

農學小叢書

農藝化學淺說

張繼齡編

商務印書館發行

張繼齡編

農學
小叢書

農藝化學淺說

商務印書館發行

中華民國二十二年四月初版
中華民國二十四年四月三版

農學叢書
農業化學淺說一冊

(65422)

每冊定價大洋貳角

外埠酌加運費匯費

編著者 張繼齡

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 翻
權 印
所 必
有 究

引言

農夫之種植也，無不希望其豐收。但欲達豐收之目的，非深知下之五端不爲功。

(1) 植物之成分；

(2) 植物養料之種類及其與養料同化之情狀；

(3) 養料之性質及來源；

(4) 自然界所存養料（如空氣水土等）之量是否足用；

(5) 如其不足，應設何法以補充之。

農藝化學之主旨，即在研究上之五端而與農夫以滿足其慾望之方法。故西哲有言曰：農藝化學者，乃植物之保姆，亦即農夫之指南針也。蓋農夫若運用化學之方法，以種以植，以培以養，則不待其苗已卜其秀；不待其秀已卜其實。理之所在，事實上固不差毫黍也。

農藝化學淺說

目錄

引言	一
第一章 植物之成分	一
第二章 植物之有機成分	三
第三章 植物之礦質成分	一〇
第四章 植物吸取養料之情狀	一三
第五章 水及空氣與植物之關係	一六
第六章 土壤之成分	一九
第七章 土壤之定量分析	二四

第八章	肥料最小量定律及最大量定律	二九
第九章	動物肥料	三一
第十章	植物肥料	三四
第十一章	化學肥料	三六
第十二章	化學肥料之配合及分析	四三

農藝化學淺說

第一章 植物之成分

植物之成分，以重量言，則隨植物之種類而異；以性質言，則各種植物所含之原素略同。用化學方法分析任何植物，必見其含有炭素，淡素，輕氣，養氣，磷酸，硅酸，鉀，鈣，及少量之硫，綠，鈉，錳，鐵諸物。爲分類便利起見，化學家恆稱炭素，淡素，輕氣，養氣，四者爲植物之有機成分。其餘爲礦質成分。

注意 炭素，淡素，輕氣，養氣，在植物中化合成糖質，澱粉，蛋白質，脂肪，及他種淡化物諸有機質；故可謂爲植物之有機成分。

實驗一 置木屑於玻璃試管中，塞以軟木，以細曲之玻璃管插入塞中。旋以酒精燈燒試管，則見曲管中放出氣體。取此氣體分析之，則可查出首先放出者爲水汽，次爲木醇氣，又次爲醋酸氣。然

水汽之分子式爲 H_2O ，木醇爲 CH_3OH ，醋酸爲 CH_3COOH ，故知木屑必含有炭素，輕氣，及養氣。

實驗二 如實驗一之裝置，惟以麥粉代木屑，并加稍許石灰於試管中。燒之。迨發生氣體時，以霑有鹽酸之玻璃棒與該氣體接觸，則生濃白之霧。足證該氣爲亞莫尼亞 *Ammonia*。其分子式爲 NH_3 。故知麥粉中含有淡素。

實驗三 將植物完全燃燒後，恆有百分之二至百分之十五之不飛散質，是曰鑛質餘燼。取此餘燼分析之，則見其中含有磷酸鉀，磷酸鎂，磷酸鈣，炭酸鉀，炭酸鈉，炭酸鈣，硅酸，及少量之鹽酸，硫酸，養化鐵。故知植物中必含有磷酸，硅酸，鉀，鈉，鈣，鎂，鐵，硫磺，諸物。

以上所述諸無機物，係各種植物所公有。他如鋅，銅，錳，氮，碘，亦間存在於一定之植物灰中。但分量甚微，農學家不甚注意。

第二章 植物之有機成分

第一節 炭素

動物吸入養氣而呼出無水炭酸 CO_2 。植物燃燒時亦放無水炭酸。動物既不可以數計，植物之燃燒亦所在皆有。而無水炭酸遂瀰漫於宇宙間，竟占空氣全體積萬分之三。故動物與植物皆無水炭酸之製造廠，而空氣即其儲藏室也。

植物之葉含有綠質，名曰「葉綠素」Chlorophyll。能分解無水炭酸爲炭素與養氣。炭素則留以發育植物之本體，養氣則被排放而出以供動物之吸收。動植物交相吐納，故空氣中養氣之量不減少，無水炭酸之量不加多，而炭素之來源亦永世不竭。

葉綠分解無水炭酸必日光之是賴。若在夜間或暗室，皆失效力。故綠葉植物久置暗處，不能獲炭自養，必萎黃枯瘁。又凡無葉綠素之植物（如木耳之類是）雖在日光中，亦不能與無水炭酸起

