

農藝植物學

湯文通著

大學教本

農藝植物學

湯文通著

新農叢書

新農出版社印行

趙連芳博士序

概觀宇宙形成不離三大要素曰大空曰千古曰生物天之所覆地之所載日月所照萬物育焉大千世界種類繁多達爾文曠觀萬有格物致知而天演競爭適者生存之學說以成。

細察生物之形態構造及其生理功用各有不同學者予以分類命名化繁為簡由科而屬而種而亞種自然系統以立惟是生物變異雖多其原因不外遺傳與環境二類凡變異之呈諸內者曰因子型形諸外者曰現象型因子型與現象型之區別厥賴現代遺傳學及細胞學以闡明之蓋自染色體研究與遺傳因子學說倡明以後一切物種由來自亞種而品系而生物小型均已彰彰明甚矣。

回憶神農嘗百草之性質顯以開發利用為目標東西學者繼起初對經濟植物之生理生態其他一切生長習性之研究頗深繼對農藝植物脂肪澱粉蛋白質纖維諸質之生產利用尤多致力他如育種抗病等項研究更不厭其詳晚近以來營養學識日漸豐富故對植物品種所含之礦物質維生素等成分益加推崇並從而選擇改良推廣利用以濟民生此植物學研究之趨勢已由靜而動由描寫而實驗由自然繁衍而入創造途徑人為萬物之靈旨在斯乎！

湯文通先生隨余研究教學有年其道德文章固已知之有素近著農藝植物學一書行將公諸於世允為農藝學員之優良讀本爰引天演進化遺傳分類及現代農作物之研究動態畧誌數語以為之序。

凌立博士序

農藝作物經人為之馴化栽培，其利用價值雖有增進而基本之性狀則仍與野生植物無殊。舉凡植物學之一切法則原理，無不可應用於農作物。故欲求農作物品種及栽培之改善，亦惟植物分類形態生理遺傳等基礎知識是賴。作物學雖為應用科學，實以理論植物學為根基。惟今之習農藝學者，則多偏重於知識之應用，而於生物及理化等科學上之基礎，每感未足。捨本逐末，輕因重果，致從事於試驗研究者難求創見，致力於實際工作者，亦惟以陳習自封。究其原因，多由於缺乏以農作物為對象之中文植物學參考書，為補此缺憾，此本書之所以編著也。

本書著者湯文通先生，精治農藝之學，主講作物學於各大學者十餘載，據其教學研究之經驗，編著本書，雖以普濱斯之農藝植物學一書為藍本，而兼採近年來國內外研究之成果，更益以作者自身之見解，書成而後，應聘來台復博覽，日人關於熱帶農作物之文獻，予以補充，故本書之精深淵博，實足備吾國學子之參考。余與湯先生羈旅海島，朝夕相晤，深佩其治學之勤與夫持身之潔，今以本書屬序於余，因誌數語，亦以紀年來相聚之鴻爪也。

前

言

農業改良之對象大多為經濟植物故不明經濟植物之形態生理遺傳分類與用途，烏足以談改良農業。

編者感於近來農科學生植物學基礎之薄弱，匪特不辨稻稗，即詢以種子與果實之界說亦間有不能置答者。又一般之普通植物學教本於農科學生多未能盡合實用。民國三十年春遂與葉常豐先生計畫以 W. W. Robbins 所著 *Botany of Crop Plants* 為藍本編一農藝植物學，以充選修普通作物學學生之課外讀物。惜人生聚散靡常，僅合編至第八章即各東西分散工作無形停頓。民國三十二年編者在福建協和大學課普通作物學，益覺此書之需要，乃繼續編寫。幸底於成付梓之前，承國立台灣大學日籍植物學教授正宗嚴敬及台灣省農業試驗所馬駿超繆進三兩技正細心校閱，第十八章甘蔗且蒙蔗作專家駱君驕博士、台灣蔗苗繁殖場王啟柱場長於百忙中校閱，編者皆衷心感激。萬維先生為編製名詞索引，楊方平先生代抄寫原稿，相助實多。又台灣省農林處處長趙連芳博士、台灣省農業試驗所所長凌立博士，各賜序文，為本書增光，不鮮。謹誌於此，以表謝忱。

謹以此書紀念友愛之先兄

農藝植物學

目 錄

趙連芳博士序

凌立博士序

前言

第一編 通論

| | |
|--|----|
| 第一章 種子植物體 | 1 |
| (一) 主要部分(1) (二) 形式及大小(1) | |
| 第二章 植物體內之基本構造 | 3 |
| (一) 器官及組織(3) (二) 植物細胞(3) (三) 植物細胞之構造(3) | |
| 第三章 根 | 6 |
| (一) 根系之發育(6) (二) 根之任務(6) (三) 環境對根系性質之影響(6) | |
| (四) 根之一般特性(7) (五) 根之生長位置及其分類(7) (六) 根之構造(7) | |
| (七) 根之壽命(10) | |
| 第四章 莖 | 11 |
| (一) 莖之外部形態(11) 1. 枝系之發育 2. 芽 3. 莖之通性 4. 莖之伸長 5. 根據莖之生長場所而分類 (二) 莖之構造(15) 1. 幼嫩雙子葉植物之莖 2. 雙子葉植物之維管束 3. 雙子葉植物莖之擴大生長 4. 單子葉植物之莖 5. 莖之機械組織 6. 莖之功用 | |
| 第五章 葉 | 20 |
| (一) 葉之發育(20) (二) 葉之各部(20) (三) 葉之種類(20) (四) 葉之功用(20) (五) 葉之構造(20) (六) 尋常葉之功用(21) | |
| 第六章 花 | 22 |
| (一) 模式花之各部(22) (二) 花之發育(22) (三) 授粉(23) (四) 受精(23) (五) 胎座之着生(24) (六) 花之對稱性(24) (七) 花各部彼此間之位置(25) (八) 花各部之聯合(25) (九) 不完全花(25) (十) 花序(26) | |
| 第七章 果實種子及幼苗 | 27 |
| (一) 種子之發育(27) (二) 果實之發育(27) (三) 果實與種子之區別(27) | |
| (四) 果實之種類(27) (五) 種子之發芽(27) | |
| 第八章 植物之分類及定名 | 29 |

(一) 生殖器官與營養器官在分類上之不同(29) (二) 植物之類別(29) (三) 植物界(30) (四) 植物定名法(31) 1. 學名 2. 學名之紀實性 3. 學名便於普通性

第二編 名論

第九章 禾本科植物-----33

(一) 植物習性(33) (二) 根(33) (三) 莖(34) 1. 通性 2. 倒伏 3. 分蘗作用 4. 生有鱗莖之禾草 5. 具有根莖之禾草 6. 具有匍匐性之禾草 (四) 葉(36) 1. 通性 2. 生長 3. 鱗片與花苞 4. 葉舌 5. 葉耳 (五) 花序(36) (六) 小穗(37) (七) 授粉(38) (八) 果實(38) (九) 禾本科之系統史(38) (十) 似禾本科植物(39) (十一) 禾穀類(39) 1. 重要禾穀類植物屬之檢索表 2. 穀實類幼苗檢索表

第十章 小麥-----42

(一) 植物習性(42) (二) 根(42) (三) 莖(42) (四) 葉(42) (五) 花序(42) (六) 小穗(42) (七) 花(42) (八) 人工異花授粉(43) (九) 受精及子實成熟(43) 1. 胚 2. 胚乳 3. 子實皮 (十) 成熟期(45) (十一) 成熟子實(45) 1. 果皮層 2. 種皮 3. 珠心層或外胚乳 4. 胚乳 5. 蛋白質層 6. 澱粉質胚乳 (十二) 胚(47) (十三) 麥麩(48) (十四) 硬粒與軟粒(48) (十五) 小麥之製粉(49) (十六) 小麥之發芽(49) (十七) 重複發芽(50) (十八) 小麥生長期促短處理(50) (十九) 小麥之分類(51) (二十) 小麥之來源(55) (二十一) 小麥生長環境(57) (二十二) 小麥之用途(58)

第十一章 大麥-----59

(一) 植物習性及根莖葉(59) (二) 花序(59) (三) 小穗及花(59) (四) 開花及授粉作用(61) (五) 授精作用及子實之成熟(61) (六) 大麥之成熟子實(61) (七) 子實顏色(62) (八) 大麥之發芽(62) (九) 大麥之分類(62) (十) 栽培大麥之由來(63) (十一) 大麥生長環境(64) (十二) 大麥之用途(64) (十三) 釀酒方法(64)

第十二章 燕麥-----66

(一) 植物習性(66) (二) 根(66) (三) 莖(66) (四) 葉(66) (五) 花序(66) (六) 小穗及花(66) (七) 開花及授粉(67) (八) 受精及子實成熟(67) (九) 成熟子實(67) (十) 燕麥之發芽(68) (十一) 燕麥之分類(68) 1. 燕麥分類檢索表 2. 物種及染色體數目 (十二) 野燕麥(69)

- (十三) 燕麥之來源(69) (十四) 燕麥生長環境(70) (十五) 用途及成分(70)
- 第十三章 黑麥..... 71
- (一) 植物習性及根(71) (二) 莖及葉(71) (三) 花序(71) (四) 小穗(71) (五) 開花授粉及受精(71) (六) 子實之成熟及成熟之子實(71) (七) 黑麥之發芽作用(71) (八) 分類及來源(72) (九) 小麥黑麥雜種(72) (十) 生長環境(72) (十一) 用途(72)
- 第十四章 蜀黍..... 74
- (一) 生長習性及根(74) (二) 葉及莖(74) (三) 花序(74) (四) 結實小穗(74) (五) 雄性小蕊(75) (六) 開花及授粉(75) (七) 果實(75) (八) 分類及品種(76) (九) 來源(78) (十) 生長環境(78) (十一) 用途及化學成分(78)
- 第十五章 粟類植物——粟黍稷真珠粟稗..... 80
- (一) 真珠粟(80) 1. 莖 2. 葉 3. 花序 4. 小穗及花 5. 授粉 6. 成熟子實 7. 品種 8. 來源 (二) 黍稷(81) 1. 莖 2. 葉 3. 花序 4. 小穗及花 5. 授粉 6. 成熟子實 7. 品種 8. 來源 (三) 粟(82) 1. 莖 2. 葉 3. 花序 4. 小穗及花 5. 授粉 6. 成熟子實 7. 分類及其品種 8. 來源 (四) 稗(83) I. 通常稗 1. 習性及莖葉 2. 花序小穗花及果實 II. 日本稗 (五) 生長環境(84) (六) 用途(84)
- 第十六章 玉蜀黍..... 85
- (一) 植物習性及根(85) (二) 莖(86) (三) 葉(86) (四) 花序(87) (五) 雌小穗(87) 1. 卵子形成 2. 花絲 (六) 雄小穗(88) 1. 雄穗之開花 2. 花粉 (七) 授粉(89) (八) 花粉管之發芽與生長(89) (九) 受精(90) 1. 胚之發育 2. 胚乳 3. 直感 (十) 成熟子實(91) (十一) 兩性花(92) (十二) 玉蜀黍之由來(93) (十三) 分類(94) (十四) 玉蜀黍自花受精之影響(95) (十五) 子實澱粉與其他澱粉之區別(95) (十六) 種子之發芽(96) (十七) 生長環境(96) (十八) 成熟時甜玉蜀黍之化學變化(97) (十九) 溫度對於成熟率之影響(97) (二十) 用途(98)
- 第十七章 稻..... 99
- (一) 習性及根(99) (二) 葉(99) (三) 莖(101) (四) 花(101) (五) 子實(104) (六) 開花習性(104) (七) 栽培稻之來源(105) (八) 稻作品種分類(106) (九) 日本型及印度型之鑑別及其在分類上之意義(110) (十) 稻之染色體數(111) (十一) 稻之生態與環境(111) (十二) 稻作之土宜(113)

(十三) 用途及化學成分(113)

第十八章 甘蔗..... 114

- (一) 植物習性及根(114) (二) 莖(114) 1. 莖之形態 2. 莖表皮之構造 3. 節
4. 生長帶 5. 根帶 6. 芽之一般形態 (三) 葉(119) 1. 葉片 2. 葉鞘
3. 葉環 i. 肥厚帶 ii. 葉舌 iii. 葉耳 (四) 花序(126) 1. 花軸之解剖 2. 小穗
3. 花 4. 小穗及花之發育 (五) 開花及授粉(131) (六) 受精作用及種子之
發育(131) (七) 種子及種皮之構造(131) (八) 分類(133) (九) 氣候與土宜(134)

第十九章 梯牧草及其他..... 137

- (一) 梯牧草(137) (二) 雞脚草(137) (三) 康地其踏草(137) (四) 牧場皇
后(139) (五) *Poa Nemoralis*, L. (139) (六) 小糠草(139) (七) *Festuca*
Pratensis, L. (139) (八) 宿根黑麥草(140) (九) 意大利燕麥草(140) (十)
燕麥草(140)

