

職業學校叢書

作物學概論

余友泰編著

金善寶校訂

龍門聯合書局發行

職業學校叢書

作物學概論

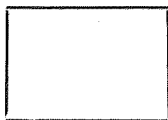
余友泰編著

金善寶校訂

教育部發交印行

龍門聯合書局發行

作物學概論



版權所有 翻印必究

余 友 泰
嚴 幼 芝

上海茂名北路三〇〇弄
電話 三〇二九

發行

龍門聯合書

上海河南中路二一〇號
電話 一七六七四

分售處

龍門聯合書局各地分局

南京 太平路太平商場

北平 琉璃廠一〇二號

重慶 中山一路三一八號

廣州 漢民北路二〇四號

漢口 江漢一路三號

杭州 東坡路五七號

長沙 府正街三三號

台灣 衡陽路十二號

基本定價金圓陸元 外埠酌加郵運費

中華民國三十八年三月初版

目 錄

第一章 緒論.....	1
第一節 作物與作物學	
第二節 作物的重要性	
第三節 作物學的範圍以及與其他科學的關係	
第四節 作物栽培的原始	
第二章 作物的分類.....	5
第一節 作物的分類法	
第二節 季節與生長季	
第三節 作物的需用部分	
第四節 植物學上的關係	
第五節 作物的用途	
第六節 食用作物	
第七節 特用作物	
第三章 世界主要作物的分佈與生產狀況.....	9
第一節 世界自然區域	
第二節 世界主要農作物的生產概況	
第三節 主要農作物的生產國	
第四章 中國農業區域.....	16
第一節 中國地形氣候上的幾個重要界線	
第二節 中國農業區域	
第三節 二大農業地帶	
第四節 十一農區簡表	

第五章 限制作物分佈的因子.....22

- 第一節 雨量
- 第二節 濕度
- 第三節 溫度
- 第四節 生長季的長短
- 第五節 日照時間之長短
- 第六節 日光
- 第七節 土壤
- 第八節 地勢
- 第九節 經濟情形

第六章 作物的種實及其鑑定.....28

- 第一節 種子果實與種實
- 第二節 種子的構造
- 第三節 胚的構造
- 第四節 種實的鑑定
- 第五節 種子的純正
- 第六節 種子的清潔
- 第七節 種子的發芽力
- 第八節 種子的發芽速率
- 第九節 種子的大小
- 第十節 種子的重量
- 第十一節 種子的成熟度色澤臭氣及年齡

第七章 作物種子的壽命與發芽.....35

- 第一節 種子的壽命
- 第二節 不同作物種子的壽命
- 第三節 影響作物種子壽命的主要因子
- 第四節 種子發芽
- 第五節 種子的休眠

第八章 作物的生長·····	41
第一節 幼苗的生長	
第二節 幼苗的生長勢	
第三節 植物體中的主要原素與其效能	
第四節 植物如何吸收水分及養分	
第五節 光合作用	
第六節 呼吸作用	
第七節 蒸騰作用	
第九章 作物的生殖·····	46
第一節 生殖作用	
第二節 影響植物生殖作用的因子	
第三節 種子預措法(生長促短法)	
第十章 作物的根·····	51
第一節 作物根的功用與種類	
第二節 影響作物根部發育的因子	
第三節 作物根部的範圍	
第四節 作物根部與莖葉部的關係	
第十一章 水分與作物生長的關係·····	55
第一節 水分對作物的重要性	
第二節 土中水分的種類	
第三節 土中水量	
第四節 作物的需水量	
第五節 影響作物需水量的因子	
第六節 水分缺少的影響與補救法	
第十二章 土壤與作物生長的關係·····	61
第一節 土壤的種類	
第二節 土壤中的溫度	

- 第三節 影響土溫的因子
- 第四節 土壤中的微生物
- 第五節 土壤中的鹼性
- 第六節 作物的耐鹼性
- 第七節 鹼土的改良
- 第八節 土壤中的酸性
- 第九節 作物的耐酸性
- 第十節 土壤中的毒素
- 第十一節 影響作物生長的其他土壤因素

第十三章 肥料與作物生長的關係.....69

- 第一節 土壤肥力(地力)的喪失
- 第二節 肥料的定義與種類
- 第三節 作物吸收與肥料的三要素
- 第四節 三要素對作物的效能
- 第五節 常用肥料裏的成分
- 第六節 施肥方法

第十四章 作物品種.....76

- 第一節 何謂品種
- 第二節 品種的性狀
- 第三節 理想中的優良品種

第十五章 作物的改良.....79

- 第一節 作物改良的目的與可能性
- 第二節 純系說
- 第三節 作物育種的方法
- 第四節 混合選種
- 第五節 純系育種
- 第六節 無性選育
- 第七節 雜交育種
- 第八節 我國主要改良品種表

第十六章 作物的整地.....	84
第一節 整地的利益	
第二節 整地的用具	
第三節 整地時期	
第四節 春耕與冬耕	
第五節 耕地的深度	
第六節 耕地時其他注意點	
第七節 耙地	
第八節 鎮壓	
第九節 平作和畦作	
第十七章 作物的播種和移植.....	91
第一節 選種	
第二節 種子消毒	
第三節 其他處理	
第四節 播種時期	
第五節 播種方法	
第六節 播種量	
第七節 播種深度	
第八節 移植	
第十八章 作物的田間管理.....	98
第一節 間苗	
第二節 中耕	
第三節 中耕的利益	
第四節 中耕的時期和次數	
第五節 中耕的方法	
第六節 壟土	
第十九章 作物的收穫與貯藏.....	102
第一節 收穫失時的損失	

- 第二節 收穫的適當時期
- 第三節 作物收穫的方法
- 第四節 作物收穫後的處理
- 第五節 作物的貯藏
- 第六節 貯藏期中乾縮的損失

第二十章 作物的分級與檢驗..... 106

- 第一節 檢驗與分級的意義和歷史
- 第二節 檢驗分級之利益
- 第三節 檢驗之步驟與項目
- 第四節 分級檢驗之標準

第二十一章 作物的輪栽..... 110

- 第一節 輪栽
- 第二節 輪栽的利益
- 第三節 輪栽與連作對於氣候及作物之關係
- 第四節 計劃輪栽時應注意的各點
- 第五節 輪栽舉例

第二十二章 墾殖與旱農..... 115

- 第一節 墾殖的意義與重要性
- 第二節 荒地的種類與選擇
- 第三節 墾荒方法
- 第四節 我國主要的墾區
- 第五節 旱農的意義與重要性
- 第六節 旱農栽培時的注意點
- 第七節 旱農方法
- 第八節 旱農作物

第二十三章 作物的雜草..... 122

- 第一節 何謂雜草
- 第二節 雜草的種類

第三節 雜草的傳佈

第四節 雜草的爲害

第五節 雜草的防除

第二十四章 作物的病蟲害..... 126

第一節 作物病蟲害的嚴重性

第二節 我國重要的作物病害

第三節 病害防治法

第四節 我國重要作物的害蟲

第五節 害蟲防治法

作物學概論

第一章 緒論

第一節 作物與作物學

凡由人類特別加以管理而生長的植物，均可稱為作物（Crop）；是針對野生植物而言的。這種廣義的說法，包括所有的園藝作物：如蔬菜、花卉、果樹等；農藝作物：如稻、麥、豆、粟、棉、麻等；以及森林作物：如松、杉、白楊等。

上述園藝、農藝、森林三種作物的名稱，不過是人類為求研究學習上的方便，根據各種作物生長習性的不同，栽培管理上的精粗，與規模的大小而分開的，本沒有一定的界限。大體說來：木本多年生的植物，以粗放的管理，作大規模栽培的，為森林作物；草本或木本植物，以精細的管理，很集約的生長於庭園中的，為園藝作物；農藝作物，則多為草本，與少數灌木植物，其栽培、管理與規模，大致介乎前二者之間，如禾穀類，及若干豆類的作物，以及棉麻等等。但如桐油茶樹為農藝作物的特用作物，但因為是喬木，或灌木，又常被列為森林作物之一。又如在歐美充作食糧的馬鈴薯，在中國是一種美味的蔬菜；特用作物的菸草，亦可供觀賞，這兩種又都可列入園藝作物了；所以說明確的界限，是劃不出的。

上面說的，是作物廣義的範圍；但通常在農學上所謂作物，是專指農藝作物而言，是狹義的；研究這農藝作物的科學，就叫做作物學(Farm Crops or Agronomy)。

第二節 作物的重要性

原始的人，是直接依作物而生存的；現代科學的發達，工業的繁榮，人類除直接利用作物外，並加以精製提煉，於是更擴大了作物對人類的貢獻。現簡單的把作物的重要性，列為以下三點：

(1)直接或間接供給人類的衣食：直接的如米、麥、棉、麻等等；間接的如把玉米牧草等等變成牲畜飼料，然後利用它的皮肉和毛。

(2)工業的原料：所有的輕工業，如紡織、榨油、煉油、麵粉、捲菸、製糖等；無不需要大量作物的產品，供作原料。

(3)作物與中國：我國有極遼闊的農地，有百分之八十以上的農民，而這大約三萬萬六千萬的農民，其中又有百分之八十的農民，是把他們生活的基礎，建立在農藝作物的栽培上的。無論怎樣的發展工業，農業產品總不失為我國最重要的立國基石，而作物又確實是農業的中心。研究作物學，也就是為的要加強這一座立國基石的力量。

第三節 作物學的範圍以及與其他科學的關係

作物學，是一種應用科學；不但研究各種作物本身的植物性，並且要研究作物全部生長過程與氣候、土壤、肥料等的關係，作物的改良，栽培方法的改善，以及作物生產的管理，敵害的防除，與其

對社會環境之影響等等。要想研究這些問題，勢必先對若干有關的科學，有澈底的了解，然後綜合的應用到作物上來。現將與作物有關的各種科學列成下表：

作物	植物性——普通植物學、植物分類學。
	怎樣生長——植物生理學。
	與氣候的關係——氣象學。
	與土壤的關係——地質學、土壤學。
	與肥料的關係——化學、肥料學。
	敵害的防治——經濟昆蟲學、植物病理學。
	改良——作物育種。（包括遺傳學、生物統計學、田間技術學）。
	栽培——物理學、農具學。
	生產管理——農場管理學。
對社會經濟的影響——農業經濟學。	

第四節 作物栽培的原始

最原始的人類，專賴漁獵所得，及野生植物為食料；但天雨時不能出獵，天寒又無物可採，就有人漸漸的模倣作物種子墮地後發芽生長的自然現象，來進行植物的栽培與貯藏了。推想當時種植作物，斷不會向遠處去搜集種子，一定僅就附近所有植物中，選擇產量高，生長容易的來栽培；這大概是些一年生的作物：如水稻、小麥、玉米、小米、甘藷、等等。當各部落的居民，遷移時，所種的作物自然也跟着傳播開來，同時比較不適宜栽培的，也漸漸被代替，被淘汰了。

究竟人類栽培作物，自何時開始的？這種實在太久遠的問題，只能找個不十分精確的答案。中國神農氏，即教民稼穡；大概是紀元前三千年的事，在埃及紀元前一千五百年，至四千二百年間，建築的金字塔裏面，即已發見有農作物的圖畫；當然最原始的栽培時期，又遠過於這個數字。有人說：至少在一萬至一萬二千年以前，人類已栽培大、小麥及小米，來供作食料；這也不過是一個估計的數目。

在不同的地方，因氣候的不同，植物自然發生的情形不同，人類就栽培起不同的作物來。如亞洲南部，最初有水稻，及許多豆科作物；埃及及美索不達米亞平原有大、小麥，非洲有許多種小米，美洲則有玉米、馬鈴薯、甘藷等。

最原始的作物栽培區域，大體說來，可分為三處：

- 一、中國
- 二、亞洲最南部與埃及
- 三、美洲赤道區域

這三處是氣候最良好的區域，從這些區域，再漸漸的擴展到氣候較差的區域去。因此，如亞洲北部、歐洲、美洲，其農業栽培，均較遲，也就是這個道理。

第二章 作物的分類

第一節 作物分類法

爲了研究、與學習上的方便，特將作物分爲若干類；又因分類時的根據不同，有下列數種不同的分類方法：

- (1)按作物生長季的長短，與季節分類。
- (2)按作物需用的部分分類。
- (3)根據植物學上的關係分類。
- (4)按作物的用途分類。

第二節 季節與生長季

根據作物生長季的長短，可分爲一年生，二年生，及多年生三種。一年生的，如水稻、大豆等。又如冬小麥、及蠶豆等，他們的生長季，跨越了前一年的冬季，所以特稱爲越冬一年生的作物。二年生的如萵菜、蘿蔔等。多年生的，如苧麻、茶等。

普通農作物，大多數是一年生的。在這一年之中，又看作物主要的生長時期，是在夏天，還是在冬天，又可分爲冬作，與夏作兩種：如油菜、麥類、蠶豆、豌豆等，都是在冬季播種生長的，都叫冬季作物。如玉米、水稻、棉花等，他們的生長季，大部分在夏天裏，都叫夏季作物。

第三節 作物的需用部分

作物幾乎每一部分，對人類都有用途的；如小麥果實供食用，麥稈可編製草帽，做燃料等。本節所說需用部分，是專指栽培的主要目的而言：

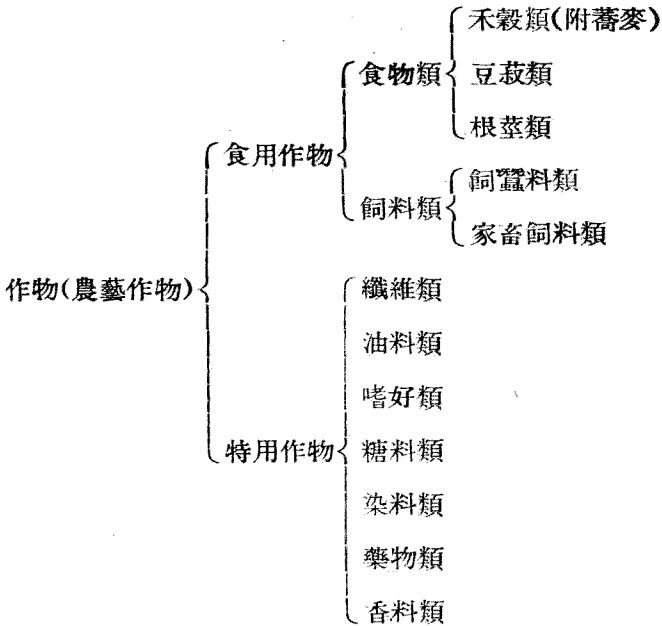
- (1) 果實(包括種子)——稻、麥、棉、油、菜、大豆、油桐、草蓆等。
- (2) 莖——甘蔗、馬鈴薯等。
- (3) 皮層——大麻、亞麻、黃麻、苧麻等。
- (4) 葉——菸草、桑、茶等。
- (5) 根——甘藷、甜菜等。
- (6) 花——所有花卉。

第四節 植物學上的關係

從植物分類學上的觀點來看，主要農作物，除少數例外外，都屬於禾本科及豆科二科。所有禾穀類作物(除蕎麥屬蓼科外)及約四分之三的牧草都屬禾本科，所有大豆、蠶豆、豌豆、小豆、告羅花及若干綠肥作物，及飼養作物，都屬豆科。其他如錦葵科(棉花)，茄科(菸草、馬鈴薯)，旋花科(甘藷)，桑科(桑、大麻)，蓴麻科(苧麻)，藜科(甜菜)，亞麻科(亞麻)，大戟科(草蓆)，田麻科(黃麻)，山茶科(茶)等，在農作物的立場講，也都是很重要的科別。

第五節 作物的用途

根據作物用途分類，能組織性質較近的一種作物於一類，而為最普遍應用的一種方法。現將各類，列為下表，再各類加以解釋：



第六節 食用作物

包括人類食物，及家畜飼料，主要的有以下各種作物：

禾穀類——水稻、小麥、大麥、燕麥、黑麥、玉米、高粱、小米、蕎麥等，蕎麥屬蓼科，其果實亦供食用，所以也被稱為穀物之一。

豆菽類——大豆、豌豆、蠶豆、小豆、花生等。

根莖類——馬鈴薯、甘藷等。

飼蠶料類——桑、柎等。

家畜飼料類——總稱為牧草，其中有四分之三屬禾本科，其餘的屬豆科，及其他科。因處理方法的不同，又可分為青藏(Silage)，

及鮮飼 (Soiling)。於牧草刈割後，藏於不透氣之箱（特稱秣窖 Silo）中，經發酵作用後，再行飼養牲畜的，叫青藏作物。牧草刈割後，不經貯藏，而直接飼養牲畜的，叫鮮飼作物。除放牧外，此為最原始的飼牧方法。

第七節 特用作物

特用作物多供作工藝原料，故又稱工藝作物：

纖維類——棉花、大麻、苧麻、亞麻、黃麻、苘麻等

油料類——油菜、油桐、花生、大豆、蓖麻、芝麻、油茶、亞麻、棉、漆等。

嗜好類——菸草、茶、及咖啡等。

糖料類——甘蔗、甜菜等。

染料類——蓼藍、木藍、紅花、鬱金等。

藥物類——除虫菊、人參、薄荷等。

香料類——薄荷等。

第三章 世界主要作物的分佈與生產概況

第一節 世界自然區域

根據溫度，可以把全世界的土地，分爲若干地帶；在不同溫度下，生長不同植物，所以從自然區域，也可以看出作物大致的分佈來：

(1)熱帶(Tropical Belts)——全年的氣候，都很熱，平均溫度在華氏六十八度以上；約位於北緯二十度，和南緯十六度之間；除少數沙漠地帶外，雨量都是很多的。最普通的作物爲咖啡、甘蔗、棉花、香蕉、水稻、玉米等。

(2)亞熱帶(Sub-tropical Belts)——全年約有四至十一個月的平均溫度，在華氏六十八度以上，雨量各處不同，此帶中有沙漠草原和森林。

(3)溫帶(Temperate Belts)——氣候溫暖，約有四至十二個月平均氣溫在五十至六十八度之間。

(4)寒帶(Cold Belts)——一年中，只有一至四個月，氣候溫暖，其餘月份，氣溫都在華氏五十度以下。在這個區域裏通常栽培：玉米、禾穀類，與生長季較短的作物，及常綠樹落葉樹等。

(5)極地帶(Polar Belts)——氣候寒冷，全年冬月平均溫度，都在華氏五十度以下，禾穀類作物及樹木，都不能生長了，惟間或有鮮苔植物的生長而已。

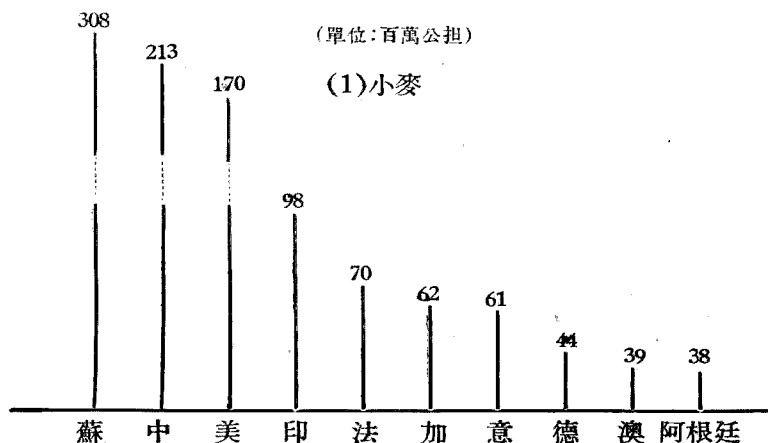
第二節 世界主要農作物的生產概況

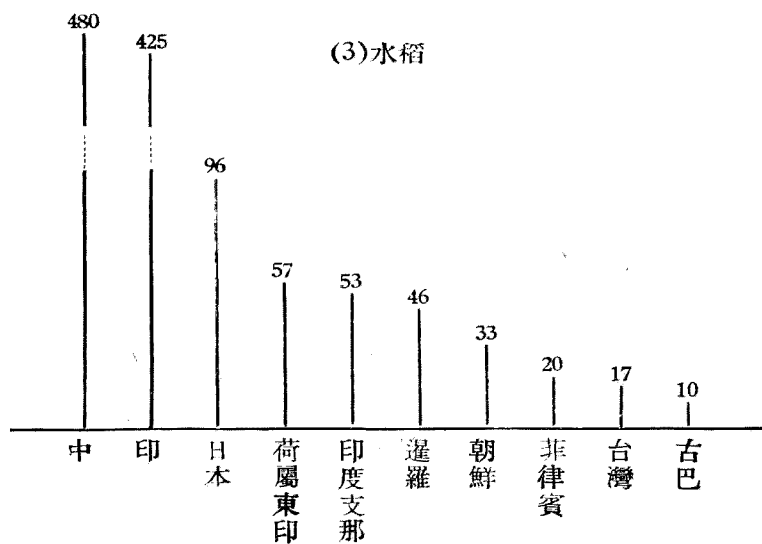
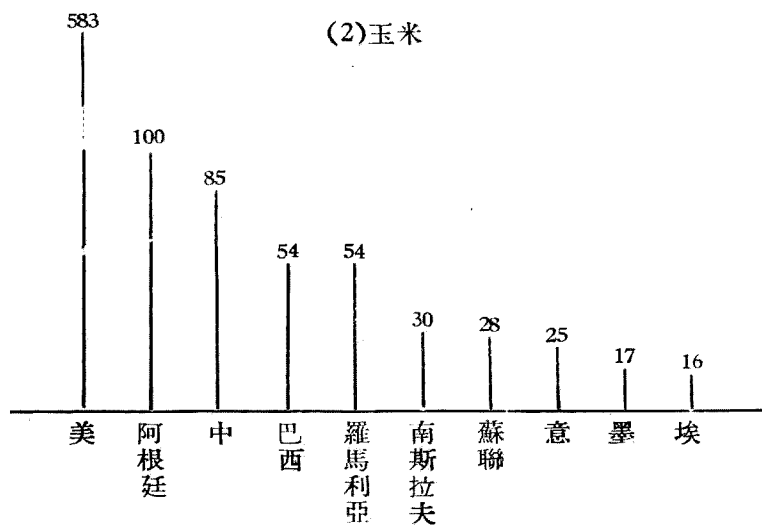
檢查國際年鑑農業統計上數字，我們可以知道，全世界農作物生產的概況。大體說來：栽培面積最多的，為禾穀類作物，這裏面又以小麥為最多，玉米、水稻、燕麥、黑麥、大麥、次之；在特用作物內，栽培最廣的，為棉花。

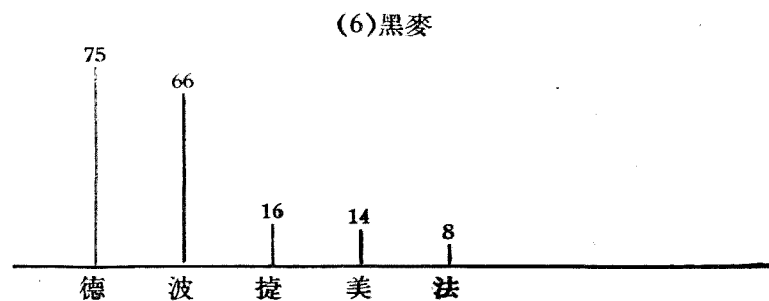
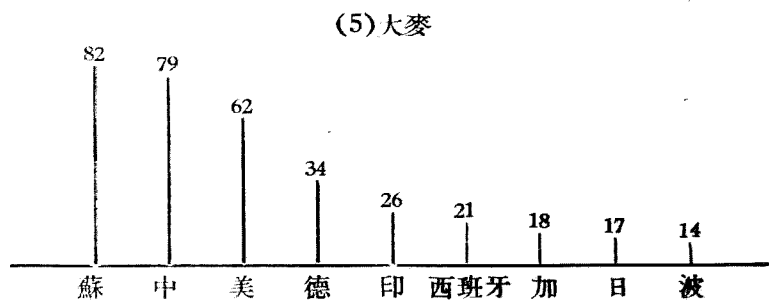
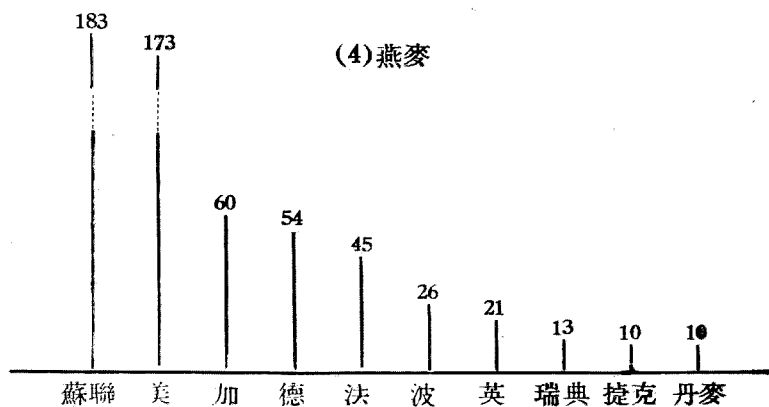
第三節 主要農作物的生產國

