳中的為高。譬如第 284 面所列的平均品質的牛乳，用優良的分乳機分離，所得的脫脂乳，當有如下的成分：

水分	90.54
脂肪	0.10
糖	1.94
乾酪素	3.11
蛋白質	0.42
檸檬酸	0.10
灰分	0.79
	100.00

據牛乳營業取締規則第二條之規定，「脫脂乳之乾燥物質，百分中應為 8.5 分以上。」上列成分中的乾燥物質，已能超過這規定了。

手撇的脫脂乳，含有養料不少，頗有價值，歐、美農家多用以飼豬。機分的脫脂乳，雖然脂肪較為缺乏，卻有味甜及久藏的優點，內中加魚肝油，用以飼養牛犢，頗有成效。

乳油——著名的猶太國所羅門王曾在「箴言」中說過，「搖奶子必成奶油」，可見遠在二千餘年前即有乳油。乳精或乳攪動若干時間後，脂肪球互相結合，而乳油以不規則的塊分離而出，這塊差不多是連續不斷的脂肪，原球留下的極少。乳油中藉顯微鏡所見的圓球，乃是乳油乳或水的微滴，包於脂肪之中。

搖乳精(churning) 是純機械的過程；脂肪球相撞擊，相附着，而如此構成的大而不規則的塊子，又互相撞擊，或與別的脂肪球撞擊而彼此附着。一部分的含水液體，即乳油乳，被包於脂

肪塊中。等到煉製乳油時，乳油乳漸被壓出。

搖乳精之最佳溫度，要看所搖的一種乳精中脂肪的熔點。例如，棉籽餅用為牛的飼料時，則乳油脂肪熔點升高，乳精便應於較高的溫度搖。同樣地，成熟的或發酸的乳精，也以比較甜乳精略高的溫度為適宜。 $8^{\circ}-18^{\circ}\text{C}.$ ($46^{\circ}-65^{\circ}\text{F}.$) 是通常所用的最大範圍，用得最多的是 $10^{\circ}-15.5^{\circ}\text{C}.$ ($50^{\circ}-60^{\circ}\text{F}.$)。溫度較高，則更容易搖，但所成的乳油，不能如於較低溫度所搖得的那麼少含乾酪素，而乳油乳也不能那麼少含脂肪。

乳精有時於分出後即搖，但一般人都承認須用適宜地成熟的乳精，乳油始能得首最佳的香及味，成熟的乳精就是有乳酸菌入內的乳精，這菌有自動侵入的，或如新法中以變酸的脫脂乳，或乳酸菌的純培養物的形式而加入的。最佳的成熟程度或許約相當於 0.5% 的乳酸，但是最適當的酸度，多少須看乳油中所常需的風味而定。如果乳精過熟，所含的乾酪素會完全凝結，搖的時候，在乳油中成為白點，色狀因以破壞，且使其於保藏時會發生惡臭，並且變味。

乳油通常加鹽。一以調味，一以防腐，比例由僅有痕跡直至 6—7% 不等。

乳油之成分。——主成分當然是脂肪，但此外更有水分、乾酪素、乳糖、及灰分存在。

脂肪多半約為 80—86%，水分約 11—12%，乾酪素自 0.6 至 1.5%，鹽自 0.1 至 1.0%。鹹乳油常像較鮮乳油為濕，其實含水多半還比較地少。

蘇格蘭有一種「醃」(pickled) 乳油，製法是將乳油加熱，放在鹽滷中揉捏，所成的乳油，常含有高量的水，——16—20%。

據英國現行的乳油售賣取締規則所定，凡售賣含水在 16% 以上的乳油，即為非法。

有一種所謂「和乳」(milk-blended) 乳油的，乃是將乳油在乳中揉捏而成，多半含有過多的水及大量的乾酪素。

據康乃爾及威斯康辛二大學的乳油記分表，風味(Havor)都佔四十五分。風味對於乳油，既有如此的重要，所以失了風味的乳油，便毫無價值。在美國變了味的乳油，有時是重新製造，出產品的名稱複雜，有 Rennoyated, Process, boiled, aerated, or "sterilized" butter 等名稱。製法是溶解乳油，將脂肪與乾酪素等分離於脂肪中吹入空氣，以除去惡劣氣味，於是於液態脂肪中加新鮮的乳或乳精，共同搖動，直待稀成乳膠。這在水中迅速冷卻，便結成粒狀的塊子。塊子再經煉製，加糖做成乳油。

飼料對於乳油脂肪之效應。——關於飼料對於乳油的組織及風味的效應，還沒有研究得明白。氣味強烈的飼料，如蕪菁、大蒜、甘藍、青貯料等，可於擠乳後即行飼餵，則牠們對於乳的風

味，效應頗小，或竟沒有。

麩皮、油餅、及大豆所產生的乳油，比較玉米粉及棉子餅所產生的為軟，尤其是棉子餅所產生的脂肪，堅硬得與牛、羊脂相似。

假乳油(oleo-margarine, margarine, butterine)。——這產品的原意是在代替乳油製法，是將所謂「油質油」(oleo-oil)與豬油，牛乳混合趁熱搖攪，有時略加乳油，往往也加棉子油，或花生油，將混合物從速冷卻，加鹽，煉製，且和乳油一般地加以處理，有時加入 annatto (係植物質，可染黃色)等顏料，配成乳油的顏色。

油質油之製法，是將牛油溶解，細心澄清，放置於 30°C . 左右之溫度中。所得的半固態的塊子，於是藉壓榨而分為固態的脂肪酸酯(stearin)，及油酸酯(olein)和棕櫚酸酯(palmitin)所合成的液體。

純乳油可藉其盛於試管或盆中在火焰上加熱時的作用，而與重製的乳油或假乳油和區別。純乳油煮得頗靜，但多泡沫，可是，重製的乳油及假乳油則翻騰沸滾，頗為劇烈，但不起泡沫。

真乳油與假乳油間主要可靠的化學上的區別，即在所含的揮發性脂肪酸的比例。

英國關於乳油及假乳油，也有取締規則，歸農漁部管理。如

未經農漁部之准許，假乳油或乳和乳油，不得用奇特名稱，也不可用能令人想起乳油或與乳坊有關的名稱。假乳油及乳油的工廠，應將寄出的假乳油或乳油的量及收貨人登記，農漁部可派人入工廠中檢查，假乳油和乳油的水分，及假乳油中乳油脂肪的量，都有規定。」

乳油乳 之成分不一，大致與脫脂乳相類似，但多半是酸的。含有脂肪 3—3.5%，糖 4—5%，蛋白質 3—4%，及灰分 0.7—0.8% 用爲人類食品的有限，但大半是供飼豬之用。

煉乳及乳粉。 — 製備煉乳，雖非農場或乳坊之工作之一部，可是將牠及有關的產品之性質及製法，略加解釋，也許是有興趣的。

煉乳是將牛乳在真空鍋中煮至體積祇餘原來的三分之一或四分之一而成的。分煉乳及脫脂煉乳二種。牛乳營業取締規則第十條規定，「營業者應於牛乳之容器上，分別注明其爲煉乳，脫脂煉乳，不得混淆冒充。」煉乳中多半加有大量的蔗糖，因此雖於開罐以後，產品也較易久藏不壞。又有些煉乳稱爲「蒸發乳」(evaporated milk)，(從前英國亦稱爲 evaporated cream，但現在這類產品，不准稱爲 cream)，則不加蔗糖。這類產品之成分，相差頗巨，尤其是脂肪，會有甚大的差別。下列的分析，可認爲是典型的：

	加糖者	未加糖者
水分	25.7	71.7
脂肪	10.7	8.1
蛋白質	8.5	8.7
乳糖	11.9	9.9
蔗糖	41.9	.....
灰分	1.3	1.6
	100.0	100.0

牛乳營業取締規則第三條規定，「煉乳之脂肪量，百分中應為 8.0 分以上」和在煉乳或脫脂煉乳中「蔗糖量，與乳糖合計，百分中應為 55.5 以下。」（註十六）

乳粉是將牛乳於暖空氣流中，蒸發成為薄層，再將薄層刮下而成的。據英格爾說，當乳粉賣的黃白色的粉，所含的脂肪與其他成分相比，較全乳剩餘物中所含的為多。

乳餅是將乳中之乾酪素凝結而製成的，乾酪素差不多將脂肪完全帶下，蛋白質及糖則被留於乳清中。將這乳凝塊極力與乳清分離，加以壓榨，讓其成熟。

乾酪素之凝結，平常是由乳酵素的作用而引起的，但也可藉如乳酸菌作用於乳糖而成的乳酸等酸類而發生。製造乳精乳餅時，有時是如此做的。全乳糖乳酵素而生的乳塊及乳清，成分大約如下：

	乳塊	乳清
水分	50.0	92.04
脂肪	26.7	0.31
糖	3.3	5.10
氮鹼素	20.0	0.46
蛋白質		0.46
灰分	$\frac{1.0}{100.00}$	$\frac{0.60}{100.00}$

乳酵素於 39° 或 40°C. (102° - 104°F.) 左右之溫度，作用最速，所成的乳凝塊，堅實而硬，可是於較冷或較熱的牛乳中，——直至 50°C. (= 122°F.) 所成的乳凝塊，則比較地軟。

軟乳餅是將牛乳於 25°—30°C. (77°—86°F.) 凝結而製成的，總含有不少水分。

硬乳餅是牛乳於 35°C. (95°F.) 左右的溫度結乳凝塊而成的。有些品質較佳的硬奶酥，是由牛乳和乳糖的混合物製成的，也有由全乳製的，或由全乳和脫脂乳的混合物製的，可是有些惡劣似角質的乳餅便是由脫脂乳製的。

如果要將乳餅之各種類及製法，加以說明，則軼出了本書範圍以外，所以從略。

平常所採用之方法，是使牛乳成熟，就是加入酸乳或純的乳酸菌培養物，使其發生必要的酸度，這常約與 0.2% 的乳酸相

當，次將牛乳加熱至適當的溫度，加入相當的乳酵素。二十至四十分鐘後，當可凝結，即將溫度升至最佳溫度，約為 37° 或 38°C。將這溫度維持若干時間，通常是一、兩小時。其次將乳清流去，乳凝塊則攪動割切，最後入機研碎，加鹽，裝入模型壓榨。乳餅於是維持於 15° 至 20°C. 的溫度，待其成熟。

當成熟時，發生不少複雜性質的變化，糖變乳酸、水因蒸發而消失，乾酪素則變為蛋白糖，及消化白蛋白性質的較易消化的含氮物體。這些變化，據一種主張，是由乳酸桿菌而發生的，而別一理論則歸功於酵素的活動，其酵素或以左旋乳酵素 (galactose) 為主，這酵素據說含於一切的乳中，有使乾酪素易於消化之功。

變化之原因，無論是如何，在十分成熟的乳餅中，的確有一大部分的乾酪素變為蛋白糖，消化白蛋白及酪胺，甚至有變成氮的。雖然在成熟的乳餅中，以乾酪素形式存在的氮，或許不及 14—15%，可是在多數的分析中，所含的一切的氮，是當為以乾酪素存在而表示的。曾經帕斯法滅過菌或加熱消過毒的牛乳，不能製造乳餅。

各種乳餅的平均成分，據美國的分析，列表如下：

	水分	乾酪素	脂肪	糖	灰分
Cheddar	37.1%	26.4%	32.7%	2.9%	3.0%
Cheshire	32.6	32.5	26.0	4.5	4.3
Stilton	30.4	28.9	35.4	1.6	3.8
Edam	36.3	24.1	30.3	3.6	4.6
Roquefort(羊乳)	31.2	27.6	33.2	2.0	6.0
Swiss	35.8	24.4	37.4	...	2.4
Brie(乳精乳餅)	30.4	17.2	25.1	1.9	5.4

美國有幾省中，各級乳油之脂肪量的標準，曾經特別法律規定。

例如全乳清的乳餅，至少須含有牛乳脂肪 32%；「四分之三乳清」的，至少 24%；「一半乳清」的，至少 16%；「四分之一乳清」的，至少 8% 的脂肪。凡所含牛乳脂肪不及 8% 的乳餅，必須標明「脫脂乳餅」字樣。

乳餅之特有成分為乾酪素，但商業上的價值，多半要看所含的脂肪量，而不是看乾酪素的豐富。Stilton 乳餅是由用乳精加濃的乳製的，Cheddar, Cheshire, Wensloydale, Gorgonzola, 及 Gruyere 是由全乳製的，而 Parmesan, Gloucester 及 Edam 則是由一部分脫脂的乳製的。

英國乳精乳油，通常是不用乳酪素而製的，成分的差別甚大

——水分爲 20—55%，脂肪爲 40—80% 乾酪素爲 3—19%。

乳清。——凝結的乾酪素由乳汁分出時，所得的濃液，稱爲乳清。牠差不多含有原存於乳中的一切乳糖，和小量的蛋白質，脂肪及灰粉。「Hammarsten 也發見，當乳汁凝結，乳清或流體部分與乳凝分離時，乳清中出現一種新蛋白質，就是稱爲乳清蛋白糖(whoy albumose)的蛋白糖。」(註十七) 乳清有做牲畜飼料的價值，尤其是供飼豬。在商業上，乳清可製乳糖，醱酵以後，則可供製造乳酸之用。」(註十八)

乳清亦可製造乳油。「一百磅牛乳的乳清所製成的乳油多少，不其一致，依製造乳餅時乳清中所消失的脂肪的量而定。這項消失因好些情形而異，但平均是每一百磅牛乳的乳清大約可製乳油五磅。」(註十九)

(註一) L. H. Bailey: Farm and Garden and Rule Book, 1912, p. 442.

(註二) 農業文庫 二十三年出版 畜牧篇 81 頁

(註三) A. P. Mathews: Physiological Chemistry, 1930, p. 317.

(註四) A. P. Mathews: Physiological Chemistry, p. 459.

(註五) 中國經濟年鑑 二十三年出版 B19 頁

(註六) 農業文庫 畜牧篇 65—75 頁

(註七) 中華民國法規彙編 二十三年出版 第四編 852 頁

(註八) 中國經濟年鑑 B39 頁

(註九) A. P. Mathews: Physiological Chemistry, 1930 pp.