第二十章 百合科植物..... 141

- (一) 通性(141) 1. 習性及根 2. 莖 3. 葉 4. 花序及花 5. 果實及種子
(二) 蔥屬(141) 1. 形態習性及地理分佈 i. 根 ii. 莖 iii. 葉 iv. 花序 v. 花 vi. 果實 vii. 種
子之發芽及幼苗 viii. 地理分佈 2. 大蒜 3. 韭蔥 4. 細香蔥 5. 分蔥 6. 大蔥
7. 洋葱頭 i. 性狀 ii. 歷史 iii. 分類 iv. 成分 v. 用途 (三) 石刁柏屬(146) 1. 性狀
2. 本屬之經濟價值 3. 普通石刁柏 i. 根 ii. 莖 iii. 葉 iv. 花 v. 果實 vi. 地理分佈 vii. 品種
viii. 用途

第二十一章 豆科植物..... 150

- (一) 通性(150) 1. 習性 2. 葉 3. 花序 4. 花 5. 果實 6. 根瘤 7. 種子
(二) 豌豆屬(152) 1. 特性概述 2. 豌豆之分類 3. 生長環境 4. 用途及成熟時
化學成分之變化 (三) 菜豆屬(154) 1. 特性概述 2. 地理分佈與物種 3.
龍爪豆 i. 特性 ii. 分類 4. 菜豆 (四) 蠶豆屬(156) 1. 特性概述 2. 地域分
佈 3. 比較不普遍之物種 4. 蠶豆 5. 箭筈豌豆 6. 冬假扁豆 (五) 山豆
屬(158) (六) 車軸草屬(158) 1. 特性概述 2. 地域分佈 3. 白車軸草 i. 特
性概述 ii. 地域分佈及用途 4. 愛爾賽車軸草 i. 特性 ii. 地域分佈及用途 5. 深紅
車軸草 i. 特性概述 ii. 地理分佈及用途 iii. 生長環境 6. 紅車軸草 i. 形態習性 ii. 地
域分佈 iii. 生長環境 iv. 用途 7. 中型車軸草 (七) 苜蓿屬(162) 1. 特性概述
2. 地域分佈 3. 紫苜蓿 i. 根 ii. 莖 iii. 葉 iv. 花序 v. 花 vi. 授粉 vii. 影響種子產量之因素
viii. 果實 ix. 地域分佈 x. 紫苜蓿之品種 xi. 生長環境 xii. 用途及生產 4. 天藍 5. 紫斑
苜蓿 6. 棘苜蓿 (八) 香草木樨屬(166) 1. 特性概述 2. 香草木樨屬之物種 3.

農藝植物學

第一編 通 論

第一章 種子植物體 (The Seed Plant Body)

植物界中之最下等者為菌藻植物(Thallophytes或Thallus plants),如黴菌(Molds),香蕈(Mushrooms),塘藻(Pond scums),海草(Sea weeds)等其組織甚為簡單,純由葉狀體(Thallus)組成,無所謂根莖葉與花。種子植物(Seed plant)則不然,其構造至為複雜,由業已分化之各部組合而成。自菌藻植物以迄種子植物,其間尚有若干中間型苔蘚植物(Liverworts Hepaticae)其一也。

(一)種子植物體之主要部分(圖1): 植物體之各部分,依其功用可分為兩類,(1) 司營養機能者(Vegetative activity), (2) 司生殖機能者(Reproductive activity)。種子植物之莖葉及其根之主要功用為延續其個體之生命,然有多數種子植物如馬鈴薯、石刁柏、甘蔗及萹萮等,可藉營養器官以行繁殖。

上述分類法乃以生理為依據,吾人亦可根據種子植物體之構造區分為二系如次:

1. 枝系(Shoot system): 包括莖葉花果實及種子。莖普通生於地面上,亦有生於地下者。葉有尋常葉(Foliage leaves),花葉(Floral leaves)及鱗葉(Scale leaves)之別。

2. 根系(Root system): 普通根伸入土中,亦有懸游於水中及空中者。

種子植物之根莖葉及花常有變態而不易辨別者,例如豌豆之卷鬚(Tendrils)在形態上即為葉之部分,馬鈴薯之塊莖(Tuber)乃為變形之莖部,甘藷之塊根則為變形之根部。

(二)種子植物體之形式及大小: 世界上種子植物之大小及形式差異甚大,浮萍(Duck we-



圖1. 種子植物體主要部分之圖解 (仿 Holman 及 Robbins)

eds)體小形簡浮生於池面其葉甚簡或全缺發生一小根或數小根花極小僅有雌雄蕊各一但美國加州所產之大稀桫(Giant sequoias)內有一株名雪門將軍(General sherman)者高達85公尺幅廣31公尺。

吾人通常因種子植物形式與生長習性之不同而分為喬木(Trees)、灌木(Shrubs)及草本(Herbs)三種前二者為木質後者含水質較少故枝幹柔軟喬木有主幹由主幹所分旁枝高度不等灌木亦有小主幹但其分枝皆由基部生出大小相等吾人研究植物之各種形式試將卵形之蘋果樹與圓錐形之松柏或杉(Spruce)作一比較或觀察圓筒形之王蜀黍植科及生育繁茂扁卵形之紫苜蓿其差異為如何又觀大多數種子植物固屬垂直向上生長然亦有匍匐地面如草莓蛇莓等者亦有藉他物以支持其莖葉如葡萄者。

第二章 植物體內之基本構造 (Fundamental Internal Structure of Plant)

(一) 器官及組織 前言種子植物體可分成不同之部分此等部分各有其特殊之功用稱為器官例如與吸收作用有關之部分稱為吸收器官(Absorptive organs), 與生殖作用有關之部分稱為生殖器官(Reproductive organs), 餘類推根系為普通種子植物之主要吸收器官花中之雄蕊與雌蕊為其生殖器官吾人若用顯微鏡研究各器官之構造則知此等器官係由一種或數種不同之細胞所組成器官中每種細胞有一共同來源及職務稱為組織(Tissue), 例如花中營生殖機能之雄蕊由薄膜組織(Parenchyma tissue), 輸導組織(Conducting tissue)及表皮組織(Epidermal tissue)等數種不同之組織所合成若將各組織作進一步之分析則知皆由極小單位所謂細胞(Cell)者所組成。

(二) 植物細胞 細胞之發現應歸功於 Robert Hooke 氏氏英人以製造透鏡為業彼於1667年以顯微鏡研究軟木栓之薄片發現該物由極小之空室所合成且空室之形狀及大小頗相類似彼此密接此等小空室有如蜂房故氏遂以"Cell"名之此名雖由植物學者沿用迄今然實欠妥切因多數植物之細胞其形狀並不類似蜂房也但今日植物學上仍沿用之氏之發現因在生物學史上開一新紀元然細胞真實之性質內部奇異之構造及其微妙之作用均賴後人之繼續努力而漸加闡發。

細胞為植物之構造單位 植物以細胞為組成之單位正如房屋以磚瓦為組成之單位植物之組成除細胞及細胞之產物外無他, 凡根莖花葉無一非由細胞及其產物所構成, 但此並非謂植物各部皆有生命不過無生命之部分亦係由細胞中有生命之物質所產生耳。

細胞為植物之活動單位 植物之活動皆在細胞之內部因其中含有生命之物質所謂原生質(Protoplasm)是也極簡單之植物僅一個細胞稱為單細胞(Unicellular)植物此個體雖僅一個細胞然亦能進行吸收呼吸消化同化及生殖等機能故不特其個體之生命即其種族之生命皆能賴以保持也植物之稍高等者例如數種藻類之個體因由數個以至數百個構造功用相同之細胞所組成而稱為多細胞(Multicellular)植物此等植物體中每個細胞自成單位其活動各不相涉若與鄰近細胞脫離仍能生存繁殖更高等之種子植物含有數種不同之細胞其構造及功用均相懸殊, 但彼此間有互相依賴之勢, 不以簡單藻類植物之細胞雖然, 即使其為種子植物其體內每個細胞仍自成單位其活動與鄰近細胞並不相涉, 由此可知植物之生理活動單位(The physiological unit of Plant)即為細胞。

(三) 植物細胞之構造(圖2): 植物細胞之大小及形狀雖千差萬別, 然所有植物之細胞基本構造則完全一致植物細胞含有原生質之生活物質固閉於無生命之細胞膜(Cell Wall 有時稱細胞壁)內植物生活活動之進行如水分鹽類之吸收, 食物之製造, 消化作用, 生長作用以及生殖作用等無一不受原生質之指揮與節制細胞膜係細胞內原生質之分泌物所形成用以保護原生質體(

(Protoplast)故細胞有一定之形狀原生質之外限即毗連細胞膜處形成薄膜一層稱為原生質膜(Protoplasmic membrane, Ectoplasm或Hyalooplasm),往往無顆粒而呈透明原生質膜與細胞周圍薄層之原生質係半滲透性(Semipermeable),故細胞外之物質能否進入細胞內,或細胞內物質能否透出,具有極大之關係設將一植物組織浸入較細胞液濃度為大之糖溶液中(或鹽溶液中),則細胞液內水分透過原生質膜而流出,原生質膜遂脫離細胞膜而收縮成為一團即所謂原生質分離(Plasmolysis)。例如以紫萬年青(Rhoeo discolor)或鴨跖草(Tradescantia)之葉背表皮細胞置入3%之蔗糖溶液中,不久即發生此種現象。細胞核位於細胞之中心,為一種比較濃密的原生質物因周圍以本體所形成有生命之核膜(Nuclear membrane),內含一個至多個小而較暗之核仁(Nucleoli)。細胞核外面之原生質稱為細胞質(Cytoplasm)。由是吾人可知原生質體為原生質膜細胞質及細胞核三種主要部分所構成,原生質內有充滿細胞液之空隙,此種空隙稱為空胞(Vacuole),然吾人勿以此不甚適當之名稱而誤以原生質之細胞液空隙為真空也。空胞在幼細胞中小而且多,細胞年齡增大則結合而成較大之空隙,至老細胞時則為一大的中央空胞。細胞質與細胞核被擠貼於細胞膜,一切空胞均為原生質所包圍。

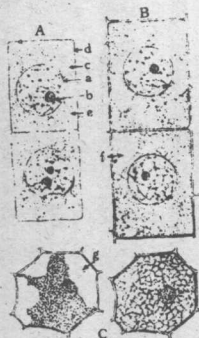
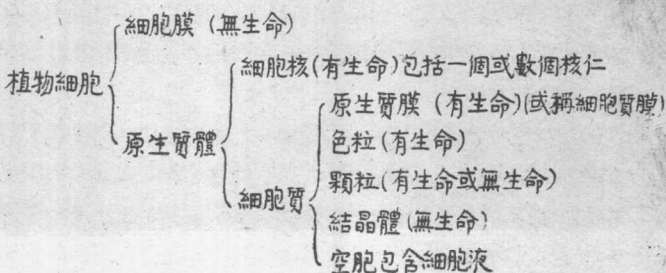


圖2 植物細胞之構造 (仿Stevens)

- A. 洋葱根尖之幼細胞
 - a. 核膜 (Nuclear membrane)
 - b. 核仁 (Nucleolus)
 - c. 細胞質 (Cytoplasm)
 - d. 原生質膜 (Protoplasmic membrane)
 - e. 色粒 (黑粒)
- B. 離根尖稍遠較老之細胞
 - f. 空胞 (Vacuole) 該細胞已增大
- C. 紫鴨跖草 (Tradescantia zebrina) 之表皮細胞
 - 右: 示自然狀態
 - 左: 示浸入濃溶液其細胞液被吸出, 原生質與膜壁分離而成原生質分離現象
 - 5. 含有使原生質分離之溶液

細胞質中懸有特造之生命體即色粒(Plastids)是又有無數之顆粒(Granules), 乃為有生命物質與澱粉粒或蛋白質等不溶性食料。細胞質具有不溶解結晶鹽類, 主要者為草酸鈣(Calcium oxalate)。茲表列細胞內部組織如次:



細胞膜 細胞膜為原生質之產物幼小時大多為純粹纖維質(Cellulose)細胞長大後細胞膜漸臻緻密堅厚並加入木質(Lignin)木栓質(Suberin)、角質(Cutin)、及膠質(Pectin)等物質遂顯呈各種不同之理化性質。

色粒 色粒為原生質體之特化物散佈於細胞質內大小形狀各異由其色澤之不同區分為三種(1)無色粒(Leucoplastids)無色、(2)葉綠粒(Chloroplastids)綠色、及(3)有色粒(Chromoplastids)色黃橙或紅。

細胞核 一切主要細胞均有一固定之細胞核!但如視細胞核即為生命之泉源實乃錯誤細胞中各部均屬重要惟細胞核更為重要耳設用人為方法將細胞核及細胞質分離則細胞死亡。細胞核之構造至為複雜其存在似為刺激呼吸作用所必需。又細胞分裂諸步驟中即含有細胞核之明確而堪稱奇異之變化且就吾人之推斷遺傳性狀之決定係在細胞核上一種特別物質——染色質(Chromatin)。

原生質 1840年 Hugo von Mohl 氏即謂植物細胞內膠黏物質為細胞生命所寄託膠黏物質如被移去則細胞不復有生命之存在至1850年 Ferdinand Cohn 氏更作實驗的證明證實不但在植物細胞內有生命物質(原生質)即在動物細胞內亦有生命物質(所謂“Sarcodé”)。