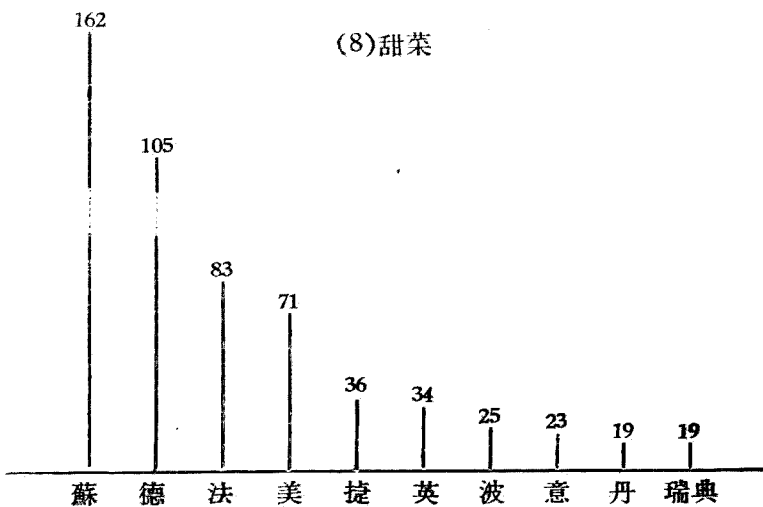
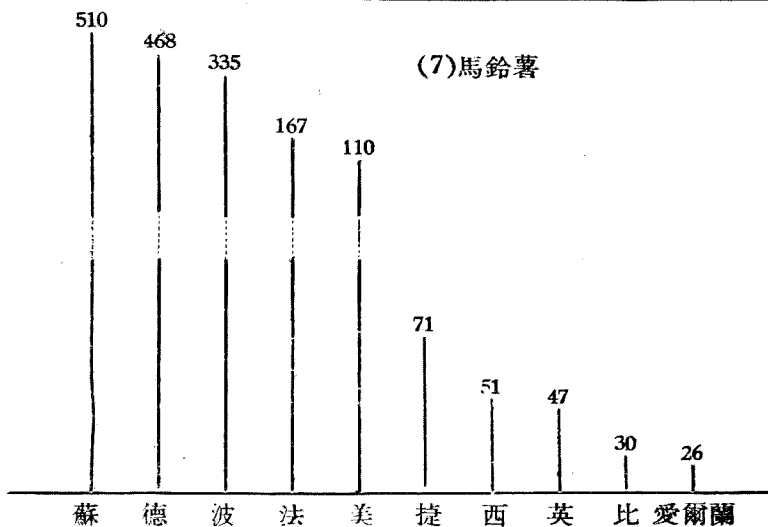
現將幾種重要農作物的生產國家，根據各國生產總額的多少，依次用直線圖(圖一)，表示於後面；同時把總產額，注在直線的上面；材料還是根據國際年鑑農業統計。因為一九三六年以後的數字不全，所以拿一九三五年來比較他們；從這些陳舊的數字裏，我們可以看出每一種作物，在世界上生產的主要區域來：

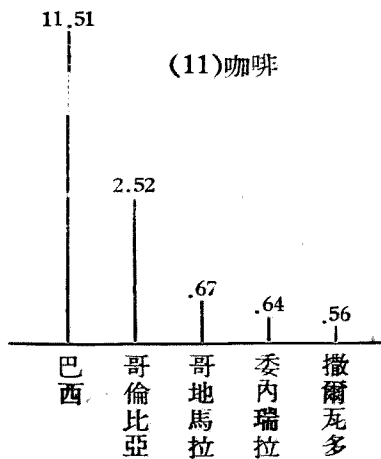
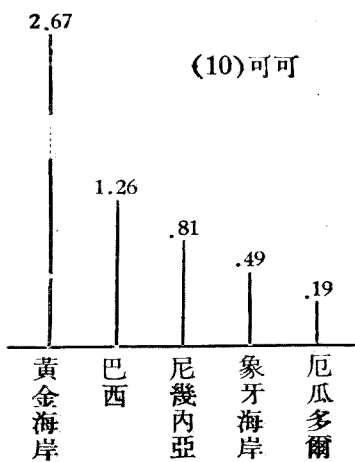
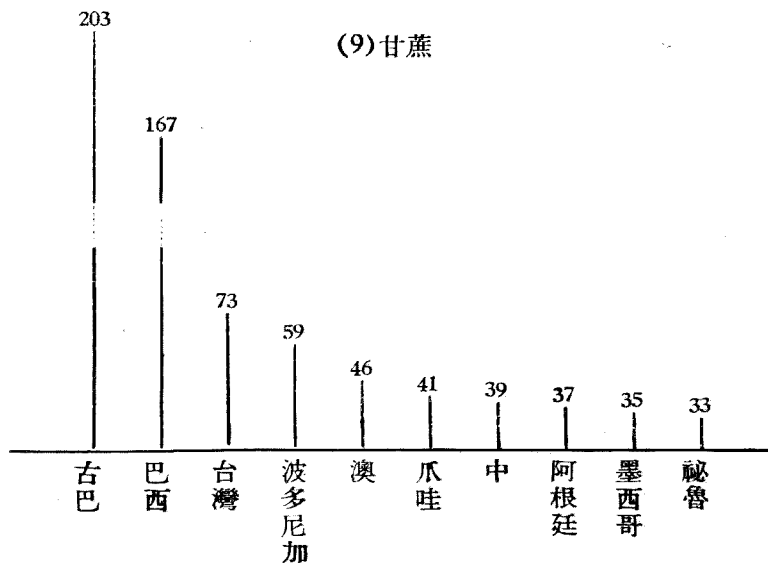
圖1. 世界各國重要農作物產額比較圖。

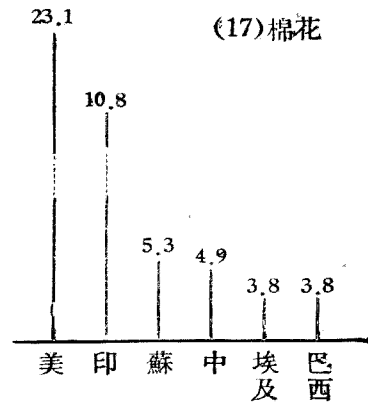
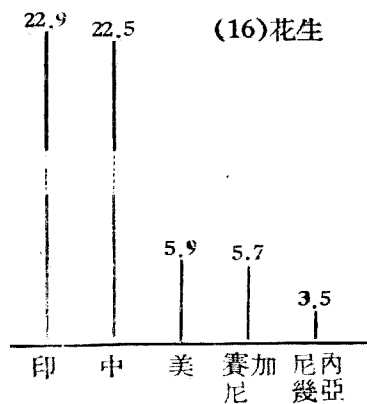
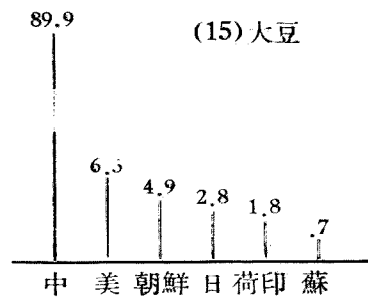
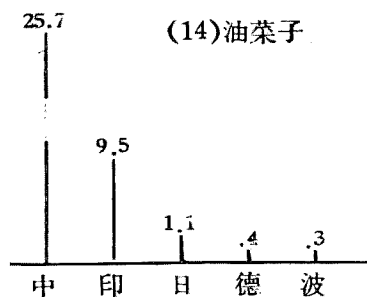
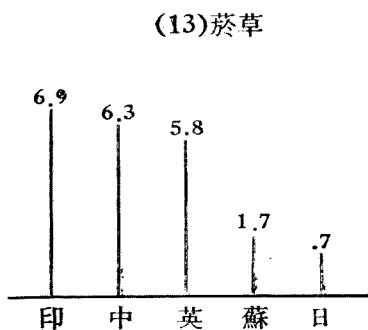
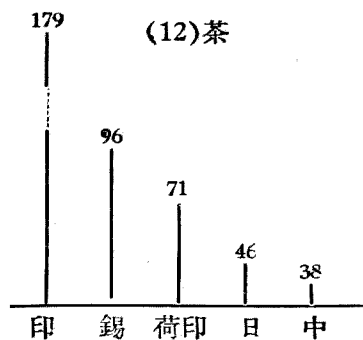












第四章 中國農業區域

第一節 中國地形氣候上的幾個重要界線

地形與氣候，是限制作物生長最主要因子。所以在未講農業區域以前，應先明瞭我國地形與氣候的概況；這可以拿海拔，年雨量，和溫度三個主要因子來表示他。我國地形，自東向西漸高；雨量自南至西北漸少；溫度隨着緯度，自南至北而漸低，但因限制植物生長的往往是最低溫度，所以拿一年中最低的一月溫度來作比較；現為簡明起見，把我國地形與氣候，拿幾根主要的界線來表明它，在我們明瞭這些界限的意義之後，再來討論我國農業區域的劃分。

- (1) 海拔五〇〇公尺等高線。
- (2) 海拔三〇〇〇公尺等高線。
- (3) 一月溫度攝氏十度(10°C)等溫線。
- (4) 一月溫度攝氏負六度(-6°C)等溫線。
- (5) 年雨量一千一百公厘等雨線。
- (6) 年雨量七百五十公厘等雨線。
- (7) 年雨量三百公厘等雨線。

上面這七根界線的位置可以看下面的一張圖：(圖二)

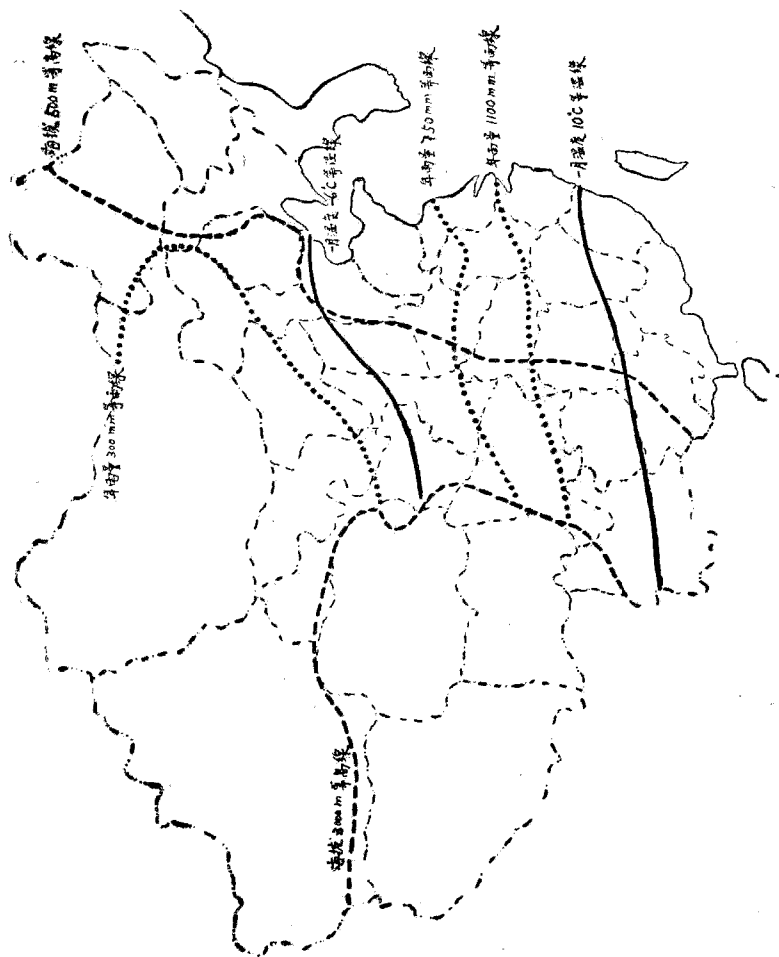


圖2. 中國地形氣候重要分解圖。

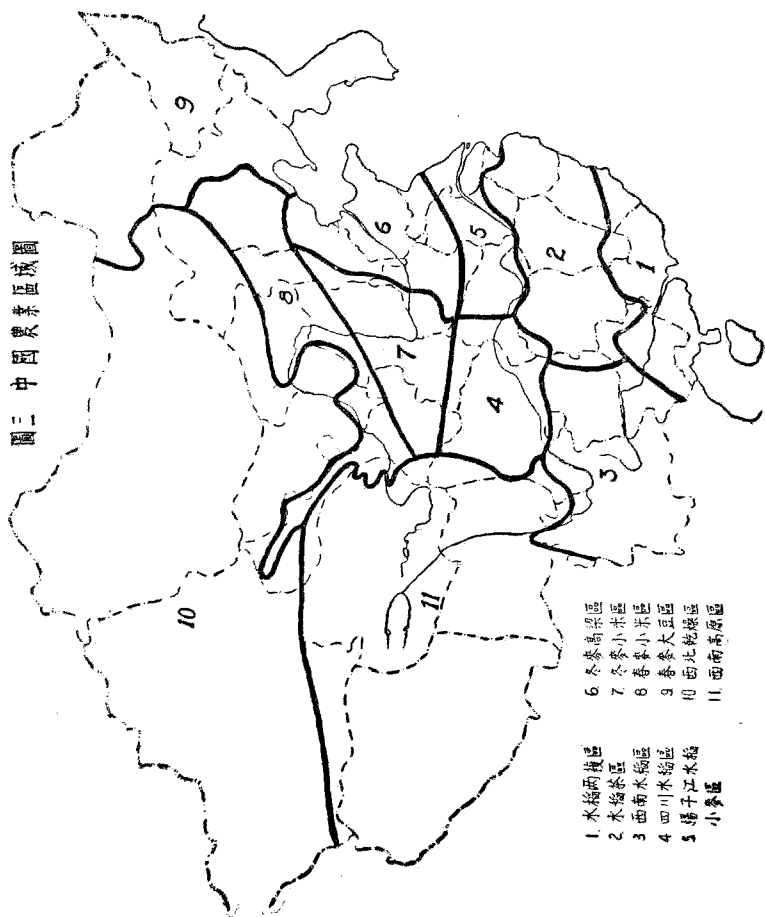
第二節 中國農業區域

作物的分佈是根據地形氣候決定的；而所謂農業區域，就是某種作物集中的地點；我們已討論過中國地形氣候的情形，現根據卜凱胡煥庸張心一等氏，中國作物實地分佈情形的調查，按作物的重要性，把我國分成以下幾個區域，他們的位置，可以在圖上看出來（圖三）。

- (1) 水稻兩穫區。
- (2) 水稻茶區。
- (3) 西南水稻區。
- (4) 四川水稻區。
- (5) 揚子江水稻小麥區。
- (6) 冬麥高粱區。
- (7) 冬麥小米區。
- (8) 春麥小米區。
- (9) 春麥大豆區。
- (10) 西北乾燥區。
- (11) 西南高原區。

除西北乾燥區，及西南高原區，較少農業價值外，其他九個主要農區，還可以劃一界線，通過秦嶺與淮水：南為水稻地帶，北為小麥地帶，而這個界線，差不多也正是年雨量七五〇公厘的等雨線，在我國氣候上，及農業上都有極大的意義。

圖三 中國農業區域圖



第三節 二大農業地帶

1. 水稻地帶 約在北緯二三至三二度之間，地勢邱陵錯雜，並多被山脈割斷的平原，海拔自海面至一千五百公尺，西部有雲南貴州及廣西三高原，最高達二千五百公尺，屬溫帶與亞熱帶氣候，年雨量在七五〇公厘，至一千五百公厘，約當北方小麥地帶的兩倍。夏天炎熱，潮濕，冬季亦多雲霧，土壤多屬淋餘土，及淋溶土；栽培的作物，以水稻為主，佔全地帶耕地面積百分之六十八。在這個地帶內，大多是種兩季的；在北部以小麥大麥油菜為冬作，南部則種兩季水稻，根本沒有冬作。

2. 小麥地帶 約在北緯三十二至四十度之間，地形主要可分為兩種：一種是大平原，海拔五〇——一〇〇公尺，其他即自東至西漸高的高地，一直到青海邊境；屬溫帶氣候，沿海較溫暖，冬天多晴朗，這是與華南不同的地方。年雨量都在七五〇公厘以下，土壤多是未經淋溶的鈣質土。本帶的作物：以小麥為主，佔四〇%，其次為小米二七%，高粱一五%，棉花八%。這個地帶內，只有約四分之一處，是一年兩季的，通常小麥為冬作物，大豆小米甘藷等為夏作物。

第四節 十一農區的簡表

農區名稱	地勢	溫度 一月平均 七月平均 均°C	生長季	雨量 公厘 m.m.	土壤	作物
水稻兩種區	丘陵地很多一二百公尺的小山除珠江三角洲外很少平原 海拔500-1000公尺	14.8	365	1,742	紅土	水稻 90 甘蔗 12 甘 蔗 6
水稻區	丘陵地河谷湖濱都有小平原 海拔1000公尺以下	5.3	308	1,466	準灰壤及紅土	水稻 73 油菜 13
西南水高區	高山間有很多壩子 海拔400-3000公尺	8.6	360	1,146	黃土及紅土	水稻 60 蠶豆 17 玉 米 14
四川水高區	盆地包括成都平原 海拔2000-5000公尺	7.0	334	975	紫棕土(森林土)無石灰積土及水積土棕色及灰棕色準灰壤	水稻 41 油菜 13 玉 米 14 小麥 19
揚子水高區	受溢平原因邱陵山脈的分割而面積很小 海拔自海平面至1000公尺	3.8	293	1,059	無石灰積土及水積土準灰壤紅土及鹽灰質沖積土	水稻 58 棉花 13 小 麥 31 小麥 19
冬季高區	高原而成一錯綜割裂的侵蝕平原 海拔1000-3000公尺	1.6	241	592	石灰質沖積土鹽性沖積土山東 棕壤沙灘土	小麥 46 棉花 9 小 麥 23 玉米 16 高粱 19
冬季小區	大平原地勢平坦多“湖地” 海拔在50公尺左右	—	—	430	栗鈣土(多為黃土性)及輕度灰 化土壤	小麥 40 小麥 31 棉 花 9
春季小區	起伏很大農地多為山間窄狹的 谷地並包括三個小平原 海拔1000-3000公尺	11.0	196	352	栗鈣土及漠境鈣土	小麥 34 馬鈴薯 10 春 小麥 18
春季大區	東北及山中有遼河平原海拔自 海平面至1000公尺	—17	24*	500	棕壤灰壤栗鈣土沖積土	大豆 高粱 小麥 小 麥 小麥
西北乾區	戈壁沙漠包括若干鹽水灌溉之 水草田海拔2000-3000公尺	—20*	120*	300* 以下	漠境沙丘	小麥 玉米 水稻
西南高區	世界最大高原海拔平均3000公 尺無在500公尺以下者僅河谷 稍有農事	—	—	—	—	青稞 大麥 小麥 芥菜

*約數

第五章 限制作物分佈的因子

根據上面兩章的敘述和數字，很清楚的可以看出來：不同作物，是分佈於世界各國不同的區域裏面的。爲甚麼亞洲盛產水稻，歐美就很少水稻呢？爲甚麼美國棉花的栽培極廣，歐洲就極少呢？爲什麼中國南部產水稻、甘蔗、及茶，北部就只有小麥、高粱和小米呢？這種作物分佈的情形，顯然是某種限制因子作用的結果；仔細分析起來，限制作物分佈的因子，可歸納爲以下數種：

第一節 雨量

雨量包括一切自天空降落的雨、雪、冰霰等水分，這是影響作物生長最重要的一個因子。年雨量在十吋以下的，如無灌溉，是不能栽培作物的；同時我們要注意降落地面的雨量，未必完全爲土壤所吸收，有時可以流失；而土壤所吸收的雨量，又未必完全爲作物吸收和利用，因不在作物生長期中的雨量，是沒有什麼用處的。關於雨量與作物的關係，可分數量與分佈兩點來討論：

(1)數量 指全年降雨量而言，不同作物所需雨量不同：如水稻性喜雨量充足的地方，所以都分佈在長江流域以南，年雨量在四十至六十吋之間；過三十吋等雨量線以北，水稻就不能生長了。又如小麥，則不喜歡太多雨量，所以分佈在華北，年雨量在二十吋至四十吋之間的區域。其他如甘蔗，多產於華南，小米高粱多在華

北，雨量實在是一重要的限制因子。

(2)分佈 雨量須降於作物生長期中，然後作物才可以利用，否則是毫無用處的。例如東三省年雨量只有十五吋，但因為大部分都降落在夏季作物生長期內，所以大豆，高粱，小米，都能生長很好；同時在陝西甘肅等處，年雨量也差不多有十五吋，但因分佈的不適合，作物的生長與分佈都受了很大的限制。

第二節 濕度

普通以相對濕度表示，就是說：在某種溫度和壓力下，空氣中所含有水分，占同樣情形下，飽和狀態時，所含水分之百分數。我國夏季屬海洋性氣候，海洋季風（monsoon）從東南吹入，所以水氣增多，相對濕度也高；冬季為大陸性氣候，大陸風從西北吹來，氣候乾燥，所以相對濕度也低。因濕度能影響作物葉面的蒸騰作用，土面的蒸發作用，所以對作物雨量的需要，是有很大關係的。我國中部南部較高，為70-80%，北部及東三省較低為60-65%。

作物需要濕度大小是不同的，如水稻、甘蔗、茶、麻類、濕度要高，小麥、甜菜、小米、要低。

第三節 溫度

溫度決定各地域生長季的長短，對作物的關係極其重要，作物對溫度的需要不同，可分為低溫作物，及高溫作物二種：

(1)低溫作物——小麥、燕麥、蕎麥、亞麻、馬鈴薯等。例如小麥，生長於長江流域以南的，於五六月收穫時，溫度太高，不利於麥

粒的成熟，所以麥粒多皺縮，不飽滿；又如亞麻在重慶生長不良，都是溫度的關係。

(2) 高溫作物——水稻、玉米、棉花、甘蔗、花生、甘藷、西瓜等。例如水稻最喜高溫，否則不能生長，在閩粵一年可以三熟，浙江二熟，長江流域就只能一熟了。

第四節 生長季的長短

從春季最後一次降霜的日期，到秋季最早一次降霜的一天止，其中所有的日數，稱為無霜期；通常拿無霜期，來表示生長季，所以生長季的長短與霜期是成反比的。在廣東等地，全年無霜，所以全年都是作物的生長季。

作物栽培時，必須設法避免霜害。如棉花、水稻，必須在霜止後才能下種，大小麥播種，必須在秋季初霜兩星期以前舉行，又如甘蔗生長季需長，通常為十四至十八個月，所以在無霜的熱帶生長最好，如在溫帶，生長期中常遭遇霜害，糖分就減少，且不能製晶糖，芽也不能形成。

我國各地生長季的長短，大概南部為十二個月，長江流域為八至九個月，黃河流域為七個月，河北山西為六個月，東三省為五個月。

第五節 日照時間的長短

即指一日中，日光照射時間的長短。日照的長短，各月不同，各地亦不同，只有在赤道上，各月相等，以十二小時為晝，十二小時為夜。現以美國南北兩部，日照時間的比較圖示（圖四）於后，因

爲美國緯度的情形,和我國相似,所以可以拿它做參考的。

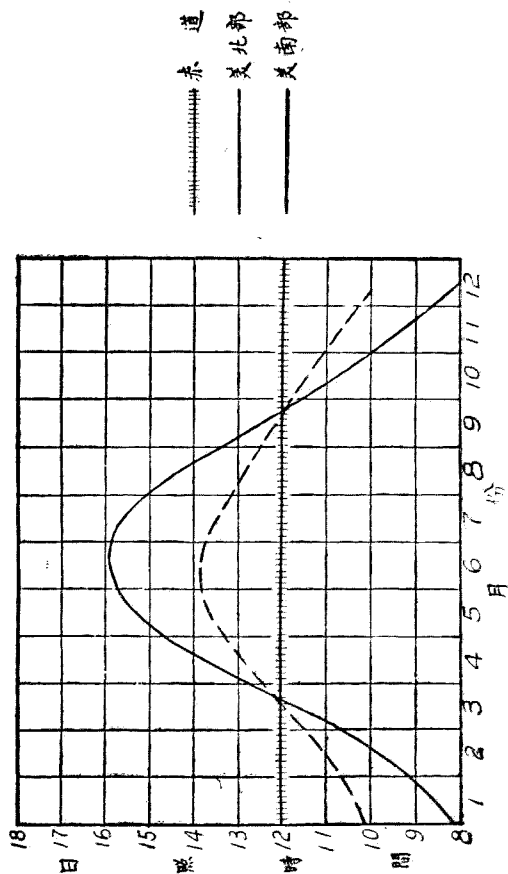


圖4. 美國南北部日照時間長短圖(Hughes & Henson).