316-317.

- (註十) Naylor and Vesconte: *Introductory Chemistry with Household Applications*. 1933. p.p. 140-141.
- (註十一) A. P. Mathews: *Physiological Chemistry*. 1930. p. 324.
- (註十二) 中國經濟年鑑 B100 頁
- (註十三) 中華藥典 十九年出版 387-388 頁
- (註十四) 中華民國法學彙編 二十三年出版 第四編 851 頁
- (註十五) 中華民國法學彙編 第四編 852 頁
- (註十六) 同 上
- (註十七) A. P. Mathews: *Physiological Chemistry*. 1930. p. 389.
- (註十八) J. S. Chamberlain: *Organic Agricultural Chemistry*. 1924. p. 217.
- (註十九) L. C. Bailey: *Farm and Garden Rule Book*. 1912, p. 461.

第十一章

農用藥劑

本章擬將不屬於以上各章所討論的材料的範圍的各種農用材料，加以說明。

所擬討論的事項，既多而又複雜，所以其間不能有繼續性或合理的順序。

爲便利起見，我們可以將供下列用途的物質的化學性，次第加以研究。

1. 消毒劑及防腐劑。
2. 除菌劑。
3. 除蟲劑。
4. 除草劑。

(一) 消毒劑與防腐劑

據海港檢疫消毒蒸薰及液費規則（十九年六月二十八日前衛生部公布）之解釋，（所稱消毒係指滅菌，或滅其他傳染病之媒介體而言。消毒劑係指以藥品，或其他物質方法，依法施於含

有細菌，或帶有細菌，或其他傳染病媒介體之物件而有消毒效力者而言。所稱防腐劑係指能預防細菌生長，但不能確實將其消滅之物質而言。」因此凡消毒劑都是防腐劑，但防腐劑並不都是消毒劑。

有極多的物質，在濃溶液中時，有消毒劑的作用，但顯然僅是那些以相對的小量存在而能滅菌的，才值得在此討論。

型式極相異的化合物中，都有強烈的消毒劑，化學性和物理性與滅菌作用間的關係，至今尚無完善的方法能將其解釋。下列的分類法，許是被提過的最佳分類法之一：

1. 游離的酸類，或酸性鹽類，能阻遏微生物之長。
2. 多種重金屬——例如汞及銅——的可溶性鹽類，使蛋白質沈澱。這種化合物或作用於有機體中的原形質。
3. 使蛋白質不可溶解的鹽類或其他物質，如木炭等，會斷絕細菌的食物，使其因以餓死。
4. 還原劑——如亞硫酸鹽，及亞鐵鹽等，將介質中的氧移去，因以消滅了「好氣性」(aerobic) 細菌。
5. 氧化劑——如氯，臭氧，過氧化氫，過羧酸鹽等。——藉氧化將細菌及其食物，皆予消滅，因此成爲最完善的消毒劑。
6. 有些金屬鹽類爲細菌所同化，金屬便澱積於牠們的組織中。金鹽與銀鹽如以適當的量存在，便如此地有消毒的作用。

7. 有些物質，有殺菌的作用，卻無顯著的化學原因。硼酸、硼酸鹽類、及有些芳香族化合物，都屬這類。

消毒劑通常是指用以殺滅非用為食物之物質中的有害的微生物的物質，而防腐劑則是用以阻止腐敗的變化，卻不使用了劑的物質害及動物。

具有消毒性之物質，為數頗多，而新的也不絕的出現。現將海港檢疫消毒蒸餾及徵費規則所認許之消毒劑（消毒藥液）介紹如下：（消毒方法詳該原則）（註一）

（甲）百分之一之煤溜油醇（*creosol*）溶液或乳劑（易與水混合並有十個以上之固存係數者）。

（乙）本款甲所載消毒劑之肥皂水液或乳劑，並含有百分之三之軟肥皂（鉀肥皂）者。

（丙）以百分之四十之蟻醛溶液一份，與淨水十九份，混合製成之百分之二之蟻醛（*formaldehyde*）。

（丁）新鮮鹼含石灰含百分之二十五以上之有效氯（*chlorine*）之混合水劑，臨用時，以含氯石灰六英兩混合於一加侖之冷水而製成之。

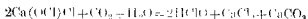
以上各種消毒劑，於可能時，均宜加熱，以供浸洗抹擦之用。

在農場中，消毒劑多半用於發生瘟疫以後，以消滅傳染的危

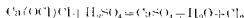
險。現將可供這目的用的最重要物質，說明如下：

漂白粉 (bleaching powder) 或氯化石灰 (chloride of lime, calcium hypochlorite)，其化學式為 $\text{Ca}(\text{ClO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。「本品所含 CaCl_2 應在 75% 以上。本品可取碳酸鈣及鹽酸，使中和製之。本品為白色半透明堅硬之碎塊或顆粒。臭無。味微苦。露置於空氣中，潮解力甚強。」(註¹) 在水及液類中，皆能分解。這物質可藉兩種方法發生作用。

1. 發生次氯酸 [hypochlorous acid, HClO] 這是強烈的氧化劑，易將可腐敗的物質及細菌消滅，次氯酸的發生，是藉了空氣中的二氧化碳的。



2. 發生氯，這是強烈的消毒劑。漂白粉為任何的酸——如稀硫酸——所作用時即發生氯：



如果用氯將房屋消毒，每千立方呎的空間，應備漂白粉二磅，放於陶製容器中，再取硫酸一磅半與水一加倫混合，冷卻以後，倒於粉上，門窗從速關閉。這夠發生差不多能佔室間大氣的 0.5% 的氯，足以殺滅一切的微生物，雖然或許有些漏網的芽胞。

二氧化硫 [sulphur dioxide, SO_2] 是一種常用的消毒劑。

燒硫黃時所常聞到的臭味，就是由於這氣。可溶於水構成亞硫酸。[(sulphurous acid), H_2SO_3] 的溶液。它是強烈的還原劑，對好些有機物質，都起作用，產生無色的化合物，所以常用以漂白羊毛及麥稈等。加以重壓，可以液化，在三、四個大氣壓下的液態二硫化碳，已有出售，貯於玻璃虹吸或金屬圓筒中。在這形式中的，用以消毒極為便利，但這氣多半是將硫黃在空氣中燃燒而製成的。硫黃應當是燭形的或捲形的，燭形的是備有燭蕊的短圓柱體，捲形的放在預用極易着火的二硫化碳弄濕的金屬碟中，極易起火。每千呎的空間約用硫黃一磅，或許是用以消毒的最適當的量。

二硫化碳 [(carbon disulphide, bisulphide of carbon), CS_2], 「爲澄明無色易揮發且易燃燒之液體。比重於 25°C . 時爲 1.26。」(註三) 其汽對於動物及微生物都十分毒。但因易於着火，且與空氣混合會起爆裂，以致大規模地使用時，太過危險。燃點甚低，約爲 150°C . 紅着的木片或點着的紙煙，即足將牠的汽與空氣的混合物燃着。

上述的是氣態消毒劑，因此易於使其與準備消毒的物質接觸。用於消毒目的的液態製劑，爲數不少，內中有些是揮發的，所以能發生消毒的汽。

石炭酸(酚) [(藥典作困醇 phenol, carbolic acid), $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$]

與煤餾油酚(甲酚)(藥典作煤溜油醇及粗製一烷困醇, cresol), 都是含於煤餾油或木餾油中的, 用為消毒劑由來已久。純石炭酸「為無色細長之針晶或白色之結晶塊。露置於濕潤之空氣中, 易潮解, 且徐徐變為玫瑰紅色。臭特異。味微甘而辛。皮膚及粘膜遇之, 即被腐蝕而變為白色」(註四) 熔點 41°C ., 沸點 182°C 。可是, 牠常以液態石炭酸(含水物)的形式被用, 「為無色或淡紅色之透明液, 臭特異。未稀釋前, 皮膚或粘膜遇之, 即被腐蝕而現白色。」可溶解於重十五倍的水中。

石炭酸與鹼類構成鹽類, 稱為石炭酸鹽類(carbolates), 在水中, 容易溶解得多, 易為酸類(即碳酸也行)所溶解, 再成為石炭酸。商品的消毒粉, 多是鈍性的粉, 如二氧化矽、矽酸鹽, 有時也有灰或氧化鎂其中約加 15% 的石炭酸。

煤餾油酚 [(Cresols), $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)\text{OH}$] 「為無色、淡黃色、棕色、或淡紅色澄明之液體。折光率甚強。貯藏稍久, 或露置於日光下, 其色即變暗。有類似困醇(即石炭酸)之焦性臭氣。」(註五)

木餾油(cresosote)是煤餾油, 與 Nylenol, $\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_2\text{OH}$, 及本系中其他份子的混合物, 多半供木材防腐之用, 俗稱臭油。

來蘇(lysol)是煤餾油和脂肪的鹼性(鉀)化合物。可溶於水, 消毒力多半是由於煤餾油酚。

Wood cresosote 是由木餾油(wood tar)而得的, 含有酚、煤

精油酚、愈創木酚 [(guaiacoli), $C_6H_4(OCH_3)OH$]、和 Cresol, $C_6H_3(CH_3)OCH_3OH$ 。

蟻醛溶液(福爾馬林),蟻醛[(formaldehyde), $HCHO$]的40%水溶液的商業名稱,是一種極強的消毒劑。蟻醛是一種氣,如果顯露着,便會由濃溶液散逸於空氣中。這物質的萬分一之水溶液,便能預防多種微生物的生長,而百分一的,則能絕對防腐。我國海港檢疫所用的消毒劑,即以蟻醛溶液為主。

蟻醛溶液用於真正的消毒目的,太過昂貴,但大半是用以預防食品中的腐敗。

上述之各種藥劑,雖以液態或固態的形式被用,卻都是揮發的,對於附近的但未真正接觸的物質,多少能施一種消毒的作用。

下列的各種物質也用為消毒劑,卻不揮發,僅能影響與牠們或牠們的溶液真正接觸的物質。

高錳酸鉀 [(potassium permanganate), $KMnO_4$],或過錳酸鈉 (sodium permanganate), 及錳酸鹽類,——如錳酸鉀, K_2MnO_4 ——是極強烈的氧化劑,消滅有機質及微生物頗為容易。這些鹽類乃是『過錳酸鉀液』(Condy's Fluid) 中的有效成分。

氯化鋅,藥典作氫化鋅[(zinc chloride), $ZnCl_2$],「為白色或

類白色顆粒狀之粉末，或硬質狀之塊，亦有錠成桿形者。臭無。味辛。潮解性甚強。又有腐蝕性。」(註六) Burnett's 消毒藥水就是牠的濃溶液(約 50%)，常供木材防腐之用。

硫酸銅 (copper sulphate)，俗名膽礬 [(blue vitriol, 或 blue-stone), $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$] 有時也用爲消毒劑，但成本略貴。

二氯化汞(昇汞)，藥典作氯化高汞 [(mercuric chloride, corrosive sublimate), HgCl_2]，「爲無色無臭之結晶塊，或針狀結晶，或白色結晶性之粉末。」(註七) 牠是極有效的消毒劑，但「有極烈之毒性。」多用於外科割症時。

除上述之消毒劑外，尚有數種物質，也用爲防腐劑。

硼酸 [(boric acid, boracic acid), H_3BO_3]，「爲透明無色微帶珍珠光之鱗片，或六角三斜系之結晶，亦有爲輕鬆之白色粉末者。觸於皮膚，頗滑潤。味略酸而苦，但有一種微甘之餘味。置空氣中不變化。能在水 18 cc., 沸水 4 cc.……中溶解。」(註八) 常用爲牛乳及乳精等食品的，及外科中的防腐劑。

硼砂 [(borax), $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$]，用於與硼酸相似的目的，有時用以毒殺蟑螂。

水楊酸 [(salicylic acid), $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$]，藥典作柳酸，「本品爲微細之針狀結晶，或較鬆之結晶性粉末。味微甘而後稍辛，露置於空氣中無變化。」(註九) 有時也加於牛乳、乳精、罐頭果

品、及果子露等中，以資防範。

(二)除蟲劑

總理關於除蟲之遺訓——總理在民生主義第三講中，研究七個加增生產的方法。「第二種方法是除物害問題。農業上還有兩種物害，一是植物的害，一是動物的害。——至於動物的害是些甚麼呢？害植物的動物很多，最普通的是蝗蟲，和其他各種害蟲。當植物成熟的時候，如果遇著了害蟲，便被蟲蝕壞了，沒有收成。像今年廣東的荔枝，因為結果的時候，遇著了毛蟲，把那些荔枝花都食去了，所以今年荔枝的出產，是非常之少。其他害植物的蟲是很多的，國家要用專門家對於那些害蟲來詳細研究，想方法來銷除。像美國現在把這種事當作是一個大問題，國家每年耗費許多金錢來研究銷除害蟲的方法，美國農業的收入，每年才可以增加幾萬萬元……我們要用國家的大力量，做效美國的辦法，來銷除蟲害，然後全國農業的災害，才可以減少，全國的生產才可以增加。」

我國植物病蟲害之嚴重性。——「農村衰落，農業窳敗，為我國目下最嚴重之問題。究其衰退原因，固有種種，病患、蟲災、其尤著者也。我國農業，栽培面積既廣，植物種類尤多，在耕種上氣候上，均易引起病蟲害之發生，觀夫歷年來，蝗災、螟患等之愈趨嚴重，可以瞭然。民國十六年山東蝗災，災民達七百萬，其翌年蘇、

魯、皖、沿海及湖地之蘆葦，復因之損失達一萬萬元，至於全國所受螟害損失每年竟達十二萬萬元，（見江浙省政府病蟲害防治所叢刊第二號）之數，小麥所受銹病一項，亦年達四千萬元之譜（見武昌大學生物系雜誌第一期——丹麥）由是類推，可知病蟲害之影響於國計民生之大矣。（註十）

中國植物蟲害防治計劃中關於殺蟲劑之部分。——「中央之病蟲害防治事宜，由中央農業實驗所植物生理科之病蟲害系主持之。……設藥劑室，以研究造製中國藥劑及仿製西藥。」（註十一）現將「我國植物（病）蟲害事業中今後應有之設施」中關於殺蟲劑之部分，介紹如下：