吾人試取一小塊原生質置於顯微鏡下而觀察之則見其為一種半透明之膠狀粒形物頗似蛋白質原生質為一有生命而且非常複雜之化學物質但除吾人所知構成普通物質之元素外迄今尚無他種特殊元素發現又其元素之精確排列與性質亦未確定而其由具有複雜性質之蛋白質與水溶劑所構成則無疑義。在原生質之乾物質中蛋白質佔二分之一或三分之二餘者為脂肪糖分及其他碳水化合物有機酸有機鹽與若干礦物質。

第三章 根(Roots)

(一) 根系之發育 植物之根系乃指根之全部而言吾人探究各種根系之發育情形可由種子開始試將水中浸透之麥粒豆粒或茶葉剖視之則見種子內部已形成一幼根圖3示小麥發芽之三個月時期伸出最早者為原始根(Primary root), 原始根(基部為根鞘所包圍)穿過根鞘(Root sheath 或 Coleorhiza), 衝破種皮而出旋伸出二條側根(Lateral roots), 此等最初發生之根合稱為原始根系(Primary root system) 或臨時根系(Temporary root system), 又因此等幼根當種子在胚芽時期業已存在故又稱為種子根(Seminal roots), 第二次發生之根較種子根稍高由莖基部之節環生而出小麥永久根(Permanent roots) 之第一圈常發生於土面下2.5公分左右, 而與播種深度無關(見圖4), 在第一圈之上部又發生第二圈如是繼續發生支根密布以造成細緻根網凡與小麥相類似之根系稱為纖維根系(Fibrous root system), 如圖5。

植物之根並非直接由種子發生, 亦非種子根之分枝者稱不定根(Adventitious root), 小麥及其他禾穀類(Cereals) 與禾草(Grasses) 等之纖維根系實際上皆為不定根, 不定根系可在各種情形下生長, 試將洋蔥球莖置於地上, 則其莖部即生不定根, 若將蘋果楊柳(Willow), 覆盆子(Raspberry), 天竺葵(Geranium) 和蘭麗麥(Cannation), 菊(Chrysanthemum), 玫瑰及其他經濟植物之一年生切條(Cutting) 插入潤濕之砂土中, 則不定根可自切條生出發育而成該植物之特種根系, 甚至數種植物之葉片一經切破或葉脈受傷後, 亦能發生不定根, 如海棠(Begonia), Glexinias 及 Bryophyllum 是也, 黑頂覆盆子(Black-cap raspberry) 及懸鈎子(Dewberry) 之莖梢能藉其自身重量向地彎曲於是發生不定根而獲得立足點(着生點), 迨莖梢之新根長成即可自莖切斷以供繁殖稱為芽苗(Sets), 草蓆之莖為纖細之匍匐莖(Runners), 其莖節亦能發生不定根。

植物中如茶葉(Beet), 蘿蔔(Raddish), 蕪菁(Turnip), 防風(Parsnip) 及胡蘿蔔(Carrot) 等, 其根系與上述情形大不相同, 如茶葉種子發芽時其原始根生出後一直向下生長, 側根稀少, 故其原始根系即由一主根及少數側根組成, 此根系之主根稱為圓錐根(Tap root), 能繼續伸長, 並發生側根及細根(Rootlets) (圖6), 非如小麥原始根系必中途死亡, 而另生不定根以代之也, 茶葉大部份為一膨大圓錐根, 常深入土中, 深度達1.2-2.1公尺, 上部側根最粗, 其在土中之分佈近水平狀態, 然範圍甚廣, 盤旋於0.5-1.0公尺以內, 下部之側根較向下垂, 其生於主根尖端者幾與主根平行, 凡如茶葉, 蘿蔔, 蕪菁, 防風, 胡蘿蔔, 蒲公英及紅苜蓿等作物之根系, 皆稱為圓錐根系(Tap root system)。

↳ (二) 根之任務 根系之功用為吸收支持及貯藏, 幼嫩之根附生根毛甚多, 大部份為吸收根, 迨植物稍長, 新吸收根繼續生長, 舊根堅厚而木質化, 遂成為主要支持器官, 茶葉, 胡蘿蔔, 蕪菁, 防風, 甘藷及蒲公英等之根為常見之貯藏根, 此類植物所積食料雖為其個體或種族計, 然人類食料亦大部分取給於是, 又馬鈴薯之地下膨脹部分(即塊莖)並非根部, 實為莖部, 此將於下章討論之。

(三) 環境對根系性質之影響 吾人常見生長於良好土壤之植物, 其根部生長旺盛或細根非

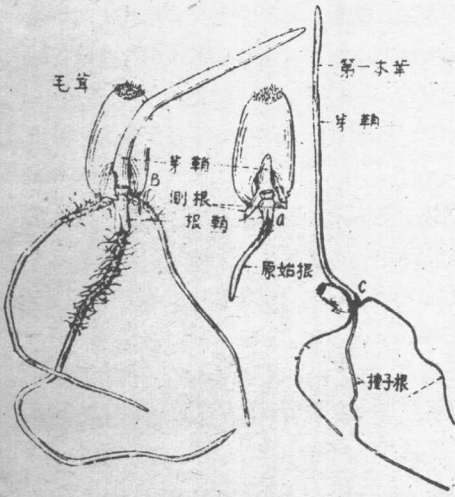


圖3. 小麥種子之三個發芽期

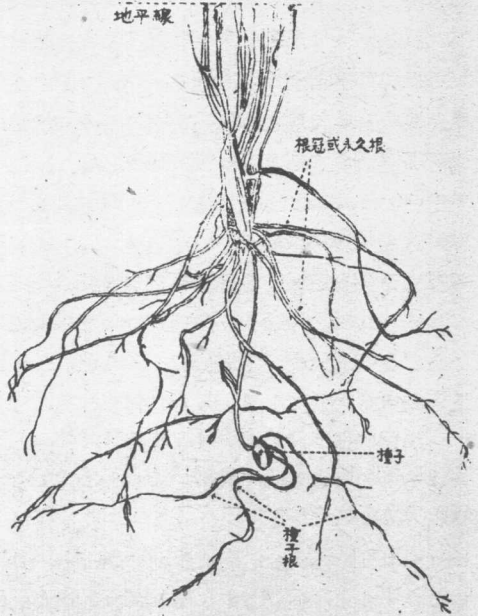


圖4. 小麥永久根發生之地位

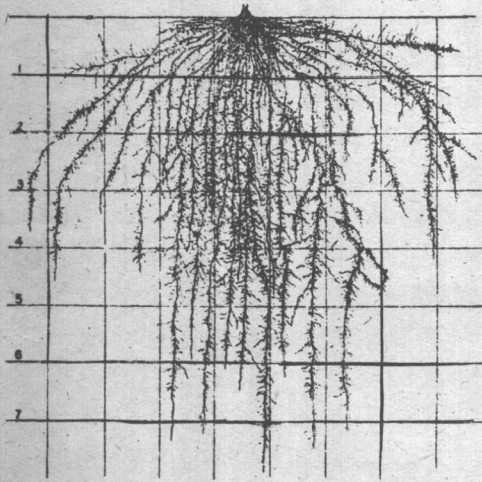


圖5. 玉蜀黍(Zea mags)之纖維根系
(數字示呎數) (仿Weaver)

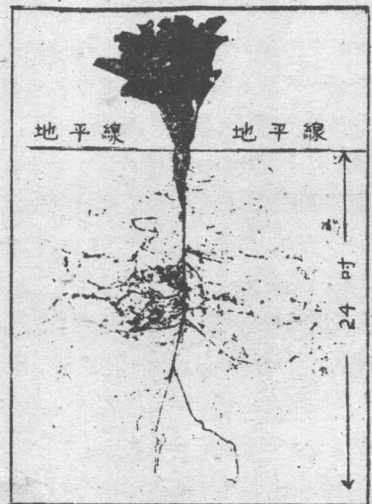


圖6. 菘菜幼苗之圓錐根系

常發達王蜀黍栽培於疏瘠土壤時則上層之側根系發達根系之形狀能因移植而改變之此項作業輒使根系受傷結果遂成緊密狀沙漠中之植物通常有異常發達之根系其伸入土中之深度甚大濕地植物及喬木則僅發生淺短之根系根系每因水分供給之數量及方法不同而改變其形狀如如果木生長於上層乾燥之土壤中則根系深入土中若地下水接近地面則根系多分佈於表土故根系之性狀常可視為決定土壤情形之指數(南針)。

(四)根之一般特性 吾人已知種子植物由數部分組合而成且各部分之性狀多少各不相同根與其他部分比較其特性頗為顯著根之發生分枝無一定規則(初生根除外)故與莖不同除少數例外根部不能生芽根之生長點有根帽(Root cap)保護之(圖7)而莖之生長點則為初生葉或為變形葉(幼芽鱗片)所遮蔽關於根之其他性狀將於後文詳論之。

(五)根之生長位置及分類 根大部生長土中此種根稱為土根(Soil root)。吾人每以植物根系係生長土中正如枝葉之在空中但一切根並非皆生於土猶一切枝葉非全生於空中也根除土根外尚有水根(Water roots)與氣根(Air roots)。

浮游水面之植物如浮萍及水仙(Water hyacinth)之根即為水根水根僅有少數支根無根毛以表面上之細胞行吸收作用氣根則兼具吸收與支柱之作用在空中並無分枝入土後則感生分枝植物之具氣根者頗多如王蜀黍蛇葡萄(Virginia creeper)熱帶蘭(Tropical orchid)榕樹(Banyan)及其他無花果類(Ficus)是王蜀黍除具有地下根外尚有氣根稱為支柱根(Prop 或 Brace root)。此項氣根生於密接地面之節部向下斜伸榕樹之氣根通常甚大從遠離地面之枝幹生出向下伸長迨穿入土中即堅牢不拔其地上之粗重枝幹遂藉以支持。

(六)根之構造 試取一幼根縱剖面置顯微鏡下觀之將如圖7所示根尖被覆粗糙結合之細胞此種保護構造稱為根帽根帽之上為細胞繁殖最速地點乃生長而有活力之細胞所組成是為生長點(Growing point)當根帽尖端剝脫時新生之細胞隨即填充。

構成生長點之生長活力細胞形成一種組織稱為原始分生組織(Primordial meristem)此處之細胞仍為分生組織細胞僅已分化為三部。(1)最外圍之新細胞為

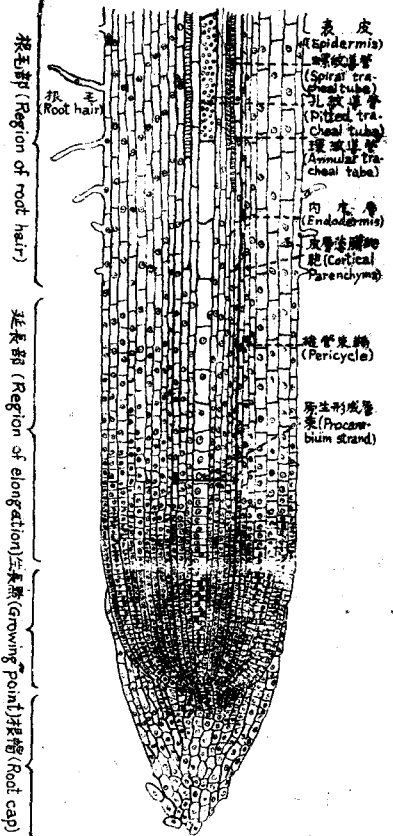


圖7. 大麥根尖中部之縱切面 (仿 Holman and Robbins)

原始皮層(Protoderm), (2) 橫斷面之中部作環狀排列之細胞為原始形成層(Procambium), (3) 此二層間為基本分生組織(Ground meristem)從幼根成熟部分更可詳分為以下各組織: (1) 表皮(Epidermis), 由原始皮層而來, (2) 皮層(Cortex), 由基本分生組織而來, (3) 中柱(Stele或Central cylinder), 包含(a)維管束鞘(Pericycle)或稱內鞘來自基本分生組織為中柱外層之組織, (b)木質部(Xylem)及(c)韌皮部(Phloem), 二者均來自原始形成層皮層及表皮極易自粗韌纖維所組織而成之中柱剝離。

皮層(圖8)係由多層圓筒形薄膜細胞所組成, 此種細胞不相密接中有空間(細胞間隙, Inter-cellular spaces)最內部之皮層稱為內皮層(Endodermis)根毛由表皮細胞向外伸長而成中柱通常為數層細胞(維管束鞘)所圍與內皮層相鄰接在中柱內之維管束其木質部與韌皮部彼此交互排列木質部為司導水之維管束, 位於橫斷面之中部外圍分數股作輻射狀韌皮部柔軟為司運輸食料之維管束則位於各股之間木質部與韌皮部之間為一層或數層薄膜細胞所分隔中柱之最中央部為大而疏鬆之細胞所組成稱為髓(Pith或Medulla)。