從上面的圖可以看出以下各點:

- (1)赤道上全年日照相等。

(2)美國南北部一至三月，十至十二月日照短，四至九月日照長。

(3)十二月的相差，北部大，南部小。

不同作物品種，對日照時間的需要不同，這在以後還要詳細講的。

第六節 日光

日光不但增加溫度，並供給作物生長作用的動力。在缺乏日光處生長的作物，多軟弱，葉綠素不能發達；不過在普通田間，作物生長，受日光的限制作用，是比較小的。

第七節 土壤

土壤有砂性土，粘性土，酸性土，鹼性土等不同。而作物對各種土壤的適應性，也極其不同：如茶，喜酸性土；大麥、棉花，能耐鹼性；水稻土多粘性，花生則喜歡砂土；所以說：土壤對作物是有顯然的限制的。

第八節 地勢

地勢，指地面平坦與傾斜，並有山地和邱陵地的分別；山地，又可分為山南與山北，因此溫度、濕度、日照長短等，都各有不同，所以作物的分佈也受到限制了。如茶樹喜歡生在山北，因日光較弱而濕度較大，而大多數作物都喜歡山南。

第九節 經濟情形

以上所述，都是自然環境的限制；但作物生產的目的，在供給

人類的需要，所以人爲的許多經濟因子，也頗有限制作物分佈的力量；主要的有以下數種：

(1)運輸與銷路 如運輸便利，銷路通暢，則某種作物的栽培，一定就會多起來。例如糖廠、酒精廠，刺激甘蔗的種植，菸草公司刺激菸農的大量生產等，都是極其明顯的。

(2)地價 不同作物的經濟價值不等，在地價高的地區，一定要生產集約而價值高的作物，如蔬菜棉花等。

(3)人工 勞力的供給情形，常因作物需要勞力的不同，而加以限制。例如菸草需工甚多，在缺乏勞工處栽培，往往要失敗。

第六章 作物的種實及其鑑定

第一節 種子、果實、與種實

在植物學的觀點上講：種子(Seed)是由胚珠(Ovule)發育而成，果實(Fruit)是由子房(Ovary)發育而成；為作物有性繁殖的器官。一般情形下，果實中都含有種子，但園藝作物裏，無種子的果實，較為常見。在農業習慣上，所常稱的種子，或留種、播種的「種」字，是概括的指所有作物，用來繁殖的部分，而不是專指真正的種子；這概括的字，應稱為種實。主要的包括以下三種：

- a. 真正的種子：如大豆、豌豆、菸草、亞麻、黃麻等。
- b. 果實：包括種子及果皮，有時並包括其他附屬物；如玉米、水稻、麥類、蕎麥等等，水稻的殼為內外穎，即為子房以外的部分。
- c. 無性植物體的一部分：如甘蔗的莖，馬鈴薯的塊莖，甘藷的塊根，以及種蔓等等。

第二節 種子的構造(圖五)

一典型的成熟種子，具有以下數部分：

- a. 種皮(Testa)——是從胚珠的珠皮變成的；具有半滲透性，有保護種子的功效，珠孔(Micropyle)在種皮上，依然呈一細小的孔，發芽時，幼植物即從此伸出，所以又叫做發芽口。

b. 胚乳 (Endosperm)——是一雄核與二極細胞結合後，分裂形成的，為種子貯積養分的部分。有些植物沒有胚乳，如豆科作物，他的養分，完全貯積於胚中，成兩片肥大的子葉。

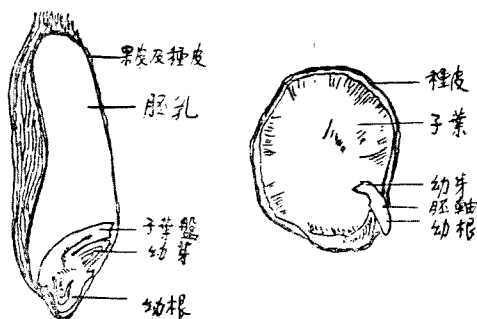


圖5 小麥及蠶豆種實的縱剖面圖

c. 胚 (Embryo)——是受精卵，經多次分裂形成的。為一休眠狀態的幼小植物，遇有適當的環境，即發芽生長成植物體。

第三節 胚的構造

胚又可分為三個主要部分：

a. 子葉 (Cotyledon)：一片或兩片，具有一片子葉的，為單子葉植物；如麥、稻、玉米、甘蔗以及許多牧草等。兩片的，為雙子葉植物，如豆類、菸草、大麻等等。

b. 胚軸 (Hypocotyl)：包括子葉以下胚的全部。發芽後，發育為莖，他的最下端稱為幼根 (Radicle)，將來發育成新植物的根部。

c. 生長點(Growing Point)或幼芽(Plumule): 在子葉上端, 爲少數極小的葉子組成的幼芽。種子發芽後, 新植物就從此生長點抽生出來。

第四節 種實的鑑定

種實的優劣直接影響他在市場上的等級、與價格, 以及播種栽培後, 生長勢的強弱, 產量的高低等; 所以對種實的選擇, 必須加以密切的注意。種物的鑑定, 可分兩部分來講:

(1) 真正種子及果實: 應注意以下各點: 一、純正(純粹及形狀正常), 二、清潔(種子率純潔); 三、發芽力(用價), 四、發芽速率, 五、大小, 六、重量(實重、容重、及比重), 七、成熟度, 八、色澤(顏色及光澤), 九、年齡, 十、臭氣。

上面十種標準尤以純潔與發芽能力爲最重要。

(2) 無性繁殖體: 則應注意塊根或塊莖之大小, 有無損傷病虫害等: 據一般結果; 例如馬鈴薯, 如所用種薯大, 那末全田的總產量亦最高; 又如所做種的甘蔗他的芽是否健全, 有沒有銹病等, 這在鑑別上都是非常重要的。

第五節 種子的純正

指種子的純粹, 與形狀的正常。因栽培各階段中管理的不十分周密, 常易混入不同作物, 或雜草種子; 一般情形下, 都很容易把他們分開的, 有時候却需藉大的擴大鏡來分別他們。至於種子的形狀, 因未完全成熟, 或受病虫害, 或機械的損傷, 也常使種子變成

種種皺縮缺損的畸形；例如小麥裏，常混有野生燕麥，野豌豆，苜蓿等的種子，以及空的、扁形的麥粒等，都應設法去掉。

第六節 種子的清潔

指種子中，含有夾雜物的多少而言。所謂夾雜物：包括砂、石、灰塵、枯枝、敗葉，以及破碎無活力的種子等。

種子的純潔率：取定量的作物種子，將所有別種作物、雜草，以及畸形不正的種子、和夾雜物去掉，即為純潔種子量。此數，除以原取種子定量，乘以一百，即得該項種子的純潔百分率。可用下面公式表示他：

$$\text{純潔率} = \frac{\text{去掉所有混雜物後純潔種子量}}{\text{原取種子總種}} \times 100$$

第七節 種子的發芽力

種子因成熟度、新度、的不同，熱損 (Heat Damaged) 以及其他損傷的關係，使種子發芽的能力，顯有不同；此與種子用價，與栽培時的播種量，關係至大。種子發芽力的決定，有下面三種方法：

(1)火力試驗：根據種子加熱時，發生的爆炸聲音，可以間接的、粗放的、看出種子發芽力來。

(2)切面檢驗：根據種子切面的顏色，亦可察看種子的發芽能力。例如大小麥種子如呈淡黃、污黃、褐色、赤褐、顏色的，發芽不好；蕎麥以呈鮮明黃白，或蜡白色為佳；亞麻觀察他幼根部，呈黃白色，或白色，子葉部呈黃綠色的，發芽力高；又如新鮮棉花種子

的切面，油腺呈棕紅色，發芽力高，陳舊種子多呈青黑色，發芽力也低。

(3)發芽試驗：這是直接觀察：定量的種子，在適宜的環境下，能夠發芽的種子數目；以發芽率表示他。

$$\text{發芽率} = \frac{\text{發芽的種子數量}}{\text{供試的種子數量}} \times 100$$

種子用價：定量種子中，能發芽有效的種子量，稱為種子用價。拿純潔率乘發芽率，除以一百即得。在種子的貿易中，多以用價來決定價格，故甚重要；因田地裏面，種子的發芽率常較發芽試驗所得結果為低，所以決定播種量時，除根據用價外，並應酌量加多一點，以免播種太稀的毛病。

第八節 種子的發芽速率

指種子發芽的快慢。發芽快的，幼植物的生長勢也強，普通拿日數來表示；所以發芽速率，也可說是種子平均發芽所要的日數，以每日發芽數目乘自發芽試驗開始至各該日的日數的積加起來，除以總發芽數；如此所得商數，即用來表示發芽速率。例如發芽試驗後，第三日開始發芽三粒，第四日二十粒，第五日四十粒，第六日二十三粒，第七日十粒，第八日後即停止。

$$\text{發芽速率} = \frac{1 \times 0 + 2 \times 0 + 3 \times 3 + 4 \times 20 + 5 \times 40 + 6 \times 23 + 7 \times 10 + 8 \times 0}{3 \times 20 + 40 + 23 + 10} = \frac{497}{96} = 5.2 \text{日}$$

種子發芽的快慢，因作物不同而異；同時因環境不同，種子本身情形不同，同一作物的種子，發芽的快慢，也不一樣；下表是一個普通的標準：

日數	作物種類
三日	玉米、大小麥、亞麻、豌豆、油菜。
四日	小麥、蠶豆、燕麥。
五日	菸草。
六日	黍、麻。

第九節 種子的大小

因作物種類而異。如蠶豆與菸草種子，可作大小的對比；但同一作物，甚至同一株上，因發育先後，或受氣候環境的影響，也常有顯然的差別的。種子的大小，通常以長寬厚三數表示；愈大愈好，因種子大，其中的胚亦大，所含有的養分亦多，發芽後成爲生長迅速的強健幼植物；同時根據許多學者試驗的結果，大粒種子，他的發芽力，地上成長能力，子葉展開力，以及葉子的發育，生產量等等，均同樣有強大的趨勢。

第十節 種子的重量

種子的重量，可以分實重、容重、及比重三方面來說：

a. 實重：種子的實重，通常以千粒重（小種子），或百粒重（大種子）表示，與種子的大小有密切的關係。種子實重的大小，直接與生產量有關，所以在比較種子優劣時，實重往往比比重更爲重要；因此重大的，實重並不一定大，有時倒較小，那麼以此比重的大小，來決定種子的好壞，是很靠不住的。

b. 比重：種子的重量，與同體積水重量的比值，叫做比重。最簡單的測定方法，即將稱好重量的種子，除盡氣泡，放入裝有定

量 50%酒精的量筒中，以酒精上升數作為種子的容積數，拿他來除種子的重量，所得商數，即為比重。凡比重與實重一致的種子，如水稻、大麥、小麥、裸麥等，均可用比重法選出大而且重的美好種子來。

c. 容重：單位或一定體積內，所有種子的重量，稱做容重。我國以市斗市斤為單位，英美用英斗磅數，在商品檢驗上頗為重要。測定時，要注意裝種子於容器中時的壓力要均勻，因這部分壓力是直接影響到種子互相間的空隙的。

第十一節 種子的成熟度、色澤、臭氣、及年齡：

成熟度：未完全成熟的種子的種皮尚生，且較厚，無論其中的胚已否成熟，他發芽的能力，均極低弱；同時種子也較小，或大而不飽滿，顏色滯綠，無光澤，普通用或種用品質均極惡劣。

色澤：顏色也是種子的特徵之一，當受到惡劣的環境影響後，常會變色，種子因此也會變壞，這與貯藏的處理有極大關係。優良的種子，常具有鮮明的光澤；這光澤也常會因外界因子的關係，變成晦澀；種子的色澤，直接影響品級與市價，間接影響他的發芽能力。

臭氣：有些種子的細胞間隙中，有揮發性油，亦可作為種子鑑定的一個標準。

年齡：種子的年齡，直接影響發芽能力，無論何種種子，在一定時間後，即完全喪失發芽力，而此喪失發芽力的時間（種子壽命）的長短，又因種子貯藏時的環境，各地域氣候的不同而異，後文中當再詳述。

第七章 作物種子的壽命與發芽

第一節 種子的壽命

種子表面上，似無任何生活現象，實則所有新鮮種子，在普通情形下，均能營微量的呼吸作用，同時他內部貯藏的養分及酵素，也繼續進行一極微弱的變化；如遇到適宜的環境，隨即就可以發芽，把潛伏的生機擴展起來，但經過相當長久的時間以後，這些微弱的生活現象已逐漸停止，而完全喪失他的生活力，所以也就不能發芽了。從種子成熟，到生活力的喪失的這一段時間，叫做種子的壽命。

關於種子生活力喪失的原因大體可歸納為：一、酵素的消失二、潛藏能力的消耗三、原形質凝固三種：

第二節 不同作物種子的壽命

不同作物種子的壽命，有很大的區別；而且一種作物種子的壽命，又因貯藏時的環境不同，有顯著的不同，現將日人近藤萬太郎的研究結果摘錄於下：

禾穀類：稻、大小麥、小米、高粱二年；玉米，蕎麥三年。

豆類 蠶豆、菜豆、小豆、紫雲英、五——十一年；豌豆、四年；大豆二年。

特用作物 草棉三——五年，大麻三——七年，煙草四——五

年，芝麻四年，油菜三年，藍二年。

此為懸掛種子於室內普通情形下，所得結果，而日本夏季高溫多濕，對種子發芽力最為有害，所以一般壽命，均較歐洲文獻中的結果為短。

第三節 影響作物種子壽命的主要因子

影響作物種子壽命最主要的因子為水分和溫度，凡能保持乾燥和低溫的環境，都有使種子壽命延長之作用。

(1) 乾溼 種子含水的多少，為影響壽命最重要的因子；普通種子愈乾燥的壽命愈能延長，含水愈多的，則壽命也愈短；至於水分含量的安全限度，則因種子種類，與溫度而不同，禾穀類種子約為百分之十一。

(2) 溫度 溫度愈低種子的壽命愈長，如係乾燥種子，雖在液體空氣或輕氣的極度低溫中，對發芽力均無損害；反之，溫度高，種子很易喪失發芽力，不過含水分愈少的，對溫度的抵抗力也愈大。

(3) 密封與埋土 凡充分乾燥的種子，密封的較開口貯藏的壽命長；如水分較多，或高溫下的種子，則以開口的壽命長；如能加以吸水劑，則密封可延長其壽命；如埋入乾燥的砂土，或土中，也有延長種子壽命的效果；這實際上都是水分多少的關係。

他如強烈的光線有減弱種子發芽的作用，一氧化碳同氮都有延長種子壽命之效。普通言之，要想保持種子的發芽力，延長種子的壽命，種子在貯藏之先，必須使其乾燥，然後密封放在溫度低的地方。

第四節 種子發芽

一健全、具有生機的作物種子，在適宜環境下，內部即發生變化，細胞盛行分裂，使胚部的種皮破裂，幼根幼芽生長出來，而成一幼植物，這全部過程，就叫做發芽。通常依幼根、胚軸、幼芽的次序，伸出來；種子發芽時，有下列數種必備的條件：

(1)水分：種子的胚或臍部吸收水分，使內部貯藏的養料，因酵素的作用，進行化學變化；種子吸水的快慢，以種皮的構造，及有無蠟質而定；有許多豆科作物的種子，吸水極慢，不易發芽，此類種子特稱為硬質。通常多先使種皮破裂一部分，再行發芽。

(2)溫度：適當的溫度，可以促進各項理化作用的進行；種子發芽時亦有一最適宜的溫度，過高或過低，均足以使發芽停止；此最適溫度，因作物種類而異。如下表(Haberlandt 1874,)°C。

作物種類	最低溫度(°C)	最適溫度(°C)	最高溫度(°C)
小麥	0—4.8	25—31	31—37
黑麥	0—4.8	25—31	31—37
大麥	0—4.8	25—31	31—37
燕麥	0—4.8	25—31	31—37
玉米	4.8—10.5	37—44	44—50
稷	4.8—10.5	37—44	44—50
高粱	4.8—10.5	37—44	44—50
粟	0—4.8	—	44—50
蕎麥	0—4.8	25—31	37—44

水稻	10—12	30—32	36—38
大麻	0—4.8	37—44	44—50
油菜	0—4.8	—	37—44
亞麻	0—4.8	25—31	31—37
苜蓿	0—4.8	31—37	37—44
豌豆	0—4.8	25—31	31—37
甜菜	4—5	25	28—30
菸草	13—14	28	35
蠶豆	3—4	25	30

(3)氧：種子在適量水分與溫度情形下，開始發芽後，呼吸作用立即旺盛，而需要大量的氧，此為幼胚生長能力的源泉，絕不可缺；有時水分太多，使種子與空氣隔絕，發芽作用即不能進行了。

(4)光：種子發芽需要日光與否，看作物種類而異，可分為下列三類：

- 一、好光性種子(日光是必要的)如菸草及若干牧草種子
- 二、嫌光性種子(日光有害的)如鷄冠花、苜、黑種草
- 三、與日光無關的種子，一般作物種子均屬此類。

(5)酵素：種子中含有多種酵素，當種子發芽時，使種子中所貯藏的物質，分解為可溶性，供作幼植物的養料。主要的酵素，有澱化酵素，脂化酵素，及氮化酵素等。

第五節 種子的休眠

種子在適當的環境下，仍不能芽發的情形，叫做種子休眠，造

成種子休眠的原因，有下列數種：

(1)種皮不透水：有許多豆科、旋花科的作物種子的種皮不透水，所以內部的胚和胚乳，就因為沒有水分，而不能進行發芽的作用。這種種皮不透水的現象，特別叫做種子的堅硬性 (Hard Seed)，以豆科植物為最普遍。

(2)種皮機械抗力：例如有幾種油菜的種子，雖能夠吸水，但因種子太硬，胚皮胚乳的膨脹生長不能把它穿破，因而不能發芽。

(3)種皮不透氧：有些作物種子，因種皮不能透氧，而不能進行呼吸作用，致發芽作用不能進行。

(4)種子後熟作用：普通所謂種子成熟，是指種子的構造，形態上的完全成熟而言，可稱為種熟；但種子中的胚的成熟，不一定與種熟一致，胚熟在種熟以後的，叫做後熟 (After-ripening) 也是延遲種子發芽的一個原因。例如小麥。

具有上面這四個因子的一個或數個的種子，都會發生種子休眠的現象。為農事上方便起見，常須要用人工的方法，來縮短或破除他；這處理的方法，完全要看作物的種類，與他真正休眠的原因來決定的。例如後熟的種子，就須要等待他胚熟，或用乾燥、低溫、或氰酸氣等化學物品，來促進他；如果是因為種皮的不滲透性，或機械抗力，那祇要先把種皮打破，或其他方法使種皮減薄，都行；還有其他生理上的方法，如低溫、溫度、溼度的激變，以及加大壓力等等，都可以在適當情形下來應用的。

種子休眠，在作物栽培上，有時却也是很有利的。例如揚子江流域，栽培小麥，當麥粒成熟時，雨水太多，易使小麥發芽，如能

有相當的休眠期，對產量品質都很有利；同樣水稻成熟後，常易倒入水田中，有休眠期的品種，就比較安全了。

第八章 作物的生長

第一節 幼苗的生長

作物種子發芽後最先出現的爲胚軸，從種皮中穿出後，即向下生長，與土壤接觸而生成根；從它頂端發生的，爲主根，從旁邊發生的即爲側根。同時胚軸上端的生長點，迅速分裂，伸出種皮，而爲幼芽。禾穀類作物爲單子葉，子葉極小而不顯，發芽後仍留住種皮中；在雙子葉植物，如豆菽類作物，它們種子中的養料完全在兩片肥大的子葉中，而無胚乳，發芽時，除幼芽的生長外，子葉有兩種情形：如大豆因胚軸部份伸長甚多，將子葉推出土壤之外，遇日光後生發綠素，而有真葉的作用；又如豌豆，則因胚軸發芽時伸長甚少，子葉仍留在土中，這種子葉出土的情形，對於栽培時播種的深淺，關係是很大的。

第二節 幼苗的生長勢

一幼植物的生長勢，人體上是與種子的大小成正比的。不同種作物的種子，或同種作物的種子，都有這種關係；例如花生、蠶豆、幼苗的生長勢，總是比菸草、苜蓿、及提摩太草 (Timothy) 等大得多，這是因爲大種子中所含的養分比較多的緣故。至於同種作物的種子，大的比小的強，在種實一章中，已經說過；同時較先發芽的種子，生長勢也大些，這在栽培時，可用爲間苗的根據。

第三節 植物體中的主要原素與其效用

植物體中主要的原素，爲炭、氫、氧、氮、磷、鉀、鈣、鎂、硫、鐵、錳、硼、鋅等十三種，其他原素也有，不過比較次要一點。這些原素，通常均以化合物狀態存在植物體中，如水、二氧化碳、硝酸鹽、硫酸鹽等，他們主要的效能和植物獲取的途徑可分別略述於後：

炭爲植物體中最重要成分，約佔乾物質的一半；植物體吸收炭素，幾乎全部是從空中，以二氧化碳的形式獲得的，當炭酸氣通過葉子時，就把他分解了放出氧來。

氫與氧，是以水的形式吸入，差不多所有組織中，均少不了這兩樣原素。

氮爲原形質成分之一，大部份植物，從土中吸收溶解的硝酸鹽，以供氮素；但豆科植物如大豆蠶豆等，因根瘤細菌的作用，能從空中固定氮素加以利用。

磷酸有幫助形成蛋白質的能效，鉀則有助於同化作用。

鈣、鎂常存在於植物體中，備不時的應用；例如石灰對花生的結果似有很大的重要性等。

鐵爲形成葉綠素的主要原素。

後面幾種原素，都從土中獲得，但土中除水以外，最易爲植物利用，而感缺乏的，爲氮、磷、鉀三要素，這在作物栽培時，即爲施肥的最重要原則，在肥料章中要詳細講的。

第四節 植物如何吸收水分及養分

植物自上中向各方面生長根，主根有分枝，再分枝，在細小的

枝根上，發生很多根毛，此項根毛，大體說來是植物從土中吸收養分及水分的唯一門徑。

(1)水分的吸收：根毛的細胞膜，爲半滲透性的；細胞汁的濃度，較土中溶液爲大，故水即繼續向根毛中運動，直至內外濃度相同時爲止；這叫滲透作用 (Osmosis)。如土中濃度，較根毛細胞汁爲大時，細胞裏面的水，就要向外跑，於是發生原形質分離的現象 (Plasmolysis)，植物也就凋萎了，這在鹼性土中是常見的。

(2)養分的吸收：根毛吸收養分，與吸收水分是相互獨立的。營養物質，被吸收前，在溶液中先離解成離子，如細胞汁中的同樣離子，與土液中的離子不相等，因爲細膜是滲透性的，離子必根據擴散作用的原理，活動起來，直到二種溶液中的離子達到平衡的狀態。例如土液中有硝酸鉀，離解成鉀陽離子 (K^+)，及硝酸根陰離子 (NO_3^-)，如細胞汁中所含有的硝酸根離子，與土液裏面的數目相等，這硝酸根離子就不能向細胞內增加，又如細胞汁鉀離子較少，那末土中的鉀離子就擴散到細胞裏面去，到內外平衡時爲止。因爲擴散作用是在溶液狀態下進行的，所以植物吸收養分時，土中必須先有充分的水。

簡單言之，植物吸收水分與養分是相互獨立的，吸水是水分從低濃度的溶液中，向高濃度進去，而吸收養分，則是某一特種離子，趨於平衡的一種運動。

第五節 光合作用(Photosynthesis)

光合作用，就是在日光之下，植物藉葉綠素的作用，結合水分

與二氧化碳氣，製成醣的一種生理現象。無葉綠素的植物，或在黑暗中，這種作物是不能發生的，在此作用中，貯積了大自然的能，而為宇宙一切能力之源，無論植物，還是動物。

在植物體的本身，乾物質百分之九十以上，都是由此作用形成的；影響光合作用的因子甚多，在植物體本身的，有葉子的溫度，葉綠素的數量，水分的供給，製成後的醣向其他組織運送的快慢等；外界的因子，有大氣的溫度，光的種類、強度、及照耀時間的長短，以及二氧化碳氣供給的快慢等等。

第六節 呼吸作用(Respiration)

此與動物呼吸作用很相像，體內物質，經氧化後，生成二氧化碳，並放出能力來。在生長中，或有生命的植物，都有呼吸作用的存在，就是休眠中的植物，甚至種子，都有呼吸，不過較慢罷了。