「松毛蟲之撲滅。森林害蟲中，在我國現在最屬嚴重者，厥為松毛蟲，該蟲有數種，在浙江一帶最普通者為 *Dendrolimus spectabilis*，此蟲在浙東為害尤大，常易惹起大面積松林之枯萎，且以針葉樹類被害後，不如闊葉樹類之易於恢復，故為害之烈，尤堪注目，此蟲之分布，在沿海各省，及日本各地，多甚普遍……於必要時，須努力於下列各項方策，以救眉急。

1. 在樹幹上施行粘環法，以阻止是項害蟲幼蟲之移動及上昇。此項粘環材料，可參照美國及德國所施行者，中央農業實驗所藥劑室，詳加調查配成之，並可大規模生產，以適應各地方之需要。查歐洲之松毛蟲 *dendrolimus pini*,

前二三十年，爲害亦甚烈，後即依此法而奏大效者，在今德國森林害蟲中，竟因是而不成問題矣。固然兩地松毛蟲種類不同，而習性不免有異，但精環如行之得法，在我國定有相當效果可得，固無疑也。

b. 實行保護益鳥、益蟲、及益菌類，以資撲滅。(略)

c. 實行硫磺鉛毒粉撒布法，以殺其幼蟲，施用器具，由各省農事試驗場或合作社購備大型動力噴粉機，以資應用，於必要時，得由國家施行飛機撒粉，爲之驅除。(註十二)

園藝害蟲之研究與防治。(關於果實者略)蔬菜之種植，爲繁華區域農民重要生計之一。我國蔬菜所受害蟲之損失，在百分之三十以上者，比比皆是，且以其代價高貴，故防治之法，易爲農民所採用。我國各處蔬菜害蟲，較爲普遍者，有菜白蝶、蜜蜂、琉璃蟲、黃條菜蚤等，可應用除蟲菊、石油乳劑驅殺之。中央應在南京成立一害蟲藥劑室，以園藝害蟲爲研究對象，配製適用之藥劑，同時由器械室配製靈便之噴射器，以應農民之需要。(註十三)

防治藥劑及器械之研究與製造。藥劑爲防治病蟲害之利器，然多數材料，皆取給於煉礦時之副產物。我國煉礦事業，尙未發達，此種藥劑均付缺如，仰給於舶來品，實不經濟之甚，故中國土產藥劑之調查與製造，與夫西藥之仿製，實爲要圖。現在我國植

物質，防治藥劑之經試驗，已著成效者，有巴豆、雷公糖等，中央農業實驗所應設一藥劑研究室，聘請化學專家與昆蟲病理學家，合力研究中國之藥劑，加以精製與配合，待有成效，即可大量製造，以供給農民之需要。又防治病蟲雖有良好藥劑，設無精美器械，以供施用，亦屬無濟於事，且舶來器械價昂，農民自難購置應用，中央農業實驗所聘請具有機械學識人員，精確研究自製各種噴射器，以應農民之需要。」（註十四）

「改進農業計劃提要」關於植物病蟲害的結論之一是「仿製藥品及器械，已有國產品，病蟲防治基本鞏固，效力增大。」（註十五）

殺蟲劑這名稱，是指用以殺滅昆蟲或與昆蟲相似的生物的化學藥劑。這劑「在今日應用最廣，然藥品之價格甚昂，所費甚多，故以蔬果倉庫及室內害蟲方面最為適宜。至防治大面積之作物，如稻、麥、玉米等害蟲時，須先估計作物之生產價值，然後酌量施用。

良好殺蟲藥劑應具之條件。 應用於殺蟲之化學藥劑，種類至多，惟須具備左列諸條件，方得稱為良好之殺蟲藥劑。

(1) 不損害作物 普通能殺蟲之藥劑，往往亦能傷害植物，良好之殺蟲藥劑，應能殺蟲而植物不受傷害。

(2) 殺蟲迅速 藥劑接觸蟲體或吞入胃中，能令蟲即死為

佳，若一時不死，則成蟲或能繼續產卵繁殖，幼蟲能繼續食害作物，對於收成有影響。

(3) 價廉 殺蟲藥品，亦即農家資本之一種，此種資本用去後，合算與否，當視藥品及作物之價格而定。如蔬菜、果樹、花卉之類，其生產品價格較高，故用藥劑殺蟲甚為合算，若稻、麥、玉米、大豆之類，則栽培面積廣大，而生產品價格較低，故施用藥劑，往往不甚經濟。總之，藥劑價格如愈低，則應用範圍愈廣，農家獲利亦愈薄矣。

(4) 有大量之供給 良好之殺蟲藥劑，必為多數農民所採用，故必須有大量之供給，方敷分配。歐、美各國所用之殺蟲藥劑，大都係煉礦時之副產品，如各種硫類殺蟲藥之出自銅礦、銀礦、等是也。

(5) 化學性穩固 應用藥品殺蟲時，往往須與他物混合，以增加功能，故殺蟲藥品，必須化學性穩固，不易與他種物品起化學作用，而減其原來之殺蟲價值，又化學性穩固，則便於遠運及久貯。

(6) 粘性強而擴散性大 粘性強則易於粘着，蟲體及植物體，殺蟲效力確實而持久。擴散性大則分配面積廣而勻，殺蟲效力大而平均。

(7) 藥味不致使蟲逃避 藥劑之有特殊氣味者，噴射於植

物時，往往使蟲感覺不快，避不取食。

(8)無毒滓遺害於人 據英國皇家鉛毒委員會之報告，凡每磅固體食物中有 0.01 英厘 grain(每英厘約合二市厘強)以上之無水亞砷酸者，即須禁忌取食。歐、美人士取食蘋果，並不取皮。凡以砷酸鉛噴蘋果蠹蛾(Codlin moth)者，其蘋果每須浸於鹽酸液中，以溶解殘留於果皮上之砷酸鉛，故殺蟲藥之有餘毒遺於食料者，實非良好之殺蟲劑。

(9)不易引火爆炸 不良之薰毒劑往往有爆炸之虞，例如二硫化碳，原為適當之薰毒劑，惜其易於引火爆炸，故近人亟思以他物代替之。

(10)有顯明之顏色者 殺蟲藥品，最好為顯明之紅色或綠色，昭示吾人以毒質之所在，以免誤食中毒。」(註十六)

殺蟲劑可分下列三種：

(A)胃毒劑(Stomach poisons)。

(B)薰毒劑(Fumigants)。

(C)接觸劑(Contact poisons)。

(A)胃毒劑之用法及其主要種類 「胃毒劑之用法有二：(甲)以粉狀或液狀之藥品，用噴粉器或噴霧器撒布於植物之上，使蟲取食時，中毒即死；(乙)以粉狀藥品與害蟲食料相混合，撒布田間，誘其取食，中毒即死，此種人工調製而成之有毒食料，謂

之毒餌(poison bait)。

胃毒劑之種類甚多，其應用最廣者，厥為各種砷毒劑，因其中所含砷毒，對於蟲類，能發生劇毒也。但砷化物之溶解於水中者，亦能滲入植物組織，使之受傷。故最佳之砷毒劑，為含砷多量之砷化物。此項砷化物，能溶解於昆蟲之消化器內，形成氧化砷，(先成 As_2O_3 ，次變 As_2O_5) 使昆蟲中毒，但不能溶解於水中，致害植物，重要之胃毒劑，有下列數種：」(註十七)

砷(Arsenic)——舊譯一作砒，一作砒，前者諧聲，後者為原有之字。但白砒舊意，係指砒之三價氧化物，故化學命名原則「決用砷。」這元素決沒有用於純元素態中的。而是以牠的氧化物的氧化亞砷 [(arsenious oxide), As_2O_3]，或含有這物質的形式被用。的確，平常講起白砒或砒酸 (arsenic, or white arsenic) 多半是用以指化學家所稱的氧化亞砷。藥典作三氧化砷及亞砒酸。「本品為白色之粉末、或為無晶形玻璃狀透明，或結晶性磁質狀不透明之不規則形塊，外層呈不透明之磁質狀，而內層呈玻璃狀者，亦往往有之。露置於空氣中，則玻璃狀塊亦徐徐變為磁質狀。質重。無臭。」(註十八) 不易溶解於水，但易溶於苛性鈉，或碳酸鈉等鹼性溶液中，亞砒酸即因鈉而變為亞砒酸鈉。

白砒用為毒鼠藥，動物多半能被其毒害。可是有數種下等植物卻能於有大量的白砒存在時生長。多數的黴菌也是如此。但

如高等植物，接觸白砒溶液，就是極稀的，也立即死亡。

極小分量的白砒，對於動物有補劑的作用，如果繼續地服食，即生一種免疫性，雖食平時足以致命的分量，也無危險。服食小量的白砒，常使皮膚肥胖而輕鬆，但伴有引起慢性中毒的危險。

動物的及植物的寄生蟲的殺蟲劑，多半用含砷化合物。牠們也用於多種牛、羊、的除蟲浸劑。在美國，白砒是用得最多的殺蟲劑。

浸劑中之砷。——浸劑中之砷，多半為可溶液性形式的亞砷酸鈉。雖然多種浸劑中，也含有其他物質，可是多種的含砷浸劑中，功效是僅靠着砷的。



第三十九圖 用藥液浸洗羊身以除害蟲

在南非洲，對於除滅牛羊身上的蝨 (tick) 一層，特別注意，因為這蝨能傳佈疾病。據 Lounsbury 在南非開普敦之試驗，若要保證一切的蝨皆能殺滅，浸液必須是三十加倫水中約含白砒一磅，就是 0.33%，雖然他認為為實際的目的，四十五或五十加倫中含有一磅，(0.22—0.25%)，便足應付了。

有一種浸劑，據說在澳洲 Queensland 頗著成效，是五十加倫中含有一磅，即 0.2%。

Lounsbury 的結論是：含砒浸液中，加入煤屑或肥皂，對於浸液的毒性上，效應頗小或竟沒有。

他也列了一表，由表可以推算出來兩種著名的，即 Penuth 浸液及 Alderson 浸液，各約含有 11% 及 46% 的白砒，照工廠的指示沖淡，即六加倫中一磅，及十四加倫中一磅，則牠們各成爲 65 加倫中含白砒 1 磅及 30 加倫中含 1 磅的浸液了。

他又說 “Scrub Exterminator” 即粗的亞硝酸鈉中，約含白砒 66% (但據英格爾之經驗，商品的亞硝酸鈉中，常含有 58% 左右的白砒)。

其後，他又介紹了一種浸劑，其配合量如下：

亞硝酸鈉	5 磅
煤屑	12 磅
軟肥皂	5 磅
水	100 加倫

加適符者，僅使浸液發生苦味，以減少為家畜所飲的危險。

軟肥皂是使羊毛浸濕以後，一時不致即乾，以增加對於蟲子的效力，至於長毛的羊，則肥皂可以取消。

牲畜若浸於過強的砒液中，或浸的次數過多，則會因皮膚吸收白砒而發生中毒。這在長毛的牲畜，顯然最會發生。譬如羊的中毒，便較牛、馬為易。並且如果浸液是趁熱浸漬或噴射的，則牲畜更易中毒。

使用白砒這種極毒的物質，務須謹慎，或許人人知道，不必多說，不過必須極力留心，預防牲畜誤飲浸液，或舔舐或吃下含砒藥劑曾接觸過的任何物質。

含砒化合物也廣用以殺滅動植物的害蟲。譬如現在人多主張用白砒以毒白蟻。供這用途的最有效力的辦法，是將硫黃與白砒的混合物在適當的容器中汽化，將汽藉唧筒壓入白蟻穴中。白砒的汽極毒，於冷卻時成一種昇華物（sublimato）而滲透蟻穴及其內容物，昆蟲或許避免了毒汽的效應之後，食穴中之物時也會被毒斃。有人曾發明了專供這種工作的器具。這器具所附送的材料，是 11% 左右的硫黃與 89% 的白砒，混合極勻。白砒，平常成為亞砒酸鈉，是多種殺滅白蟻或保護木材以免蟻害的藥劑的基礎。

白砒尚有一種重要功用，即毒殺蝗蟲。常用的方法是將蝗蟲

附近的草或其他植物，以下列配合量的藥液噴射：

亞砷酸鈉	1 磅
糖	1 磅
水	8—12 加侖

如此噴射的草，若為蝗蟲所食，立能使其中毒，否則不久亦必死亡，變為乾硬，若噴射不久即為牛、羊所食，固能發生危險，然而落了幾場大雨之後，則白砷多被沖入土壤，雖即無雨，牛、羊食草中毒之危險，也不會大，因為數月以後，草即枯萎而死，牲畜除非為飢餓所迫，是不願吃的。毒斃的昆蟲常為鷄、鳥、及蝗蟲等所食，雖然蟲體中含有白砷不少（英格爾等在一份乾蟲的樣品中，發現 0.219% 的白砷）。可是對於鳥類，似乎無多妨害。不過噴射過的地方，須等落過幾場小雨以後，始可讓禽、獸進去。毒斃的蟲，如果一定要用以飼鷄的話，應當小量地供給，因為總有多少中毒的危險，因白砷不是像有些毒物一樣，易因分解而自屍體消失的。

供這種及其他目的所用之亞砷酸，可將白砷與其重量三分之一的苛性鈉，或其重量四倍的碳酸鈉及水，煮至溶解而製成，也有製成白色固體物出售的。尤為便利。

九兩左右之白砷，約等於一磅的亞砷酸鈉。

上列配合方中之糖，其目的在使毒劑更能吸引昆蟲，也使對草或其他植物的粘性增加。

砷也用以殺滅蟲及病蟻等，尤其是果樹上的。在此，白砒、亞砷酸鈉、及其他易溶的化合物，都須屏而不用，因為這些物質能傷害葉子。

所以有數種幾乎不能溶解的含砷化合物，乃被應用，現將最常用的介紹如下：

巴黎綠 (Paris Green, Schweinfurth's Green, Emerald Green)——這是一種不純的亞砷酸及醋酸銅，多半含有三至五成的白砒(化合的)，但成分則差別甚大。其中的砷常有一部分(2%以上)是在可溶的形式中。含可溶性的最少而不可溶性的最多的樣品，最適於噴射之用。牠是懸游於水中而用的，施用是用噴霧器，濃度通常是一分的固體物，和二三千倍的水。為保證成績良好起見，液體顯然地須不絕地攪動，否則巴黎綠便會沈底。若要預防因有可溶性的砷而傷害葉子，可加等重的石灰。