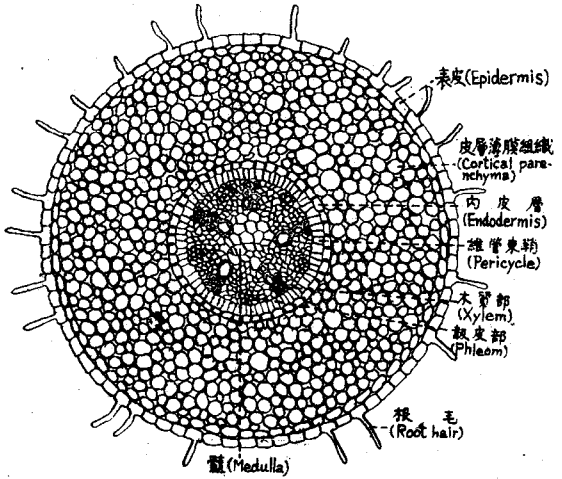


圖8. 雙子葉植物根毛部之橫斷面 (仿Holman and Robbins)

支根(Side root或Branch root)由中柱之外緣(內鞘或維管束鞘)伸出經過皮層與表皮(圖9)。此種支根之生成方法即為根之特徵至莖上之枝則從皮層外部生出(圖10)故或謂支根為內生原始(Endogenous origin), 枝為外生原始(Exogenous origin), (單子葉植物除外)。

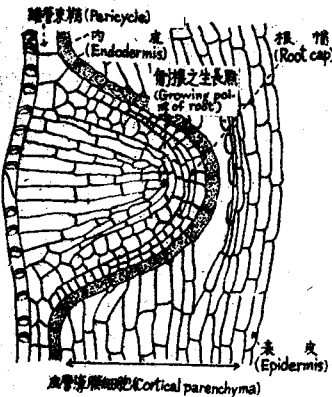


圖9. 側根(支根)之發生 (仿Van Tieghem)

根漸長大新木質部與韌皮部遂形成久則變為強韌而木質成為有效之支持器官。

根毛(Root hair) 根毛為植物之吸收器官。普通植物自土中吸道之水分, 須彌補發散於空氣中之水分, 並供新生質生成之所需。吾人每謂根為植物之吸收器官, 此語誠然, 但並非根系所有部份均能吸收水分及養分, 事實上各種物質皆自根毛吸入而根毛僅在極細之根尖有之, 故根毛可視為植物之真

正吸收器官，試將草本植物自土中拔起見有無數絲狀細根自支根生出，此等極細之“毛根”(hair root)或誤認為根毛，然用擴大鏡詳細考察則知根毛乃生於毛根之上，而根毛僅能於最幼嫩之細根上見之。

根毛圈(Root hair ring) 細根之發生根毛僅限於一定範圍，此範圍稱為根毛圈。將種子置於浸濕之吸水紙上發芽，則根毛顯為顯明根毛圈狀，如一層白色絨衣，無根毛部分則否。根毛圈之長度自數公厘至數公分不等。幼苗生長土中者，其根毛圈附着土粒一層，極為明顯(圖10)。根毛生長均為水平狀態，閉成包圍姿勢，密接土粒以吸收其表面附着之水分與溶質(水分與溶質形成薄膜圍繞土粒)。根毛具有黏性，並略有包圍土粒之勢，故細根之根毛圈上輒附一層土粒。根毛不能長成，普通之根生命甚短，少僅數日，多則數週。根毛圈後端之根毛絡續死亡，其前端另生新者，不斷予以補充。

根毛之構造 根毛為表皮細胞向外伸長而成(圖10)狀如細管，常因土粒阻力而呈彎曲，長度約1-8公厘，胞壁甚薄，為純粹之纖維質，壁之內部輒附着一層原生質，胞核之地位多在尖端，中部有一大空胞，滿貯細胞液，胞液含有水分及已溶解之無機物質。

環境因子對於根毛發育之影響 植物氣生根及水生根大部無根毛，如松柏(Conifers)及槲櫟(Oaks)等，其根部雖生長於土中，然為一種菌類所圍繞(菌根生長Mycorrhizal growth)，故亦無根毛。普通生長於潤濕土壤之根，根毛極為稀少。玉米之根在潤濕空氣中發生根毛甚多，在水中則否。濕土及水中所以不能發生根毛者，大部由於氣之供給不足(濕土中之空氣間隙充滿水分)。普通作物於空氣流通之土中方能發生多數根毛。中耕之目的，即欲使空氣得與根相接，觸果樹輒因土壤淤塞致死，林木常以牲畜踐踏園地，致根部空氣供給斷絕而受害，為吾人熟知之事。土壤溶液太濃，亦常抑制根毛之發達，高溫及低溫皆不利於根毛生長。在濕氣充分之環境，不論有無光線，根毛生長均佳。

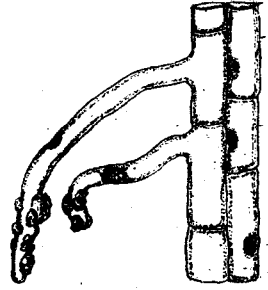


圖10. 根毛與土粒之關係

(七)根之壽命 根僅能生存一生長季節者，稱一年生(Annual)根，如禾穀類之小麥、燕麥、大麥、黑麥、玉米、稻、高粱及其他普通作物如蕎麥、豆類、豌豆、蕃茄、瓜類等，皆是。根能經二生長季節者，稱為二年生(Biennial)根，普通二年生根如茶葉、甘藍、胡蘿蔔及防風等是。例如茶葉先由種子發芽生長而成，膨大肉質，維維根莖部縮短而成綠葉，此肉質組織內藏有多量食料，經冬後次春發出強健多枝之莖，高可達一公尺左右，然後開花結子，以致枯死而完成其生活史。冬小麥在栽培狀態下，乃係二年生草本。若喬木、灌木及某種草木之根能生存多年，逐漸長大，故其生長習性為多年生(Perennial)。根之壽命大部與枝系(即地上部)之壽命相同，然有多年生之地下莖，如鵝觀草(Quack grass)、加拿大薊(Canada thistle)等所生之根係一年生者。

第四章 莖

(一) 莖之外部形態

1. 枝系之發育 小麥發芽時原始根(幼根)最先露出,繼之以側根而成原始根系,幼莖同時伸長形成種科最先之枝系,再由莖端幼小生活細胞之增殖而繼續生長。

莖可分為數段,稱曰節間(Internode)(圖35),節間與節間連接膨大處稱為節(Node)節生葉。吾人如考察小麥之一生則見莖終止於花序(Inflorescence或花叢 Flower cluster)主桿自種子之胚莖(Embryotic stem)伸長,枝則生於主桿較下部之節,多數禾穀類植物之分枝乃生於莖最下節之葉腋內,此種分枝作用稱為分蘗(Stooling或Tillering)。禾穀類植物由主莖生分蘗,能由分蘗復生分蘗,在正常環境下每一種子恒有數十分蘗,小麥生長二三星期即可見芽(幼莖)三四個,各生於葉腋內,分蘗即此等變形物,由於主莖與側枝生長點之伸長,遂與花及葉構成植物之枝系。

2. 芽 芽乃未發育之莖(花芽除外),為一簡單之幼枝(Young shoot)通常如蘋果或桃之枝條,節間伸長甚大,又生長迅速之徒長枝(Water sprout),節間長達數吋,芽為一非常幼小之枝條,其節少而特短,由此一枝之芽移接於他一枝(砧木 Stock)之生長組織(形成層)上,得繼續生長之事實,證明之園藝上常應用此芽接方法以改良果樹,頂端之芽常為層疊鱗片(芽鱗 Bud scale)所保護,此種鱗片乃葉之變形物(新見解不認芽鱗為變形葉),裸芽(Naked bud)則不被鱗片,常見於熱帶潮濕地之本木植物,且為草本植物之特有形態,如葫瓜等。

3. 芽之分類 依芽之性質可分為(a)葉芽(Leaf bud), (b)花芽(Flower bud)或果芽(Fruit bud), (c)混合芽(Mixed bud) 三種,吾人剖開一葉芽,則見一着生多數小葉非常短小之軸或莖,因葉芽為一短枝能逐漸發育為生葉之枝,故亦稱枝芽(Branch bud),新枝之頂端及葉腋均生嫩芽,與成長已久者無異,又吾人如剖視花芽,則見一幼花或數小花,例如梅之芽具一花至五花不等,常為二花及三花混合芽,含有花與葉,例如蘋果短果枝(Spurs)之頂芽即是。

倘欲就外觀以別花芽與葉芽殊非易事,但在某種情形下,二者確有一種不同形態,例如蘋果之果芽(其實為混合芽)厚而圓,葉芽則較纖小,梅之花芽係側生,常成30角,葉芽則緊貼於莖。

依芽在莖上着生之位置,又可分為(1)頂芽(Terminal bud), (2)側芽(Lateral bud, Axillary or side bud), (3)副芽(Accessory or Supernumerary bud), (4)不定芽(Adventitious bud)及(5)潛伏芽(Dormant bud)。

大多數莖之先端有一頂芽,通常為葉芽,但蘋果有時則為花芽,頂芽乃莖上各芽中之最健壯者,此可由頂芽所生之枝條恒長於側芽所生者之事實證明之,側芽着生於葉腋內,發育為側枝或花芽之並生於葉腋內或生於葉芽之上者稱為副芽,槭(Maples)及 Box elder 乃其著例,不定芽之着生恒無固定之部分,常不在葉腋內或莖之先端,莖受損害時不定芽常受刺激而發生,如切斷之枝條,無數副芽即生於切面之邊緣,潛伏芽着生於葉腋內,而有一定形式,但因某種關係雖已形成而不充

分發育此種潛伏芽在植物生活時深藏於樹皮之內，入於休眠狀態，久後偶亦有能活動萌茁於莖面者，考其來源似為內生(Endogenous)實為外生(Exogenous)，凡無一定次序之分枝雖或由潛芽發育而來大都則為不定芽所成。

根據芽在莖上排列之次序又可分為(a)互生(Alternate)芽(b)對生(Opposite)芽與(c)輪生(Whorled)芽三種吾人應知芽之排列與葉之排列相同蓋正常之芽乃着生並發育於各葉腋內也，且分枝方法乃由葉芽發育為枝條，因是植科之形式大部分為芽之排列所決定。

每節着生一芽者曰互生(圖11)，兩芽生於一節者曰對生若一節生兩芽以上者曰輪生。

芽之變異 此種變異常見於樹木品種間，例如同一株蘋果樹桃樹或柑橘樹之芽在若干重要點上常被此差異，此種差異可由移植之枝或芽生長為獨立之植科證明之。倘吾人作此處理將發現由不同芽而來之個體，其生長習性分枝形式葉之性狀色澤組織及果實生產力等之差異。

所有果樹幾全為芽繁殖(無性部分)而非種子繁殖(有性部分)。目下多數栽培之果樹即為芽變品種(Bud varieties或“Sports”)，在樹之某一枝上發現若干顯著不同者將該枝切斷而繁殖之遂成新品種。

3 莖之通性 吾人於冬季一檢多年生白楊之枝條如圖11所示，在頂端有一大頂芽剖視之則見內部幼葉重疊將來成為葉枝(Leafy branch)枝之長度乃芽之節間伸長結果側芽生於沿莖邊一定間隔，其為花芽或葉芽可剖開檢定每芽之下有半月形葉痕故知葉之排列亦即芽之排列如以擴大鏡檢視之則見葉痕面上若干小維管束痕(Bundle scar)維管束痕即為維管束經過木質莖(Woody stem)而入葉柄(Petiole)所留之痕跡，至花序痕(Inflorescence scar)乃為花叢

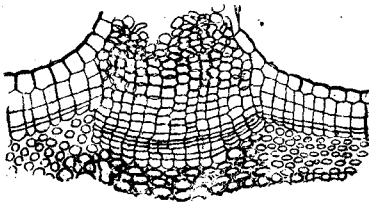
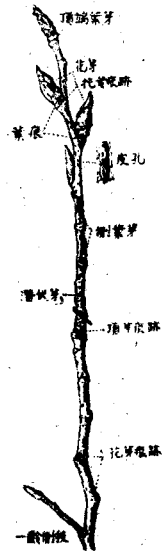


圖12. 接骨木皮孔之斷面 (仿 Strasburger)

落下遺留大圓 圖11二齡白楊之枝條(仿 Longyear)形或橢圓形之痕，於每花序痕下可得葉痕，小枝每年生長之長度可由痕環辨出，蓋環列頂芽而密生之芽鱗春日凋落遺留多數痕跡而密集為環狀是之故，二連續年之生長範圍遂為頂芽鱗痕所標記，吾人由此鱗痕環之數目，即可決定枝條年齡，如枝有一環乃示兩齡，兩環則示三齡，餘類推。

精密觀察枝條之外形將見皮上有多數白斑即為皮孔(Lenticels)皮孔(圖12)由多數疏鬆細胞所構成乃氣體出入通路除皮孔外樹皮能防止空氣之流通與水分之損失。

4.莖之伸長 芽為幼枝之縮形前已述及吾人於芽之縱剖面見有一圓錐形之生長點(幼莖)(圖13)其上着生多數幼葉幼葉係自一定間隙生出其排列及發育與成長小枝之葉一致生長點內含小節間頗多枝條之伸長乃為節數之增加與組成節間組織之細胞體積之擴大。