植物呼吸作用又可分為兩種：

(1)無氧呼吸作用 (Anaerobic)，作用進行時，無自由氧氣存在，所需氧，係由酵素(Enzymes)的作用，使體內某種物質分解後放出的，生成物多為未完全氧化的酸及酒精。

(2)有氧呼吸作用(Aerobic)。進行時有自由氧的存在，而生成物則為完全養化的二氧化碳。被氧化的物質，主要的為醣；蛋白質則須於破裂後，再氧化他氧的部分；這呼吸作用進行時，也是受原形質中形成的酵素所控制的。

植物所有生活的原形質，都必須進行呼吸作用，與光合作用，祇有含葉綠素部分才進行的不同，同時呼吸作用白天夜間都有，不過

白天放二氧化碳的速度，不如光合作用放氧的速度快，而晚間光合作用停止，植物就因呼吸放出二氧化碳了。

第七節 蒸騰作用 (Transpiration)

植物根毛吸收水分，送至維管束部分，經過木質部傳導至莖葉各部；其中一部分，被光合作用，及其他作用所利用，但大部分都跑到細胞間隙間，而再經過氣孔，擴散到空氣中去。植物的這種失去水分的現象，叫做蒸騰作用。

影響植物蒸騰作用速度的因子，有光線、濕度、土壤肥瘠(肥土中較少)等。

第九章 作物的生殖

第一節 生殖作用 (Reproduction)

大多數作物用種子繁殖，雄蕊的花粉，飛落在雌蕊柱頭上後，即生成花粉管，通入胚囊中，使雄性核與雌性核結合成胚；同時在禾穀類作物，則另一雄性核與兩個極細胞核結合發育成胚乳而形成種子。種子在適當情形下發芽，又生成新植物，這植物繁殖的全部過程，叫做生殖作用。

植物雌雄性配偶子的結合，又常稱為授粉作用 (Pollination) 或受精作用 (Fertilization)。同株或同品種上的花粉與子房受精的叫做自花受精，如小麥、燕麥、大麥等；不同株的或異品種花粉與子房受精的叫異花受精，如黑麥、玉米等。

第二節 影響植物生殖作用的因子

植物自播種後，發芽、出葉、分枝，這樣繼續植物性的生長，至相當時間後，就發生花芽，然後開花、結實，而進行生殖作用。這種從生長(無性)到生殖(有性)的轉變，是受許多因子所控制的，這在作物栽培上，有很大的重要性，大致歸納起來，有下列數種：

甲、外界環境的因子

(1) 糖氮比率 (Carbohydrate Nitrogen Ratio): 氮在植物體中，能促進植物性生長，而糖就傾向於開花結實了；所以植物體

中，含氮物質與醣的多少，常可左右植物發育的方向，二者相對的含量，通常拿醣氮比率來表示它。一般說來，氮的供給充足，而醣氮比率小的，是植物性的生長很旺盛；如氮的供給較少，而醣的形成豐富，那麼醣氮比率就較高，可以得到一中等的植物性生長，和最大的結實性；如氮的供給極少，植物的生長和結實都不好了；如無相當好的植物性生長，其結實性是絕對不會好的；上面這三種情形，可以知道植物的結實性，是要醣氮比率，在某一限度下才會最好的了。

(2)光期性 (Photoperiodism): 因日照的長短，對植物生長生殖所發生的一種作用，叫做光期性。有許多作物，一定要在晝短夜長的時候，才能開花；例如大豆在自然情形下，都要等到秋天(日照短)以後，才能開花結果，如用人工暗室來縮短日照的時間，那末在初夏，大豆就可以開花了；還有許多作物，相反的白晝愈長，開花也愈早，例如小麥、燕麥等，都是在夏季(日照長)開花，如用人工照明，那末在冬季也就可以開花了。這是多種植物的一種本性，與他的起源處極其有關；大凡在熱帶原產的，都是需要短日照的，而溫帶的，就多半是要長日照。一般說來，日照每天在十二小時、或以下然後才能開花的作物，叫做短日照作物(Short day Plants)。每天日照超過十二小時的，叫做長日照作物(Long day Plants)。

日照長短，除開花結實有關外，並影響植物塊莖、球莖、或鱗莖的發育。長日照能促進氣生器官(Aerial Organ)的發育，而短日照就利於塊莖等的發育了。例如馬鈴薯的塊莖，在長日照下，是不能生成的。

同時光期性還有一種後作用，例如把短日作物的小米幼苗，放在長日中數天後，再放入短日，他的開花期較繼續在短日中的，延遲得多；這種作用，大概是由於日照的長短，有抑制或刺激一種荷而蒙（Hormone）形成的作用，而此荷而蒙是直接控制植物開花和結實的。

(3)水分：乾燥的空氣，利于結果；而乾燥的土壤，並無此作用；所以生產果樹，以土壤濕潤，而空氣乾燥的地區為最好。

(4)溫度：生殖需要較高的溫度，所以低溫常有使結果延遲的現象，不過暫時的低溫，却也有刺激結果的作用。

乙、植物內在的因子

上面所說的各種因子，都能直接影響到植物本體，然後間接的影響到該植物的開花、結果；所以，在植物的本身，控制開花結果，也有其內在的原因。

1. 年齡：一年生的植物，在播種後三、四個月就開花，而許多木本植物，就必須到數年，或數年以後，才能開花結實，這是年齡的關係。

2. 荷而蒙：據很多的學者的研究結果，認為植物的開花，是由植物體中的一種荷而蒙所控制的，而這種物質叫做成花物質（Flower Forming Substances），所以影響植物開花的因子，不過是對這種「成花物質」直接的，或間接的作用罷了。

第三節 種子預措法(生長促短法)

關於植物從生長到生殖的過程，蘇聯鄺昇科（Lysenko）氏一

九二九年，根據了許多試驗的結果，確立了他的理論，和許多種子預措的方法，鄺氏的理論可歸納成兩點：

1. 一年生種子植物的發育，和生長，並非完全一致。——植物生長是增加他的重量和體積，而發育是包括由植物性生長，演化到生殖的整個的植物生活過程。鄺氏認為這二者所需要的環境，是不完全一致的，例如春小麥在春季播種後，環境對他的生長和發育，都很適宜，所以能完成他的生殖循環；如將冬小麥在春季播，生長還是很好，但不能開花結實，也就是他發育的某個過程，受了阻抑了。這是一個很顯明的事實。

(2)植物的發育包括若干時期：——植物的發育，包括許多時期，而每一時期需要不同的環境，而其中有一個環境因子特別重要。

a. 溫期 (The Thermo Stage) 植物完成溫期，需要低溫，大概是攝氏〇——二十度，因植物種類而異，同時並需要適當的濕度和空氣。

b. 光期 (The Photo Stage) 緊接着溫期的，就是光期；在這個時期內，需要長日照，或繼續的照明，和高溫。

植物要完成他的發育，必須經過上面兩個時期，而植物在經過上面兩個時期時，不一定要在生長中的植株，就是剛開始發芽，而尚未衝破種皮的生長中的幼胚，也有同樣的效用。所以鄺氏根據這一點就創立了種子預措法，把種子在發芽時，就用人工使他完成他發育過程中的各個時間，播種後他的發育，就不會因環境不適宜而受阻抑了。

例如冬季播種的長日冬小麥，如在發芽時經過低溫度和長日照的處理，那末就是春季播於短日照的地方，一樣的會開花結實；又如短日的大豆、小米等，如能先拿短日照、或黑暗、處理相當時間以後，在長日中也可以開花結實了。因為經過處理的種子，能夠提早成熟，使該作物也能適應到生長季原來嫌短的地方去，所以種子預措法，也可以叫做生長促短法。在農業上，現在已有大規模的應用了。最普遍的是蘇聯，據報告：種植經過預措的小麥種子的農地，已有七百五十多萬畝了。此法不但能夠提早成熟，產量也是有相當的增加的。

不過因為各種作物的溫期和光期，所需要的溫度與日照強度各不相同，加之處理時，種子易於發芽，而使播種困難等等，所以在某一地區想藉生長促短法，使某一種作物，獲得優良的結果，是需要事先經過詳細的試驗的。

第十章 作物的根

第一節 作物根的功用與種類

農作物的根，大部分都是地下根，生長在土中；有少數作物，也能發生氣根，如玉米(圖六)。根的功用有兩種：一種是吸收土中水分及養分，供給植物各部分的利用；一種是使作物植株，固着於土中，不致倒伏；有些作物，根部肥大，則又同時具有貯藏養分的功用了。

作物的根，主要可分為二大類：

(1)鬚根系：所有的根都呈粗線狀，從莖的某一部分發出，上面再生細的分枝；所有禾本科植物，都是鬚根系，其他如百合，洋蔥，草莓等也都是鬚根。(圖七)

(2)主根系：中間有一粗大的主根，從主根上再重複生出側根來。主根恆較鬚根深，同時也常兼有貯積養料的功用，如甜菜，

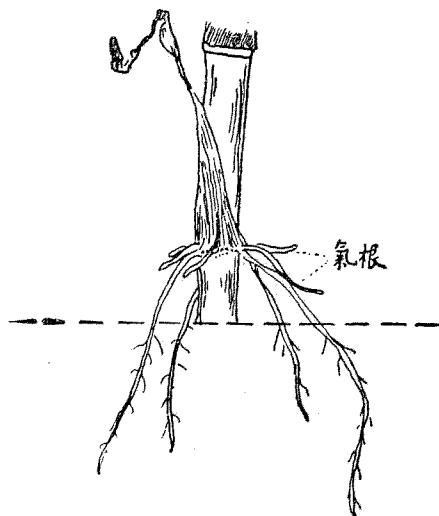


圖6 玉米地上根(氣根)圖

苜蓿、大豆等。(圖八)

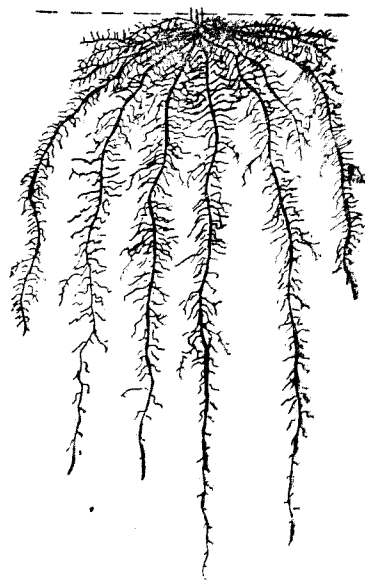


圖7 小麥鬚根系圖



圖8 甜菜主根系圖

不同作物的根，因發育情形不同，常又可分出若干類，這在以後各論中，再詳細說。

第二節 影響作物根部發育的因子

根主要的功用是吸收水分及養分，在適應不同的環境，根常有不同的發育情形；所以有人說：植物的根在土中搜索養料，好像生了眼睛似的。影響根的發育的因子，有下列數種：

(1)土壤的乾濕：在乾燥土壤中，根的發育較潮濕土中要旺

盛得多。

(2)土壤的肥力：在肥沃土壤中發育的根較短，分枝較多，且較緊密。

(3)栽培方法：移植時，作物的主根多被切斷而生出許多枝根，那末根的分佈，與不移植的就迥然不同了。同時，栽種太密，因養料的不充足，根的生長也比較旺盛。

(4)土壤中的空氣：如土壤通風好，根發育旺盛；如缺少氧，則根生長受抑制，根毛不能發育。

(5)土壤排水：排水不好，水位太高的土壤中，根的發育也較淺。

第三節 作物根部的範圍

作物根發育，是從土面以下，向各方向的。包括水平的擴展，和向下的深度兩種。

(1)水平的擴展：出乎意想之外的，作物根水平的擴展，恆較地上部莖葉所達的範圍為大，就是匍匐植物的根，也不短於那匍匐莖的。

(2)地下的深度：根向下的深度，是受心土的性質及地下水位的高低而定的；普通一年生、而生長旺盛的作物，如玉米、高粱、菸草等，往往比生長緩慢的作物的根淺些。

普通在農事栽培上，常根據根的深淺，把作物分成深根作物，和淺根作物二類；深根的如棉花、大豆、及其他豆科作物等；淺根的，如禾穀類作物及雜草等。

概括的說，各種不同作物根的深淺，有極大的不同；同時某種作物根的發育，又因環境的不同，而有很大的變異。

第四節 作物根部與莖葉部的關係

作物保持根部與莖葉部相當的平衡，是很重要的；如一方面特別抑制，或旺盛，另一方面將受極大影響。根必須有相當廣的分佈，然後始能吸收植物莖葉所需的總水量，及營養物；同時莖葉亦必需有能力製造充足的養分，以維持根的生活，當移栽因根部受損，所以莖葉最好也剪掉一些，以免水分蒸騰太多，而使二者間失掉平衡；同樣，如莖葉部份太少，而根太盛時，亦每每因莖葉所製養分不夠供給根的需要，而致於死亡。

小麥如生長在氮肥較少的培養液中，即發生很盛旺的根系，然後再加入多量氮素，根即吸入較普通發育過剩的營養物，結果發出分蘗較一般根系所生者四倍之多；甘藷翻蔓，抑制了莖葉的發育，同時也減少根的總量；又有人把蕎麥放在陰蔽處，及日光下生長，結果在陰蔽處的根，發育恆較日光下為少，此因在日光下莖葉部份蒸發較為旺盛之故；總括的說，所有作物，都自然去維持他根部及葉部的平衡，如不能達到這種平衡，生長就不會旺盛，甚至於死亡。

第十一章 水分與作物生長的關係

第一節 水分對作物的重要性

在任何植物體中，有百分之八十為水，如果水分減少或消失，細胞就萎縮失去膨壓（Turgor Pressure）而呈原形質分離的現象，生長就停止，如仍無水分供給，作物就要枯萎死亡了。同時，所有作物需要的各種養料，必先溶解於水後，才能吸收；作物體中製成的養料，也必須在溶液狀態下，才能夠轉運。

植物賴光合作用，造成植物體的各部分，而水是主要原料之一，水分對作物的重要性由此可知了。

第二節 土中水分的種類

作物所需水分，差不多全部是從土中吸收的，這土壤中的水分因存在的狀況不同，而可分為以下數種：

(1) 吸着水 (Hygroscopic Water) 這是很緊密的凝集於土粒上的一種水分，雖在風乾的情形下，土粒仍能保留住它，所以植物不能加以直接的吸收和利用，但有使植物土中養分形成溶液的間接功效。

至於吸着水的多少是因各種情形而變的；如土粒愈細，面積愈大，吸着水也愈多；土中富有有機物的，空中濕度高的，吸着水也較多；溫度高則較少；普通情形下，吸着水約占土中總水分的百分之

五至十。

(2)微管水(Capillary Water)這是在土壤微細的空隙中,因表面張力的作用,水分對土粒的吸力,超過重力時,所存在的水分;因不受重力的影響,可在土壤微隙中,向任何方向移動,植物吸收的水分幾乎全部分都是微管水。

微管水在土中的含量,全看土隙的大小而定,土質太鬆,則空隙太大,水分即向下流失;太小,則所能容納的量也少,這在栽培時是值得注意的。

(3)重力水(Gravitational Water)為表面張力不能保持的一種水分,與微管水同樣存在於土中,可為植物所吸收,因受地心吸力(重力)之作用,可以自由向地下滲透流失,所以也可以叫做自由水(Free Water)或地下水(Ground Water)。

此種水分如太多,易使土溫降低,土中空氣不能流通,防礙細菌的繁殖,而使土質變壞,作物的根,也容易腐爛,到這時候就必須排水了。

地下水的水位,通常稱為地水表(Water Table),地水表的高低,對作物根部的發育,以及作物的分佈,都有密切的關係。

如根據對作物的效用來說,上述三種水分,可稱為無效水,有效水,和過剩水。

第三節 土中水量

土壤中含有水分的量,可從供給和保持兩方面來說,供給土中水分的為雨量,和灌溉;保水力是土壤的本身物理性質之一。

(1)雨量：普通所稱雨量，是包括所有從天降落的水分，全年中如雨量在十英寸以下，作物的栽培，就必賴灌溉供給水分了。

(2)土壤的保水力：這完全看土壤的性質而定，粘土最能蓄水，壤土次之，砂土最少。據金氏 (King) 之研究，粘土含水飽和時，為百分之五十，砂土僅為百分之三〇——三五。又據葉司來遜 (Israelsen) 及魏思脫 (West) 二氏研究的結果，砂土需要灌溉時，每一呎深之土壤，能吸收水量半吋；而粘土則能以二至二·五吋。

第四節 作物的需水量

就是指某種作物，生長一磅或某單位的乾物質，所需要的水分磅數。不同種類作物的需水量，有顯然的的不同；普通考察他原產地水分供給的多少，就可以推測出需水量的大小來。凡是原產地雨量豐富的，那末這作物也是需水量較多的；同時在植物的形態上，也往往可以找到線索，普通葉子狹小、直立、或捲生的，葉片上多毛、有粉、有角皮層的，氣孔少的等，其需水量都是比較少的。

下表是很多學者，在不同地點研究的結果：

表：各種作物每磅乾物質的需水量(磅數)

作物名稱	研究地點				
	印度	德國	美威思康辛州	美克羅內拉州	美華盛頓州
玉 米	337	—	271	368	231
燕 麥	469	376	503	597	313
小 麥	554	338	—	513	375
大 麥	468	310	464	534	325

黑 麥	—	353	—	685	—
告 羅 花	—	310	576	797	—
蕎 麥	—	363	—	578	—
馬 鈴 薯	—	—	385	636	—
豌 豆	563	273	477	788	385
豆	—	282	—	736	484
小 米	—	—	—	310	339
油 菜	—	—	—	743	—
野 豌 豆	—	—	—	690	—
高 粱	437	—	—	322	—
苜 蓿	—	—	—	831	—
亞 麻	807	—	—	905	—
棉 花	—	—	—	646	—
豇 豆	—	—	—	576	—
水 稻	—	—	—	710	—
大 豆	—	—	—	744	—
甜 菜	—	—	—	397	—
甜告羅花	—	—	—	770	—
小 麥 草	—	—	—	705	—

第五節 影響作物需水量之因子

同一種作物在不同情形下的需水量也常不同，影響作物需水量的因子，可歸納成以下數點：

(1)土壤的肥力：作物在肥沃土壤中，較瘠土中所需雨量少；普通施用化學肥料，均減少作物的需水量，這是根據許多學者的研究所得結論。同時還有施用作物所不需要的養分，如食鹽溶液等，也有減少作物需水量的作用。

(2)土壤中水分的多少：土中水分太多或太少時，則每單位水分，所能產生的乾物質都較少；水分多時，生長旺盛，但乾物質的增加，不能與水分成正比；如水分太少，則生長受抑制，平均每單位水分的乾物質也少了。

(3)土壤種類：砂土和粘土中，作物的需水量，較壤土為多；這是因為壤土比較肥沃的關係。如果肥力相等，不同土類，是沒有什麼區別的。

(4)栽培制度：連作較輪作需水量要高些。

(5)空中濕度：空中濕度大的需水量較少。

(6)品種：不同品種的需水量，也常會不相同的。

第六節 水分缺少的影響與補救法

水分的缺少，可分為空中與土中兩部分。空中如濕度太低，易使葉子蒸騰太快，生長受抑制；這現象，在田間，因大地水氣繼續的蒸發，較不常見；土中如水分不夠，根部細胞即失去膨滿狀態，而凋萎，氧分也難以吸收，而呈饑餓現象，生長停止，以至於死亡。如缺少不太嚴重，往往能刺激早熟，如馬鈴薯在乾季成熟往往較早，又易使品質粗劣，如菸草水分不充足，所收菸葉，調製時即不易得到優良的品質。

補救水分缺少的方法，有中耕，覆蓋，灌溉三方法；前面二法是消極的，防止水分的蒸發，灌溉是積極的增加水分的供給；關於中耕，以後要詳細的講，覆蓋則以取傳導熱力及水氣最慢的材料為宜，通常用的有藁桿廢葉，厩肥等等。

灌溉通常在作物生長期中，分三次舉行；第一次在播種前，第二次在苗長尺許時，第三次在開花期以前。灌溉除供給水分外，同時還有增加養分，改良土壤組織，及防除病蟲害等功效。灌溉時應注意以下數點：

(1) 乾旱時，如水量不足，甯可不行灌溉。因少量水的供給，徒一時刺激作物生長，而增加他水分的需要，減低他抗旱的能力。

(2) 作物將成熟時，不可施行灌溉，以免延遲成熟，或發生返青的現象。

(3) 如用溫度甚低的井水，或泉水，應先導入蓄水池中，使溫度增高後再用。

(4) 所用的水，最好含有養分。

(5) 在灌溉之後，最好在濕潤期內，中耕一次，以減少蒸發，並可防止地下鹽類之上昇。

第十二章 土壤與作物生長的關係

第一節 土壤的種類

土壤，根據其成分，土粒之大小等，可分為下列五種：

(1)礫土：土中含有石礫百分之五十以上的稱為礫土，既不便于耕耘，又無保持水分吸着養料的能力，必須施用堆肥，厩肥，骨粉等遲效肥料，使土質改良後才能利用。礫土通常又可分為砂質礫土，與黏質礫土兩種。

(2)砂土：砂土中含有百分之八十的砂粒；百分之二十的細土與腐植質。其土質粗鬆，易于耕鋤，排水良好，空氣流通，土溫亦較高。作物生長于砂土中的，常能提早成熟，所以砂土又叫早熟土；但砂土中含有養分較少，保持水分的能力也很小，如須利用，最好先施用堆肥，厩肥，或綠肥，以及粘土等加以改良。

(3)粘土：粘土中含有細土百分之五十以上，他的組織緊密，空氣不易流通，不利於耕鋤，作物的根部亦難以發展，如水分缺乏，地面即易起龜裂；但其儲水力大，吸收力強，即速效肥料，亦可一次施下；此種土壤，最好多行冬耕，種綠肥，施用堆肥，厩肥並加入砂土，加以改良。

(4)壤土：壤土是介乎粘土與砂土之間的一種土壤；通常含有細土百分之二十至五十，其餘為砂粒，所以兼有砂土和粘土的優點，對大多數作物的栽培，都是很相宜的。因所含砂粒與細土之多

少，又可分為砂質壤土(含砂百分之四〇——六五)和黏質壤土(含細土百分之六〇——六五)二種。

(5)腐植質土：腐植質，就是腐爛分解了的植物。含有腐植質百分之十以上的土壤，就叫做腐植質土。顏色暗褐，或黑，組織疏鬆，頗便於耕鋤，儲水力與吸收力均強，所以對作物是很好的；不過如水分太多，常會發生有機酸，而不利於作物根的生長，在這種情形下，應施入石灰，草木灰，並可加入砂土，及黏土，使土質改良。

第二節 土壤中的溫度

適宜作物生長的土壤，必須有適當的溫度，通常如土溫降至攝氏五度以下時，普通作物就完全停止生長，種子也不能發芽。不同作物，所需土壤最適宜的溫度，各不相同；下表是幾種不同作物，與土溫的關係。

作物	最低溫度(華氏)	最適宜溫度	最高溫度
大麥	41	83.6	99.8
小麥	41	83.6	108.5
玉米	49	92.6	115.0
豆	49	92.6	115.0
瓜	65	91.4	111.0
芥菜	32	81.0	99.0

土溫不但直接影響作物的生長，並與土壤中許多其他作用有密切關係，如土溫太低，則微生物發育不能旺盛，有機質的腐爛，空中氮素的固定，以及其他土中的氮化等化學作用，均不能進行，這

也都間接的爲害作物生長的。

第三節 影響土溫的因子

不同地區的土溫，是跟着緯度和氣溫而變的，但在同一地區內的土溫，也常有不同，肇始這變異的，是下列數種因子：

(1)土色與土溫：土溫主要的來源是太陽熱的吸收，顏色深的吸收熱力較多，所以黑色土壤，土溫總較淺色土壤高一些。

(2)有機物與土溫：有機肥料的腐爛和分解是氧化作用，緩慢的進行，繼續有熱力散放到土中來；所以富於有機質的土壤，土溫常高些。

(3)排水與土溫：排水好的土溫較高，因土中含水多，溫度上升甚慢，同時因水分蒸發，也降低土中溫度。

(4)地勢與土溫：山陽比山陰的土溫高，這完全是太陽熱吸收的關係。

(5)中耕與土溫：中耕能減少水分之蒸發，同時土面疏鬆，傳熱較慢，太陽熱多集於土面，均可使土溫較高。

第四節 土壤中的生物

幾乎所有的土壤中，都含有大量的生物，對土中有機及無機物質的各種作用，有很大的助益。比較大的生物，如昆蟲，蚯蚓，能把土壤向各層搬運。有許多植物，它們的根向各處伸展，腐爛後，就留成空隙。這都有使土壤通風良好的作用。它們的屍體，也可供作植物的食料；微小的如細菌，真菌等，能夠促進纖維素的分解，