倫敦紫 (London Purple)——此為亞砷酸石灰與色質之混合物，是製造某種煤膏染料的副產品。牠與巴黎綠一樣，成分極不一定，但多半含有三至五成的白砒，其中常有一大部分可溶於水的。用法與巴黎綠相同，但除非也加石灰，則更易於傷害葉子。

製造亞砷酸石灰，可將亞硝酸鈉溶解於水，多半是將其沖淡，次攪入所含石灰約較亞砷酸鈉重十倍的石灰乳。石灰多得不少，但無傷害。

砷酸鉛 (Lead arsenate) 不溶於水，所以對於葉子，並無妨害，用為噴射劑極有價值。牠有製成的出售，也可臨時由鉛糖 (sugar of Lead) 或醋酸鉛 (acetate of Lead) 及砷酸鈉 (arsenate of soda) 配製——前者 11 噸與後者 4 噸，各溶解於一份的水裏。牠們混合起來時，便成微細，白色的砷酸鉛的洗滌物，將這懸游於 150 加倫的水中時，可以噴射樹木，不會引起傷害。砷酸鉛有糊狀的，(多半約含白砷 12%)，有成粉狀的。糊狀的功効較佳。

石勒綠 (Schule's Green) ——酸性亞砷酸銅 (copper hydrogen arsonite) 有時也供噴射之用。牠與砷酸鉛一樣，極難溶解於水，所以對於葉子，祇有輕微的傷害作用。可是，牠不常用為殺蟲劑。

用砷劑時，應有之謹慎。——含砷化合物對人及高等動物，都十分毒，因此當使用時非極端地謹慎不可。任何的含砷溶液，都須極力防其混入以後會被牲畜食用的飼料及水中。白砷之致死量大半因個體而異，在人的話，或許是一、二噸，馬或是三十噸，牛十五或十五噸，狗約一噸。然而各專家對於致死量的意見，大不一致，在易溶的形式中的，例如亞砷酸鈉，較白砷強烈得多。因誤中毒而解救時，應當用催吐藥 (嘔藥)，或以一劑新沈澱的 ferric hydrate，這可臨時加氨液或碳酸鈉於氯化鐵 (ferric

chloride, perchloride of iron) 溶液而配成。牛乳、鷄蛋、洋橄欖油、及大麥水，也都有用。

下列之有毒物質，有時也用為殺蟲劑：

石炭酸(酚)(見327面內)。這對動物和植物，都是一種劇毒，用為殺蟲劑時，必須謹慎，以免傷及植物。

在休眠期的果樹上，有時可用約含有粗石炭酸一磅，軟肥皂兩、三磅及水二加倫的溶液，以殺滅樹孔的蟲。石炭酸溶液有時也用以預防昆蟲的侵襲，例如牛蠅對於牛的侵襲。

因為牠對於植物有毒害作用，所以若用 0.5% 以上的，或最多 1% 的溶液，或許不大安全。牠不可與葉部接觸。

鹼性硫化物 (alkaline sulphides)。——這些是極有功效的殺蟲劑，但也能毒害植物的根，且將葉子腐蝕。

「**硫化鉀**」(sulphide of potash) 或「**硫肝**」(liver of sulphur)，實在是硫化鉀與多硫化鉀的混合物，配成 2—4% 的溶液，用以噴射樹木。硫化鈣則用得更廣，多半是臨用時將石灰及硫黃和水煮成的。所成之黃色液體，含有溶解在內的各種硫化鈣的混合物，時常也有些游離的石灰。

「**石灰硫黃液**」用途甚廣，園藝家用以殺滅樹上的甲殼蟲，及其他昆蟲，畜牧家則用以殺滅他的牲畜身上的寄生蟲，尤其是疥癬蟲。

根據所要應付之特種植物及特種昆蟲而開的方劑，為數頗多。例如果樹所用藥液的製法，是取生石灰十磅，及硫黃二十磅，共於大約四十加倫的水中，煮二小時左右，再取四十加倫的水，在其中溶解石灰三十磅及食鹽十五磅，將兩份溶液混合起來。這液僅於冬季樹葉脫落之時，始可施用。

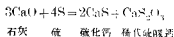


第四十圖 用石灰硫黃劑噴射果樹

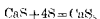
用「石灰硫黃」浸液(lime and sulphur dip) 防治羊身上的疥癬蟲，有些人主張甚力，尤其是在南非洲。不過無論是如何製備的(石灰、硫黃、及水的比例，差別似乎極大，例如，一百加倫的水，有人主張所應加的石灰的量，自四磅半至二十磅不等，硫黃十五磅至二十磅不等，石灰與硫黃之比，是自 1:1 至 1:5 左

右不等),這液能傷害羊毛,則無庸置疑。凡鹼類及鹼性溶液對於如頭髮及羊毛等的有機物質,都有強烈的苛性作用,硫化鈣的濃溶液,用爲化粧品中的脫毛劑,也大規模地於生皮鞣製之前,供除毛之用,可以爲證。但如果將對羊毛品質的損害撇開不論,則用這藥液以防治疥癬蟲的功效,似乎有很強的證據。

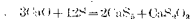
可是,在了解這液的製備原理上,頗爲重要。在前面已提過,真正的有效成分,乃是硫化鈣和多硫化鈣,雖則游離的硫確有用處,尤其是爲再染毒的預防劑。可是,若要將這游離的硫黃施於羊毛,則須於浸羊之時,將液攪勻,因爲硫黃極難溶解於水,因此這法採用的人很少。石灰與硫黃同煮時,反應的結果是構成硫化鈣及硫代硫酸鈣 (calcium thiosulphate),由下列方程式表示出來:



可是,一硫化鈣, CaS , 能溶解更多的硫黃,最後構成五硫化鈣,這樣:



所以與石灰和水同煮所能溶解的硫黃的最大量,可由下面的方程式表示出來:



鈣的原子量是 40，氧是 16，硫是 32，

$$3(40+16) = 168 \text{ 石灰} \quad 12 \times 32 = 384 \text{ 硫}$$

這樣，168 分的純石灰，能使 384 分的硫黃溶解，即一分重量的石灰，足以溶解 2.28 分的硫黃，或是一磅硫黃，需要 0.4375 磅的純石灰。現在通常的石灰總沒有純的，所含真石灰的比例，頗不一致，低的僅有 50%，或竟更低，高的達 98% 或較此更高。因此石灰與硫黃之比不及 1:2 的，即使石灰的品質優良，必定留下大部分的硫黃，未被溶解。若用普通品質的石灰，過剩的石灰的量，當格外大；並且如一般人所主張的，液體須先澄清，僅用澄清的部分以浸牲畜時，所耗費的硫黃甚大。反之，液中的石灰須避免過剩否則羊毛的損害將格外大。所用的石灰及硫黃的適當比例，大半依石灰的純度而定。如果石灰色白，是新燒的，加水時發生大量的熱，則或許頗為純淨，一分石灰加二分半左右的硫黃，大約是適當的比例。但如果用的是「青色石灰」，尤其是放置稍久以致一部分風消的，則等量的石灰及硫黃或許較佳。無論如何，在煮好以後，略有未能溶解的硫黃，則較安全：因為如此則液裏的石灰不大會有過剩的。

當然的，製備一百加倫的液時，石灰必須僅用五至十加倫的水處理，加熱至沸，硫黃以粉末狀的緩緩加入，全部煮二小時左右，或煮至硫黃大半溶解為止。硫化鈣及硫代硫酸鈣的濃溶液，

於是加水沖淡至一百加倫。

這液應於製備好後，即行使用，因為牠吸收空氣中的二氧化碳及氧，而硫化鈣及五硫化鈣因以分解。有好些人將這液於大約 $100^{\circ}-110^{\circ}\text{F}$. ($38^{\circ}-45^{\circ}\text{C}$.) 的溫度使用，成績較佳。每一牲畜至少應在液中浸兩分鐘。

蒜藥蘆 (*Hellebore, veratrum album*) —— 這是百合科藥蘆屬多年生的草本植物。其地下莖含有數種生物鹼類，內中的蒜藥蘆素 (veratrine), $\text{C}_{32}\text{H}_{49}\text{NO}_9$ ，原蒜藥蘆素 (protoveratrine), $\text{C}_{32}\text{H}_{51}\text{NO}_{11}$ ，及 Jervino, $\text{C}_{26}\text{H}_{35}\text{NO}_3$ ，都能毒殺動物。往往用為殺蟲劑，或是成乾粉態的，常與麵粉或水混合，和水的大約是每噸加水三加倫。殺滅醫葉的蟲頗有效驗，但對於人畜則沒有亞砷酸類那麼毒。

除蟲粉 (insect powder) —— 美國農業部承認除蟲粉是由數種除蟲菊的花頭研成的粉末所製的殺蟲劑。兩種主要的除蟲粉是波斯粉或高加索粉，和 Dalmatia (奧國地名) 粉，Dalmatia 粉，在美國加省特稱為 Balaicho。波斯粉是赤花除蟲菊 (*pyrethrum roseum*) 的產品，而 Dalmatian 粉則是白花除蟲菊 (*pyrethrum cinerariaefolium*) 的產品。如今大規模種植除蟲菊的，有 Dalmatia、日本、門的尼格羅、澳洲、阿爾及利亞、及美國加省，尤以前三處地方供給最多。(註十九) Dalmatian 粉據說比波

斯粉效力更大。牠可以乾用，常與三倍重量的麵粉混合，或配成水溶液或醇溶液，也供薰毒之用，這物質可用以除滅蚜蟲，各種家蠅，尤其是可用於薰毒，以驅除蚊、蠅。供噴射的溶液，可取這粉一噸與兩、三加倫的水混合。有時粉中先略加酒精，再將混合物加水沖淡。液中有時再加氨液及肥皂，據說能夠增加效力。供薰毒用的粉，可撒於熾炭或紅熱的金屬板上，這當然僅能在不透氣的地方發生效力的。

還有數種植物產品，例如苦黃楝木 (quassia) 的木屑，也用為除蟲劑，不過不甚重要，在此不加詳述了。

其他的殺蟲劑，則都是較常用為消毒劑或防腐劑的物質。屬於這類的有各種的煤窩產品，——石炭酸、來蘇、Izal, Jeyes' 消毒劑，及許多別種物質。

生石灰(quicklime) 即氧化鈣 [Calcium Oxide, CaO] 有時被用以殺滅蝸牛、蛭蟪、及蠍等。供這目的用的，必須新鮮且尚未消過，始能發生效力，最好是研粉施用，撒在蛭蟪的或蠍的體上。用石灰水以消滅多種的蠍及蠕蟲，也頗有用。石灰溶解於水，僅能達 0.13% 的限度，就是一加倫的水僅能溶解五分一英噸左右的生石灰。石灰漿，即一加倫水中約加石灰二磅，也可用以消滅介殼蟲，是施於樹皮上的。

薰毒劑之作用及種類。——「利用藥劑之毒氣以殺蟲，吾人

稱此藥劑爲熏毒劑，熏毒劑之種類，原來甚少，以普通毒氣之有害於蟲者，亦有害於植物及人也。近來研究進步，此種殺蟲劑種類亦漸多，應用範圍亦漸廣，如昔時用於室內倉庫船隻，今則亦可應用於溫室、上內、樹幹、苗木、以及一切包裝運輸之動植物產品者矣，惟應用於正在生長之植物時，須十分留心，以免受害。

毒氣之作用，有由氣管直接侵入蟲體而損害其組織者，有與空氣中之氧氣結合，使空氣無氧氣窒息而死者，有直接侵蝕其皮膚者，然均須達一定之濃度，方生效力，故用藥量及熏毒室之容積，均須精密計算，且不可漏氣，俾得保持相當濃度。」（註二十）

用爲熏毒劑的主要物質如下：

二硫化碳 有強烈的惡劣氣味，與爛甘藍相似。可是如果是純淨的，則有與噁仿佛的香味。二硫化碳甚易揮發，牠的汽極易着火，與空氣混合時，着火所需的溫度比他種可燃燒氣體都低得多。空氣與二硫化碳汽的混合物，極易爆炸，便是燃着的紙煙也能使其着火。這汽頗重，性質極毒，能殺滅昆蟲。因此牠的汽用於殺滅地中昆蟲或幼蟲，尤爲相宜。牠常被用以滅除螞蟻，取一、二囁的液體，灌入穴中，穴口塞住，即發生一種毒汽，能貫穿蟻穴的全部。

玉米或他種穀類中的象鼻蟲，也可用牠來消滅。爲這目的，穀可放入箱中或櫃中，將充分的二硫化碳倒在穀上，或傾於容器

放在頂上，再將箱子或櫃子關緊。

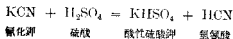
消滅矮灌木或樹上的害蟲，可環著樹安設幾隻箱子，每箱中放隻碟子，碟中倒入半噸以至一噸的二硫化碳液，箱子是在保留重汽使不易散失。

二氧化硫 [(sulphur dioxide), SO_2] (見 326 面)，不可供消滅植物害蟲之用，但常用以滅除臭蟲、蟻、及其他家庭害蟲。

菸草的烟，或更好是菸草浸汁的汽，常於花房中用為殺蟲劑。

氫氰酸 [(hydrocyanic acid), HCN,] 藥典作氫腈酸，或稱普魯士酸 (prussic acid)，是一種奇特的氣體，不過臭味不大強烈。對於動物，有極強烈之毒性，但因為小量的對於在暗處的植物，不能致死，所以可用而且廣用以消滅灌木及樹上的害蟲。

這氣可於臨用時，將稀硫酸作用於氰化鉀而成：



氰化鉀 (potassium cyanide) 是白色，非晶質，會潮解的塊子，也有是晶體的，微有苦杏仁的氣味；性異常毒，不可用手接觸。純度達 98% 的氰化鉀，如今頗易購得，而通常的硫酸也適於這用途。酸在未用以前，應先用體積一倍半的水沖淡。配合量約為氰化鉀一分 (以重量計)，硫酸一分半，及水兩、三分。水應盛