枝條之葉數通常在芽上早已固定絕少新生於生長季節值注意者枝之節間完成當年生長後來年即不復伸長故該枝條之增長係由頂端他節(Joints)增加舊節間長度固定之事可由一普通觀察以證明之即鉗入樹幹或小分枝之釘於樹增長時並未見其自地面升高惟節間雖不增加高度但能擴大其木質俗每誤信幼樹分枝必發生於樹幹近地面處俾當樹達成長時可將分枝高舉此種荒謬概念乃誤認枝條係隨莖之生長而升高也。



圖13 忍冬(Caprifolia)莖之頂部(仿Sinnett)

a. 幼莖 b. 成長後 c. 葉之原始體 d. 葉之原始體

5.根據莖之生長場所而分類 大多數莖之生長場所在空中吾人所見植物之莖幾皆從土中生出間有不着地上自他種植物獲得機械支持者此種植物稱為附生植物(Epiphytes)第蘭氏草(Tillandsia usneoides)又名西班牙苔(Spanish moss)似為種子植物中附生植物最佳之例生長熱帶潮濕地之多數蘭類植物亦屬附生植物。

若干植物之全部枝系皆在地下如蕨類是也。多類植物每兼具地上莖(Aerial stem)及地下莖(Subterranean stem),如加拿大薊具有橫生之地下莖由此更生地上枝而着生花及葉普通植物如馬鈴薯洋蔥及石刁柏亦有地上莖及地下莖。

水亦為莖之生長場所例如水蘊草(Elodea或Water weed) 眼子菜(Potamogeton) 及睡蓮(Water lilies) 等是。

6.變形莖(Modified stem) 在喬木及灌木所見枝條通常圓柱形確係莖之普通形態且吾人言念及此即以為其係植物之直立部分事竊上多數莖之生長亦傾向直立但非盡如是吾人如細察植物界即可發現若干植物之莖其形式迥異於普通植物初難辨其為莖惟細究構造與由來始能驗明也今將變形莖之種類列舉如下:

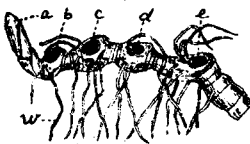


圖14. Polygonatum multiflorum之根莖(仿Strasburger)
a. 芽 b. 地上莖之痕跡
c, d, e. 前年地上莖之痕跡 w. 根

(1)根莖(Root stock或Rhizomes)(圖14) 此為地下橫生莖竹或藕最為適例根莖之節具有退化鱗葉側芽即從鱗葉腋內生出正如前述之枝條然(莖之模型)根莖由不受強韌鱗片保護之頂芽以伸長不定根生於節為傳播植物之有效器官乃種子以外之另一種繁殖方法通常地上莖來自根莖之側芽秋季即行枯萎而以根莖越冬保存生命故具有根狀莖之植物都為多年生植物多數令人厭惡之野草亦賴根莖以長存吾人固能阻撓野草結子但刈去其葉枝新枝仍由根莖發出

又如用移植器切根莖為數段每段能發生副根並着生枝葉，常常耕耘以毀滅野草之新枝且在一段期間內可使根莖纖維以乾至完為若干時日則視其貯藏食料之多寡為斷除草方法乃根據植物食料之製造係由地上部分含有葉綠素之細胞也。

(2)塊莖(Tubers) 塊莖為肉質地下莖，馬鈴薯(Irish potato)為佳例通常馬鈴薯之塊莖常被認為非莖莖致其發育察其構造則將無疑，吾人種植一片馬鈴薯時幼芽(Sprouts)即由芽眼(Eyes)生出此等具有節節間及鱗葉之幼芽顯為橫生之地下莖(根莖)不久根莖之尖端開始增大卒成馬鈴薯故馬鈴薯可視為地下莖尖端之膨大物試考其塊莖則見一端有一頂芽四週有側芽(芽眼)近芽眼之處有細小鱗葉吾人在一細長形馬鈴薯上可以檢得其芽眼作螺旋式之排列塊莖之原有表皮漸死代以木栓層(Corky layer)其上生有皮孔就塊莖之切片觀察更可揭明其為莖之構造(少數地下莖有顯明之內皮層如馬鈴薯等)普通莖分樹皮木質及髓三要部馬鈴薯顯其此三部詳見圖15故吾人確信其為一變形莖也。

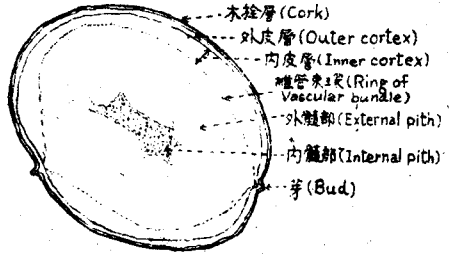


圖15. 馬鈴薯塊莖之橫斷面

(3)鱗莖(Bulb) 鱗莖為地下莖，洋葱可為代表(圖16)就洋葱之中部作一縱剖面可見一小圓錐形之莖莖上着生無數葉片(鱗葉)已藏豐富食料上部有頂芽鱗莖內有時或生側芽鱗莖為直立莖異於根狀莖之水平生長者。

(4)球莖(Corms) 球莖為短小堅實直立之地下莖荸薺(Eleocharis plantaginea)可為代表球莖頂底常為扁平底部生一叢粗厚纖維根頂部生一簇葉片球莖為貯蓄養分器官與鱗莖不同其鱗葉之數目極少而鱗莖則大部分為肉質鱗片。

(5)匍莖(Runner或Stolens) 匍莖為橫行地面之莖與根莖同草莓之匍莖其節上可

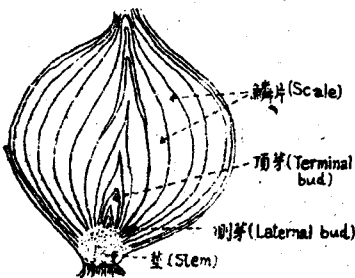


圖16. 洋葱鱗莖中節之縱斷面 (仿 Holman and Robbin)

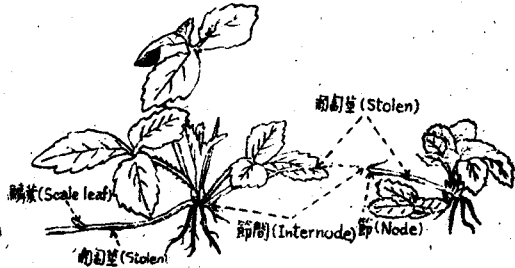


圖17. 草莓(Fragaria)之匍莖

見鱗葉每隔一節即生新地上枝及新根(圖17)。

(6)攀緣莖(Lians或Climbing stem) 若干植物之莖不能直立須攀緣他植物以獲得機械支撐者稱為攀緣莖攀緣之方法頗多如地錦有變成分枝之卷鬚能纏繞於其他物體上至若牽牛(Morning glory)蛇麻(Hop)等植物之莖在其他物體上作螺旋形纏繞則別稱為纏繞莖(Twining stem)蛇麻攀緣莖纏繞支柱向右旋轉此類現象稱為右旋(Dextrose)。

(7)針莖(Spines) 針莖為退化莖用以禦防動物之侵害如刺槐(Honeylocust)、山楂(Hawthorn)野葡萄(Wild crab)等是。

(二) 莖之構造

1.幼嫩雙子葉植物之莖 試取一

雙子葉植物幼莖之中部縱剖其生長點(芽)及生長點以下之較老部分而觀察之(圖18)吾人將見離頂芽生長點愈遠者則其莖愈老生長點之細胞大都相同形成一種組織——原始分生組織(未分化之組織)其外形固相似但有分化為各種組織之能力生長點稍下方之細胞則分化為三種重要組織(a)原始皮層(b)基本分生組織及(c)原始形成層此三部合稱初生分生組織或稱初生組織詳示於圖18之橫切面更下則愈分化而形成初生永久組織原始皮層發育為初生永久組織(Primary permanent tissue)中之表皮層(Epidermis),基本分生組織發育為初生永久組織皮層維管束鞘髓及髓線(Pith ray)或稱射髓(Medullary ray)至原始形成層則發育為韌皮部形成層(Cambium)及木質部有時原始形成層各束離生如不形成一環則韌皮部形成層與木質部構成一維管束(Vascular bundle)隨由基本分生組織細胞轉變而來前已述及乃大薄膜細胞所組成為在維管束以內之組織如莖內維管束分離排列不相連接(即原始形成層分離成束時各束單獨分化為一維管束)則各維管束間有薄膜細胞隔離組成寬條自髓輻射至維管束鞘即所謂髓線或射髓是其功用在於貯藏水與養分並將此等物質由莖之內部運輸至外部或由外部而至內部。

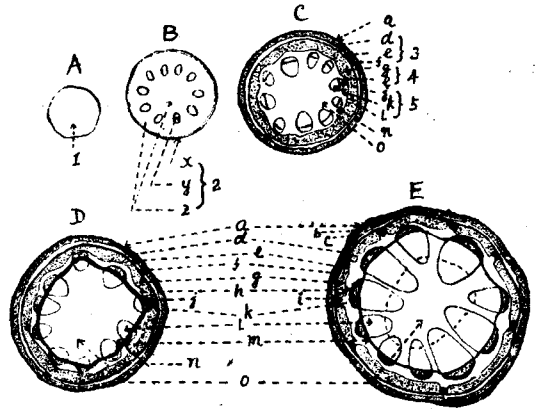


圖18. 馬兜鈴(Aristolochia)莖主要組織之構造

- A. 原始分生組織(1)
- B. 初生分生組織(2)
 - x. 原始皮層
 - y. 原生維管束
 - z. 基本分生組織
- C. 初生(永久)組織
 - a. 表皮
 - 3. 初生皮層
 - d. 角膜組織
 - e. 薄膜組織
 - f. 內皮層
 - 4. 維管束鞘
 - g. 纖維組織
 - e. 薄膜組織
 - 5. 維管束
 - j. 韌皮部
 - k. 韌皮部內形成層(初生形成層)
 - L. 木質部
- D. 初年莖(C之發育)
- E. 二年莖
 - m. 維管束間形成層
 - b. 木栓層
 - c. 木栓形成層
 - h. 薄壁組織
 - i. 石細胞
- n. 初生射髓
- o. 初生髓

成層各束離生如不形成一環則韌皮部形成層與木質部構成一維管束(Vascular bundle)隨由基本分生組織細胞轉變而來前已述及乃大薄膜細胞所組成為在維管束以內之組織如莖內維管束分離排列不相連接(即原始形成層分離成束時各束單獨分化為一維管束)則各維管束間有薄膜細胞隔離組成寬條自髓輻射至維管束鞘即所謂髓線或射髓是其功用在於貯藏水與養分並將此等物質由莖之內部運輸至外部或由外部而至內部。

2. 雙子葉植物之維管束(Dicot vascular bundle) 吾人如對雙子葉植物維管束之橫切面與縱切面作精密觀察,將見其韌皮部形成層及木質部三部分各為特種構造物所組成,茲分述如下:

韌皮部 韌皮部乃由篩管(Sieve tubes),伴胞(Companion cells)及韌皮薄膜細胞(Phloem parenchyma)組成,有時且有韌皮纖維(Phloem fiber)存在,茲分述其結構及功用如次:

(1) 篩管 每一篩管係由單細胞組成,伸展甚長,兩端之壁增厚,壁上穿戳小孔甚多(即篩板Sieve plate所在),形如篩,其功用為運輸可溶性碳水化合物(如糖)及蛋白質。

(2) 伴胞 由一行小形細胞組成,與篩管平行排列,而與之左右相連接,具有濃厚之細胞質及明顯之細胞核,故易與篩管區別,後者於一年之終,失去細胞核,但並未死亡,一般認為伴胞能擴張其勢力於篩管,使篩管得以進行類似必需細胞核之生命作用,確否尚無定論,裸子植物之韌皮部並無伴胞。

(3) 韌皮薄膜細胞 位於篩管及伴胞之間,畧作垂直伸展,體積極為有限,其功用為食料之貯藏或在莖上之短距離運輸。

(4) 韌皮纖維細胞 狹長,有厚壁,強韌而富彈性。

形成層 位於木質韌皮二部之間,由一行扁平細胞組成,細胞縱行引長,兩端細尖,自橫切面觀之作磚塊狀,壁薄,富原生質,能不斷分裂與生長,在莖竇上形成層,乃莖之生長部分,接枝時以接穗(Scion)嵌插於粘木(Stock)者,所以使二形成層彼此互相連接,此等形成層細胞有生長能力,經過相當時間,二者可合而為一。

木質部 維管束木質部之主要構造物為導管(Tracheal tube 或 Tracheae 或 Vessel),管胞(Tracheid),木質纖維(Wood fiber)及木質薄膜細胞(Wood parenchyma)。