同化作用。

實驗一 置一雀與有葉綠之花卉一盆於平板上，覆以大玻璃鐘，嚴閉之，使不透氣。置於日光中，則雀生動自如。蓋葉綠素所排之養氣足以供雀呼吸之用也。若移置暗室，則雀漸呈不安狀態，乃至室斃。此無他，鐘內之養氣悉化為無水炭酸；葉綠素失其分解能力，而雀更無養氣可吸耳。若趁雀將死時，速將各物移置日光中，則仍活躍。

實驗二 同於實驗一之裝置，惟以土菌代花卉，則雖置日光中，雀亦室斃；因土菌無葉綠素也。

第二節 養氣

養氣約占空氣容積五分之一。植物所需之養氣，殆強半取諸空中耳。

植物之呼吸恰如動物；亦吸養氣而吐無水炭酸，晝夜不息。試將花卉一盆，與清石灰水一杯，同置於暗處。以玻璃鐘嚴覆之，使不透氣。則歷數時後，石灰水必白濁如乳。因鐘內之養氣，受植物之呼吸作用，全化為無水炭酸；而無水炭酸又與石灰水化合成炭酸鈣不溶於水也。其反應式如下：



植物之根葉均能呼吸。但效力以葉爲最大。因葉面闊而質糙，與空氣接觸之處較多也。

本章第一節既言葉綠素分解無水炭酸，而放養氣。此處又言植物吸養氣而吐無水炭酸。似相矛盾。其實非也。蓋植物呼吸之速度平勻，晝夜不變；而葉綠素之分解能力則與日光成正比。旭日始旦，光力尙弱，植物之呼吸逾於葉綠素之分解。其結果僅見植物吸養氣而吐無水炭酸。迨夫陽光漸強，至於日中，葉綠素之分解能力乃大顯著。植物僅若吸入無水炭酸而放養氣。夕陽既下，葉綠威衰。入夜則全停矣。

讀者於此應發一疑問焉：設植物晝間藉葉綠所得之炭素，與夜間由呼吸所失之炭素，分量相等；則植物之炭素，以二十四小時計之，無所損益；何能由小增大由短增長乎？殊不知在日光下，葉綠素之力甚強。一小時所固定之炭素已足供全夜呼吸之損失。餘者悉歸植物之本體享受矣。

植物所需之養氣，不僅取自空氣。水中土中皆有之。水含重量約九分之八之養氣。（與輕氣化合）土中所含之硫酸，磷酸，硝酸化合物，皆有多量之養氣。植物之根吸取水土，而養氣以入。

第三節 輕氣

游離之輕氣不常有。惟與養氣化合成水。占水重量九分之一。植物之根吸取水液，轉輸全體。得水則生，失水則死，水少則萎。

法人布散哥(Boussingault)曾培養植物於毫無有機物之土內。加以礦質肥料，灌以蒸溜水，其植物仍能生長，且含輕氣。足證植物確有分解利用水之輕氣之能力。故知植物所需之輕氣完全取自水中。

第四節 淡素

每年每畝種禾本科植物因收穫而失去之淡素約一百啓羅格倫；種荳科植物失去二百啓羅格倫；被水洗去者二十啓羅格倫。故植物需用淡素之量較他項成分爲鉅。

淡素瀰漫宇宙間，約占空氣容積五分之四。無色無味無臭。礦物中所含淡素均係與他項原素化合者，故淡素在化學上約分四種：一曰遊離淡素，如空氣所含者是也；二曰硝酸淡素，即硝酸或硝酸鹽中所含者是也；三曰銹淡素，即亞莫尼亞或銹鹽類所含者是也；四曰有機淡素，即有機物所含者是也。此四種淡素皆爲植物之必需品。今分述於下。

(一) 遊離淡素 植物吸取遊離淡素，其方法又分爲二種。

(a) 荳科植物菌之吸取 荳科植物（如豌豆、苜蓿之類是）之根，有多數瘤狀小球。碎球而以顯微鏡查之，即見其中有多數之微生物。或作圓柱形，或作叉形。此物能吸收遊離淡素而同化之，成淡化有機物。由莖根枝幹之細管轉運於植物之全部，以滋養之。禾本科植物（如稻、麥之類是）之根，不含此種微生物。故名之曰荳根菌。