於玻璃的或陶質的容器中，將硫酸緩緩傾入，不絕攪動，最後當一切都備齊後，即將氰化鉀倒入，屋中或棚中的人，應立即退出。

樹木熏毒，可用一帆布帳棚，使氣不易散逸，帳棚可用蒸亞麻仁油處理，使不透氣，且熏毒應於夜間舉行。平常顯露於氣中三四十分鐘，便已夠足。使用這種極毒的物質，如氰酸鉀及氫氰酸時，非極謹慎不可。尤應注意的就是要避吸入含有這酸的空氣。家室及工廠中的各種害蟲，用這方法驅除，也極有功效。樹木熏毒。每百立方呎的空間所用的氰酸鉀，是 15 至 25 克，就是 $\frac{1}{8}$ 至 $\frac{7}{8}$ 噸，看樹的種類而定。房屋熏毒，每百立方呎的約用一噸，多半是夠了。

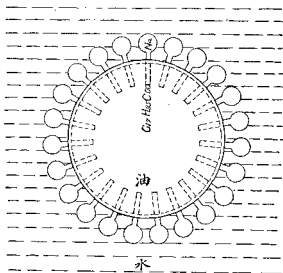
(C) 接觸劑。——「具有吸收口器之昆蟲，其取食時乃以口器插入植物組織內，吸收內部之汁液，故噴射藥劑於植物表面不能殺蟲，必須將藥劑直接接觸於蟲體，方能奏效，接觸劑之作用有五：

- (a) 窒息 封閉昆蟲之氣孔，使之窒息而死，如乳劑類。
- (b) 滲入皮內 藥液滲入皮內使原生質變質凝固，如肥皂中之脂肪酸。
- (c) 燒壞氣管 如油類。
- (d) 由氣管侵入組織而麻醉運動神經中樞，如菸精。
- (e) 軟化、硬化、或溶化外骨骼 如硫黃劑。」(註二十一)

無論何種的肥皂，尤其是鉀肥皂或軟肥皂，都有效力，平常施用時，是加五倍至二十倍重量的水的。

松香肥皂也可使用，是臨用時將松香與苛性鈉或苛性鉀的溶液，或是碳酸鈉的溶液同煮。平常也用些魚油或牛、羊脂。普通接觸劑的配合量如下：

松香	20 磅
魚油	$\frac{1}{2}$ —1 加倫
苛性鈉	8 磅



第四十一圖 乳劑：煤油在水中為肥皂所乳化。

這些同放於鍋中，加水數加倫，加熱至沸，逐漸加添冷水，繼續煮

兩小時，直待共約成三十加倫且都已溶解爲止。於是以軟水沖淡至一百加倫。有時用苛性鉀代苛性鈉，牛羊脂代魚油，且往往也加煤油。如果苛性鉀和苛性鈉的純度相等，56 分的苛性鉀便等於 40 分的苛性鈉。

石油乳劑也極有效力。牠用肥皂溶液或酸乳，都可製成。前者是將肥皂一磅半，溶解於熱水二加倫半中，再加石油五加倫，全部用噴射唧筒猛烈地攪動，直待構成乳劑。這乳劑一加倫可加水九至十二加倫沖淡。

肥皂之效應僅是機械的，石油絕對未被溶解，而祇是裂爲微細的小滴，懸游於水中。

肥皂在這的功用，是使乳劑穩定。「肥皂穩定石油與水的乳劑作用，可以說明多種乳化劑藉以施其作用的方法。肥皂是長狹形的脂肪酸類的鈉鹽的分子所構成的。脂肪酸類都是易溶於石油而難溶於水，而鈉鹽則多半能在水中溶解。石油加於肥皂溶液中時，肥皂分子便集中於兩層的液體間，每個分子的鈉端溶於水中，而脂肪酸端則溶於石油。混合物被搖動以構成乳劑時，煤油的每一微滴爲肥皂分子所包圍，脂肪酸端插於油中，而鈉端則插於水中。(第四十圖)如此所成的膜，使油滴不致結合而成較大的滴，於是乳劑乃能穩定。」(Naylor and Vesconte: Introductory Chemistry with Household Applications)

酸乳一加倫與石油二加倫，也可乳化，以後於臨噴射前加水沖淡。

(A)段中所說明的物質，有些也有接觸劑之作用，或許是被昆蟲由皮所吸收。含砷浸液、碲化鈣、及硫黃等，用以殺滅吸血或吸汁的昆蟲時，常是這種情形。

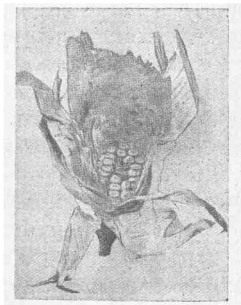
(三)殺菌劑

植物病害是由於菌類，所以要防治病害，必先殺菌。我國植物病害種類甚多。內中為全國普通所有的為稻熱及麥銹。為各省的特種病害的，有穀類黑穗又分為好些種。據「中國植物病蟲害防治計劃草案」中所載的，有稻熱病、麥銹病、穀類黑穗病、赤星病、油菜露菌病、作物菌核病、玫瑰銹病、菊黑斑病、枇杷灰斑病、柑橘枝枯病、葡萄炭疽病、桃捲葉病、蘋果梨類之黑星病、豆類莖類之露菌病、蓆薇科果樹之褐腐病、木類之壘瘤微霉、竹類之水枯梅銹、檉類之粉霉、及柳類之心腐等。(註二十二)

「稻熱病分布於全國產米區域，猖獗於全稻生育期間，一旦發生，輕則局部之稈葉萎凋，重則全田之穀穗枯白，為害之烈，不亞於螟蟲、蝗災，據前年浙江省病蟲害防治所之調查，浙東一帶，損失每達五成以上。」施用銅劑為本病的防治方法之一。不過「浸種僅能預防第一次之傳染。噴霧難行於廣大之栽培面積，而最近日本學者所主張之硫酸銅的內科療法，亦尚無實地試驗

之成績。」(註二十三)

「蔬、果、花卉病害極多，其影響於生產者極大，例如(見前)……以及蔬果之販賣期內所起之病害等，乃分布尤廣，而損失特大者也。此種病害，皆可應用硫黃或銅質之藥劑，以行防治，惟此種藥劑之施用，亦非易。易第一宜先知其發病時期。第二須明瞭氣候狀況。第三必考察種藝情形。第四必究知植物與病毒之情形，夫然後可收藥到病除之功。」(註二十四)



第四十二圖 玉米黑穗病

此為一種寄生植物，發生黑色芽胞，於玉米之穗稈及葉，皆可發現。

殺菌劑爲一種植物之毒物——其實是一種消毒劑——不過於所用之情形下，雖能殺滅下等植物的菌類，對於高等植物卻不傷害。的確，殺菌劑的定義，可以說是一種有區別性的植物毒物，其劇烈足以殺滅數種植物，但要傷害別種的則嫌太弱。

殺菌劑多半用以殺滅會侵害農作物的微生物，可依需要的情形而施於種子、莖、及葉。供殺菌劑之用的物質中，以下列的爲最重要。

(a) 銅鹽。——這些鹽類，在溶液中時，便對於高等植物，也極能傷害。凡含銅的殺菌劑，其起點差不多都是硫酸銅 (copper sulphate) 或藍礬 [(blue vitriol), $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$]。本品爲深藍色之三斜系結晶，或藍色之顆粒性粉末，臭無。味爲金屬性，不適，能令人嘔吐。露置於乾燥空氣中，即徐徐風化。比重 2.28，易溶於水，成藍色溶液。

水 100 分於	0°C. 溶解銅鹽	31.6 分
水 100 分於	10° 溶解銅鹽	37.0 分
水 100 分於	20° 溶解銅鹽	42.3 分
水 100 分於	100° 溶解銅鹽	203.3 分

銅鹽的 3% 溶液，比重 1.0126; 4% 溶液，1.0254; 6% 溶液，1.0384。

硫酸銅溶液久被用以泡浸小麥種子，以預防黑穗病 (smut)、銹病 (rust) 及腥黑穗病 (bunt, stinking smut) 等菌病。常法是

將每一升的麥種，用溶解有藍礬二磅的水二加倫泡浸。麥種於播種前，浸於這液中約二十四小時。麥種上會有的病菌的芽胞乃被消滅，留於麥上的可溶性硫酸銅的薄膜，於播種後不久，且在麥種萌芽以前，變為不可溶性化合物，這變化或許多半是由於土壤中碳酸鈣的關係。如果銅不變為不可溶性化合物，小麥或許會因這處理而死亡。在美國麥種是浸於二十四加倫水中含硫酸銅一磅的水中二十四小時，再在石灰水中浸五分鐘。



第四十三圖 用手力噴毒以除野芥

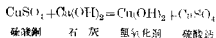
硫酸銅亦用以噴射植物的葉，以預防菌病。為此所用的溶液，不得超過二十加倫水中含鹽一磅。否則葉子要被損害的。

硫酸銅也曾被用以消滅數種的十字花科植物，尤其是野芥。

如果大麥或燕麥為這植物所侵害，則若將全部麥田用2—3%的硫酸銅溶液噴射，每英畝約用四十加倫，只要野芥還不及二、三吋高，牠們就會葉子變黑而死，至於燕麥、大麥、或金花菜則不受損害。

何以野芥應被殺滅而麥則不受損害，殊難解釋，但或由於細胞收縮現象（見第五章第九十九面）在野芥中發生較易的緣故。但硫酸銅對於葉子的效應，腐蝕性太強，用於多種的植物，不甚適當，有一種物質，用途比硫酸銅要大得多，即氫氧化銅 [(copper hydroxide, CuH_2O_2)] 就是碱性硫酸銅，是含有四、五個氫氧化銅分子和一個硫酸銅分子的化合物，施用時是懸游於水中的。

這多半是以波爾多液 (Bordeaux Mixture) 的名稱而被用的，臨用時使消石灰作用於硫酸銅即成。



關於濃度有各種的主張——通常是水 100 加倫，硫酸銅 12—30 磅，生石灰 8—20 磅。如果物質是純的，硫酸銅 239 分，僅需要消石灰 56 分，但實際上，石灰不會是純的，且內中的一部分總不溶解，因此所用的石灰必須多上不少。石灰與硫酸銅，總要趁冷混合，石灰總要略為過量。這可將混濁的藍色液濾過，試驗其中溶解的銅或石灰而加以測定。試驗溶解的銅最簡單的方法

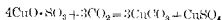
是取一塊亮鋼，例如刀片，浸於液中數分鐘。如果硫酸銅過濃，這鋼上會現有硫酸銅的跡。如要檢查溶液中的石灰是否過濃，最簡單的方法是在表面上呼吸，如有過濃則肺裏空氣中的二氧化碳會構成一層碳酸鈣的薄膜。

現將一種常用的配合量列下：

硫酸銅	..... 6 磅
生石灰	..... 6 磅
水	..... 30 加倫

每種固體成分應在 25 加倫水中溶解，再混合極勻。混合物一製成後即須施用，因為應當記住，有效成分的氫氧化銅或鹼性硫酸銅，是懸游的，而非溶解的。

近年曾經證明，波爾多液中的有效成分，並非氫氧化銅。而是某種的鹼性硫酸銅——（有幾種確有存在的，如 $4\text{CuO}\cdot\text{SO}_3$ ， $5\text{CuO}\cdot\text{SO}_3$ 及 $10\text{CuO}\cdot\text{SO}_3$ ）——以後顯露於空氣中時，吸收二氧化碳而再構成硫酸銅，這因是可溶的，所以能施其殺菌作用。



其他用為殺菌劑的銅劑如下：

Eau Celeste，或硫酸銨銅 [(ammonio-copper sulphate), $\text{CuSO}_4\cdot 4\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$] 是於硫酸銅液中加氨而製成的。平常的配

含量是硫酸銅 5 磅，濃氨液 6—7 派恩脫 水 100 加倫。

碳酸銨銅(ammoniacal copper carbonate)之製法，是溶解 10 噸的碳酸銅於 6 派恩脫左右的濃氨液中，加水沖淡至 100 加倫。這是深藍色的液。

二氯化汞，一名「昇汞」是一種極猛烈的毒物，對動植物皆有效力。曾被用為抵抗小麥的腥黑穗病，以及其他用途。50 加倫中約含一磅的極稀溶液，便可以用。這物質的毒性劇烈，所以當配合及施用時，必須極其謹慎。

蟻醛 是以水溶液的形式而被利用，約含有四成的蟻醛。牠是優良的殺菌劑，兼消毒劑，近來用得愈多，但因為對於植物也是一種劇烈的毒物，所以必須謹慎使用。

有人介紹過，含有蟻醛 0.1% 的溶液，約等於一百加倫水中含有蟻醛溶液一升，消滅穀類及金花草子上的菌類及其芽胞，頗有效力。種子應浸於這液中一小時之久。馬鈴薯預防痂皮病(scab)，可將薯種浸於三十加倫水含有蟻醛溶液一派恩脫的溶液中一小時，據說很為見效。這溶液當含有蟻醛 0.167%。

(四) 除草劑

總理於民生主義第三講論植物的害時說：「像稻田本來是要種穀，但是當種穀的時候，常常生許多雜和許多野草。那些草和稻比禾生長得快，一面阻止禾的生長，一面吸收田中的肥料，

於禾稻是很有害的。農民應該用科學的道理，研究怎樣治療那些稗和草，以去植物之災害，同時又要研究怎樣去利用稗草，來增加五穀的結實。」據 The World Almanac 所載，美國每年因雜草而受的損失，達三十萬萬元。(註二十五) 雜草爲害之烈可以想見。

除草劑有時即是植物的毒藥。能毒害植物的物質，爲數頗多。內中最常用到的幾種如下：

白砒與亞砷酸鈉。——這些已在「殺蟲劑」下說明過。常用的配合量約爲白砒一磅，或亞砷酸鈉一磅半，和水十加倫。如果用的是白砒，應與水及二磅左右的碳酸鈉同煮，使其溶解。牠應於旱季施用，處理過的草，須防止爲牛所食。