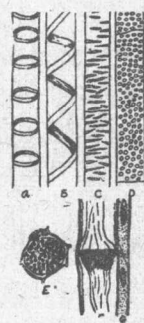
(1) 導管 或稱水管(Water-tube),係數列細胞之引長與擴大(由原始形成層之細胞發育)後所成之厚壁長管,其兩端之共同膜壁,完全或部分溶解,故聯成長管,導管之壁,因木質之層積而增厚,惟其厚度不一,故呈現下列種種刻紋:

(i) 環紋導管(Annular tracheal tubes) 木質積成如指環之纖維厚層。

(ii) 螺旋導管(Spiral tracheal tubes) 木質狀似鬆馳螺旋線。

(iii) 網紋導管(Reticulate tracheal tubes) 木質積成網狀刻紋。

(iv) 孔紋導管(Dotted or Pitted tracheal tubes) 木質堆積於內壁留



A. 環紋導管(Annular tracheal tube)

B. 螺旋導管(Spiral tracheal tube)

C. 網紋導管(Reticulated tracheal tube)

D. 孔紋導管(Pitted tracheal tube)

E. 篩管板及其相連伴胞之橫斷面

F. 篩管之縱切面

G. 二個伴細胞

圖 19. 維管束之主要部分(A-D仿Robbigs, E-G仿Strasburger)

有多數圓薄空隙使管上呈點紋或孔紋外形。

(2)管胞 管胞(圖20)密接甚緊形成堅強之支持組織(亦有螺旋環紋之管胞),由長形細胞組成兩端畧尖形如梭壁厚而木質化常有數緣孔(Bordered pits)。

(3)木質薄膜細胞 此種細胞之壁通常甚薄上有單孔(Simple pit)而無緣孔。

(4)木質纖維 木質纖維為兩端細尖而具有厚壁之細胞其上之孔以窄口之緣孔為最普通。



圖20. 管胞及其緣孔 (仿Robbin)

木質部之主要功用 木質部之各部功用分述如下:

- (1)導管: (a)從土中運輸水分及溶質至葉 (b)增強木質部之運輸機能。
- (2)管胞: 運輸及支持。
- (3)木質薄膜細胞: (a)貯存水分與養料 (b)作短距離之傳導作用。

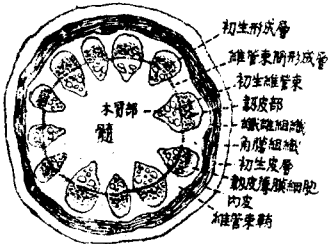


圖21. 馬兜鈴(Aristolochia)莖之橫斷面 (仿 Strasburger)

3. 雙子葉植物莖之擴大生長 多數植物之維

管束其始散處於中部之柔組織(初生髓線)細胞中,以後維管束間形成層(Inter-fasciculus cambium),將原來之維管束內形成層連接而成一形成環(Cambium ring)(圖2122),但多數草本莖以後尚有游離存在者。植物在生長第一年末期或第二年開始時,另有一種形成層所謂木栓形成層(Cork cambium)者,在外皮層發生分化故莖之擴大生長,乃包括維管束形成層及木栓形成層二者新細胞之產生與生長。維管束形成層可分化為木質部或韌皮部,或仍為形

成層,其地位不變每一形成層細胞從一層細胞(嚴格言之形成層之細胞只有一層)作切線式之分裂,若從分裂而來之內向細胞變為一主要木質部分即後生木質部(Secondary xylem),則外向細胞通常仍為形成層,反之,外向細胞變成一主要韌皮部分即後生韌皮部(Secondary phloem),則內向細胞保留為形成層,因此之故由於維管束環形成層細胞之分裂,新木質部增加於舊木質部之外,新韌皮部則增加於舊韌皮部之內,莖遂擴大生長。

此外尚有少數新生之細胞並不成為木質部或韌皮部之組織(即存在於維管束中),而形成所謂維管線(Vascular ray)之構造,由當時所成之後生木質部連於同時所成之後生韌皮部,此種維管線之功用與前述之髓線相同,專司莖中水平式之運輸,但髓線係內連於髓部,而維管線則僅限於後生木質部與後生韌皮部之間,其數目顯係因莖之伸長而逐漸增多。

除木質部與韌皮部之產生使莖加寬外,木栓形成層細胞亦加入此種工作,木栓形成層細胞(係由與莖之切線平行之一層細胞分裂而來)產生木栓組織(Cork tissue)及後生皮層(Secondary cortex),故雙子葉植物之莖每年產生下列各部。

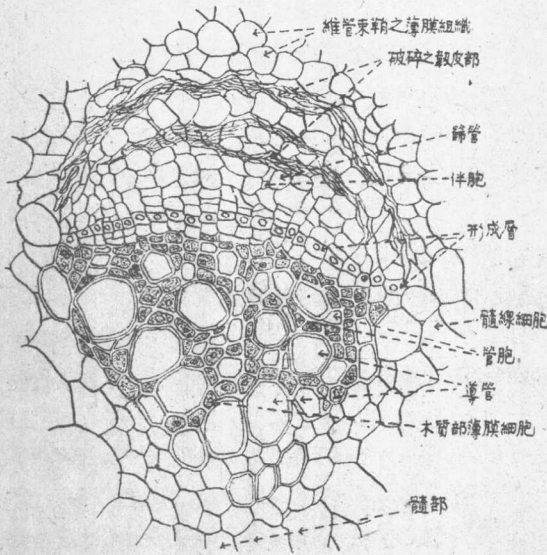


圖22. 馬兜鈴莖維管束之橫斷面 (仿Holman and Robbins)

- (1)木質部在舊木質部外方。
- (2)韌皮部在舊韌皮部之內方。
- (3)木栓在舊木栓之內方。
- (4)後生皮層在舊皮層之外方。

二年生雙子葉植物之莖有下列共通構造：(1)木栓(2)木栓形成層(3)後生皮層(4)初生皮層(5)初生韌皮部(6)後生韌皮部(7)維管束形成層(8)木質部(有新舊兩層新者除外)(9)髓(10)髓線(每條髓線有多列薄壁細胞由髓部達韌皮部之邊緣)

4.單子葉植物之莖(Monocot stem) 王蜀黍之桿可充單子葉植物莖之代表其橫切面見於圖23。維管束遍佈於基本組織內不似雙子葉植物者之排列成圈中心之分

佈較邊緣為稀。又大多數單子葉植物之維管束亦無形成層故每季並不產生新木質部與新韌皮部，故並不形成年輪(Annual rings)。莖之生長乃來自原始分生組織細胞本身體積之增大但有若干情形如朱蕉屬(Cordy line)及蘆薈屬(Alce)之莖確能產生後生組織。此等植物可於維管鞘或皮層之最內部發育形成層產生少量之後生組織。又單子葉植物維管束之構造亦異其維管束之周圍有一圈胞壁甚厚之機械組織木質部在向心的一端，韌皮部在離心的一端，木質部之主要細胞有二大導管位於維管束之兩旁，此二管中間有較小之管胞，韌皮部包括篩管與伴胞排列非常整齊，篩管與伴胞區別甚明。

5.莖之機械組織(Mechanical tissue) 木本莖之幼枝及草本莖均耐重壓能抵抗強烈之風雨其原因第一由於柔組織(Parenchyma)細胞含著水分而鞏固緊張，其次由於莖部對於外力之抵抗另有特別構造即中柱維管束之內外方或皮層及內鞘等部分，厚角組織(Collenchyma)或厚膜組織(Sclerenchyma)特別發達，尤其在莖之外緣此等機械組織呈圓筒狀或在角隅部作鋼骨狀之配置使莖部能耐受重壓或屈曲(圖19)。

年輪 木質部每年生長一年輪為通常所熟知者，年輪之寬窄因植物種別之生長速度而異，同種植物之年輪則因樹齡及生

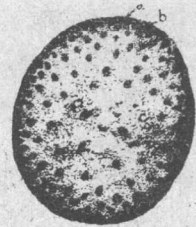


圖23. 王蜀黍莖之橫斷面
 a.表皮 b.皮層及維管束鞘
 c.基本組織 d.維管束(仿Stevens)

長季節之氣候情形而有參差。

木材形成於春天及初夏者與形成於晚夏及秋天者有顯著不同前者即所謂“春材”(Spring wood)導管大數目多，後者即所謂“夏材”(Summer wood)導管較小而數目亦少，但管胞及木質纖維較多，因此夏材較春材堅實。第一年夏材內之厚膜小細胞與第二年春材內之薄膜大細胞相接分成兩段，是為年輪。軟木通常指生長迅速有擴散狀孔(Diffuse porous)之木材，導管較小，體積相同，全年之生長速度均勻，並無顯著差異。硬木(Hard wood)則指生長較緩而有圈狀孔(Ring porous)之木材，顯有春材夏材之分，其夏材因管胞及木質纖維豐富，故比較堅硬。

樹皮 樹皮含有種種組織，老樹因其木栓形成層次，第在皮層之內部發達，死亡之外單組織逐漸增厚而被向外壓出，故樹幹之肥大成長，不斷進行，而樹皮遂生龜裂，或至剝落。各種樹木之特徵，在樹皮部亦可顯出，得據以識別樹木種類。木栓層代替表皮，能抵抗機械及菌害等之傷害，保護其內部組織，又其對熱傳導小，並有防止水分發散等之重要作用。

6. 莖之功用 莖之功用有：(1) 喬木、灌木及普通草木之莖，其重要功用係將自土內所吸收之水分及溶質向上運輸，並將枝葉內所造成之食料往下運輸；(2) 支持植物之其他器官，使花葉得以舒展，花通常生於莖上部，頗適於花粉及種子之傳播，葉於莖上所處位置，在求獲得充分陽光，以行使光合作用；(3) 貯藏食料、水分及各種廢質，例如蘋果、桃等多年生植物，冬時將其豐富食料積貯於髓、芒細胞、木質薄膜細胞及髓與木質部之相接部分內，有時積存於所有髓細胞、韌皮部或皮層內，仙人掌等沙漠植物能貯藏大量水分，若干植物之莖如馬鈴薯、塊莖、鱗莖、球莖及根莖為貯存食料之特殊器官；(4) 幼莖之外層已含葉綠素，亦能製造碳水化合物，功用與綠葉相同。

第五章 葉

(一)葉之發育 葉自莖端生長點向旁突出,最初並未呈現特種狀態,僅一團細胞而已(圖13),此團細胞即為葉原體(Leaf primordium),經分裂分化後葉方長成至於植物體胚中之最初葉片,形狀與已長成葉片相似。

(二)葉之各部 大多數之葉片得劃分為葉片(Blade)及葉柄(Leaf stalk 或 Petiole)兩部,但如豌豆及其他豆類之葉,在葉柄基部有兩片較小之葉狀構造物,稱為托葉(Stipules)(圖24),另有數種植物之葉片則缺葉柄而連生於莖上,是曰無柄葉(Sessile leaf),維管束自莖部伸出,經葉柄分佈葉身以形成葉脈(Vein)之網狀組織,葉脈之功用不僅輸運水分養分及食料,且為葉身柔軟組織之支架。

(三)葉之種類 葉之分類方法甚多,普通常見之綠葉稱為尋常葉(Foliage leaf),為一般植物製造食料之主要器官,有多種葉片不含葉綠素(Chlorophyll),故無製造食料能力,如地下莖之鱗葉,包於芽生長點之鱗葉,禾草類花序之花苞(Bract)及花瓣與雄雌蕊等,概曰變態葉(Modified leaf),以別於尋常葉。

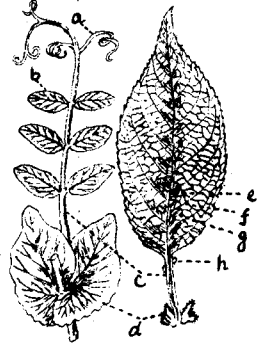


圖24. 豌豆之複葉及托葉之葉 (仿自丹義次)

a. 葉柄 b. 小葉 c. 葉柄
d. 葉托 e. 主脈 f. 側脈
g. 細脈 h. 蜜腺

(四)葉之功用 葉之功用有四,(1)製造食料(尋常葉),(2)保護(鱗葉)(3)生殖(花部)及(4)貯藏(如洋葱之內質葉 Fleshy leaf)。尋常葉有為平行脈(Parallel-vein)者,有為網狀脈(Netted-veined)者,平行脈之葉片,其脈平行而等長,有不明顯之細微橫脈聯絡之,若木草、莎草(Sedges)、燈心草(Rushes)、百合(Lilies)及大多數單子葉植物之葉皆綠之網狀脈,葉有少數顯明之細脈,由此分出無數支脈,形成網狀組織,蘋果、橡(Oak)、槭(Maple)、馬鈴薯、甘藍及其他雙子葉植物之葉屬之葉,又有單複之分,如蘋果、單葉(Simple leaf),其葉身並不分裂,豆類(Bean)、豌豆(Pea)、胡蘿蔔及防風之葉為複葉(Compound leaf)(圖24),其葉身分為若干小片,稱為小葉(Leaflets),吾人又可據葉之排列以分類,因芽通常皆由葉腋生出,故葉與芽之排列一致,亦有互生對生及輪生之分,葉之形狀大小、葉緣形狀、基部結構(Texture)、厚薄及表皮覆被物等皆有極大變異,其中數點將於後文論之。