蛋白質變成氫，氫鹽變成硝鹽，以及固定空中氮素等，對作物的生長，直接間接都有很大的功用；這些生物存在的多少，是因土壤的深度而異的。

第五節 土壤中的鹼性

土壤中，含有多量可溶性的，鹼性鹽類的，叫做鹼性土壤。如我國沿海各省，因海水沖積形成的鹼土，以及華北乾燥區域，因雨水太少而形成的鹼土等。普通鹼性的強弱，以 PH 值表示，PH 為七的是中和性，小於七的為酸性，大於七的為鹼性。通常 PH 值是八的為微鹼性，PH 九的為鹼性，PH 十的為強鹼性，在強鹼性土中，作物很難生長良好了。

種類： 鹼性土因所含鹽類不同，又可分為白鹼及黑鹼二種。白鹼土含有無鹼性的鈉鹽，如氯化鈉，硫酸鈉，硝酸鈉等；黑鹼土含有鹼性的鈉鹽，如碳酸鈉，碳酸氫鈉等。

形成： 鹽類是從岩石分解而來的，在雨量多處，土中鹽類多隨水流失，而無發生鹼土的情形；在乾燥區中，尤以排水不好的地方，經灌溉後，水中溶有鹽類，因土面蒸發盛旺，這些鹽類就隨土中的微細管上升，積於土面，而地下水及所溶的鹽，也繼續上升，如此累積後，鹽類即陸續增加，而成鹼性很濃的土壤。至於海邊鹽水直接的沉澱，那當然是更淺顯的事實了。

為害： 鹼性土對作物生長之惡劣影響，主要的是水分的不能吸收。因土中濃度高，水分不能向作物根內滲透，如太濃，且有將根內水分吸出來的可能；所以生長在鹼性土中的作物，常表現

萎縮，葉片捲皺，變黃等類似缺水的現象；同時，更能使土中可利用的營養物，變成不溶解的，對作物養分的吸收，發生惡劣的反應。

黑鹼土更具有腐蝕性，除足使作物不能吸收必須的鐵鈣磷等物質外，並能直接破壞作物的本體。通常黑鹼為害，要比白鹼強烈五倍。

第六節 作物的耐鹼性

不同種作物，因生理構造及根之習性不同，耐鹼性也有顯然的區別。通常深耕作物，較淺根作物耐鹼性強。已長大的作物，較幼小植物強。下面一表，是每一畝地內，所加入鹼量的磅數，在這種鹼量下，作物並不表現若何受害的現象；鹼質包括硫酸鈉，碳酸鈉及氧化鈉三種。

作物	鹼質總量
鹹水草	156.728
苜蓿(老)	110.320
苜蓿(幼)	13.120
高粱	81.360
野豌豆	69.360
向日葵	59.840
芥菜	59.840
大麥	25.520
小麥	17.280
黑麥	12.480
甜告羅花	5.840

第七節 鹼土的改良

鹼土爲害作物最嚴重的時期，爲開始發葉子的時候。所以在栽培上，應將播種時期與雨季加以配合，可以消極的減輕受害程度。通常積極改良白鹼土的方法有下列數種：

(1)深耕、將表土鹼質翻入地下。

(2)刮鹼、將表土鹼質括聚成堆，搬往他處。

(3)蓋土、用細土一層，蓋在地面上，減少水分蒸發，抑制毛細管水的上升，使鹼質不儲積於土面。

(4)多施有機質，使分解成有機酸，溶解鹽基而中和之。

(5)選種耐鹼性作物。

(6)灌溉，用多量的水，繼續灌溉，同時用暗溝排水，把鹼質完全洗去，這是最澈底最有效的方法。

上面的各種辦法，如能仔細的加以配合，同時進行，效果是很顯著的。

至於黑鹼，可施用石膏，使碳酸鈉變成硫酸鈉，而成白鹼，不過應注意在施用石膏時，土壤必須濕潤或多多灌溉；把許多可溶性的鹽洗掉。

第八節 土壤中的酸性

土壤呈酸性反應的，叫做酸性土。在多雨的區域裏，酸性土是很普遍的。它發生的原因有二：一、土中鹽基被作物吸收或流失後，把酸根遺留在土中。例如施用硫酸銨和硫酸鉀的土壤，就

常會有這種結果。二、有機物的分解，也常產生有機酸，使土壤呈酸性。

酸性土對作物的爲害，主要的是使作物無法取得鈣質，致使作物生長中的同化作用所產生的有機酸，不能中和；同時因有酸性，常將鋁、錳、鐵等原素，變成可溶性，作物吸收後，往往中毒受害。補救土壤酸性的最好方法，就是施用石灰，這在肥料一章中，還要詳細解釋的。

第九節 作物的耐酸性

不同作物的耐酸性，顯然不同；有些作物，對酸性土壤感應靈敏，而完全不能生長；有些在酸性土中能夠生長，但必須施以石灰，也有在酸性土中生長特佳者；現根據多數學者研究的結果，把作物分爲四類，列表如次：

(1)頗耐酸性的：花生、西瓜、大豆、豇豆、亞麻、粟、蘿菔、黑麥。

(2)耐酸性的：蕎麥、胡蘿蔔、玉米、棉花、深紅告羅花、胡瓜、葡萄、扁豆、豌豆、南瓜、草莓、蕃茄。

(3)不耐酸性的：大麥、菸草、白菜、馬鈴薯、茄、大麻、芥菜、油菜、紅告羅花、白告羅花、甜告羅花。

(4)頗不耐酸性的：韭、葱、菠菜、苜蓿、甜菜、芥菜、胡椒。

第十節 土壤中的毒素

作物生長時，根部有某種分泌物；遺留土中；如一地區中，種某

一作物太久時，這種分泌物聚積漸多，對作物的生長，發生有毒的現象。有機毒素，多係根部進行無氧呼吸，以及微生物作用的結果；無機毒素，則多係植物吸收養分時所起化學作用的生成物。

普通如高粱、亞麻、馬鈴薯、苜蓿等作物，如連作數年後，產量都有顯然的降低，毒素的產生，是其主要原因。

第十一節 影響作物生長的其他土壤因子

除去上述土壤的種類、水分、溫度、生物、酸性、鹼性、毒素等，均能直接間接促進或抑制作物的生長外，還有以下數因素：

(1)空氣：土中必有適宜的空氣，然後作物根部才能充分發育，微生物盛行繁殖，有機及無機各種化學作用順利的進行等；普通疎鬆土壤的空隙中，水分與空氣各占一半最為適宜。

(2)有機質：土中如含有適量的有機質，有防止土壤粘閉，促進團粒的形成等改良土壤物理性的功效；同時也能增高土溫，保持水分，防止土壤的沖刷，供給作物氮素，對作物生長最為有利。

(3)土表的深淺：表土深，養分豐富，貯水較多，作物根部的生長，才能良好。

(4)心土的性質：心土的性質，常有補救表土缺點的成效；如表土是砂土，心土為粘土，則可增大表土的保水力。

第十三章 肥料與作物生長的關係

第一節 土壤肥力(地力)的喪失

地力的喪失的原因，主要的可歸納為以下數點：

(1)作物的吸收：作物吸收土中養分，生長植物體，開花、結實後，運出農場，供人類的利用，這無疑是繼續消耗地力的。據農學者研究的結果，水稻在一畝生產的六千磅穀粒和藁桿中，有氮素一一〇磅，磷酸六五磅，鉀素八五磅。又如每畝棉花全株，要從土中吸收氮一三四磅，磷八六磅，鉀一四四磅。從上面的數字，即可知道作物栽培時，吸收土中物料數量之大了。

(2)土地的耕耘。在作物栽培時，所有耕鋤耙耘等過程，都能直接間接的使地力損失。

(3)土壤的侵蝕：雨水或洪水流過土面時，常攜帶極多土粒和土中養分而流失，這作用叫侵蝕。侵蝕的強弱，因雨或水的流速，土面的傾斜度，土面有無覆蓋物，所種作物種類等而異。

(4)養分的漏失：當水分穿過土壤，流入地下時，亦常使土中養分有大量的漏失。其中最多的，就是鈣質；氮素的流失也很大；如栽培作物，則可防止了一大部份。其他磷，鉀的流失較少，可不加注意。

第二節 肥料的定義與種類

地力既因作物栽培等因子而逐漸喪失，所以普通農田必設法

加以補充；同時作物生長於土中，除養分外，還需土壤具有良好的物理性質，然後生產力才大；凡應用於作物營養的增補，以及改良土壤性質的一切物料，都叫做肥料。

肥料的種類甚多，而據以分類的標準也很複雜，現為簡明起見，把所有肥料，都歸納為下表，並約略解釋之。

I. 直接肥料：凡含有植物營養素的物質，即刻可供利用，或在適當情形下，能變成可給態的，都叫直接肥料。

甲、天然肥料：未經人工製造，而由天然出產的肥料；動植物都有：

1. 動物質：糞、尿類、魚肥、厩肥、骨蹄、角、血、毛等。
2. 植物質：落葉、藁稈、糠、麩、綠肥等。
3. 礦物質：白堊、石灰、草木灰等。

乙、人造肥料：是特別經人工製造配合的肥料。

1. 動物質：屠宰場一切副產物，及排泄物等。
2. 植物質：油粕類等。
3. 礦物質：氮——硝酸鈉、硫酸銻等。
磷——過磷酸、石灰等。
鉀——氯化鉀、硫酸鉀等。

II. 間接肥料。凡施用於土壤後，有改變土壤反應，或改善他理化性質，而間接有益於植物生長的，都叫間接肥料。

1. 植物質：綠肥、垃圾等。
2. 礦物質：石灰、石膏、食鹽等。

第三節 作物吸收與肥料三要素

作物吸收土中的各原素，以氮、磷、鉀為最多，此三原素土中來源並不多，所以常感缺乏，而為施肥的主要目標，所以特別叫做肥料的三要素。下表為各種作物，每英畝平均每年由土中吸收氮、磷、鉀三要素的重量(磅)。

作物	據 Jacob Coyle			據 Van Slyke, L. L.		
	N ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	N ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O
水稻	110	65	85	—	—	—
菸草	90	27	144	59.0	7.7	78.0
苜蓿	156	50	160	120.0	30.0	100.0
棉花	134	86	144	40.6	14.3	32.2
玉米	86	38	100	60.0	26.0	66.0
馬鈴薯	35	20	100	31.5	13.5	45.0
大豆	90	30	43	88.0	24.0	57.5
甘蔗	59	57	220	41.4	22.6	36.3
甘藷	62	15	90	—	—	—
茶葉	33	6	16	—	—	—
小麥	53	25	125	42.5	16.6	21.0
大麥	55	22	50	40.0	15.0	50.0
苧麻	161	92	114	54.0	18.0	27.0
大麻	102	85	132	—	—	—

第四節 三要素對作物的效能

上節已說過作物對三要素吸收量的巨大；進一步，我們應知道

土中，這三原素究竟對作物有些什麼功用。事實上，這些原素不但功用不同，且不能互相代替，如缺其一，則全局均受影響，而不能生長良好。現將三要素對作物的功效，以及不足過多的缺點表述如後。

三要素	功 效	不 足 之 害	過 多 之 害
氮	<ol style="list-style-type: none"> 1. 構成植物細胞的原形質 2. 使植物生長旺盛枝葉繁茂 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 生長不良葉呈淡綠或黃褐色 2. 減少產量 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 枝葉大盛易致倒伏 2. 延遲成熟減少結實並使品質粗劣
磷	<ol style="list-style-type: none"> 1. 構成細胞核促進細胞分裂 2. 變澱粉為可溶性糖 3. 促進根之發育 4. 促進植物早熟利於結實並使品質良好 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 分蘗多而結實少 2. 細胞繁殖遲緩植物生長停頓滯致延遲成熟減少結實力 	
鉀	<ol style="list-style-type: none"> 1. 影響醣之合成及搬運 2. 有助於油及蛋白的形成 3. 為形成有機物之接觸劑並對細胞之等數分裂有利 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 增加分蘗數目 2. 葉萎縮而質軟弱並有時發現赤褐及白色斑點受害重時葉即枯萎而死 3. 澱粉與糖分均減 4. 子實未熟而枝葉等已成熟或先枯死 	

第五節 常用肥料裏的成分

各種肥料中，所含有的成分，差別甚大；這在不同作物，施用肥料時，是很重要的。下表是幾種普通的動植物，以及混合肥料的成分百分率：

肥料名稱	水分	有機物	氮	磷酸	鉀	石灰	反應	效力的 遲速	
人糞尿	96.00	3.37	0.57	0.13	0.27	2.02	酸性腐熟時為鹼性	速	
人糞	88.58	9.58	1.04	0.34	0.34	0.05	全	上	稍遲
人尿	96.90	1.40	0.50	0.05	0.21	0.04	全	上	速
馬糞尿	77.90	19.00	0.60	0.30	0.50	—	鹼	性	稍速
馬糞	75.80	21.00	0.44	0.32	0.35	—	酸性腐熟時為鹼性		稍速
馬尿	90.00	6.90	1.50	微量	1.60	—	鹼	性	速
牛糞尿	86.80	11.00	0.40	0.13	0.60	—	全	上	甚遲
牛糞	83.50	12.50	0.65	0.25	0.30	—	酸性腐熟時為鹼性		甚遲
牛尿	93.00	3.20	0.60	微量	1.40	—	鹼	性	速
羊糞尿	68.00	28.00	0.90	0.20	1.00	—	全	上	稍速
羊糞	65.50	31.40	0.60	0.30	0.15	—	酸性腐熟時為鹼性		甚速
羊尿	87.50	8.00	1.90	微量	2.30	—	鹼	性	速
豬糞尿	84.50	11.50	0.50	0.20	1.00	—	全	上	甚遲
豬糞	80.50	12.50	0.65	0.25	0.30	—	酸性腐熟時為鹼性		甚遲
豬尿	97.50	2.50	0.30	0.13	0.70	—	鹼	性	速
廐肥(新鮮)	71.00	24.60	0.45	0.21	0.50	—	全	上	甚遲
廐肥(半熟)	75.00	19.20	0.50	0.26	0.63	0.70	全	上	稍遲
廐肥(腐熟)	79.50	14.50	0.58	5.30	0.50	0.88	全	上	稍遲
鵝肥(新鮮)	56.00	25.50	1.63	1.52	0.83	—	酸性腐熟時為鹼性		稍速
鵝肥(乾燥)	—	—	3.80	2.80	1.07	—	全	上	稍速
骨粉	6.00	20.30	3.80	23.20	0.20	30.77	鹼	性	稍遲
苜蓿(新鮮)	78.50	18.40	0.73	0.11	0.37	—	酸	性	稍遲
苜蓿(乾燥)	16.70	77.63	2.33	0.44	1.68	1.49	全	上	稍遲
豆餅	12.30	78.48	7.67	1.10	1.58	—	初為酸性後為鹼性		稍速
菜子餅	11.30	83.00	5.05	2.00	1.30	—	鹼	性	稍速
棉籽	11.10	82.20	6.25	3.05	1.56	—	全	上	稍速
芝蔴餅	11.10	76.60	5.86	3.27	1.45	—	全	上	稍遲
花生餅	10.40	85.60	9.56	1.31	1.50	—	全	上	稍遲
麩灰	3.10	5.80	—	2.10	4.50	2.30	全	上	速
木灰(新鮮)	4.10	1.20	—	3.90	11.70	30.30	全	上	速

堆肥	——	14.50	0.103	0.256	0.210	0.50	全	上	稍遲
堆肥(乾燥)	——	——	1.99	1.86	——	——	全	上	稍遲
河泥	——	——	0.71	1.55	——	——	酸	性	稍遲
溝泥	——	——	0.95	1.17	——	——	全	上	稍遲

第六節 施肥方法

生產者施用肥料的目的，在使成本低(產量高)而獲利厚，所以要選擇適宜肥料，確定施用數量，以及施入時期及方法，以求得最大的效率。決定施肥方法的主要因素，為作物的特性，肥料的性質，氣候與土壤等。

(1)不同作物的施用法

禾穀類多為淺根作物，施肥愈近於土面而愈有效；又因吸收氮素最多，磷次之，鉀素最少；所以在用量上，應有適當的補充；又如冬作的大小麥等，生長的前半期，需要大量氮素，那時候土中硝化作用因天氣冷不能盛行，所以施用硝酸鹽為最適宜；至於玉米，因生長期長，溫度高，雖施分解緩慢的有機肥料，也無不可。

豆菽類因有固定空中氮素的能力，所以只要少施一點，供根瘤形成以前吸收就夠了。豆類需要鉀甚多，且不耐酸，所以草木灰是很好的肥料，石灰及磷素的需要量也多些。

根莖類：最需要磷酸肥料，如能再加入適量的鉀素，那效果就更顯著了。

其他特用作物，如菸草宜多施鉀肥，麻宜多量氮素，及少量鉀肥，油菜、胡麻等都要多量的氮素等，都是顯然不同的。

(2)氣候與土質：溫暖濕潤處，肥料易于分解，而效果也較

快，同時養分亦易流失；但在冷寒乾燥處，就相反了。所以我國北部，通常僅施用遲性基肥一次，用量甚多；在南方，則除基肥外，往往加施數次追肥；在生長季短處，為免掉作物受霜害，可施用磷肥，提早成熟。

砂土中肥料分解迅速，但吸收養分的能力薄弱；黏土中相反。所以砂土宜施遲效肥料，黏土宜施速效肥料；如砂土中施用速效的，一定要分次施用，否則是很容易流失的。

(3)肥料的本性：速效的肥料，祇能作追肥；如用作基肥，不但容易流失，且使作物初期生長太盛，影響到結實；相反的，如拿遲效肥料用作追肥，就毫無效果可言了。

第十四章 作物品種

第一節 何謂品種

在一植物種 (Species) 中，有許多不盡相同的植物，這些植物，凡具有一種，或數種形態上，或生理上的特點，足以與別種植物區分的，都叫做品種 (Variety)。這些特點，大多是有經濟上的價值的，這是應用於農藝上的一種說法。例如在普通種小麥 (Triticum Vulgare) 中，中央大學農學院，曾在重慶選到一種，叫矮立多小麥，植株矮，莖桿強硬，不倒伏，同時產量高，有這幾個特點，便算做一個品種了；不過如拿植物分類學的標準來說，這祇能說是一個品系 (Strain) 而已。

第二節 品種的性狀

在品種分類時，我們常把品種的性狀，分為以下兩部分：

(1) 形態上的不同：此因構造而起之不同，一部分是完全固定的，有一些就會隨環境而異了。例如大麥穗的性狀，各種顯然不同，但每一種之特性並不隨環境變化，他如結實力，穗子的密度，穗軸、小穗軸、穎果、護穎等，都是不變的。但如葉子的大小、形狀、顏色，分蘖的數目及大小，穀粒的多少、大小、形狀、顏色等，就多少會發生點變異了。

(2) 生理上的不同：此因機能所生的不同，可分為永久的，和

一時的二種。前者爲不受環境影響的，後者爲在一定環境下，才能表現的性狀。如產量，生長期等，往往因環境而異；不過，有若干品種，常表現一種豐收早熟的性狀；換言之，即環境的影響，並不能夠把所有生理的差異，全掩沒了的。

第三節 理想中的優良品種

左列的幾個條件，爲我們選擇優良品種時的理想標的；要想找一個品種，兼備這些性狀，當然不是一件容易的事，不過在理論上講，這是很可能的。

(1)產量高：產量差不多是一般作物最重要的條件，因爲產量的高低，是直接影響生產者的收益的。如禾穀類作物粒果的收量，棉麻的纖維，茶葉的葉子等等。

(2)品質好：品質好，價錢就高；他的重要性，有時比產量更大。例如小麥的磨粉率，棉花的絨長，麻纖維的強韌、光澤、燕麥、花生外殼的減少，菸葉的質地、香味、燃燒性等等。因爲品質的低劣，不合於人類的需要，雖產量高，有時也是無益的。

(3)適應性：一個產量高、品質好的品種，如祇能生長於一很小的區域中，那就說不上有什麼大的價值；一個廣闊的適應性，在農業改良者的心目中，是常佔有了一個重要的地位。適應性，又可分開氣候，及土宜兩方面：

一、氣候：如雨量、溫度、濕度、生長季等等。

二、土宜：如土壤的種類、肥瘠等。

(4)抗病性：病的猖獗，常爲作物生長失敗的重要因素。一

個完全沒有抗病能力的好品種，事實上是很危險的；最理想抗病程度，是免疫 (Immunity)。

(5) 莖桿堅強：禾穀類作物，如稻麥等，為避免倒伏，常希望具有莖桿堅強的特性，尤其是在肥沃的土中。

(6) 抗寒和抗旱：冷和乾，都是對作物不利的因子；受害大的作物，自然也不會有高產量的。

(7) 早熟：生長季長的作物品種，往往品質和產量，都要較高一點；但在一年作物的輪環中，或因某種氣候的特殊關係，早熟常給予生產者，很大的利益；當我們利用一塊土地時，作物的早熟和遲熟，常有一決定性的重要。

第十五章 作物的改良

第一節 作物改良的目的與可能性

作物改良，在農藝上講，就叫作物育種。主要的目的，為增加產量與改良品質；並包括為達到此項目的，所進行的育種方法，如抗旱、抗寒、抗病等等。

我國人有句俗話：「種瓜得瓜，種豆得豆。」當然，種瓜不會得到豆，但在瓜或豆的一個栽培品種中，也並不完全相同；且或因種種特殊關係，隨時發生出極多的變異來。而這無窮盡的變異中，有很多是有經濟價值的；如果用科學的方法，加以管理，把這些優良的性狀變異，固定繁殖，很容易就得到一個較原品種優良的新品系來。因為作物有他無窮盡的變異，所以作物改良的希望，也是無窮盡的。

第二節 純系說(Pure-line Theory)

這是約翰孫(Johannsen)提出的一種學說，大意是講：普通農夫所栽培的品種，為多數純系的集團，可用選擇的方法，把他們分開；但既經分開之後，如無遺傳的變異發生，在一純系內，如再行選擇，就不能找到什麼變異，而求該系的繼續改良了。這個學說的正確性，已經由世界許多遺傳育種學家，多年的試驗結果證明了。

具體說來，純系就是自交作物，單穗或單株所繁殖的後代。他

們各個體的遺傳性狀，完全相同，為作物羣體的一個基本單位。

第三節 作物育種的方法

(1)選擇法：根據純系定律，用選擇的方法，將栽培作物羣中優良的純系分離出來，此法又可分為三類：

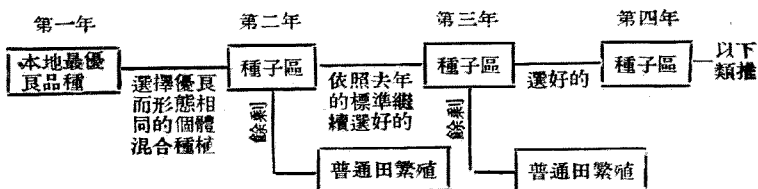
- 一、混合選種
- 二、純系育種
- 三、無性選種

(2)雜交法：用人工授粉的方法，交配不同的純系，使雜交的后代，能夠表現合乎理想的性狀；又可分為三種：

- 一、單交法
- 二、複交法
- 三、回交法

第四節 混合選種

此為最早為人類引用的一種作物改良的方法。當作物成熟，未收穫以前，在大田中，以一定目標，選擇若干優良植株的種子；翌年，混合種植於一處，而為種子區，供以後繼續選擇；而在此種子區中，應隨時去劣，去雜。混合選種，可用下圖表示，最為清楚。



此法只適用於異花授粉作物，能使品種漸歸純潔，增加產量；如新輸入一品種，更可用此法將其馴化。應用此法時，因淘汰劣種的效率較低，所以收效也較慢；但手續簡而易行，最適合於普通農民的應用。

第五節 純系育種

此法係根據遺傳的原理，將農家品種中的許多純系分離出來，然後用科學統計的方法，進行比較試驗，存優去劣，經數年比較試驗以後，最好的純系，即可繁殖推廣，成爲一改良品種。

分離純系：在作物成熟未收穫時，從各地區，根據各種形態性狀及經濟性狀，盡量選收作物單株或單穗的種子，分別貯藏；明年把每單株或單穗的種子，種成一行，從此單行所繁殖得到的種子，即成爲一純系。