食鹽。——水一加倫，加食鹽一磅，配成熱鹽滷，用以除滅道路上的草，頗有用處。

硫化鈣(或任何可溶性硫化物，如新鮮的煤氣石灰) 是一種劇烈的植物毒物。爲這用途，石灰最好使其過賸，以免耗費硫黃。硫黃二磅，生石灰十至十二磅，及水十加倫，煮一、兩小時，是適當的配合量。

硫酸。——硫酸用約三十倍的水沖淡，能夠除草。用時須極謹慎，不要讓酸與鐵器接觸，或濺在衣服上。

石炭酸(酚)——商品石炭酸一兩，和水一加倫，既能除草，

也可殺蟲。

這些物質都使土壤一時不能生長植物。可是牠們於大雨以後，即被沖去。土壤因硫酸而變為酸性，可加石灰以為補救。

有一種所謂「草地砂」(lawn sand) 供除滅草地上的延命菊及車前草之用，這是特別除草劑之一例證。草場砂中的主要成分是硫酸銨，如果以充足的分量施用，——每方碼約四噸——便見闊葉的植物，如延命菊及車前草等，都變褐色，終於枯死，至於草類，最初雖或略受傷害，不久即能復原，生長得格外繁茂。

殺蟲劑剩餘物問題

美國有一種食物藥品條例，其目的在保護消費者，以免誤購摻假的或標籤不符的食物及藥品，也就是保護公眾的健康，及金錢。這條例的權力甚大，運寄於各省間的新鮮蔬果，如果有含有鉛、砷等毒性噴射劑的剩餘物，亦為其所取締。1933年共查獲帶有有害的毒性噴射劑剩餘物的新鮮蔬果 241 起，有 32 人因運寄這種貨物被控。所查獲的蔬、果，有甘藍、芹菜、萵苣、椰菜、梨、蘋果、及林檎。現將美國農業部出版之 1931 年農業年鑑中所載關於殺蟲劑剩餘物的一段，譯錄如下：

「販賣於省際間的落樹的果實及蔬菜，其上所存在的噴射劑剩餘物的量過多，並且消費者對於這種產品不帶有有害的剩餘物的要求，也一天多似一天，因此對於侵害落葉樹果及蔬菜的

害蟲的防治問題，乃益被重視。防治病蟲害，必須應用能消滅或減少產品出現於市場時所保有的有害的剩餘物。美國農部將防治侵害落葉樹果及蔬菜的害蟲所用的各種標準方法，加以研究，並發行小冊子，內中載有防治若干種重要害蟲的妥善辦法。最近修正過的辦法，對於施用殺蟲劑的時間及方法，特別注意，主張應用衛生的及耕種的工作等，輔助的防治方法。據修正的蔬菜及草莓等小果害蟲的防治法，主張將砷酸鉛屏斥不用，其他含鉛藥劑也限用於植物生長的前幾階段，使藥劑不致跟到市場。

防治侵害落葉樹果的害蟲，美國農部主張砷酸鉛是極力避免勿用。防治美國東部所發生的最重要的葡萄害蟲的葡萄蛾，是主張用砷酸鈣代替砷酸鉛。防治蘋果蛾的噴射方法中，主張於結實期之後半段，施用砷酸鉛及石灰，或菸鹼硫酸鹽（nicotine sulphate）及礦油，如果必須多加噴射，應於消費或出售以前，將蔬果好好的洗淨。

在另一處又載稱，農人要防治害蟲之禍患，非施用化學噴射劑不可。砷酸鉛、砷酸鈣及其他化合物，對於殺滅侵害作物的害蟲，頗有效力。農民如果要得收成，必須用噴射劑，內中有的對於消費者的健康頗有妨礙。但農部於施行純淨食物藥品條例對於公衆負有責任，所以對於運寄含有能傷害公衆的化學噴射劑剩

餘物的蔬果，一律嚴加取締。生產蔬果時，採用適當的方法，加以於售賣前，將產品過細地洗淨，對於移去噴射劑一層上，頗有效力。】

- (註一) 內政法政彙編 第二輯 二十一年出版 75 頁
- (註二) 中華藥典 十九年出版 163-164 頁
- (註三) 同上 19-20 頁
- (註四) 同上 497-498 頁
- (註五) 同上 237 頁
- (註六) 同上 754 頁
- (註七) 同上 339 頁
- (註八) 同上 16-17 頁
- (註九) 同上 36-37 頁
- (註十) 中國農業之改進 二十一年出版 1-3 頁
- (註十一) 同上 29 頁
- (註十二) 同上 204-205 頁
- (註十三) 同上 307 頁
- (註十四) 同上 214 頁
- (註十五) 同上 30 頁
- (註十六) 農業文庫 二十三年出版 考蟲篇 2,3,4 頁
- (註十七) 同上 害蟲篇 7 頁
- (註十八) 中華藥典 120-121 頁
- (註十九) F. M. Turner: Condensed Chemical Dictionary.
1930. 251-253; 376.
- (註二十) 農業文庫 考蟲篇 31 頁

- (註二十一) 同上 害蟲篇 12 頁
- (註二十二) 中國農業之改進 200—213 頁
- (註二十三) 同上 200—210 頁
- (註二十四) 同上 213 頁
- (註二十五) The World Almanac and Book of Facts for 1935.
p. 365.

第十二章

蛋 及 蛋 製 品

養雞飼鴨，爲吾國農家之副業，所以雞蛋、鴨蛋、產量甚豐。農家賣蛋，以助家常油、鹽之費。前清末葉，有日人來中國，設莊收買，將收買的鮮蛋，運回日本，轉銷歐美，這是我國蛋類出口之始。其後逐年增加，一躍而爲重要輸出品之一。「民國二十年輸出蛋製品價值，爲 30,475,459 海關兩。以每兩海關兩當八十餘個雞蛋計之，則是年輸出之蛋當在 2,500,000,000 個左右。其鮮蛋、皮蛋、鹽蛋之輸出，當在 600,000,000 個以上。故輸出總數，當在 3,200,000,000 個左右。更有有蛋輸出省份，與無蛋輸出省份觀之，則無蛋輸出者，爲有蛋輸出者之數倍。且在有蛋輸出省份中，其輸出之數，當較當地消費者爲少。故每年蛋之生產，至少當在 30,000,000,000 個以上。蛋之生產，雖每年在我國經濟上，佔三萬七千餘萬元（依每元購八十個計）的地位，可惜注意的人尚不甚多。

蛋之生產，在美國亦極重要。據 1919 年美國全國統計，每

一農家每年的產蛋收入，平均為 60.57 元，由賣雞所得的收入為 31.82 元。平均農家由養雞所得的收入，三分之二是由賣蛋來的。雞蛋生產為養雞業的主要部分：雞肉生產還是副產品。據美國農部由駐各省專員的報告所做的統計，一九三三年，全國共產蛋三百十八萬萬個，值三萬六千萬元（以在農家之價格每打一角三分六厘計）。這價值約與小麥的價值相等。在好些農家中所產的蛋可敷雜貨及衣服之費。農人雖多認產蛋為副業，但售蛋所得的穀，往往佔一般經常費的主要部分。

蛋之構造

蛋形橢圓，一端銳而一端較平，這是人人所習見的，平均約重二兩，隨品種而有不同，有的蛋重至 $2\frac{1}{4}$ 兩以上，有的則還不及 $1\frac{3}{4}$ 兩。美國市上所售的蛋，每打的重量，皆在二十四兩至二十八兩之間。過大的蛋不受歡迎，因為不適合蛋箱中的紙格子，常致破碎。美國依他省立試驗場發見，母雞第一年所產的蛋，比第二年要輕不少。丹麥國曾發見，當運輸時，大蛋比較小蛋易於破碎。

現在歐、美各國，應用科學養雞法，蛋的形狀大小，有一定的標準，不如吾國雞蛋之大小不等。因為吾國養雞，向不注意選種，所以產蛋大小不一。雞的體量，也有與日本名古屋雞種相同的，然大概小的居多。所以所產的蛋，形狀甚小，以山東所產者為最

小，重不過一兩左右。長江流域各地，所產的蛋，頗有大的，品質也優良。大概以南京、蕪湖一帶所產的為最優。(註二)

蛋殼有時色白，有時是暗褐色，顏色多隨雞的品種而異。黑 Minorcas, 白 Lohorn, Andalusians, 及 Hondans 等雞，蛋都大而色白；Light Brahmas, Langshans, Buff Cochins 等雞蛋，都是暗色或褐色的。蛋殼是碳酸鈣、磷酸鈣、及動物性鈣質所構成。雞應多飼以石灰，使蛋殼能充分發達。殼上有微孔無數，當孵化時，空氣經孔而入胚胎，呼吸所產生的毒質，經孔而得排除。蛋自產下時起，含有物即不斷地經這些微孔向外蒸發。這蒸發的遲速，隨藏蛋的情形及溫度而異，因在夏季比冬季快得多，並且若加高熱，則的確極速。殼內附着有兩層膜，稱為內膜及外膜，兩膜微相附着，不過在蛋的大端處，則分離而成氣隙 (air space)，蒸發使氣隙增大，藉此以測定蛋的新陳，頗為準確。新產的蛋，氣隙甚小，可是在產下二、三星期的蛋中，或許佔至全空間四分之一之多。

蛋白分為外、中、內三層，頗為分明；這些在硬煮的蛋中，可以清楚看出，因為將蛋切為兩半時，三層常會分開。蛋白中含透明液態的蛋白質，無臭無味，是碳、氧、氫、氮、磷、及硫所構成。蛋黃之外為一極薄之膜，稱為蛋黃膜 (vitelline membrane)，蛋黃輕於蛋白，所以將蛋無論如何旋轉，蛋黃總在上面。蛋黃是有

機糖類、蛋黃質 (vitelline)、蛋白質、一種脂肪性含氮物質及一種色素所構成。形狀與一厚蹄鐵相類似，在內的部分，是一種輕得多的材料所成的。蛋黃的主目的，是於胚胎發達時，及孵出後三、四日間，供給以養料，雞雛剛要出殼時，剩餘的部分即被吸入消化器官的下段，是供頭三、四天營養之用。

蛋黃膜之兩端，各繫有粗蛋白質線兩根，呈扭絞形的，稱為 chalazae，線頭在蛋白的中層中，牠的目的在維持蛋黃的地位，假使沒有這線，蛋黃必致浮於蛋白之上。有人於打蛋時棄去的兩部分，便是這線，常有人以為，牠們與生命的胚胎有關，可是並不如此，牠們唯一的職務是維持蛋黃的地位。

蛋是一部分一部分地構造成的，牠有三個主要部分，就是蛋黃、蛋白、及蛋殼。每一部分是在產卵器官的一個各別部分中構成的。蛋黃產於卵巢；蛋白是於輸卵管上面的三分之二段處加於蛋黃之上；而蛋殼則是於下面三分之一段處，加於蛋白上的，各於一個專門化的器官中發展。

蛋之各部的構造時間，略有不同，但大概可以說明如下：一隻雞，終身所產的蛋，其蛋黃都於雞生出五、六月後，完全產出。這些蛋黃極小，小的僅如針尖，大的則與正常蛋中的蛋黃相等。據專家的檢視，禽鳥狀卵巢中這些蛋黃之數，自一千五百至三千六百不等。又據權威的主張，卵巢中所含的蛋黃，多於雞所能生的。

蛋黃成熟時，通入輸卵管中，蛋白即分三層而加於蛋黃之上。這需要六至八小時。蛋殼則自十二至二十四小時，可以做成。

蛋之成分及用途

〔蛋之成分，除水分外，要以礦質、蛋白質、脂肪、及維他命四種成分為最重要。茲分別述之如下：

(甲)水分 水分為一切動植物組成之要素。蛋所含之水分，較一般動物為多。水分對於蛋之組織，雖關係甚密，但對於蛋之功用，殊無重大關係。

(乙)礦質 礦質在蛋之組成中，有鈣質、磷質、鐵質、硫質、及石灰質等數種。而以石灰質之成分為最少，以鈣、磷、鐵等為最多，極易吸收於體內。

(丙)蛋白質 蛋白質為雞蛋之主要成分，功用最大。大部分被含於蛋白內。於蛋黃內甚少，但質量較佳。此質係人類需要之各種胺基酸所構成，適於生筋之用。

(丁)脂肪 脂肪為肉類及油膩物組成之主要成分。在蛋中，脂肪之成分，雖不甚豐富，但與別種成分比例，其應有之成分，尚屬平均。

(戊)維他命 維他命為人類養生之要素，一日不可或缺。蛋內所含之維他命有三種：一，維他命 A，賦有生長機能；二，維他命 B，其功效在防脚氣病；三，維他命 D，其功效在防止小孩之軟

骨病 除上三種外，尚有維他命 C，及維他命 E，但含量較少；功用亦微。故若就蛋之可食部分而言，水分所佔之成分為 73.7%；蛋白質所佔之成分為 13.4%；脂肪所佔之成分為 10.5%；餘為磷質、灰分、及維他命。灰分約佔全量 1.0%。若以全蛋所佔之各部分而言，則殼居 11%，蛋黃居 32%，蛋白居 57%。蛋之重量，自一兩以至二兩餘，重二兩者，可產生七十加路里之熱。茲舉實業部漢口商品檢驗局，民國二十年份，雞、鴨蛋黃化驗成分表於次：

雞鴨蛋黃化驗成分表

(實業部漢口商品檢驗局民國二十年份化驗)

化驗類別	級	最	高	最	低	平	均
水分		49.52%		44.82%		47.92%	
油及脂肪		51.71%		29.44%		35.95%	
酸素		6.33%		2.25%		4.20%	
游離酸在油		3.81%		3.17%		3.53%	
游離酸在油及脂肪		9.62%		8.61%		9.13%	
游離酸在全量		3.81%		2.82%		2.835%	
氯化鈉		7.65%		7.49%		7.57%	
磷甲酸鈉		0.78%		0.70%		0.73%	

蛋之用途，亦甚為寬廣。概括言之，可分為供食用、工業用、藥品用、及傳種用四種。

(甲)供食用 蛋含有磷質、蛋白質、脂肪及維他命四種重要成分。中國西南各省，恆以蛋代替肉類；為日常必需食品，用以配製各種不同之佳饌。歐、美人視蛋白粉為小兒唯一之滋養料；如