(五)葉之構造 葉之構造以橫切面示之最宜(圖25),其上表皮(Upper epidermis)通常僅有細胞一層,其下為柵狀層(Palisade layer),乃由一列或多列細胞組成,此等細胞排列緊密,圓筒形,其長軸與葉面相垂直,柵狀層之下有海绵薄膜組織(Spongy parenchyma),其細胞不如柵狀組織之長形,排列疏鬆不規則,細胞間有甚多間隙(空氣間隙),海绵組織之下為下表皮(Lower epidermis)通常由單層細胞組成,柵狀組織細胞中充滿甚多葉綠體,海绵薄膜細胞組織細胞中較少,至表皮細胞對除氣孔之衛胞(Guard cells)外,概無葉綠體存在。

葉面常具各種特殊之附加物如毛茸(Hairs)、鱗片(Scales)蠟脂(Wax and resin)角質層(Cuticle)等附加物能防止葉面水分之損耗。

葉片構造之差異甚大上文所述係特指生長於適度水分中之雙子葉植物之葉而言。若水生植物則葉薄且無柵狀組織。木草類植物之葉亦缺柵狀組織。若干植物之葉其上下兩表皮間全為柵狀組織所充塞。旱區植物之葉片通常甚厚其增厚原因由於柵狀組織之增加層數一部份則係角質之極度增厚。

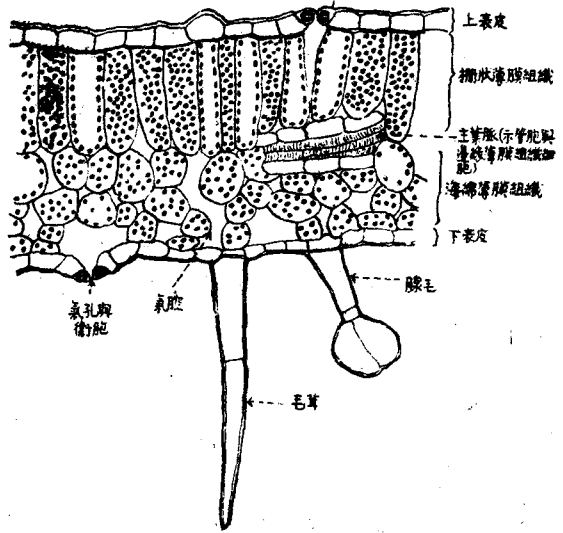


圖25. 馬鈴薯葉之橫斷面 (仿Holman)

(六)尋常葉之功用 植物因發育不良遭受病害或其他關係而致落葉者對於植物本身之損害甚大此為吾人所熟知之事。吾人可由植物鮮明之綠葉而推知其生長之旺盛。正如吾人容顏紅潤則身體健康。除少數例外通常植物之健康程度確視葉之色澤及其發育情形而定。

炭水化合物非綠色植物不能製造且僅限於含有葉綠素細胞植物之根與其他生於地下部分之細胞及距表面較遠而為光線所不能及之細胞皆不含葉綠素故無製造炭水化合物之能力。除幼嫩之莖及葉片含有少量綠色組織外所有植物體內之炭水化合物皆由葉片中具有葉綠素之細胞造成。綠色組織製造炭水化合物之現象稱為炭水化合作用(Carbohydrate synthesis)或光合作用(Photosynthesis)。植物體中所含其他複雜物質如脂肪胺類(Amides)及蛋白質之形成皆以炭水化合物為其基礎。明乎此植物葉片健全發育之重要可以想見。葉內之綠色細胞擔任炭水化合物作用外脂肪氨基酸蛋白質之合成亦大部分於其中進行。故吾人謂葉為製造食料之器官。洵非虛語。

葉又為植物之主要蒸散器官。植物所損耗之水分實際上全部由葉面逸去。尤其氣孔為其主要途徑。植物在健康生長情形之下有一連續不斷之細流(Continuous stream)即蒸散流(Transpiration stream)自根部運於葉片。

有若干多汁植物(Succulent plant)如龍舌蘭(Agave)俄羅斯薊(Russian thistle)鹽水草(Salt wort)景天(Stone crop)及其他植物之葉為水分貯藏場所。龍舌蘭之葉亦可積存食料。洋葱之肉質葉交互重疊能貯藏多量食料。其鱗莖即為着生此項肉質葉之短莖。

毛氈苔(Sundew drosera)及瓶子草(Pitcher plants,如Sarracenia及Nepenthes)之葉經高度變態而成特殊器官。不但能捕捉昆蟲且能消化而吸收之。

第六章 花

(一) 模式花之各部 就圖26所示模式花之各部可自外而內按序臚列如次。

1. 花萼 (Calyx) 由萼片 (Sepals) 組成通常綠色，當花芽時期花之各部均包藏其中。

2. 花冠 (Corolla) 由花瓣 (Petals) 組成通常為花之鮮艷色澤部分。

3. 雄蕊 (Stamens) 分花絲 (Stalk or filament) 及花藥 (Anther)

二部花藥着生於花絲之頂端內藏花粉粒 (Pollen grains)。

4. 雌蕊 (Pistil) 可分三部 (1) 子房 (Ovary) 即基端膨大部分 (2)

花柱 (Style) 即自子房延伸之細梗 (3) 柱頭 (Stigma) 在花柱之頂端，為承受花粉之處在子房內有一個或多數幼嫩胚珠 (Ovules)，長成後即為種子。

上文所述之模式花各部均連接於花柄之頂端此部稱為花托 (Receptacle or Torus) 花萼及花冠則合稱花被或花蓋 (Perianth) 各種種子植物之花種類繁多，其式樣大小顏色及各部分之形狀皆有極大之差異吾人將於第二編中詳論之。

(二) 花之發育 花各部之原始體 (Primordia) 生於幼嫩花托上成多數小突起 (圖27)，其發育之程序一定不變萼片最早花瓣次之雄蕊更次之雌蕊最後花之各部依此種程序發育者稱為內向發育 (Acropeta)，此雖為最普遍之情形，然亦有特殊者如數種芥菜 (Mustards) 花之原始體花瓣之發生最遲又如數種玫瑰花之雌蕊

原始體較雄蕊為早。

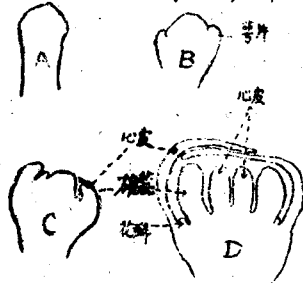


圖27 芥菜 (Shepherd's purse) 之發育

- A. 花萼各部原始體發生前之花軸頂部
- B. 萼片發生後
- C. 雄蕊已發生 心皮開始形成
- D. 花瓣及心皮原始體發生 (仿 Coulter and Chamberlain)

1. 雄蕊 通常花藥為花絲所支持，則有缺花絲者稱為無柄花藥，取未成熟之花藥而橫剖之則見內含四室，每室藏有數個花粉母細胞 (Pollen mother cells)，每個花粉母細胞通常分裂為四顆花粉粒，當花藥成熟時兩對相對之花粉室聯合而成兩個花粉囊，最後花粉囊破裂而使花粉外揚 (圖28)。

2. 成熟之花粉粒 花粉粒成熟時內有原生質一小團外有厚壁包圍之原生質內之主要部分為一管核 (Tube nucleus) 及一生殖核 (Generative nucleus)，通常當花粉發芽時，生殖核分裂為二個精子核 (Sperm nuclei) 或雄核 (Male nuclei)。

3. 雌蕊 雌蕊通常由子房花柱及柱頭三者組成，種子着生於子房內，試觀察單子房 (Simple ovary) 之橫剖面則見內有一室

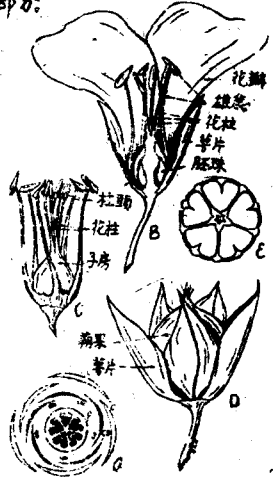


圖26 亞麻花

- A. 花之縱剖 c. 花萼, co. 花冠 s. 雄蕊
- B. 雌蕊
- B. 花之中部縱剖面
- C. 除去花萼及花冠之花
- D. 果實之外觀
- E. 果實之橫剖面

(Locule or chamber). 室之內壁上生一個或數個胚珠着生胚珠之組織稱為胎座(Placenta). 複子房(Compound ovary)通常具二室或二室以上(圖29). 每室有一着生胚珠之胎座吾人每將雌蕊分為單複二類單雌蕊只有心皮(Carpel)一片其上着生一顆或數顆胚珠複雌蕊則有心皮二片或二片以上心皮分離者稱為離心雌蕊(Apocarpous)如草莓(圖29)心皮聯合者稱合心雌蕊(Syncarpous). 如石刁柏(圖140).

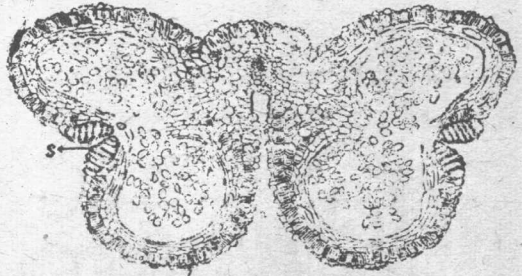


圖28. 百合花花藥之橫斷面(仿Couiter).
s 花藥間裂部分之變態表皮細胞

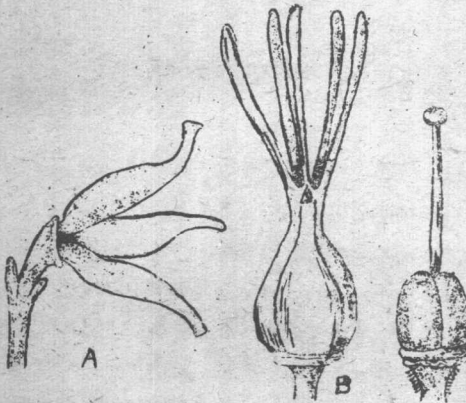


圖29. 雌蕊之型式
A. 合心雌蕊 B. 花柱分離之複子房
C. 花柱單一之複子房 (仿 Berg and Schmidt)

4. 胚珠 圖30示甫經受精作用之胚珠中部有一團組織稱珠心(Nucellus). 為內珠被(Inner integument)及外珠被(Outer integument)所包圍僅留一小孔稱為珠孔(Micropyle). 珠心之內為胚囊(Embryosac). 圖中所示之時期胚囊內含有八核, 即二個伴胞核(Synergids), 一個卵核(Egg nucleus), 三個反足胞核(Anti-podal nuclei)及二個極核(Polar nuclei)此八核在胚囊中彼此間之地 C 位大致如圖30所示.

(三)授粉(Pollination) 此為花粉由花藥傳至柱頭之步驟同一花朵之藥及柱頭

如彼此結合稱為自花授粉(Autogamy or close pollination). 若接合之花藥及柱頭來自同株植物之不同花中稱為同株異花授粉(Geitonogamy). 若花藥及柱頭生於兩株植物之花內者則稱為異株授粉(Xenogamy or cross-pollination)傳佈花粉之主要媒介為昆蟲風及水.

(四)受精(Fertilization) 圖30為單子房僅含一個胚珠者之縱剖面圖顯示花粉粒傳至柱頭上時胚珠發育之情形上文曾言成熟之花粉粒係一小團為厚壁所包圍之原生質內有三核為花粉粒之主要構造(圖31).