比較試驗：即分離得到若干純系後，即應加以比較，而定優劣。一改良品種的決定，與推廣，可分下列三步驟：

一、桿行試驗：每一品種（來自單穗或單株）種一行，行長約爲一桿（十六呎半），所以叫做桿行試驗。田間依品種次序排列，行距因作物種類而異；例如麥類（大麥小麥黑麥燕麥）行長十二尺，行距一尺；水稻行長十二呎，行距一·五尺；大豆行長十五尺，行距三尺；這些固定的數目，是爲了計算產量時，改算方便而定的。

第一年因品種數目極多，比較粗放一點，用二桿行試驗；即每品種重複二次（種兩個桿行）產量結果，用統計方法比較，決定淘汰與當選的。

第二年，拿當選的品種，作五桿行試驗；重複五次，結果就較精確了，決定選汰的標準也較嚴。

第三年，再以第二年當選的，做十桿行試驗；重複十次，此時品種數目已少，為求種子純潔起見，常另設種子行；每種種三行，為一小區，小區間距離，二倍於行距，其目的專為保存純種，產量並不計算。

二、高級試驗：第四年，以十桿行結果，當選的品種，行高級試驗。行長行距與前相同，但每品種不種單行，而種三行為一區，重複十次，算行數，就有三十行了，並在每第三區，設為標準區，作為比較的標準。經過高級試驗後，即可於所有品種中，根據其產量結果，並參照以往逐年的差異，以及形態成熟期，莖桿強弱等記載，決定一種或二種品系，準備推廣。

在高級試驗中，因品種已少，可不用上述次序排法，而用隨機排列，或拉丁方等排列，進行比較。

三、準備推廣：經高級試驗後，當選的品種，已可算到了優良品種決定的階段；以後就是推廣了。推廣應有三項準備工作。

(1)繁殖區：種植時，至少五行，重複至少四次，其目的在繁殖大量種子，供大田繁殖之用；且同時觀察：此新品種對大田的反應，而與農家品種作一比較。

(2)大田繁殖：用普通栽培方法，以大田繁殖種子，應隨時去劣去雜。

(3)地域試驗：因作物受環境的影響甚大，所以在推廣之前，應先作地域試驗，來決定它對新地區的適應性。方法，即徵集當

地數優良品種，以改良新品種為標準，作高級試驗；如地域試驗結果良好，這個新品種，就可以放心的大規模推廣了。

第六節 無性選種

係用於無性繁殖的作物的選種方法。凡用插條，接木，或球莖，塊莖，分根等，從一個母株繁殖出來的若干個體，都叫做營養系 (Clon or Clonal Variety)。如馬鈴薯、甘藷、甘蔗等等。在園藝作物中如草莓、蘋果等等，那就更為普遍了。

通常應用的方法，有馬鈴薯的塊莖 (Tuber Unit)，或單穴選擇法等。

第七節 雜交育種

選種是根據自然界已經有的變異，把一栽培羣體裏面，優良的純系加以分離；但有時，在某一定區域中，自然變異有限，或不足我們的需要，乃須利用人工方法，使不相同的純系，互相交配，來增加變異的範圍，支配優良性狀的結合，而達到最後育種的目的，這方法叫雜交法。同時，雜交還可以增加作物的生長勢，這最少暫時的效果，是有的。

在雜交以後，再用選擇法，把合乎理想的雜交種，選育成純系；因進行雜交時的步驟不同，亦可分為下列三種：

(1)單交法：即選兩種，各具有理想性狀的，純系品種，進行雜交；在雜交後代中，繼續自交，選擇希望能獲得結合雙方理想性狀的新品系。

(2) 複交法：選擇若干具有優良性狀之品種，彼此交配，再以雜交種，互相重複交配，希望這重複交配的結果，能產生出結合各種優良性狀的後代來。這方法沒有學理上的根據，但如具有豐富的經驗，繼續雜交與選擇，也可以得到滿意的結果的。西人曾用此法，育成許多優良小麥品種。

(3) 回交法：此為使某一品種中的某一種優良特性，移注於另一純系品種上之方法。如甲乙二品種先行雜交，以雜交第一代 (F_1)，與甲品種回交數次，然後再行自交，在交配時，應同時注意選擇，至甲品種已成純質，而同時又具有乙品種的某種性狀時為止，這種方法，具有正確的學理上的根據，所以做起來，成功有把握，效率也很高。

在一雜交品種成立以後，仍須參與比較試驗，以決定它能否推廣。

第八節 我國主要作物的改良品種表

作物	品種名稱	來源	開始 選育 年份	開始 推廣 年份	適應區域	優異特點
水稻	中大籐子頭	安徽 當塗	12	19	長江流域	豐產，早熟耐旱，避螟，適應性大。
	川農鄧江玉	四川 鄧縣	27	31	川西、平原	豐產，米質佳，不倒伏。
	南特號	江西 南昌	25	28	閩、贛、湘、川南	豐產，早熟，耐旱，耐肥，不倒。
	萬利種	湖南 攸縣	31	26	湖南	豐產，質佳，適應力大，抗稻熱病。
	黑督四號	廣東 番禺	14	28	廣東、廣西	早熟，豐產，適應力大。
	浙場三號	浙江	17	26	浙江、川南	晚熟，分蘗力強，產豐，質佳。

作物	品稱名稱	來源	開始 選育 年份	開始 推廣 年份	適應區域	優異特點
小麥	中大南京赤殼	南京	9	13	長江流域至淮 水流域以南	豐產, 不倒伏。
	中大進武無芒	武進	9	13	京滬路沿線	早熟, 不倒伏, 出粉多。
	中大江東門	南京	12	17	長江流域兩熱 制區	成熟特早, 品質好, 不易 倒。
	中大南宿州 (中大-13-215)	南宿 州	12	22	長江流域至淮 水流域以南	產量特高, 早熟, 抗病, 不倒伏。
	中大美國玉皮 (中大美玉)	美國	18	24	長江流域	適應性強, 抗病強, 不倒 伏, 耐肥, 產量穩定, 不 落粒, 品質好。
	金大-2905	南京	—	25	蘇, 皖, 川北	產量高, 早熟, 抗病。
	川福麥	澳洲	22	31	川西	產量高, 適應性強, 抗病
	中農28號	意大利	21	29	長江流域	產量高, 抗病。
	中大-6696	重慶	27	32	川東	產量高, 抗病, 植株壯健
	中大-2419	意大利	21	30	川東	早熟, 豐產。
中大矮立多	意大利	23	31	成都, 川東肥 地。	產量高, 耐肥, 不倒伏。	
棉花	中大晚字棉	美	9	11	黃河, 長江流域	適應性強, 早熟。
	中大愛字棉	墨西 哥	9	14	長江下游	鈴大, 絨長。
	中大江陰白籽 棉	江蘇	10	25	長江下游	絨長, 豐產。
	中大孝感長絨 棉	湖北	9	—	長江流域	中棉中纖維最長者。
	中大鷄脚德字 棉	雜交	25	—	黃河長江二流 域	避捲葉蟲。
	金大百萬棉	上海	8	12	長江下游沿海 一帶	纖維長, 生長健。
	斯字棉	美	20	25	黃河流域	豐產, 品質好, 早熟。
	德字棉	美	22	25	長江流域	纖維長。
	澧縣72號	美	21	31	湘, 川	豐產, 早熟。
	當業一號	桃源	20	31	湘	豐產, 纖維色白有絲光。

第十六章 作物的整地

第一節 整地的利益

整地就是利用各種農具，把堅實或荒蕪的地面，翻動，切碎後，變成適於作物生長的疏鬆的土壤；是作物栽培的最初步工作。整地對作物栽培的利益，可以歸納為下列三點：

(1)使土質疏鬆： 便於幼芽的萌發，和根部的發育；同時，因空氣流通，也能促進土中微生物的活動。

(2)增強土壤的保水力： 堅硬的地面，雨水極易流失，既經耕鬆之後，即可儘量吸收，而保藏在土粒中間，以備作物根部的利用。

(3)增加土壤中的肥分： 在整地時，常將地面許多殘株落葉等翻入土中，經微生物作用後，均變成腐植質；對土壤性質的改良，作物養分的供給，都有極大的好處。

(4)減少以作物的敵害： 如雜草，病蟲害等。

第二節 整地的用具

整地的用具，最普通的，有耙、鋤、鍬、犁四種。耙通常有三、四個耙齒，多半用來平土；鋤或鍬，是人力翻土的農具，他們形狀大小，常因土性的輕重，和各地習慣而不同；犁是用畜力翻土的一種農具，我國多用水牛、黃牛，歐美多用馬、騾；現美國蘇聯大規模農場中，更利用牽引機（Tractor）可同時牽動十幾個犁頭耕地，那

就更快了。至於犁頭的種類甚多，大體可分為中犁與洋犁兩種。我國歷來習用的犁，叫中犁；參照歐西耕犁，加以改良的，叫洋犁。中犁耕地淺，而面積小，且耕地的深淺全賴執犁者的操縱，較為費力，不如洋犁；不過製造簡單，價錢便宜，則非洋犁可比了。洋犁又有單柄犁，雙柄犁，心土犁，圓盤犁等多種。

第三節 耕地的時期

耕地是整地的第一步工作，通常在前作物收穫後，即可舉行。不過最適當的耕地時期，受土壤的乾濕，而移動；如太濕，則易被人畜踐踏，而特別堅實，這些堅硬土塊，乾燥後即難以破碎；如太乾，則土面太硬，耕地不易舉行。究竟如何才是乾濕適宜呢？大體用手掬土，捏成土團，如墮地後，隨即分散，就表示是最好的情形。但在農事上，因天時，工作的分配等等，不能等到最適當的情形，那就與其太濕，不如稍乾為宜；我國有個農諺說：「濕耕澤鋤，不如歸去。」就是這個意思。

第四節 春耕與冬耕

春耕與冬耕：冬季休閒的農地，在冬季耕的，叫冬耕；冬季不耕，等春季耕的，叫春耕。因耕作的時間不同，對作物生長的影響也不一樣。一般說來，冬耕（或秋耕）較春耕好，因為冬耕有下面的優點：

(1)冬耕後，將土中病蟲害之菌卵等，翻至土面，可藉冬冷將其凍殺。

(2)冬季農閒，耕地工作可從容進行，且翻入土中之有機物，也可充分腐爛。

(3)冬耕後，土地疏鬆，可以吸收貯藏多量水分。

(4)冬耕可以促進心土的風化，而使表土加厚。

所以浙東有「地要冬耕，兒要親生」的農諺。不過冬耕，還是要依環境來決定他是否有利的；例如北方乾燥而風大處，如行冬耕，則土面疏鬆，表層的沃土，常易被大風吹掉；最好是種覆蓋作物，等待春耕。又如冬季雨水太多處，或斜坡地上，冬耕後，表土及土中養分都很容易被水沖去，這些在決定春耕冬耕時都要注意。

第五節 耕地的深度

耕地在三寸以內的叫淺耕，三寸至六寸叫中耕，六寸以上的叫深耕。因深耕可以擴大土中細菌活動範圍，可將地面有機質耕至表土下面去，慢慢變成作物的養料，所以一般情形下，都以深耕為宜；不過在決定耕作深度時，要注意下列各點：

(1)向行淺耕的農地，如想改行深耕，應逐年慢慢增加，因下層未耕之土，無論物理化學上的性質，均對作物不宜，如驟然深耕，把表土翻下，心土翻上，作物生長必受影響；尤其是在鹼性土，因心土鹼性總較表土更為強烈的。

(2)黏土和砂土：在粘土中，應時常變換耕地的深度，使土質疏鬆，不致被耕犁壓板；但在砂土，耕地深度則以不變為宜，因下層砂質稍稍壓緊後，下層水分，就可以上升了。

(3)春耕和冬耕：距離播種期近的耕作，要較淺，大體春耕宜

淺，冬耕宜深。

上面說：耕地要深；但愈深，費工也愈多，據中外學者試驗的結果，都認為以七——八寸為最好，再深就不經濟了。我國耕地，僅有三、四寸，實嫌太淺，是應當改良的。

第六節 耕地時其他注意之點

耕地是一種需要經驗的技術，在工作時，更應注意下列三點：

(1)深淺一致：無論耕地的深淺如何，全田中各部分的深淺要一致，更不能遺留未耕之地。

(2)方向須變換：如第一次耕地為南北向，則第二次必須換為東西向；歷年的耕向也要變換，否則土質肥力不均，在農業試驗上尤為重要。

(3)橫耕斜坡地：耕地時，在覆犁的地方，常隱約有溝，如依斜向耕作，則土粒及土中養分，均易被水沖刷流失，不可不注意。

第七節 耙地

在耕地之後，地面高低不平，土塊大小不一，所以必須耙地，使土面鬆碎，平整；不但可以減少水分之蒸發，並可淹埋肥料，除去雜草石礫等。

耙地普通在春耕之後，隨即舉行，既耙之後，即待播種，或移植作物。如耙後天雨，最好能再耙一次；冬耕之後，如不種作物，即不必耙土。

耙地之用具，大多是用齒耙，不過齒耙的形式或大小，各地不

同，且有用人力、畜力，或動力機的不同。在外國除齒耙外，還有圓盤耙一種，在多草或土質堅硬的農地上，用起來功效最大。

第八節 鎮壓

耕地和耙地，都是使土質疏鬆，但在砂質土，乾燥地區，於種耙後常嫌過鬆，下層水分不易上升，常再行鎮壓手續，使耕土與底土，較為密接，同時也可將耕耙未碎之土塊壓碎，這對作物的產量，每有良好的影響。

鎮壓的用具，有石滾，溝紋石滾，及平方板，柳條板等，也有即用耙背行鎮壓的。

第九節 平作和畦作

農地耕耘，耙平以後，即行種植的叫平作；如先作成畦，再種植的叫畦作。究竟應當平作還是畦作，是根據作物種類、土壤、氣候的情形，來決定的。因畦作利於排水，所以土性粗重，雨水過多處，就很適宜；但土質輕鬆而乾燥處就宜乎平作了。

第十七章 作物的播種和移植

第一節 選種

選種的重要，和優良種子的條件，在作物的種實一章中，已詳細講過，現在再就實際選種的方法來講；普遍選種，除種子破爛等等外，主要為種粒的大小，和輕重；分別種子大小用篩選，分別輕重用風選，水選和鹽水選。

(1)篩選：用篩孔的大小，來選別種子，同時，不同作物，所用篩孔的標準，當然也是不同的。

(2)風選：破損，虫蝕，染病及發育不全的較輕種子，可用風力把它吹掉，同時也可以把種子中的種皮等等雜物吹去。

(3)水選：把種子放入水中，輕的就浮起來，不過因水的比重常較各種作物種子小，所以浮力太小不很適用。

(4)鹽水選：在水中加入相當的溶質，就可提高水的浮力；這溶質最適用，而價廉的，就要算食鹽了。至於加食鹽的量，以作物種子的比重而定，飽和的食鹽溶液，比重為一·二〇，有些作物，如小麥仍感浮力不夠，所以最好能加入其他溶質，如硫酸鎂，硫酸鋅等，不過如化錢太多，也是不甚適用的。

在利用鹽水選種時，應注意鹽水的濃度；因經數次應用後，濃度必逐漸下降；同時選種時的手術要快，如太慢，種子就吸入鹽水下沉了。

決定鹽水的濃度，普通用比重計，一種農用比重計上，特別刻有不同作物應採用比重的數字，不過在中國還不普通，下面舉一個稻種鹽水選的實例：

稻種	種子平均比重	溶液之適當比重	每斗水應加食鹽斤數
粳稻	一·一八七	一·一〇——一·一三	四——五斤
糯稻	一·一四〇	一·〇八——一·一〇	三——四斤

如沒有比重計，所配的鹽水濃度是否適當，也可用實驗的方法試出來。先取溶液一小杯，放入種子十數粒，看較沉重的種子，直立於杯底時，即為適當，如種子橫臥於杯底，即表示濃度太小，應加食鹽，如全不着底，就表示濃度太大了，應當加水。

第二節 種子消毒

殺死附着，或寄生於種子外部或內部的病原體，但不影響種子的發芽和生育的一種處理，叫做種子消毒。實際上，廣義的果實，或根、地下莖的消毒，也叫做種子消毒。藉種子傳播的病害極多，最主要的如稻熱病菌，稻胡麻葉枯病菌，大麥斑葉病菌等，這都是病菌孢子附着於種子表面傳播的；又如大小麥的裸黑穗病菌，亞麻菜豆棉花的炭疽病菌等，都是菌絲或孢子，寄生於種子內部的。病菌除由種子感染外，土壤及植物殘株等，都可以傳播病害；所以種子消毒時，必須土壤及植物殘株等，有適當處理以後進行，他的效果，才更顯著而完全。

種子消毒的方法，主要的有溫湯浸種，及藥劑拌種二種。溫湯浸種，是例用華氏一二〇——一三〇度的高溫，將附着於種子表面

的病菌孢子殺死，如小麥的腥黑穗病。但為殺死侵入種子內部的菌絲，或孢子，最好先把種子浸在冷水中七、八小時，這時候，種子內部的病菌，均因得到水分，呈有生氣而敏感的狀態，然後再浸到一二〇——一三〇的溫湯中，病菌在五分鐘左右就可殺死了；這方法叫冷水溫湯浸種。如小麥的散黑穗病，多用此法消毒。利用於種子消毒的藥劑，可分為液劑，和粉劑兩種；例如福爾馬林是液劑，炭酸銅，硫酸銅，就是粉劑；在應用上比起溫湯浸種來，那就方便而經濟得多了。例如小麥腥黑穗病，可以用炭酸銅粉末消毒，一磅炭酸銅粉可消毒二十四磅麥種，計算起來一畝田不過數分錢，（平時價錢），而且拌勻之後，隨時可以播種，也可免掉晒乾種子的手續。

第三節 其他處理

因種子的構造不同，在播種之前，不同種子，常須加以特殊處理。例如棉花種子上附有短毛，常拌以草木灰，既便於工作，也可當作肥料；又如大麻，菸草種子太小，也常拿草木灰或者細砂拌起來，使播種可以均勻。

第四節 播種時期

不同的作物在不同氣候，和不同的栽培制度下，播種期是完全不同的。按作物來說，可分為春播的夏作，和秋播的冬作兩種。例如大豆、水稻、玉米、高粱，都是春播的，而蠶豆、麥類等是秋播的。不過冬作中，如麥類又有行春播的情形，在北方冬季太冷，麥類承受不住，多在春天再播，就所謂春麥了。至於播種的時期，在

氣候上，要特別注意霜期，春播的，必須等晚霜過去才能開始，而秋播必須在早霜降始以前，幼苗已發育至相當程度，然後抵抗冬冷，才不致於凍死。農業制度，對作物播種的時期，也有相當關係；例如春播小麥，就必須注意到不影響夏作的種植，一般都以稍早為宜。

作物播種期的限度，相差也很大，如棉花、水稻，最適的播種期限很短，不過一、二星期，而玉米就很長了。

作物的播種期，因為想避免昆蟲的為害，往往需要提早或延遲。例如在南京六月以後播種玉米，可減少鑽心蟲的為害；在重慶播種棉花，如延至四月中下旬，可免地蠶的為害；又如在重慶種菸草，因為希望能在二月以內移植，來避免地蠶為害，所以在秋播菸草種子時，就必須在十月上旬以前才行。

其他如地勢、土壤的溫度和水分等，都對播種期，有相當決定的作用的。

第五節 播種方法

播種的方法，普通可分為點播、條播、和撒播、三種。

(1)撒播 (Broad Casting)——即將種子散佈於土面，然後用耙把土以掩蓋之。這種方法簡而易行，不受地形的限制，雖極潮濕的田地，也可撒播；但因株行距不同，疎密不一，不便於中耕、除草、施肥的工作，而蓋土厚薄不一，發芽生長均難整齊，同時又浪費種子很多，所以都是應用在地廣人稀和種子多的地方。

(2)條播，(Drilling)——即分行播種，而株距不一定；通常都

是用鋤先開成溝，然後播種。這種方法較省種子，便於田間管理，而因深淺一致，日照通風方便，生長成熟均較一致，不過播種的速度，是比較慢些。

(3)點播，(Hilling)——又名穴播，以一定的行距株距播種。多行於小規模的農地中，需要種子最少，管理方便，產量高，但播種慢而費工；通常每穴多播二、三粒，以免有空穴的情形。

至於這三種方法的選擇，完全要看當時情形來決定，一般講來，條播兼有點播和撒播的優點，是最為農家所樂用的。

第六節 播種量

播種量的多少，直接影響到田間植株的疏密；如太密，則作物的莖葉互相遮蔽，日光既不充足，空氣又不得流通，且常有養分不夠之情形，致使發育不完全；如太疎，雖然各株均可得充分的發育，但因耗地太多，拿一單位面積中的收量說，常不經濟；同時過疎，又有使成熟延遲的可能，所以作物生長的疎密，必須得當，而播種量的多少，也就必須加以嚴密的注意了。

一種適當的播種量，是因作物、土肥、氣候等很多因子而不同的。

(1)作物：如禾穀類作物，有分蘗作用的，播種可以較少，分蘗少的玉米，和不分蘗的大豆，播種均可以多一些。同時作物品種，也有關係；凡植株高大，生長期長的應疎播，植株矮小，生長短的可以較密。

(2)土肥：有分蘗的作物，在瘠地裏，因分蘗不能旺盛，播種

宜多；肥地中宜少。沒有分蘖的作物，肥地較瘠的播種量，要多一點

(3)氣候：例如冬季溫暖，小麥的播種量可以少一點；冬季寒冷，則宜較多，這也是分蘖多少的作用。

(4)種子：決定播種量的多少時，應注意種子本身的優劣；發芽健全的，優良種子，播種量當然可以少些。

第七節 播種深度

播種的深度，即指播種後，蓋土的厚薄而言；爲使種子易於吸收土中水分而發芽，且避免爲鳥類啄食，或風力吹散，在播種後必須蓋土；蓋土太薄，失去效用；太深，又不易發芽。這是受許多因子決定的。

(1)土壤：疏鬆的砂土，不妨稍深，細密的粘土，就宜淺；如土壤乾燥可較深，潮濕土中就要淺了。

(2)氣候：氣候潮濕宜淺，氣候乾燥宜深；又氣候寒熱變化太烈時宜較深，藉減少種子受害的程度。

(3)作物：種子大的因養分充足，雖蓋土較深，亦可生長出土，種子小的宜淺；單子葉作物，因幼芽尖容易出土，不防稍深，而雙子葉植物的子葉很大，難於出土，所以要淺；同時雙子葉作物的子葉不出土的，如蠶豆豌豆，可以稍深，而出土的如棉花大豆就宜淺了。

總之，蓋土的目的，是使種子易於發芽，太深了因溫度養分的不足，不易發芽，或發芽後幼芽不能出土，所以在一般情形下，作物

的播種，是以淺爲好的。

第八節 移植

先播種於苗床，培育幼苗，然後定植於田中的叫做移植；最普通的如水稻、高粱、菸草等，都是需要移植的作物。

移植可以節省種子，避免霜害，可以使太小的種子易於發芽，而便於管理；同時移植，因幼苗的採拔，傷及根部，常因不能復原而枯萎，所以在進行移植時，要特別注意下列各點。

(1)採苗時，不可使根部受傷過甚，最好先在苗床上洒水，使土面疏鬆，然後再採。

(2)採苗時，不可傷及莖部，否則易於感染病害。

(3)所採之苗，應加以選擇，傷折柔弱的一概不要。

(4)移植最好在無風的陰天舉行，否則也必須在下午日光不強烈以後舉行。

(5)移植後，宜將土與根部稍稍壓緊，並須隨即澆水。

第十八章 作物的田間管理

第一節 間苗 (Thining)

當種子發芽出土後，除去多餘幼苗的工作，就叫做間苗。又稱做間拔，或疏苗。間苗可以將幼苗加以選擇和淘汰；使生長劃一而有力，株行距整齊，直接間接的都足以影響作物的生產力。例如玉米棉花等等，都是需要間苗的作物。

間苗的時期，非常重要。如果太早，則所留幼苗，或者仍不能保全，發生缺株情形；太遲則幼苗生長已嫌太密，日光不足，莖細長而軟弱。普通宜在幼苗生長已經健全，不易死亡時，隨即間苗，使得充分之生長。至於間苗次數，通常多為一二次，第一次留苗較多，第二次才算定植，有時也有需要間苗三次的。

在間苗的時候，必須注意：不使附近的幼苗受傷，更不宜數株同拔，使土壤鬆動太烈，而影響所留幼苗的根部。

第二節 中耕 (Cultivation)

將作物間之土壤，加以耕鋤，使之疏鬆，叫做中耕。作物播種發芽之後，因風雨交加，或人畜的踐踏，致土面堅硬，最不利於作物的發育；所以中耕是一種必須的工作。我國中耕的農具，應用最廣的為鋤頭，新式農具的五齒中耕器，現在也漸漸被農民所採用。