嬰兒患消化不良病，不能飲牛乳時，即專以此粉代之。戰時行軍，亦多隨身攜帶，以備不時之需。蛋黃粉、鹹、美人多用之爲製造西洋點心之原料，如製造糖果、餅乾，亦須用蛋。

(乙)工業用 蛋黃可用之以製肥皂。蛋黃油或用於油畫，及製造手套皮等之用。蛋白可用之以製造發光之漆，以漆皮革。蛋白及蛋殼粉，可用以製造假象牙。碎蛋白與玻璃粉混合後，可補已碎之磁器。已壞之蛋，可以用作肥料。植物纖維，於蛋中浸過後，即可吸收專染動物之染料，而成爲染色之媒介劑。如製造膠水、墨水、照像軟片、及澄清不潔之酒、油等物，皆無不以蛋爲之。故蛋在工業上，爲用至廣。

(丙)藥品用 蛋可入於中藥，供治病之用。製西藥時，亦恆以蛋白配製於藥方之內。

(丁)傳種用 蛋爲雞、鴨之產品，但雞、鴨又爲卵生動物，故蛋爲雞、鴨傳種時必需之物。

除供食用及傳種用之蛋，大部分仍可保持蛋之原形外，餘皆破殼製成蛋粉，以資應用。蛋粉之可貴，在水分提淨後，他種成分並不起何等變化。苟能嚴閉瓶中，完全隔絕濕氣，則儘可保持數年之久，毫無變質、變色之慮。有此特長，故蛋粉之應用，至爲寬廣。(註三)

產蛋雞之飼養

蛋是由各部分所構成的產品。在蛋的構造中，每一部分必須備齊，纔能有蛋。沒有蛋黃，蛋白，或蛋殼，則蛋不能產生。所以為產蛋而飼雞時，飼料的比例應當適當，俾能生產等多的蛋黃，蛋白，及蛋殼。以能構成蛋黃五十個，蛋白五十個而沒有蛋殼的比例的飼料，供給母雞，必不能產生雞蛋。因為沒有人聽過產生五十個無殼雞蛋的事例的。產生蛋黃及蛋白各五十個的飼料供給了以後，能構成五十個蛋殼的飼料，即給雞以產生五十個雞蛋之機會。若要有效地幫助母雞能迅速產蛋，必當明瞭並非凡是雞的飼料，都適合於產蛋之用。

美國 Mountain Grove 試驗場的 C. T. Patterson 教授，擬具了下列的平衡飼料，使產蛋達最高限度的方法。這是值得我們研究的。

平衡的及不平衡的飼料

飼料	蛋黃	蛋白	飼料	蛋黃	蛋白
玉米百磅	235	131	玉米百磅	235	131
小麥百磅	243	182	小麥百磅	243	182
燕麥二十磅	39	31	燕麥二十磅	39	31
麸皮二十磅	31	11	麸皮二十磅	31	11
細麸二十磅	41	41	細麸二十磅	41	41
玉米粉二十磅	50	29	玉米粉二十磅	50	29
			肉屑二十磅	20	221
共計	639	161		670	683

上表是假定每磅能成蛋黃 24 個，蛋白質一磅能成蛋白 110 個。母雞如讓其儘量地吃，這已在維持體重以上。

母雞應當飼以砂粒、介殼、及石灰石粉，以供給蛋殼的材料。上表中所開的飼料，每百磅應加精鹽一磅半及木炭粉二磅。

在一般農家情形之下，僅用兩、三種飼料。若要平衡母雞尋常所吃的玉米飼料，玉米每十份加肉屑一份，頗為經濟。不過，這不能使飼料完全平衡，右表便知：

	蛋	黃	蛋	白
玉米一百磅	265			134
肉屑十磅	10			110
共 計	265			244

所以所飼的肉屑，應當略較十分之一為多。若用脫脂乳飼雞，下列的可用為估計價值的基礎，脫脂乳一百磅，可成蛋黃二十二個，及蛋白五十二個；而等量的乳油乳，可成蛋黃二十二個，及蛋白六十二個。據美國米蘇里大學農事試驗場叢書，第七十九種所載，用酸乳飼雞，產蛋 3275 個，獲利 28.26 元，用牛肉屑飼雞，產蛋 2668 個，獲利 19.78 元，至於不用動物性飼料的，僅產蛋 1373 個，反損失了一元。飼料在經濟的產蛋中的意義，由此可見。

現將美國康乃爾大學產蛋飼料的配合量列下：

小麥二百磅	}	整穀撒於地上飼餵，上午少餵，晚間多餵。
碎玉米二百磅		
燕麥一百磅		
粗小麥粉六十磅	}	磨碎盛於容器中，下午飼餵。
玉米粉六十磅		
牛肉屑五十磅		
麩皮三十磅		
紫苜蓿粉十磅		
亞麻油餅十磅		
食鹽七磅		

比例約為整穀二磅，對碎料一磅。

再加甘藍、芥菜、燕麥芽、或青草、介殼、砂粒及水。

又據康乃爾大學的研究，產蛋的數，與所消費的飼料的量，有密切關係，於定期內產卵，最多的雞，消費飼料最多。產蛋旺盛的時期，總是消費飼料增多之期。

雞的產蛋能力增加，前數星期所消費的飼料，必先增加，這可證明雞是儲藏卵所需的營養料，以使身體充實。

「吾國養雞，大都尚用舊法；因之一年每雞產蛋能力，不過七十餘個。如飼養不得法，食料不佳，或環境不相宜，致雞之體質不健全；則蛋之產生率，益將減少。現在歐、美各國，應用科學養雞

法，每隻雞之產蛋率，常在一百個以上……在夏季以前，產蛋較多；夏季以後，產蛋減少。春季之蛋，以食料不佳，品質亦劣；秋季以後，田禾成熟，食料既佳，品質亦優。」（註四）

雞蛋之記分

據康乃爾大學的雞蛋記分表，內中列有等級、形狀（12分）、顏色（12分）、蛋殼的情形（12分）、照蛋時的形狀（14分）、蛋黃品質（25分）、蛋白品質（25分）、因不及格的蛋的減分、及因不足標準重量的減分八項。現將與化學有關的說明如下：

蛋殼全部及全打各蛋顏色，應當一律，白蛋的標準應是清楚的純白色，褐蛋的應是濃的深褐色。蛋殼的自然顏色，並不能證明殼中含有物的品質，不過如果要待善價而沽，則非迎合社會的心理不可。褐殼蛋多半大於白殼蛋，因為一切較大品種的雞，除一種以外，都產褐蛋，或自淡粉紅色至淡可可色的蛋。

用燈燭照蛋時，蛋的含有物應是清澄而透明，蛋黃幾看不出。氣隙應十分小。氣隙大是證明蛋較陳舊，但用水玻璃保藏的蛋，不在此限。

雞蛋必須打破，以便將蛋黃及蛋白記分。

蛋黃應是濃的金黃色，打入碟中，形狀應能不變。除胚盤外，應當不顯斑點，氣味應是香而可愛。蛋黃的顏色，可藉新鮮飼料及某種殼粒而加以統制。

蛋白應是新鮮，味甜，澄明而粘滯。兩層蛋白的稠厚度，應是顯然不同：一是極為粘滯，一是同水一般的稀。

蛋之保藏

最近數十年來，雞蛋已由奢侈品一變而為必需品，一年四季需要都大。蛋於三月、四月、及五月間，產得最多，不幸供給於冬季則受了限制，以致夏季與冬季的蛋價差別甚大。所以若將夏季過剩的蛋，留為冬季之用，頗為便利。又據美國畜牧局小冊第140號所估計，雞蛋每年因乾縮、腐敗、發霉、及風味消失而遭的損失，佔百分之八，值二千餘萬元。因此便有不少的人，研究試驗保藏蛋的方法。

蛋雖可保藏若干時間不壞，不過能將蛋保藏得狀態與初產時無異的方法，則尚未經發見。新產的卵，色白如乳，這是牠的顯着的特徵，保藏的或腌了的蛋，從未有這種顏色的，並且，不論何時保藏蛋時，殼中總會發生變化，一切的防腐劑對這僅能為有限的防止。英國自國外輸入的蛋，有一極大部分由旺季留到淡季，用者都說牠們完全不像鮮蛋。

若要保藏有效，有兩個主要因子：(1)使蛋黃懸於蛋白之中心，(2)防止蛋中液體部分蒸發。前者較難辦到，因為要將每個蛋的地位，不絕變更，常不可能。關於未受精的蛋是否比受精的蛋更能久藏一層，頗有興趣。我們知道前者不能腐敗，僅會乾縮，可

是含有生命的則會分解，所以將蛋保藏之時，應當極力用未受精的。未受精的蛋，保藏得比受精的蛋更好且更長久，加以風味較佳，所以在夏季中出售，可得善價。

不論採用何種保藏方法，有兩點切宜記住：第一，蛋應於一產下後，或一冷卻後，即用防腐劑保藏；第二，蛋於全過程中，儲藏於較涼之處。這兩件事若能辦到，結果當能較佳。

藏蛋的最佳時期是三月、四月、五月、及六月，這四箇月中，蛋也產得最多。

保藏方法頗有不少，但常用的僅有五種。這五種就是(1)石灰水法，(2)水玻璃(矽酸鈉)法，(3)食鹽法，(4)脂肪或乳油法，(5)冷藏法。

(1)石灰水法。——這是最老的藏蛋法之一，已有百餘年的歷史，但仍不失為一種最佳的方法，因為手續簡單，且易於舉行。取良好的消石灰四份，與食鹽一份混合，加水二十加倫，混合均勻，靜置數日。上面澄清的石灰水，傾出待用。蛋產下後，便放入盆中或桶中，上面倒上石灰水。各蛋都須蓋好，水須高出蛋頂二、三吋。有時過程中必須略加石灰，這是用布略包石灰，鬆鬆地繫於桶頂，使布略觸水面，水中石灰失效時，可有石灰補充。有一種較粗的方法，就是不時加入一把石灰；但這略有危險，因為這法的成功祕訣，就在利用水中受恰能容受的石灰。

(2)水玻璃法，近年頗為盛行：水玻璃是可溶性的矽酸鈉、矽酸鉀、或二者之混合物，色狀是白色至白灰色的塊子或粉末。也有配成各種濃度的溶液出售的，自粘滯性半液體，至稀的水狀流體不等。粉狀的可用水配成溶液，將蛋浸於其中。水最好用熱的，因為較易溶解，不過須俟冷透後，始可將蛋放入。溶液的濃度，自 30% 至 10% 不等，但美國曾發見，3% 溶液的效力，與 10% 的相等。各蛋放入時，必須是完好的。若有破碎，便會將全部的蛋弄壞。溶液至少應比蛋頂高出二吋左右。罐口應用油布或相似之物封住，以防蒸發，罐應藏於溫度約六十或更涼之地。蛋可保藏一年以上，不致發生臭味。蛋用這法保藏，可維持於優良的情形。蛋保藏九個月後，乾縮量常僅及百分之一。所保藏的蛋不多時，這法或許最佳，因為所費的人工甚少；不過費用比石灰水法，要貴得多。

(3)蛋可以用食鹽保藏，於罐中或箱中盛食鹽約二吋深，將蛋插入鹽中，大端朝下。次加食鹽二吋，再加蛋一層，一層一層地加去，直待箱子裝滿。這法有一缺點，就是氣隙增加，使人疑為陳蛋。

(4)油蛋法，是在蛋上塗一薄層的脂肪或乳油。取乳油一小塊，置於左掌心中，用右手將蛋在左掌滾轉數次，使殼上滿塗一薄層的乳油，以塞住微孔，以免水氣蒸發。於是將蛋藏於架上，大

端朝下。乳油必須風味良好，否則蛋的風味，會大受影響。脂肪及乳油以外，也有用甘油的。

(5)冷藏法如今雖然採用的不多，將來必有較廣的發展。蛋用冷藏法保藏，短期間可以不壞，不過須通都大邑，始能有這設備。冷藏的效應是使一切作用暫行停止，所以應當有效，不過有一大困難，就是蛋自冷藏室取出後，二十四小時內所發生的腐敗情形，竟與由石灰水中取出一週或十天的蛋相同。可是近處若有冷藏設備，而蛋於夏季僅要保藏二、三星期時，即應加以利用。溫度以華氏三十四度為最佳，這比冰點要高兩度。要蛋用時，應先放於溫度約華氏三十八度的室中數小時，使其溫度緩緩升高，再逐漸放入較暖的空氣中，直待達到正常溫度。

英商和記公司在我國收買鮮蛋，運往外國，就是利用冷藏法。「該行收進雞蛋後，貯藏冷氣室內，可經久不壞，然後運置輪船冰倉，直達外國。……鮮蛋為一切製品之原料。如欲運輸他處，第一步須經照蛋手續。壞蛋經洋燈或電燈一照即知。照出壞蛋，均被屏棄。照過後，即裝入木箱。每小箱可容蛋三百六十枚。每蛋之間，有紙格子為之維繫。蛋均直立放，如有空隙，則以稻殼實之。上下端再覆以稻草，然後上蓋釘箱，以防震碎。裝箱鮮蛋，溫度不得超過華氏二十二度。」（中國經濟年鑑）

蛋如僅要保藏三、四星期，可將其貯藏於涼爽的地窖（我國

西北的密爾斯爲適宜。或房間中，每星期翻動兩、三次，便可保藏不壞。溫度低時，蛋的液體部分蒸發不致過速，翻蛋的作用，是使蛋黃，繼續懸於蛋白的中央。所以短期保藏，大可採用這法。

此外尚有好些藏蛋方法，爲這目的而用的物質，有凡士林及其他油質材料、木灰、石膏、硫黃、及硫黃煙、過錳酸鉀、水楊酸、及鹽滷。上述各法中，大抵以水楊酸液最爲有效。乾石灰及食鹽石灰水，也有效力，不過蛋經久藏後，風味會變。在加拿大托隆托試驗場，水玻璃液及石灰水的成結最佳。在英國，這兩種溶液，和冷藏法，已被證明爲最佳的保藏法。蛋生下時，一冷以後，即應加以處理。每年自三月至六月間，許是藏蛋的最佳時期。凡士林、木灰、石膏、及過磷酸鉀，都使蛋發生臭味，所以不宜使用。