禾本科植物既無菌可固定遊離淡素，故必須加含有淡素之肥料，始能生長。若不加此種肥料，則須於輪栽系統中至少加一度荳科植物，使其腐爛於田中，以彌縫淡素之缺。

(b) 寄生物之同化 然森林牧場之中，人未嘗加以肥料，又無細菌以固定遊離淡素。即令雨水溶解空中少量之亞莫尼亞，亦決不足供如許草木之需。其淡素果何由而來乎？法國農學家羅項 (Laurent) 發現小草之中有綠小之寄生物焉，名曰綠藻 (Algae)。能利用遊離淡素以自肥。迨其死後，遺軀腐朽於森林牧場內，成爲有機淡素。而木草得以吸收之。此即森林牧場內唯一無二之淡素來源也。

(二) 硝酸淡素 通常農家所用之硝酸淡素爲硝酸鈣或硝酸鈉。與植物生長之關係甚爲重要。法國農學家威爾發(Wilfarth)曾用數個等大之磁盆，每盆貯五啓羅格倫「無生土」並加下列各物於其中。

水

一、一啓羅格倫

炭酸鈣

四格倫

磷酸鉀

〇、五四四格倫

綠化鉀

〇、一四九格倫

硫酸鎂

〇、二四〇格倫

於各盆內均種麥，而加以不同量之硝酸鈣。其試驗結果如下表。

所加硝酸鈣之分量	g	g	g	g	g	g	g
1,963	1,312	0,984	0,656	0,328	0,164	0,000	0,000
硝酸鈣中之淡素量	g	g	g	g	g	g	g
0,336	0,224	0,168	0,112	0,056	0,028	0,000	0,000

各盆所收 麥粒數目	306	263	241	147	108	51	11
各盆所收麥 莖麥粒總量	29,34 ^g	21,07 ^g	16,39 ^g	10,81 ^g	5,59 ^g	3,00 ^g	0,42 ^g

由右表觀之，收穫物與所加硝酸鈣之重量成正比例。若無硝酸鈣，則麥幾無成實之望矣。

(三) 銍淡素 農家所用之淡素爲硫酸銍。德國農學家孟茲 (Müntz) 曾種麥蔴於「無生土」中。不加硝酸鈣，僅加硫酸銍。而麥蔴亦繁實自若。足證硫酸銍與硝酸鈣之功力相等。此無他，因銍鹽在土中受「硝化菌」之作用卽化爲硝酸物也。

(四) 有機淡素 牛溲馬勃，腐草零花，悉含多量淡素。一入土中，初受「醇化」而變爲銍鹽。旋受硝化菌作用而化爲硝酸物。而植物遂得吸取之。吾國農夫未嘗購買硝酸鈣硫酸銍，而禾苗亦生長繁實，皆有機淡素之力也。

第三章 植物之礦質成分

欲分別研究各礦質成分與某項植物生長之關係，其法有二。

(一) 無生土試驗法 將砂炒紅以去其中之有機質，旋以鹽酸洗之，以水清之，而去其中之無機物，是名曰「無生土」。

將無生土分貯二盆中，於一盆內加植物之各種成分，而獨闕欲研究之成分，於他盆中則加各種成分并所欲研究之成分，種同一植物於兩盆，而比較其收穫。

(二) 肥液試驗法 用蒸溜水溶解各種成分，貯於甲乙二瓶中。甲瓶兼含欲試之成分；乙瓶則否。以木夾扶持植物種子使之恰浮於液面，令其生長，而比較其收穫，恐液中肥料為寄生物所侵蝕，須以黑色紙繞瓶，使不透日光。又恐肥液腐壞，須時時更換新液。據農學家多數考驗之結果，而知各種礦質成分與植物生長之關係如下。

(a) 磷酸鉀 植物非磷酸鉀不能生長。植物全體均含有磷酸鉀。果實籽粒所含尤富。且磷酸鈉不能代其職。

(b) 石灰 石灰能助植物之發育。對於荳莢科植物尤奏奇效。

(c) 鎂 鎂能助小麥及蕎麥之發育。對於他種植物，則似非徒無益，而又害之。土中所含之鎂已足供植物之用，不必另加。

(d) 硅酸 各種植物灰內均含有多量之硅酸。禾本科植物之莖，尤賴硅酸以助其堅度。但土中所含硅酸甚多，足供植物之所需，不必另加。

(e) 養化鐵 鐵爲葉綠素之主要原質。植物非葉綠素不能分解無水炭酸而固定炭素，（見第二章第一節）故植物非鐵不能生長。土中之鐵亦儘足植物之用。

(f) 養化錳 此物亦能助植物之發育。所用之量少，所獲之益多。用作肥料者，通常爲硫酸錳。

(g) 硫酸 在植物灰分析而得者爲硫酸鉀，硫酸鈣，硫酸鎂。植物之蛋白質中均有硫磺，白