不同的作物，對中耕的需要也不同；例如玉米、棉花、水稻、大

豆、菸草、甜菜等，是需要中耕的；而小麥、大麥、大麻、黃麻等，就不需要中耕了。一般說來，冬季作物，因溫度較低，蒸發較緩，雜草也較少，大多不需要中耕；夏季作物，因溫度高，水分蒸發快，雜草易生，如枝葉不太茂盛，沒有覆蓋作用的作物，就都必須中耕了。

第三節 中耕的利益

中耕鬆土，最主要的利益，是可以減少土中水分的損失，同時還有除草的功效，關於減少水分損失，可以從三方面加以解釋：

(1)阻止土面水分的流失：中耕後，土面疏鬆不平，下雨或灌溉後，易為土壤所吸收；而未中耕之地，土地結實，表面光滑，雨水流失最易。

(2)切斷土中毛細管，減少蒸發：土中水分包圍於土粒外圍，成一水膜，互相連接，發生毛細管之運動。當土面受日光曝曬時，水分蒸發，地下部之水，即因毛細管作用，繼續上升，而蒸發損失；如加以中耕，即可將此毛細管切斷，表土雖然乾燥，心土裏的水膜，仍可完全保持，所以中耕也有覆蓋的作用。

(3)增加土液濃度減少土面蒸發：據拿翁氏 (Lyon) 研究，中耕地的氮肥濃度，約當未中耕者之四倍至七倍，蓋因土地中耕後空氣流通，細菌活動，土中養分增加，土液乃漸趨濃厚，蒸發也就隨之減少了。同時因為養分增多，作物每單位乾物質的需水量，也比較的減少，所以中耕一方面直接減少土中水分的損失，一方面還增加作物對土中水分利用的效率。

第四節 中耕的時期及次數

中耕的時期，須視作物種類、氣候、土壤及栽培方法的精粗而定。通常於作物間苗後十天左右，舉行首次中耕，然後每隔十餘日，中耕一次；大致於雨後土面便於工作時，隨即行之。因下雨之後，土面易於堅硬，土中毛細管，又連成一氣了。如在中耕後未久即下雨，則雨後亦宜中耕之；如天久不雨，地面堅硬，雜草叢生時，亦應舉行中耕；如是者約中耕三五次，作物之枝葉已經長大，株行之間，已被遮蔽，中耕即須停止；如中耕停止太遲，常有使成熟延遲之弊。

第五節 中耕的方法

首次中耕的時候，作物還很幼小，應注意將土外翻，使作物不致為土所掩覆；二次中耕時，土面宜中翻；在三四次，到末次中耕，土面宜向內翻；同時進行鬆土，除草，和壅土的工作，既防作物長大後的倒伏，又能將雜草蓋覆。

同時中耕的深度，亦須密切的注意；一般說來，中耕宜淺不宜深；深耕不但費工，並且易使作物根部受傷；通常以一寸左右為宜。不過深根的作物，如大豆可以較深；淺根的作物，如玉米，就應較淺；初次中耕較以後各次可較深，到作物相當大以後，用鋤刮草稍鬆土面即可。

第六節 壅土

在最後幾次中耕時，將土壤培壅於植株根部，謂之壅土。壅土可以使植株穩定，不易為風雨所倒伏；(如菸草)可以掩覆根莖類

作物的塊根、塊莖等，不致暴露地上，而降低其品質，這在馬鈴薯、甜菜、甘藷都是很重要的一種工作。在園藝上，有用壅土使莖葉基部軟化，而增加其經濟價值者。

同時，壅土可以使根部吸收的面積增加，可以增高土溫，可以使畦間排水更為便利。

第十九章 作物的收穫與貯藏

第一節 收穫失時的損失

無論何種作物，如收穫不得其時，均有顯著的損失。例如禾穀類，豆菽類作物，如收穫太早，種實未得充分之發育，品質既劣，產量亦極低；且因含水分較多，不易貯藏；如收穫太遲，又容易遭遇倒伏，脫落，發芽鳥害等，損失更大。根莖類作物，如太早，養分未得充分之累積，太遲則易於腐爛。至於特用作物，如纖維類，太早則纖維柔嫩，太遲又嫌粗脆，以及其他茶、菸、甘蔗、甜菜，等等，如收穫不得其時，產量的影響固大，品質的降低，更給予生產者最嚴重的經濟損失。

第二節 收穫的適當時期

作物的收穫，以能得到最高產量，最優良品質之時期，為最適當時期；這是因作物種類不同而異的。同時一個大面積的農作物，往往不能在同一個時間達到最理想的收穫時期，不過吾人應切記：使最大多數的作物，能在適當時期收穫之。除去作物的本身條件以外，例如市場的需要，刈割方法的速度，以及氣候的情形，亦常常影響收穫的時期；現簡單的將各種作物的適當收穫期，說明如次：

(1) 禾穀類作物——此類作物，以黃熟期收穫為最適宜。此時穀粒已經充分發達，養分之貯積亦已達最高限度；且因穗株尚未乾

枯，脫落較少，可減低收穫時之損失。

(2)豆菽類作物——豆菽類作物，恆視植株下部之葉脫落，莖稈變黃，豆莢呈一適當之顏色(因種類而異)時收穫之。惟豆菽類作物之成熟，頗不一致，應以大多數為決定標準，並宜於朝露未乾時進行，藉減種子之脫落。

(3)根莖類作物——此類作物成熟時，植株之莖葉即枯萎脫落，此時養分已集中於地下部分，即宜收穫。否則最易腐爛，如遇霜害，其品質上之損失更大。

(4)特用作物——因為各種特用作物的需用部分不同，最適宜收穫的時期，也不能一概而論。現分別將重要的數種作物收穫期，扼要的寫在下面：

棉花——吐絮時。收穫早，則纖維嫩弱；太遲則易脫落，或遭雨濕，均減低其品質。

麻類——多在其下部葉子黃落時收穫。

菸草——葉面稍趨皺縮，綠色中稍現黃綠色斑塊時收穫。

茶葉——幼苗抽出，行將展開時，即可收穫；按收穫之遲早，直接影響茶葉之產量和等級。

第三節 作物收穫的方法

不同作物的收穫，所用的方法也不同，在我國現在還都是用手工；不外刀刈，如稻麥等；手拔，如大豆、蠶豆等；掘取，如馬鈴薯、甘藷等，和摘取，如菸、茶等。在歐美大都用機器收穫，省時省工，是即應向我國許多適宜於大農區域裏推廣的。

在原則上，作物收穫時，應注意使產物不受損傷，不使漏失；諸如禾穀類作物，豆菽類作物的避免脫落，與馬鈴薯甘藷等減少損傷等，都應當特別注意的。

第四節 作物收穫後的處理

一般禾穀類及豆菽類之作物收穫之後，類多先使其晒乾，或晾乾，然後脫粒；我國通常所用之脫粒方法，為棒擊，如水稻、小麥；或用連枷、石滾、打落、或壓落，如大豆、小麥、雜糧等。脫粒之後，並須用篩箕，或颶扇等，去其夾雜物；既得純潔種子後，即可貯藏待沽矣。

根莖類作物收穫後，無甚處理；有時將其稍稍選擇，將破爛者，太小者分開，然後貯藏；因根莖中含水分很多，應盡量減少搬動，以免損傷。

至於特用作物，收穫之後，農家多加以初步之調製；如棉花需晒花，打包；麻類需剝製成粗纖維；菸草茶葉均需特別調製等。概言之，即將不便貯藏搬動之新收穫產品，製成耐藏之粗製商品，然後貯藏。

第五節 作物的貯藏

不同作物產品的貯藏方法不同，然總以能維持其活力（種用者），不降低其品質為最重要；欲達到此兩項目的，最須注意者，為乾燥、低溫、空氣流通，則產品不致腐爛霉變。

貯藏時，或大規模建立倉房（如稻麥），或小規模貯藏之罈罐

(留種者)，或裝包(如棉花)，或打捆(如菸葉)，或懸吊壁架(如玉米留種)，均以地勢高燥，空氣流通，溫度較低，且少激變為宜。

至於鳥雀、病、蟲、鼠患等，更須事先注意，加以防治；如我國古老之穀倉中，常為鼠雀聚集之所，每年耗失不貲，是皆管理不善，急宜改良者。

以上多係指一般乾製產品而言，至如馬鈴薯、甘藷、蘿蔔等，含水豐富之作物產品，貯藏時，最忌冬冷，一經凍結，品質即劣；故其貯藏，多用堆埋法，通常選地點高燥，排水方便之處，或堆置地上，或埋入土中；並以藁稈與土砂夾放產品中，使能通風；上面再用藁稈和土覆蓋起來，通常厚尺許，寒冷的地方，還要加厚一些，那麼所貯之產品，可以不致凍壞了。

第六節 貯藏期中乾縮的損失

作物產品，在貯藏期中，因為蟲害、鼠、雀等等，常有損失；但此為外來敵害所致，尚可設法防治。在作物本身，因為生理關係，常也有一種損失，這種生理的損失，是因為水分的散失，和因呼吸作用所產生的乾物質損失所致，特別稱為乾縮的損失 (Loss of Shrinkage)。這在農作物中，是很普遍的。

玉米——據許多學者研究的結果，含水分愈多的玉米，其乾縮的損失也愈大；而成熟較老的玉米，其損失亦較少。據威爾吞 (Welton) 氏的結果，貯藏十一個月的玉米，乾縮的損失，差不多到五分之一。

小麥、燕麥、黑麥等乾縮的損失，不很顯著。

大豆經過一年貯藏之後，乾縮損失達百分之四。

第二十章 作物的分級與檢驗

第一節 檢驗分級的意義和歷史

分級是一種技術，係將產物按照一定標準分爲若干等級；而檢驗則爲分級普通的實施；由中央或地方，設立機構，檢驗市上流通的產品，是否合乎標準，應列入何種等級，於是使農產品得以標準化。

農產品的分級和檢驗，以十九世紀中葉，美國芝加哥商務局之種子分級始；俟後陸續有各種檢驗法令之頒佈，而普遍至於各國。我國則首於民國二十二年，由中央大學之提倡；二十四年與江蘇省政府合辦商品檢驗局，檢驗小麥；二十五年與全國稻麥改進所合作，檢驗米麥；同年實業部成立國產檢驗委員會，統籌辦理米麥棉茶皮毛絲桐油七項國產之檢驗。俟後，各省如江蘇湖南安徽等，均相繼成立檢驗機構，及至抗戰開始後，此正在發展中之制度，遂大部分中斷；然因檢驗分級之重要，其戰後之重新建立，是爲意中之事。

第二節 檢驗分級之利益

檢驗分級的利益，可歸納爲下列各點：

(1)改進產品之品質——如檢驗嚴格，產品交易時，品質優者等級高，其法定之售價亦高；品質劣者等級低，售價亦低，甚至不准銷售。是以生產者於生產時，自必力求改良品質，而運銷商亦可

免除摻雜摻水之積弊，如此則產品之品質，即可無形中得以提高。

(2)提高商人道德——商人每好於產品中，加水摻雜以牟利；如將雜物及水分之最高含量加以限制，則可漸漸養成良好習慣，而提高商人之道德。

(3)便於運銷——產品標準化以後，無論轉運於何地，均便於銷售，此對商人與消費者，均極有利。

(4)便於倉庫貯藏——既經檢驗之商品，品質一致，其含水量有一定限度，則貯藏方便，並可減少貯藏中之損失。

(5)便於發展國際貿易——欲使國產能在國際市場中競爭，必提高其品質，而使其標準化；此項工作，必先從檢驗分級着手。

第三節 檢驗之步驟與項目

關於檢驗行政施行上的步驟，如報驗，發證等等，現均從略；而單就技術方面，加以說明。同時檢驗的項目，因作物不同而異，本節則就一般最重要者言之。

(1)取樣——取樣的多少，最好看貨品的數量決定；數量愈大者，則取樣愈多，並須注意從各部分隨機取出；有時貨品太多，更須在各部取樣混合後，再於其中取出小樣，以供檢驗。

(2)分樣——取得樣品後，用分樣器隨機分為若干小樣，以便各項目之檢驗。

a. 水分測定——此為產品分級中，最重要的一個因素；並有一定限度，如超出限度，即不准發售。測定水分的儀器很多，有用熱力烘乾計算的，有用電力直接量讀的等等。

b. 重量測定——每單位體積的重量，叫做容量；在穀類作物的分級中，也很重要。通常所用的單位為市石市斤數；有時每單位重量的種子粒數，也是檢驗項目之一。

c. 破碎雜物的測定——在米中有紅米、碎米、泥砂、稗子、稻穀等；麥中有野豌豆，麥殼，泥砂等；其他產品亦均易混入各種雜物。於檢驗時，均須一一加以測定。

d. 色澤臭氣——某種作物健全之產品，均有一定之色澤，而對菸草、茶葉等特用作物的檢定上更為重要。

第四節 分級檢驗之標準

此項標準，頗不一定；除以產物本身，在學理上有其最理想的標準外，並須參照當地產品一般生產的品質情形，斟酌釐定。而在初行時期，又必須較低，否則不易推行。例如湘米檢驗所，原定白米含水分最高數為一四·五%並依其他標準再分為四等；四等以下，即不准運出省外。推行以後，報驗不合格者太多，乃予修定，水分最高含量改為一五%，並改分為五等；後再經米商之請求，水分最高含量，又降低至一六%，並再加一不列等之暫行放寬標準。由此可知檢驗標準之決定，受實地環境影響之大；不過此種伸縮，必須在一定科學根據範圍之內，如像米最高的含水分，到一六%已經是最底的限度，無論如何，是不能再降低的。

至於特用作物，有的是利用作物的皮層，有的是用調製後的菓子，有的是用種子榨成的油，產品既各不同，分級檢驗的標準，自然也有很大的區別。除去水分的含量要少，純潔率要高，這兩個基

本的條件外，像茶葉菸葉的色澤香味，桐油的碘價折光率以及纖維作物的強度、韌性等等，都是分級檢驗時極其重要的標準。

第二十一章 作物的輪栽

第一節 輪栽

在同一地區，一定期間內，輪流栽種某數種作物的一種作物栽培制度，叫做輪栽。十九世紀初年，法人首先提倡，然後漸漸應用到其他各國；並曾有很多農學家做過試驗，都已證明輪栽的利益。我國北部地域，每年只種一種作物；粵南等地，一年種兩季水稻；年年相同，這叫做連作。在長江流域，一年多種兩季，如夏稻冬麥，或夏豆冬油菜等，這些制度，雖非根據某種目的所制定的，但也可以說是輪栽，當然，我們需要提倡推廣更科學的輪栽制度。下面的一個表，是英國羅聖姆斯台 (Rothamsted) 試驗場，六十年來試驗平均的結果，輪栽的重要性也由此可見了。

	小麥每畝產量(英斗)			大麥每畝產量(英斗)		
	第一個 20年平 均	第二個 20年平 均	第三個 20年平 均	第一個 20年平 均	第二個 20年平 均	第三個 20年平 均
輪栽：燕菁，大麥，三葉菜，小麥	30	21	24	38	22	14
輪栽：燕菁，大麥，放牧，小麥	35	23	23	37	23	16
連作	16	14	12	20	13	10

第二節 輪栽的利益

輪栽有增加作物產量的功效，是經許多重復的試驗結果，一致證明了的結論。現在再把輪栽制度，何以能夠增加作物產量的原

因，分析如下：

(1)防止作物的病蟲害及雜草：病菌與害蟲，都有一定的寄主；例如水稻的螟蟲，菸草的立枯病等，如換種其他作物，這些病蟲就會因為沒有適當的寄主吸取不到養分，而至於死亡。

雜草因為生長期的一定，所以也只能為害一定的作物；與病蟲的情形，頗為近似。例如為害小麥的雜草為野豌豆，也就是因為野豌豆的生長期與小麥完全相同，而成熟略早，種子落入土中，明年又與播種的小麥，同時發芽；又如兔絲子為害大豆，情形亦係如此；假如能換種其他作物，就不能為害了。

(2)維持土中有機物及氮素：繼續栽培某種經濟作物，因栽培各過程中，土中有機物，經氧化及破壞損失甚巨，而該作物以殘枝腐根，還入土中的很少，如將豆科綠肥，或牧草，列為輪作的一種，有機物和氮素，都可以得到補充了。

(3)變更作物，可使土壤得充分的利用：作物因種類不同，所需養分也不同；例如棉花需要磷肥較多，甘藷、馬鈴薯、菸草，要多量鉀肥，禾穀類又要大量氮素，如行連作，必使某種養分消耗殆盡，而另一種養分又累積太多，以至於流失；很顯然的，這可用輪栽來補救。

同時，各種作物根的深度不同，深根的如大豆棉花等，淺根的如馬鈴薯、菸草、穀類等，將此二者互相輪作，不就增加土壤被利用的範圍嗎？

(4)免除毒素的影響：很多學者，相信連作產量的低降，是因為該作物分泌的毒素，累積漸多所致。大多數作物栽培後，多少

都會在土中，留下些對本身不利的物質；有人試驗：小麥幼苗，在生長第二次的培養液中，不如第一次好，但液中營養物的濃度，是完全相同的，這可能是某種毒素產生所致；這些物質，對另一種作物，就毫無關係了，所以輪栽可以避免了這可能的惡劣作用。

除去上述直接間接增加產量外，輪栽還有下面三點利益：

(5) 農工勞逸，可以妥為支配：在一片廣大的田地中，如種一種作物，他各個栽培季節，都同時需要農工，即所謂農忙。因為農工羅致困難，工價高漲；同時休閒時，就無工作可做，這是極不經濟的。輪栽可以用各種作物的配合，使田場上的工作，平均分攤下來。

(6) 保護土壤：連作後，往往藉休閒來維持地力，但一遇風雨，最肥沃的表土，就往往被侵蝕掉；這種無形的損失極大，如用輪栽，放一種護土作物進去，即可以維持地力，並可免除侵蝕的危險。

(7) 減少荒歉的程度：一田中同時先後栽若干種作物，如遇不良環境，發生災害，可以彼此補救，不致全部損失。

第三節 輪栽與連作對於氣候及作物之關係

在一般情形下，輪栽優於連作，但因氣候及作物種類之不同，輪作亦有不如連作者。茲將各國在濕潤區域中，長期試驗之結果，抄錄於後：

(1) 必須輪栽之作物——小麥、燕麥、玉米、蕃茄。

(2) 輪栽非必須之作物——大麥、菸草、馬鈴薯、(施肥頗重要，如施肥多，管理集約，即為不輪栽；同時如有病害，則須要輪栽防止

之，例如菸草在莖腐病猖獗處，即必須輪栽了）。

(3) 施肥比輪栽重要之作物——如菜菔等。

(4) 連作優於輪栽之作物——如提摩太草(木本科牧草)等。

如在乾燥區域中，全年雨量在十吋左右者，水分成限制作物的主要因子，灌溉比輪作重要；例如苜蓿在水分充足處，連作優於輪作。

第四節 計劃輪栽時應注意的各點

(1) 輪栽作物中，必須有一中心作物。此因地區而不同，如在棉區，即以棉為中心作物等。

(2) 輪栽作物中，必須有一豆科作物，以作氮肥的補充。

(3) 以中耕作物與非中耕作物，交互應用。

(4) 以深根作物及淺根作物，交互應用。

(5) 如肥料價錢便宜，並無其他限制時，最好能多種主要作物，使收益增加。

(6) 各作物所需勞工的分配。

(7) 各地的氣候土壤等因子，應特別加以注意，否則難得最好結果。

第五節 輪栽舉例

輪栽的規劃，原由各地農業情形不同而異。輪栽期限通常有：二年、三年、四年等，我國多為二年輪栽制，三、四年以上的輪栽，極少見，在歐西就很普遍了。現舉數例於後：

(1)一年兩熟制：此為我國各地通行的一種

小麥——水稻 小麥——大豆

大麥——玉米 油菜——水稻

(2)二年四熟制

小麥——大豆——小麥——玉米

小麥——水稻——小麥——玉米

油菜——水稻——小麥——大豆

小麥——大豆——裸麥——水稻(通行於江蘇丹陽)

菸草——水稻——油菜——玉米(夾栽花生)
(通行於四川眉山)

菸草——玉米——苕子(綠肥)——小麥——水稻(通行於四川綿竹)

(3)二年三熟制

小麥——大豆——玉米(通行於江蘇淮陰)

(4)三年六熟制

豌豆——玉米——小麥——大豆——小麥——高粱

豌豆——水稻——小麥——大豆——油菜——水稻

以上所舉各例，大多係農家實際應用者。一最理想的輪栽制度，除根據上述各注意點外，並須參照當地實際農業情形，然後加以決定的。

第二十二章 墾殖與旱農

第一節 墾殖的意義與重要性

簡單的說來，墾殖就是移民於荒地，從事於農作經營的意思。我國邊區各省，地曠人稀，地力完全都閒空着；內地各省，如山崗、坡地、沿海鹽區等，也隨處都有大量的荒地，這實在太可惜了。墾殖也就是這些荒地的利用；他的重要性，大概可歸納為以下各點：

(1) 墾殖可以增加作物栽培面積和產量，漸漸達到民食自給的地步。

(2) 墾殖可以平均人口的密度，使社會秩序安定。

(3) 墾荒田賦等租稅增加，可以增益國庫。

(4) 戰後可以藉墾殖寓兵於農。

(5) 荒山邊區中，常有少數不甚開化的民族，可以藉墾殖灌輸文化，消弭種族間的隔閡。

第二節 荒地的種類與選擇

因荒地地勢的高下，土壤的肥瘠，以及其他因子，影響于墾殖事業的成敗，關係極大；所以必事先加以選擇，然後從事於墾務。

普通，荒地可分為三種：荒蕪了的山崗坡地，叫山荒；荒蕪的低窪地，以及江海水灘叫水荒；荒蕪的平野郊原叫平原荒地。山荒最適宜於種植森林及果樹等，獲利較遲；水荒可種禾穀等經濟作物，獲

利厚而且快，但費工很多，且易遭水旱災；平原荒地，是介乎上二者之間的一種，兼有其優點，為墾荒最理想的土地。

在選擇荒地的時候，還要注意各種荒地的環境；平原荒地，要注意灌溉排水是否方便？交通、雇工、及土性各如何？山荒要注意地勢的傾斜度，同方向，及土層的厚薄；水荒則需調查漲潮的頻數與止境，便於築堤閘否？因為這幾點是決定各種荒地農業價值的基本因素。

第三節 墾荒的方法

荒地種植之先，必須整地，使土壤膨鬆、軟碎、透氣、通光，然後增補肥分，使適於作物的生長。我國因機器農具的不發達，多用犁墾，或手墾，工具簡陋，效率也極低，這是應該改進的。

(1) 平原墾法

a. 清地：除去地上之雜草、小樹、以及石塊等，通常多用火燒法。

b. 破土：即用犁、或鋤，犁地。

c. 平土：荒地多為起伏不平的土地，宜先耙平，在平土時應注意表土深淺。

d. 開溝：應按地勢開掘，同時注意土質，然後定溝的寬狹，傾斜度等。

e. 土質的改良：如砂土、黏土、酸土、鹼土等，均應加以改良。

(2) 山荒墾法：因山荒地勢傾斜，土中水分養分均易流失，泥

土也容易被冲刷，所以開墾山荒，最要緊的，就是改變地勢；然後根據可能地勢的改良，決定種植林木、果樹、放牧或農作物。

(3)水荒墾法：水荒與平原的墾法相同，不過水荒更特別要注意於築堤防水；在築堤之前，先應對堤線加以密切的勘察，然後再決定堤身的興築。

第四節 我國主要的墾區

我國荒地的面積，因統計的不精密，很難舉出一個確切的數字來；據前農商部的報告，大概有九萬萬餘畝，差不多占了全國面積的一半了。

這遼闊的荒地，可把它分為東三省、蒙古、熱察綏、甘寧青、新疆、康藏、海南、鹽墾等八大區域；因為各區域的氣候等環境因子的限制，在墾殖時，選擇農作物，是一件很重要的工作。普通最好調查附近生長優良的作物，拿來試種，然後逐漸改良它。

同時在選擇墾區作物時，應參照氣候土壤的環境，先拿經濟價值高的作物來試種；例如能夠種作物的荒地，當然不拿去造林；能夠生長棉花的就不應種小米或玉米了。

第五節 旱農的意義與重要性

旱農就是在雨量不足的地區，用科學的栽培方法，使作物不賴灌溉，也能生長良好的意思。他所應用的原理，簡單的說：就是減少土中水分的蒸發和漏失，使有限的水分，很經濟的被作物所利用；同時作物，也須選擇需水最少的。