蛋製品之種類

蛋製品可分 (1) 皮蛋、鹽蛋、及糟蛋，(2) 濕蛋，(3) 乾蛋，(4) 凍蛋，(5) 蛋粉五種。除第一種之皮蛋，鹽蛋，糟蛋爲中國所發明已有數千年之歷史，而且普徧於社會外，餘四種之製法，皆自外國傳入。而應用之者，僅以通商口岸之大工廠爲限。蓋其主要目的，僅製成乾蛋品，輸出國外，供外國工業上之用。

乾蛋製品，可分爲乾蛋白、乾蛋黃、及機製乾蛋品，(黃白全) 三大類。濕蛋又名水黃，會發生毒素，不能作爲食品，現皆作爲工業用。凍蛋分凍蛋白、凍蛋黃、及凍蛋品三種。此法既不損壞蛋

質，又能保持較久，故用之者多。蛋粉分蛋白粉、蛋黃粉、及全蛋粉三種。蛋粉之價，恆比乾蛋為高，以其經久質良。這些蛋製品多半入了工業範圍，因為皮蛋、鹽蛋、及糟蛋的製造，為我國農家副業，現特將其製法介紹如下：

「中國農戶，幾於無家無蛋。但蛋之生產因季而異。蛋之性質，又不能經久。農民欲保藏餘蛋，乃發明皮蛋、鹽蛋、及糟蛋等製法。此種製法，始於古代，而普遍國內。鹽蛋製法，盛於西南各省；糟蛋則盛於江、浙等省；皮蛋以北平之製法，速而且精，其法即將食鹽、石灰、紅灰、碱、金窠底、茶葉等和合；加入適宜水分，然後浸新鮮鴨蛋，約一、二星期，即可告成。其由新鮮鴨蛋製成者，蛋白皆不枯澀。鹽蛋及糟蛋之製法，較為簡單。即將蛋置入酒糟，或含有鹽分之水中。經數星期後，即可使酒味及鹽味浸入蛋中。煮而食之，各得其味。西南各省，稻草最多；農家恆以稻草灰，和以少許黃土，置於含有適宜鹽分之鹽水內；然後以蛋浸入；歷時較久，鹽分即能透入蛋中，味頗美好。」（註五）

（註一） 中國經濟年鑑 二十二年出版 K 163 頁

（註二） 同上 K 163 頁

（註三） 同上 K 165—166 頁

（註四） 同上 K 163 頁

（註五） 同上 K 164—183 頁

附 錄

比重溫度計讀數及度量衡

比重。——表示固體或液體的比重，最合理的方法是拿水做標準，就是用表示任何體積的固體或液體的重，於一定溫度，與一相等體積的水的重之比的數來表示。

固體都是採用這法，但在技術上表示液體的比重時，則應用各種經驗的標準。

在英國，測定較水為重的液體時，常用 Twaddle 氏比重計。

實比重與 Twaddle 氏比重計上度數間的關係是：

$$d = \frac{\frac{n}{2} + 100}{100}, \text{ 或 } n = 200(d - 1),$$

d = 實比重， n = Twaddle 氏度數。

測定是假定於 15.5°C. (60°F.) 的溫度舉行的。

各行工業中，也應用其他根據於完全武斷的和經驗的，系統的比重計，表示比重，雖然已有較合理的方法，而這些比重計，還是不能廢除，殊為可惜。

譬如婆美(Baume)比重計，就是一種合理的比重計，分爲兩種，供測定較水爲重的液體的，構造得於 17.5°C.時 於純水中，沈至 0°，於 10% 食鹽中則沈至 10°，管莖一直向下，標度都是均勻地分度。

測定較水爲輕的液體的婆美比重計，構造得在放入九個重量的水中含有一個重量的食鹽的溶液中時，沈至 0°，而在純水中，則沈至 10°，標度是由管莖向上計算的。

下列的公式，可將婆美度數與實比重聯絡起來：

測定重於水之液體者 測定輕於水之液體者。

$$12.5^{\circ}\text{C.時} \quad d = \frac{145.88}{145.88 - n} \quad d = \frac{145.88}{145.88 + n}$$

$$15^{\circ}\text{C.時} \quad d = \frac{146.3}{146.3 - n} \quad d = \frac{146.3}{146.3 + n}$$

$$17.5^{\circ}\text{C.時} \quad d = \frac{146.78}{146.78 - n} \quad d = \frac{146.78}{146.78 + n}$$

此外也用其他的經驗標度，現將數種主要標度與實比重的關係，列表如下：

	測定重於水 之液體者	測定輕於水 之液體者
Brix, 125°R. (15.6·2° C.)	$d = \frac{400}{400 - n}$	$d = \frac{400}{400 + n}$

Bolling	$d = \frac{200}{200-n}$	$d = \frac{200}{200+n}$
Gay-Lussac, 4°C.	$d = \frac{100}{100-n}$	$d = \frac{100}{100+n}$
Beck, 12.5°C.	$d = \frac{170}{170-n}$	$d = \frac{170}{170+n}$
Cartier, 12.5°C.	$d = \frac{136.8}{126.1-n}$	$d = \frac{136.8}{126.1+n}$

d = 實比重，

n = 各種比重計之度數。

溫度計之讀數 ——溫度計有百分計 (Centigrade)，或攝氏計 (Celsius)；華氏計 (Fahrenheit)；及列氏計 (Reaumur) 三種，前一種比後二種便利得多。在現代科學中，雖然百分計為用日廣，可是日常生活中還是多用華、列二氏的溫標。

百分或攝氏溫標。——水的凝固點定為零度，沸點定為一百度。

華氏溫標。——水的凝固點定為標度的三十二度，這點與沸點間分為一百八十度，所以沸點成二百十二度，華氏零點是假定代表絕對零度，或最低的可能的溫度。

列氏溫標。——水的凝固點定為零度，沸點定為八十度 所以百分溫標一度比華氏一度，等於九比五；列氏一度比華氏一

度等於九比四。

要化華氏度數爲百分度數，可由華氏度數減去 32，較用 5 乘，再被 9 除，即 $\frac{5}{9}(\text{華氏度數}-32)$ 。要化百分度數爲華氏度數，可將百分度數用 9 來乘，積用 5 除，再於較上加 32，即 $\frac{9}{5}(C.^{\circ}+32)$ 。

要化華氏度數爲列氏度數，可由華氏度數減去 32，較用 4 來乘，再被 9 除，即 $\frac{4}{9}(F.^{\circ}-32)$ 。



第四十四圖 水銀溫度計

此計附有華氏及百度兩軸標度

要化列氏度數爲華氏度數，可將列氏度數用 9 來乘，次被 4 除，再加 32，即 $(R \times 9/5) + 32$ 。

要化列氏度數爲百分度數，用 $5/9$ 乘即行。

在歐洲大陸，有好些溫度計，是一邊照百分溫標分度，一邊照列氏溫度分度。有了這溫度計，換算溫度的華氏度數，頗爲容易，就是將百分度數和列氏的讀數互加，再加 32 即行。

長度、面積、容積、及重量之單位——我們中國的度、量、衡制，複雜繁難，甚不便利。現在在農言農，地積單位的畝，雖甚通行，可是安徽尚有用「擔種」爲單位的，與畝便不相等。國內都以百畝爲頃而東北則以十畝爲「天」，七十天爲「方」。斗雖爲容積的單位，可是竟根據於重量，如江南糯米，以十四斤爲一斗，陝西以二十五斤爲一斗。至於斤的標準，則更龐雜異常。中國農業若求改進，度、量、衡制劃一，也是要政之一，民國十七年七月十八日，國民政府公布中華民國權度標準方案，定萬國公制（即米突制）爲中華民國權度之標準制。以與標準制有最簡單之比率而與民間習慣最近者爲市用制。民國十八年二月十六日又公布度量衡法，規定標準制，及市用制之名稱及定位法。現將與農業有關係者，說明如下：

標準制之地積以公畝爲單位，即一百平方公尺。公畝百分之一爲公厘。一百畝爲公頃。

標準制之長度，以公尺爲單位，等於公尺原器在百度寒暑表零度時首尾兩標點間之距離。十公尺等於一公尺。百公尺即十公尺，等於一公引。千公尺即十公引，等於一公里。

標準制之容量，以公斤爲單位，等於一公斤純水，在其最高密度七百六十公厘氣壓時之容積。此容積特常適用，即作爲一立方公寸。十公升等於一公斗。百公升即十公斗，等於一公石。千公升即百公斗，等於一公乘。

標準制之重量，以公斤爲單位，等於公斤原器之重量。公斤十分之一等於公兩。十公斤等於公一衡。百公斤即十公衡，等於一公擔。千公斤即十公擔，等於一公噸。

市用制長度，以公尺三分之一爲市尺（簡稱尺）。尺十分之一等於寸。十尺等於丈。百尺等於引。一千五百尺等於里。

地積以畝爲單位，等於六千平方尺。畝千分之一等於毫。畝百分之一等於厘。畝十分之一等於分。一百畝等於頃。

容量與萬國公制相等。

重量以公斤二分一爲市斤（簡稱斤）。一斤分爲十六兩。百斤等於擔。

據全國度量衡劃一程序，全國各區域度、量、衡，應於民國二十二年終以前，完成劃一，但因有特殊情形，至今尙未能成功。

歐美之度量衡。——歐、美各國，現在專用萬國公制的，共三

十二國，法定兼用的共有十國。兼用各國，現除歐、美兩國外，均趨重萬國公制，而俄、日兩國乃正在完全更用公制中。英、美兩國的制度，雖經各本國法律規定，但兩國的標準並不完全一致。磅雖絕對相等，碼僅微有差別，而加倫則差別甚大。英國一加倫等於 4.55 公斤，美國則僅有 3.79 公斤。加以各本國內的各處制度，地各為政，毫無標準之可言。在農業中，英、美的單位，許較其他行業尤無一定，因為竟有名義上是以容積 bushels 及 quarters 售賣穀粒，再為這些容積規定一定的重量，重量當然因各種產品而異，且多半是任意定的，以致在國內各地，各不相同。

並且即在英、美的衡制中，也有奇特的反常之事，例如 hundredweight 意思是一百個重量，即一百磅，與我國以一百斤為一擔相同，美國、南非洲、及其他各地，多半正是一百磅，但在英國則是一百十二磅。我國農業中，雖不採用英、美度量衡制，但英文農業書籍中，卻常見到，便是中文農書，也多如此。這是為表示當時所用的計算單位，也有其充足的理由。現將農書中所常見到的英美度量衡制，說明如下：

長度：——

Inch 英寸或吋，等於 2.53995 公分。

Foot, 英尺或呎，等於 0.30479 公尺。

Yard, 碼 (或依亞)，等於 0.91438 公尺。

Mile, 英里, 等於 1.609315 公里

面積：——

方寸等於 6.45137 方公分。

方呎等於 9.290 方公吋, 或 0.0929 方公尺。

方碼等於 0.8361 方公尺。

英畝等於 0.40467 方公頃, 或 4046.7 方公尺。

容積：——

立方吋等於 16.3862 立方公分。

立方呎等於 28.3153 公升, 或 6.21 加倫。

立方碼等於 764.513 公升, 或 168.19 加倫。

gallon, 加倫, 爲英國容積之單位, 在華氏溫度計六十二度, 氣壓計三十吋時, 純水十磅之容量等於 4.5459631 公升。

美國以加倫爲液體之容積單位, 等於 231 立方吋, 或 3.785332 公升。

Quart, 夸特, 爲加倫之四分之一。

Pint, 派恩脫, 爲加倫之八分之一。

Bushel, 蒲式耳, 簡稱誇, 在英國等於 36.3477 公升。在美國爲乾體之容積單位, 等於 35.2388 公升, 或 2150.42 立方吋, 又 bushel heapel, 是在誇量器上堆尖至六吋高, 等於 2747.7 吋。誇確是世界最奇特而變幻莫測的權量

單位，因為已由容積而侵入重量的範圍。從前各種物品，是用量器計算體數的，以後遂以一鎊物品的重量為該物品一鎊的標準。於是市場中買賣，向以鎊為單位的，現在竟舍量器不用，而改用秤來計算，可是商品種類，無慮千百，加以美國四十八省各自為政，以致鎊的重量，乃多至不可究詰。美國度量衡局，及各省政府，將重要商品的鎊的重量，規定公布。不過不但各省的標準，頗有差別，即標準局所規定的標準，各省也未能絕對遵守，這也是以合理化自命之美國中的一樁異事。

鎊的重量，不僅是各種物品間各不相同，即同一物品的各品種間，也是如此。例如據美國米希根大學的調查，二十二個品種的蘋果，堆尖的鎊的重量，各不相同，最輕的三十九磅，最重的五十七磅（十月中新自樹上摘下時所稱的）。這是由於蘋果的大小不同，或是質最相異，頗值一加研究的。

在歐洲大陸，作物的產量，多半是用每公畝的公斤數來表示，約合每英畝的英國磅數之十分九。

一鎊穀粒之重量

現將一鎊(8 加倫，4 pecks，或 2319.7 立方吋)的各種平均比重的穀粒之近似重量，列下：

小麥	83 磅 (自 80 至 85 磅不等)
燕麥	42 磅 (自 35 至 48 磅不等)
大麥	55 磅 (自 52 至 59 磅不等)
黑麥	54 磅
玉米	60 磅
美國豆	66 磅
豌豆	64 磅
紫苜蓿子	61 磅
俄國亞麻子	53 磅
孟買及 Laplata 亞麻子	52 磅
蕎麥	48 磅
蜀黍	45 磅
蓖麻子	46 磅
花生	22 磅

下列的物質一誇，約重其後所列的磅數：

食鹽	65 磅
扁豆	63 磅
馬鈴薯	56 磅
榆子餅	51 磅
飼料荳菜	45 磅
燕麥甘藍	45 磅
燕麥	45 磅
啤酒酒糟	10 磅
獸皮	17 磅

麥芽根	145 磅
去根之蘆筍	8 磅
去根之燕麥根	5 磅