世界上的土地，每年雨量在二〇吋以下的約佔十分之六，其中一小部分可賴灌溉而適於農事，其餘可用旱農栽培的土地，約占全球地面的一半。我國的荒地，多在西北東北等雨量很少的邊區；如想去開墾，旱農制度實在是最理想的辦法。通常年雨量不足十二吋的叫旱區，一定要灌溉才能栽培作物；年雨量十二吋至二十吋叫半旱區，均可用旱農制，加以補救，同時年雨在二十吋至三十吋的地方，因分佈不勻，時旱時雨，水分不易保持的，都宜採用旱農制度；所以旱農在農業的經營上看來，是極其重要的。

第六節 旱農栽培時注意點

在進行墾殖，利用旱農制以前，必先把當地的自然環境，加以詳細的分析，最重要的為雨量與土質二點。

(1)雨量：不但指自然降落的雨雪數量，並包括如何使這有限的雨量，保存在作物的根部範圍以內，防止蒸發與流失，供作物需要時的利用。

不同作物的全部生長過程中，有它需要水分的一定數量；旱農的功效，祇能減少水分在作物吸收以外的無謂消耗，所以雨量，必須能夠滿足該某作物的需要，然後始能有良好的結果。根據作物的單位乾燥質的需水量，與當地可能的降雨量，可以預測作物的生產力。例如每一英斗小麥，重六十磅，每磅小麥的需水量為七五〇磅，則一英斗小麥需水四五、〇〇〇磅，倘桿葉與麥粒產量為一比一，則每一英斗的需水量為九〇、〇〇〇磅(四五噸)；降於一畝地面的雨水一時，約共重一一三噸，假定這水量能全部保持於土

中，則每畝能產小麥二、五英斗；如該旱農區雨量為十五吋，則每畝產量為三、七五英斗；但事實上，一年中雨水，不能全部保留於土中，也不能全部供給作物吸收，如作物僅利用全雨量的半數，那末產量祇有一、九英斗了；所以年雨量是重要的，而如何保持這雨量，更為重要。

(2)土質：土質對旱農的關係，比雨量還大；經營旱農，往往不失敗於雨的不足，而失敗於土質的惡劣。如土質的酸鹼，組織的鬆緊，土粒的大小，表土的厚薄等等，通常以土粒大小適中，土性中和的砂質壤土，表土深入至十吋的為最好。

第七節 旱農方法

根據上述各點，現將旱農經營的方法，具體的寫出來。

(1)休閒：每年雨雪大部貯於土中，供給作物吸收；休閒，就是把二年的雨量，積聚起來，供一熟作物的利用。普通雨量十至十五吋者，均宜每間一年，休閒一次；如雨量再少，則每三年休閒二年；如雨量多在十五至二十吋的，可三、四年休閒一次；休閒應注意除草，因雜草消費水分，並不少於作物也。

(2)深耕：可以多蓄水，普通為六至十吋；耕時應注意心土的性質，不要把惡劣心土翻上來。

(3)秋耕與春耕：秋耕可使土壤曝露，風化，使雨水深入土中，且可減少蒸發；如不便秋耕，而行春耕的話，春耕要早，祇須注意土壤乾燥情形，不破壞他組織就行；行秋耕的，早春也還要耕一次。

(4)中耕：防止水分從土面蒸發，最有效的辦法，就是中耕；因為中耕可以切斷毛細管的作用，和土面加了一層覆蓋似的。中耕要相當深，一般情形下，愈深所節省水分愈多，同時必須於土面潮濕時即早進行。

(5)節制作物呼吸蒸發：唯一的方法，就是使土壤肥力增加，普通的方法，就是上面說的勤耕耘，與給土地適當的休閒。

(6)播種：普通如非冬季太冷，以秋天播種為宜；因夏季休閒，土中所增水分養分，如不利用，必易流失。旱區播種的深淺，通常為四寸，比濕區要深些；至於播種量，絕不能太多，免得發芽生長過多幼苗，消耗很多水分，到秋收時，因水分已缺乏，而生產特別少。通常在十五吋的旱區，播種量祇能用普通濕區的一半，而播種根本不能用撒播，最好用開溝的條播或點播，因種子在溝中比較安全。

(7)間苗：普通間苗要早，以免消耗水分。

(8)收穫：旱區收穫時，應將莖葉耕入田中，以補土中肥力之不足。

第八節 旱農作物

上節所述各點，都是從保持水分，以及人為節制作物利用等方面着想的；在作物一方面，如能選擇更適宜的品種，不更好了嗎？普通旱農對作物的選擇，以生長期最短，與需水量最少為標準。現舉數種適於旱區的農作物於後：

小麥：為旱區最主要作物。

- 燕麥：多產於雨量不足十五吋處。
- 大麥：耐旱力亦佳。
- 黑麥：最能耐旱，為旱區中最可靠者；莖葉可以做飼料，和綠肥。
- 玉米：能耐奇旱，也是旱區作物中比較可靠的；如耕種得宜，絕無不穫的情形。
- 高粱：耐旱力較玉米更強，在旱區仍能有很高的產量，是旱區中一種普通的作物。
- 甘藷：在年雨量十二吋，或以上的土地，均能種甘藷；在夏季不能休閒處，種之最佳。
- 粟：也是我國旱區作物之一。
- 其他如大豆、豌豆、小豆、甜菜等，都是旱區常見的作物。

第二十三章 作物的雜草

第一節 何謂雜草

凡吾人栽培作物時，非吾人所需要，而自然生長於田間的植物，均稱為雜草。有些植物，在各種情形下，均為吾人厭棄之雜草，而有許多植物，有時被認為雜草，而有時又為作有價值的作物；例如英美各國常大規模栽培的牧草，在一般農作物的田中，就都是雜草了；又好像一種薊（Thistle），就是根本沒有什麼價值可言的。

第二節 雜草的種類

雜草的種類很多，普通都以其生長期之不同，分為一年生，二年生及多年生三種。

一年生的，多以種子繁殖；他們的繁殖力極強，一株母本，常可以生長一萬到一百萬株的幼植物。根據他們生長季節的不同，又可分為二種：凡是種子在春季發芽，夏季開花結實，至秋天就死亡的，叫做夏季一年生。如種子發芽於秋季，生長時期較短，越冬後於早春結實的，叫做冬季一年生。

二年生及多年生的雜草，除去可以用種子繁殖外，多半還可以用他的根和莖，作無性繁殖。好像我國農田中，最普通的一種牛草，祇要有一段地下莖，就可以很快的繁殖起來。雜草生長期的長短，和繁殖的方法，在我們防治時關係最大。

第三節 雜草的傳佈

雜草因生長勢強，繁殖快，種子細小，所以傳佈得很快，增加農業經營上的損失至大。一般雜草傳佈的媒介，有下列數種：

- (1)風力——多數雜草種子，輕小而有毛，常藉風力飛散很遠。
- (2)水力——種子或根莖，落於水中，即可順流而下，隨處繁殖。
- (3)動物——種子為動物咽食後，仍舊不死，而排泄物多用作肥料，因而傳佈。
- (4)農具——附着農具上，因而傳佈者，亦甚普通。
- (5)其他——如放牧時，雜草即可附着牛羊毛中，而傳佈等。

第四節 雜草的為害

雜草對農作物之栽培，直接間接都產生許多不利的結果，歸納起來，可以有下列數點：

- (1)減低作物產量——因為雜草的生長，奪取了作物所必須的養分和水分，同時遮蔽日光，阻抑空氣的流通，所以雜草叢生的田中，作物產量沒有不顯著降低的。美國農部曾經統計過，雜草對作物產量的影響，玉米減少百分之十，馬鈴薯百分之六至十，夏季穀類百分之十二至十五，冬季穀物百分之五至九。
- (2)減低地價——荒蕪之田地，其地價必低於熟地。
- (3)減低作物的市價——作物中如含有雜草種子，他的市價，比純潔種子要低得多，這是極普通的事實。在美國有些小麥田中，

因爲有野葱 (Garlic)，同時成熟而收穫；這樣的小麥麵粉，就有野葱氣味，爲一般人所厭惡，以致麥價降低百分之二十；在美國巴爾鐵摩 (Baltimore) 地方的許多小麥區，就因爲野葱太多，而常不能繼續生長小麥。

▼(4)增加栽培費用——除草費工頗多，因而增加生產成本。

(5)增加病蟲害——有許多病蟲，以某種雜草爲中間寄主，因爲有雜草，病蟲也加多了。

(6)雜草有毒——有許多雜草有毒，這在放牧時，常發生嚴重的問題。

第五節 雜草的防除

不同的方法，對不同的雜草，常有不同的效果；主要防除方法，有下面數種：

(1)純潔種子——大多數的雜草種子，都是混在作物種子中，一同傳佈到田裏去的。例如小麥中的野豌豆，水稻中的稗子等。所以在播種前，應將種子加以選擇；不過有許多牧草的種子，因爲種子太小，混入雜種，勢所難免；普通在英美市面上出售的牧草種子，純度已達百分之九九·九，但仍有相當嚴重的爲害；好像種子中如有百分之〇·一的藟，那末一英畝田中，就播了這種雜草種子二千四百粒了。

(2)刈割——當雜草種子未成熟前，將其割掉，也是一種很有效的方法。例如水稻田中，一般勤勉的農民，都知道先到田裏把稗子剪下來，那末下季的稻田中，就沒有稗子了。

(3)耕地和中耕——對種子繁殖的雜草，在種子未成熟之前，耕入地中，也是很有效果的辦法；但對多數宿根的雜草，和堅硬的雜草種子，雖埋入土中，亦不能將其殺死。

(4)輪作——某一種雜草，常對某一種作物，特別適應，如換一種作物，因栽培方法、時期的變換，常可使某種雜草絕跡。

(5)遮蔽 (Smothering)——栽培生長迅速的遮蔽作物，如大麻、黃麻、蕎麥、豇豆、高粱、苜蓿等，因枝葉茂盛，阻止日光，可使地面雜草不能生長；如用藁桿，也可以用作遮蔽，在美國還有以紙來遮蔽的。

(6)化學藥品——用化學藥品殺死毒草，是極有效的；不過同時農作物，也要受到很大的影響。普通用硫酸鐵一百磅，加於五十加侖水中，噴於一英畝地內，可以將大多數雜草，完全殺死，而對木本科作物，沒有什麼妨害。其他藥劑如食鹽、煤油等，也很有效；不過對作物的影響較大，這在我國園藝方面，也常有小規模的利用。

第二十四章 作物的病蟲害

第一節 作物病蟲害的嚴重性

我們人類栽培農作物，是要獲得農作物的生產物，以供給吾人之利用。前面各章，已經把作物生長時的天時地利的各種環境，人工的管理，和作物本身的改良等，做了一個相當詳盡的講述；但是我們雖有很良好的品種，用完善的管理方法，這些生長於適宜環境中的作物，如果遇到自然摧殘他們的敵害時，一樣的也會什麼都收穫不到的。這自然的敵害可以分爲病和蟲兩類。最顯著的例：好像漫天遍野的飛蝗，水稻田中的螟蟲，棉鈴裏的金鋼鑽，專門切根的地老虎等，都是爲害作物極烈的害蟲，又好像麥的黑穗，棉的爛鈴，馬鈴薯的疫病，菸的花葉等等，都是作物重要的病害。他們對作物的爲害，和優良品種推廣區域的限制，都是極其明顯的事實。現將我國最重要的病和蟲介紹若干種於後，並闡述一般病蟲害防治的方法，至於每一種病或蟲的詳細研討，則非本書範圍所及了。

第二節 我國重要的作物病害

作物的病害，又可分爲兩類：一類是寄生性的 (Parasitic)，這是由於某種生物，寄生於作物體，然後發生的。一類是非寄生性的 (Nonparasitic)，這是由於非生物的視外毒 (Virus) 或其他生

理因子所造成的病態。現將我國重要作物最嚴重的病害，列表於次：並為明瞭起見，將病徵和防治法也簡單的敘述一點：

我國重要作物病害表

病名及病原	受害作物	病 徵	防 治
嵌紋病 (Virus)	菸草大豆小 豆豇豆蘿蔔 花生馬鈴薯 玉米	葉上呈現深淺不同之斑紋葉 捲皺或變形	清理苗床防治昆 蟲
棉花炭疽病 (Colleterichum Gossypii)	棉花大豆蘿 蔔豇豆小豆	受害部分先呈紅色然後變黑 對葉鈴莖均能為害受害幼苗 每致死亡	選用無病種子輪 栽可能選用抗病 品系
玉米黑穗病 (Ustilago Zeae)	玉米	植株上發現灰白色瘤至成熟 時內藏黑色孢子	輪栽最為有效
大麥堅黑穗病 (Ustilago Hordea)	大麥	成熟時形成黑穗雖有穗形並 無麥粒全為黑色孢子所充滿	種子處理
燕麥堅黑穗病 (Ustilago Laevis)	燕麥	全上	種子處理
小麥腥黑穗病 (Tilletia Tritica)	小麥	全上	用炭酸銅處理種 子選用抗病品種
大麥散黑穗病 (Ustilago Nuda)	大麥	開花時形成黑穗至成熟時胞 子飛散僅餘穗軸	用溫湯浸種法處 理種子
小麥散黑穗病 (Ustilago Tritica)	小麥	全上	全上
高粱絲黑穗病 (Soro Sporium)	高粱	穗子全變成孢子堆	輪栽
高粱粒黑穗病 (Sphacelothici Corgi)	高粱	種粒全變為黑穗病菌孢子塊	以福爾馬林或炭 酸銅處理種子
小麥稈銹病 (Puccinia Graminis)	小麥燕麥大 麥黑麥	莖或葉鞘上發生長形磚紅色 突起以後變黑	剷除伏牛花選用 抗病品系提早播 種
燕麥冠銹病 (Puccinia Coronata)	燕麥	成黃色裂開突起使全株呈現 黃色	引用抗病品種
小麥葉銹病 (Puccinia Triticana)	小麥	葉上起黃褐色突起後漸變成 黑色	全上

菸草萎腐病 (Bacterium Solanacearum)	菸草	植株枯萎維管束圈發黑壓之 出水	避用染病土壤作物 輪栽
小麥赤黴病 (Gibberella Sanbinettii)	小麥黑麥大 麥玉米	對幼苗發生褐色腐敗小穗凋 萎穗子呈紅色子粒呈灰白至 紅色皺縮而減輕	小麥後勿種玉米 用有機求釀之.6 %液處理種子
大麥條紋病 (Helmuthosporium Gramineum)	大麥	於第一片葉發生黃褐色條紋 植株捲皺死亡	處理種子
黑麥麥角病 (Claviceps Purpurea)	黑麥小麥大 麥	在麥粒處發生較長之紫黑色 堅硬體稱為麥角	從種子中選去麥 角作為輪栽
菸草野火病 (Bacterium Tabacum)	菸草	葉上生圓形黑色之輪狀斑點 其四周有光暈	清理苗床選用健 苗
馬鈴薯瘡痂病 (Actinomyces Scabies)	馬鈴薯	塊莖上發生不規則軟木狀之 膿泡	用福爾馬林或二 氯化汞處理輪栽 避用石灰灰肥及 新鮮肥料
馬鈴薯晚疫病 (Phytophthora Infestans)	馬鈴薯	葉上發生不規則之水浸跡常 致全株死亡	用高壓噴射波爾 多 4-4-50
馬鈴薯早疫病 (Alternaria Solani)	馬鈴薯	葉上發生輪狀斑點塊莖上亦 發生腐爛	噴射波爾多 4-4-50
馬鈴薯黑脚病 (Bacillus Phytophthrous)	馬鈴薯	地上莖呈黑色葉黃死塊莖在 莖端變色	將病株掃除選種 並加以處理
細菌性葉燒病 (Bacterium Phaseoli)	大豆小豆豌豆	莖上生角形半透明之斑然後 由黃變成紅褐色之斑再變黑 而致莖枯死	輪栽選種
棉花角斑病 (Bacterium Malvaceanum)	棉花	棉鈴上生成與上相同之病徵 常致全鈴腐爛	輪栽選種
穀類白粉病 (Erysiphe Gramini)	禾穀類作物	葉及穗上發生白粉	噴射波爾多液或 炭酸銅粉

第三節 病害防治法

現為農藝者應用起見，再將重要的病害防治方法，列舉數種於後：

1. 選育抗病品種——不同品種，對病害的感染性完全不同，經過近代抗病育種的努力，我們已經可以得到很多抗病或免疫的品種；不過我們要注意，抗病或免疫，是指某一種病而言，並非對所有的病都能夠抵抗的。

2. 剷除中間寄主——有許多病原菌，他的全部生活史，常須經過數種植物然後才能完成；如將這個中間過渡的寄主，完全去掉，這一種病害就可以絕跡了。例如小麥稈黑銹病生活史的一部，在伏牛花 (Barbery) 上完成，所以如將伏牛花完全剷除，小麥的稈黑銹病就不會發生了。像這樣的例子是很多的。

3. 土壤消毒——因為有很多病原菌，是生活在土中的，所以土壤消毒後這些病原菌，就都被殺死了。菸草的苗床，用蒸氣消毒，和馬鈴薯疫病用硫磺消毒土壤來防治，都是很普遍應用的方法。

4. 輪作制度——因為某一種病原菌，往往祇能寄生為害某一種或數種作物，如果用輪栽方法，避免種植某種作物數年，則該種病害即可大為減少。例如棉花、菸草的根腐病，都可以用輪作來防除。

5. 消除病株——將田中已染病之植株，全部燒掉以免傳染。

6. 種子處理——種子常為傳染病菌之媒介，所以種子消毒也常是很有效的辦法；這在作物種實一章中已經講過了。

第四節 我國重要作物的害蟲

現將我國重要作物害蟲之名稱學名形態為害狀況與防治方

法，列一簡表如次：

我國重要作物害蟲表

害蟲名稱	形 態	為 害 狀 况	防 治 方 法
三化螟 (<i>Schoenobius Incertellus</i>)	成蟲為淡黃白色小蛾前翅之近中央處有一黑點體長	幼蟲蛀入水稻莖中為害其災狀為白穗	採除卵塊冬田灌水，齊根割稻及點燈誘蛾等
二化螟 (<i>Chilo Simplex</i>)	成蟲為灰黃色小蛾前翅外緣有七小黑點	全上亦為害玉米等作物	採除卵塊齊根割稻點燈誘蛾處理稻草及冬田灌水等
大螟 (<i>Sesamia Inferens</i>)	成蟲作淡灰色中形飛蛾幼蟲淡紫色	幼蟲蛀食水稻及玉米等之莖部	焚燬乾莖點燈誘蛾冬田灌水等
飛蝗 (<i>Locusta Migratoria</i>)	成蟲體黃褐色翅長前胸不隆起	成羣遷移食害一切禾穀作物	掘溝或圍打以殺蝗蝻
玉米螟蟲 (<i>Pyralis Nubi</i>)	成蟲為黃色小蛾翅上有斑紋	幼蟲蛀入玉米莖及穗中為害	燒燬玉米之莖稈
米象 (<i>Calandra Oryzae</i>)	成蟲為長吻小甲蟲棕黑色鞘翅上有淡色點四枚	成蟲及幼蟲蛀食貯藏之米麥玉米等。	用 HCN 或氰化苦燻蒸之
穀蠹 (<i>Rhizopertha Dominica</i>)	成蟲為棕黑色小甲蟲頭下曲前胸前緣生有鋸齒	全上	全上
麥蛾 (<i>Sitotroga Cerealella</i>)	成蟲為淡灰色微小之飛蛾前翅尖端呈指狀絨毛特長	幼蟲蛀入貯藏穀粒（如米麥玉米等）中食害亦在田間為害	全上
行軍蟲 (<i>Cirphit Unipuncta</i>)	成蟲為灰褐色中形之飛蛾幼蟲綠色其兩面有三條紋	嗜食玉米及其他禾穀類作物之葉	用毒餌誘殺之
金剛鑽 (<i>Earias Cupreoviridis</i>)	成蟲為黃綠色很小之飛蛾幼蟲灰黃色體生肉刺	幼蟲蛀入棉株嫩頭嫩莖及花蕾棉鈴等食害	摘花頭拾燬落果等
小地老虎 (<i>Agrotis Ypsilon</i>)	成蟲為中形灰色之飛蛾幼蟲黑褐色行動敏捷	幼蟲喜切斷棉菸草玉米豆類等之幼苗	堆草誘殺用白砒麥麩餵糖與水製成毒餌誘殺之
大地老虎 (<i>Agrotis Tokionis</i>)	成蟲為灰黑色中形之飛蛾幼蟲萎黃而微褐行動遲緩	全上	全上
棉蚜 (<i>Aphis Goseypii</i>)	成蟲稚蟲為黃綠色微小而軀軟之小蟲吻長	成蟲稚蟲吸取棉葉液汁	用棉油乳劑或菸草水噴殺之

紅鈴虫 <i>Pectinophora</i> (<i>Gosypiella</i>)	成蟲爲灰白色微小 飛蛾幼蟲淡紅色	幼蟲蛀食棉之花 部嫩纖維及棉籽	用 HCN 或氯化苦燻 蒸棉籽。
中國豆象 (<i>Bruchus</i> <i>Chinensis</i>)	成蟲爲棕褐色小甲 虫鞘翅短頂小而下 彎觸角鋸齒狀	幼蟲蛀入貯藏之 菜豆蠶豆中爲害	用 HCN 或氯化苦燻 殺之
豌豆象 (<i>Bruchus</i> <i>Pisorum</i>)	成蟲頗似前一種， 體形較大	幼蟲蛀入貯藏之 豌豆中爲害亦在 田間爲害	全上
豆莢菁 (<i>Epicanta</i> <i>Gorghmi</i>)	成蟲爲黑色中形甲 虫頭亦褐色	成蟲食害大豆等 之葉	捕殺或用砒酸鉛液以 殺成蟲
菸螟蛉 (<i>Chlovidea</i> <i>Obsoleta</i>)	成蟲爲黃棕色中形 飛蛾幼蟲黃綠色	幼蟲嚙食菸草之 嫩芽及葉	捕殺或用砒酸鉛毒殺
油桐尺蠖 (<i>Buzura</i> <i>Suppressaria</i>)	成蟲爲白色中形飛 蛾翅上有黃褐色波 浪形斑紋	幼蟲食害油桐葉 部	掘殺土中之蛹用砒酸 鉛或除虫菊等毒殺幼 蟲
茶毛虫 (<i>Euproctis</i> <i>Conspersa</i>)	成蟲爲飛蛾雌蛾黑 褐色雄蛾黃色	幼蟲食害茶株之 葉部	採除葉背卵塊捕殺幼 蟲清潔園地燈光誘蛾 枝間結草誘殺
茶蠶 (<i>Anaraca</i> <i>Bipunctata</i>)	成蟲爲暗黃褐色中 形飛蛾翅上有暗褐 橫波紋三條	全上	掘殺虫蛹捕殺成蟲及 幼蟲
甘蔗綿蛾 (<i>Ceretovacuna</i> <i>Lanigera</i>)	成蟲爲黑色小虫吻 長翅蓋過腹部	成蟲幼蟲吸食甘 蔗葉液其排洩物 遺留可誘致敵病	用毒魚藤肥皂液噴射

第五節 害蟲防治法

害蟲防治方法甚多，用栽培技術，用器械，用藥劑，以及生物防治法等等，都常有顯著的結果。現列舉重要方法數種於後：

1. 冬耕——冬耕可以將土地表面上的過冬昆蟲，翻入土中窒息而死，可以將地下較深處之虫蛹，翻至土面凍死，但在應用時應注意冬耕的深度和時期。

2. 作物的輪栽——因爲害蟲有一定的生活史，他的發生，有

一定的時期和寄主；如能選數種作物，加以適當的配合，使害蟲找不到适宜的寄主，或者發生時，沒有適合的寄主，那末害蟲就可以被消滅了。

3. 變更種植時期——如將作物種植的時期，提早或延遲，躲過了害蟲發生的時期，也是很有效的辦法。例如在重慶種菸草把移植期提早到二月初旬，到小地老虎猖獗時，莖已長大不易切斷，或者遲到四月以後，那時第一代的小地老虎已經過去，為害也就不多了。不過為適應氣候的限制，提早的結果好一些。

4. 清理農田殘餘物——因作物的殘餘物，常為害蟲棲息過冬之所，必須注意清理。通常雜草叢生，殘枝腐葉堆積之農田，較之清潔之農田中，害蟲特多，誠為極顯著之事實。

5. 利用天敵——昆蟲之天敵，如啄木鳥、瓢蟲、蛙、蜘蛛、以及寄生於昆蟲體上之蠅、蜂、及真菌等均應保護。

6. 藥劑毒殺——用藥劑殺蟲，要看昆蟲的口器種類而定；本書不擬詳述，但最常用的毒物，可介紹數種如下：石油，尼古丁，除蟲菊，巴黎綠，砒酸鉛，砒酸鈣，氰酸氣，二硫化炭，硫磺，樟腦等等。當然每種藥品各有其不同的施用法的。