當花粉落於柱頭上即自柱頭表面吸收水分及養料而發芽伸出細長之管稱為花粉管(Pollen tube). 此管由柱頭向下伸長有時僅取一條管狀路徑常分泌一種酵素溶解其途中所遭遇之胞壁而吸收其中已消化之養料. 當花粉管生長時三胞核皆逼近管端而以管胞核為先導二雄精胞核(雄配子)隨其後最後花粉管達於胚珠且珠孔鑽入而與珠心接觸珠心之組織亦被穿通於是花粉管



圖30. 模式花之縱斷面

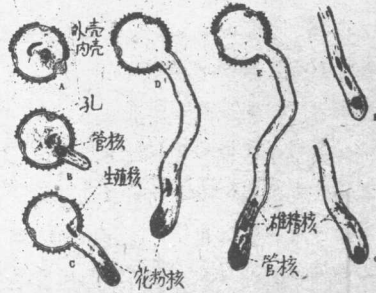


圖31. 花粉粒之發育與花粉管之發育

末端之胞壁溶解而放出二胞核於胚囊中管胞不久即被溶化雄精胞核之一與卵胞(雌配偶子)接合而形成接合子(Zygote)。接合子乃一團原生質融和後之核質其內含有父本性狀(Paternal characters)與母本性狀(Maternal characters)因花粉由父本而來卵細胞係母本所出也。所謂雄配偶子(Male gamete)即指花粉管內雄精胞核而言雌配偶子(Female gamete)即指胚囊中卵細胞而言此種雌雄配偶子之融合現象稱為受精。受精後之卵細胞經多次細胞分裂而發育為胚(Embryo)即幼植物也。二個伴細胞及三個反足細胞通常均於受精後解體另一雄精胞核與胚囊中之二極核接合故有雙受精之稱。此種三體融合(Triple fusion)之結果亦兼合父本與母本之性狀發育後即成種子中之胚乳(Endosperm)。受精後不獨胚珠(將來成為種子)隨即發生連續不斷之變化即子房壁(Ovary wall)亦同樣發生變化鑽入花柱之花粉管為數甚多,有達數百者,然具正常之機能者實居少數且能鑽入胚囊中以行授精作用者僅有一個花粉管其餘均未及完成使命枯萎而死故吾人可斷定每個能長成種子之胚珠必曾有一個而僅有一個花粉管伸入其中也。

(五)胎座之着生(Placentation) 前述胎座乃子房中着生一個或數個胚珠之組織維管束橫貫其中並發生分支達於胚珠中覆盆子(Currants)及醋栗(Gooseberries)之胎座着生於子房壁上稱為側膜胎座(Parietal placenta)。百合之胎座着生於子房中軸上稱為中央胎座(Central or axial placenta)至於胚珠着生於子房中央之花軸延長部分與子房壁間並無幅射隔膜為之聯合者稱為獨立中央胎座(Free central placenta)詳見圖32。

(六)花之對稱性(Symmetry of flower) 蘋果櫻桃或石刁柏之花可任意對半切之而成對稱之兩半(圖139)此項花器稱為幅射對稱(Radically symmetrical 或 Actinomorphic)或整齊花

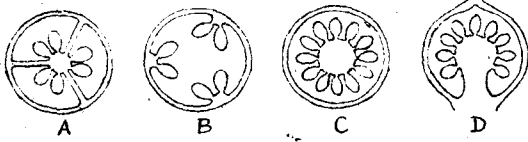


圖32. 胎座

- A. 中央胎座
- B. 側膜胎座
- C. 獨立中央胎座(橫斷)
- D. 獨立中央胎座(縱斷)

(Regular)豌豆及其他豆類之花則與此不同(圖159)因祇有一個平面可分之為對稱之兩半稱之為兩旁對稱(Bilaterally symmetrical 或 Zygomorphic)或不整齊花(Irregular).

(七) 花各部彼此間之位置(Relative positions of flower parts)

醋栗及覆盆子之子房着生於雄蕊花冠及花萼之下稱為子房下位(Inferior),其花稱為上位花(Epigynous, 生於雌蕊或心皮之上若芥菜之花萼花冠及雄蕊着生於子房之下花托之上稱為子房上位(Superior),其花稱為下位花(Hypogynous, 生於雌蕊之下)。又如蘋果及櫻桃之花適為二者之中間型其花瓣及雄蕊嵌插於花萼之周緣而與子房着生點幾在同一平面上此種情形稱為子房半下位(Half-inferior)或子房半上位(Half-superior)其花稱為中位花(Perigynous)(生於雌蕊之周圍)如圖33。

(八) 花各部之聯合(Union of flowerparts)

毛茛(Buttercup or Ranunculus)花之萼片花瓣雄蕊及雌蕊均分離而顯明,乃屬一種原始花式(Primitive flower type),然花葉之各部往往聯合一起(惟其密合之程度多少並不一致)如醋栗及覆盆子之萼片聯合成為萼管馬鈴薯之花瓣聯合成管狀花冠棉花之雄蕊花絲密纏成筒狀包圍於花柱之外部至於心皮聯合為一者實則更多如洋蔥蘋果柑橘等關於花各部之聯合或分離通常應用下列述語。

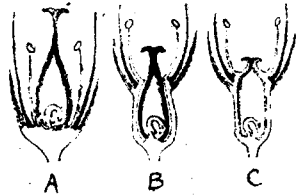


圖33. 子房之位置 A上位 B下位 C下位

| | 分 離 | 聯 合 |
|----|---------------------|--------------------|
| 萼片 | 離生萼片(Aposepalous) | 合生萼片(Synsepalous) |
| 花瓣 | 離生花瓣(Apopetalous) | 合生花瓣(Sympetalous) |
| 雄蕊 | 多體雄蕊(Polyadelphous) | 二體雌蕊(Diadelphous) |
| 心皮 | 離生心皮(Apocarpous) | 單體雌蕊(Monadelphous) |
| | | 合生心皮(Syncarpous) |

(九) 不完全花(Incomplete flowers)

前節所討論者乃就具有四組花器官之模式而言然事實上往往有缺少一組或數組者此種情形稱不完全花花之無花瓣者曰無瓣花(Apetalous),如蕎麥萼片與花瓣均缺者稱為無被花(Naked),如獨柳白楊(Cotton wood)。雌雄蕊為花中主要器官,大多數植物之花同時具備此二者,故稱為具備花(Perfect)或兩性花(Hermaphrodite),僅具雄蕊而無雌蕊者稱為雄性花(Staminate),僅有雌蕊而無雄蕊者稱為雌性花(Pistillate),雄性花與雌性花生於不同植株者稱為雌雄異株(Dioecious),此類植物之雄性花序(Staminate inflorescence)形態有似單性花序(Pistillate inflorescence)完全不相似者,如蛇麻有非常相似者如 Salt grass, Distichlis, 雌雄花序生於同一植株者,稱為雌雄同株(Monoecious),如玉蜀黍,其雄性花序為繖花(Tassel),

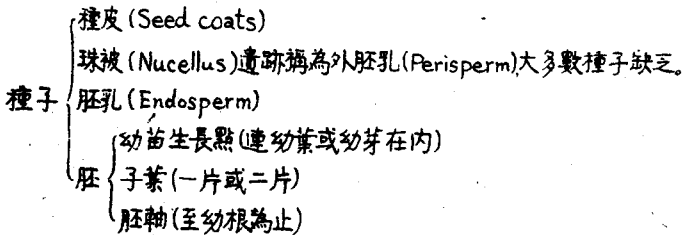
雌性花序為果穗(Ear)，二者外形極不相似。

(十) 花序 花序即花叢或花發之謂，花在花序上之排列及花序本身之形狀，因植物種類而不同，大別之可分為單頂花序(Simple)，無限花序(Indeterminate or racemose)，及有限花序(Determinate or cymose)三類。

單頂花序可用鬱金香(Tulip)及水芋(Calla)為例，其花柄之頂端僅有一花，芥菜及覆盆子可作為無限花序之代表，其花在基部及外部者先開，在上部及內部者後開，且花序之頂端能夠繼續生長，若甘藍及蘿蔔之花序基部之莢果(Pod)將近成熟而頂部之花正開放，此類花序包括總狀花序(Raceme，主軸引長，花有柄且長短相若)，複總狀花序(Panicle，主軸分枝各枝產生疏離之總狀式花序)，繖房花序(Corymb，平頂之花序——花之主軸引長，老花之柄長，新發育之花其柄短，故頂齊平)，繖形花序(主軸甚短，各花柄之長度相若，擴張如繖)，穗狀花序(Spike，有一伸長之主軸，花無柄)，及頭狀花序(Head，菊花即屬此類，各花集生於花托之上)，詳見第二編各章。有限花序先開內部之花，依次漸及於外部，花序高度即為頂花所限制，如雀綫草(Chick weeds)即是。

第七章 果實種子及幼苗

(一) 種子之發育 前章曾述花粉管內之雄精胞核與胚囊中之卵胞核融合後受精卵即連續分裂發育成胚。胚有全部或一部藏於胚乳中者，又有胚佔據種皮內之全部空間而並無胚乳者，如豆類是也。珠心組織之一部被發育中之胚所吸收，結果僅剩一層極薄之膜被壓縮於內珠被之裡部。珠被則硬化而成堅韌不易透水之種皮 (Seed coat)。珠孔在成熟種子上尚殘留一顯明之小孔。胚可分為三部：(1) 子葉 (Cotyledons)，一片或二片；(2) 胚軸 (Hypocotyl)，自子葉之下伸至幼根 (Radicule) 尖端；(3) 幼苗生長點，有幼葉數片聚成幼芽。模式成熟種子之各部可總括列表如次：



(二) 果實之發育 吾人對於受精作用所產生之刺激尚不十分明瞭。然受精不但能影響胚珠，且使子房亦發生變化。已成無庸爭辯之事實。受精後胚珠逐漸發育而成成熟種子，同時子房亦遂擴大。子房壁內亦發生化學與物理上之變化。子房壁即為果皮，可分成顯明之三層，即外果皮 (Exocarp)，中果皮 (Mesocarp) 及內果皮 (Endocarp)。是也。果實發育時，此三層果皮所發生之變化往往彼此不同。如櫻桃、梅、李之屬，外果皮為包於果實外部之一層薄膜，中果皮變為厚而多汁之肉質部，而內果皮則變為堅硬之核。

(三) 果實與種子之區別 就植物學上言，果實乃一成熟子房，其內部之種子與花部之遺跡皆包括在內。果實所含之種子或為一顆或二顆以上，如豆莢為一果實，其中所含豆粒即為種子。若果實為含一粒種子之乾果，則易與種子混淆，須加細別。例如蕎麥之瘦果 (Achene) 與禾本科植物之穀實 (Grain)，普通皆以種子稱之。然觀察其發育之經過與內部之構造，則均為真正之果實。不過果皮 (Pericarp) 極薄且僅包含一顆種子耳。

(四) 果實之種類 果實有乾燥之果皮者為乾果 (Dry fruit)，如殼果、瘦果、蒴果 (Capsule) 及莢果 (Pod) 等。乾果成熟後以一定方式開裂而散出種子者為開裂乾果 (Dehiscent dry fruits)，如蒴果、莢果及蓇葖 (Follicle) 等。乾果成熟後不以一定方式開裂者為不開裂乾果 (Indehiscent dry fruits)，如瘦果及穀實等。果實有肉質之果皮者為肉果 (Fleshy fruits)，如漿果 (Berry) 是也。餘容後文各章詳述。

(五) 種子之發芽 種子之發芽必先獲得充分之水分、氧氣及溫度。發芽最初之步驟為吸收水分及分泌酵素，俾貯藏中之食料得以溶化而供幼苗營養之需。貯藏食料之處或在胚乳，如穀實是，或在子葉，如豆類是。胚之初期生長乃藉貯藏中食料之供給。種子吸收水分而膨脹，胚即逐漸生長突破

種皮而露出幼苗與原始根有數種植物之種子發芽後其子葉能穿出土面而成各臨時葉或種子葉 (Temporary or seed leaves), 如豆類南瓜等此種葉片亦含有葉綠素故能任短期間之食料製造工作其後為真葉 (即尋常葉) 吸去一部分之食料乃逐漸縮小而落去有多種植物如木本科植物之全部其子葉留於土中並不鑽出故其初生之葉即為真正之尋常葉。

植物幼苗於初生根固定後即能自土中吸取水分與礦物質迨少數葉片發生即能自造食料而營獨立生活惟其初期發育全賴貯藏於種子中之食料通常謂大粒種子之品種能發生較強健之幼苗此蓋由於大粒種子中貯藏較豐富之食料故也。

第八章 植物之分類及命名

根據植物之構造及形態各歸其類而分為若干部門此種學問稱為植物系統學(Systematic Botany)古時學者曾將地球上所見之植物大體上分成數類其所用之方法不一或依自然或憑人為人為分類常以方便與否任意定一標準而不能表示植物間血緣之親疏例如吾人若根據花色分類則可將開紅色花之植物歸為一類將開藍色花之植物另歸為一類其他花色亦然又若根據植物之大小及習性則可分為喬木灌木及草本三類此法將使毫無血緣關係之植物集於一類而使有密切關係之植物分散於數類中人為分類法輒不顧及植物界之進化趨勢故學者均謂分類方法之優劣以其所表示生物進化趨勢及血緣親疏之精確程度為斷。

在植物系統學史上之前期分類方法大半偏於人為及植物知識漸增乃有新法以代替舊法且新法皆以勝於舊者植物之有自然分類法(動物亦然)開端於Linnaeus氏基於1735年發表名著自然系統學(Systema Naturae)其後繼起者有De Jussieu(1789)、De Candolle(1819)、Eichler(1883)、Bentham與Hooker(1826-1883)、Engler與Prantl(1890-1896)、Bessey(1907)與Schaffner(1911)近則有Hutchinson(1926)及Diels(1936)二氏。

(一) 生殖器官與營養器官在分類上之不同 高等植物中之生殖器官與營養器官有顯然不同之點生殖器官較營養器官不易受環境影響往往兩個品種之營養器官差異甚大而其生殖器官則非常相似如草蓴蘆葦之生長姿態既不同營養器官亦大異然其花之構造則大致為同一方法在另一方面營養部分之形態彼此極為相似之兩種植物其自然血統關係往往甚為疏遠而生殖器官大相懸殊此等情形即示營養器官雖受環境因子影響而發生極大之變態但生殖器官則不易受此影響植物之生殖器官因其有此種固定性故對於研究某二種植物間之真確關係至有價值此所以在植物分類上佔最重要之位置也。

(二) 植物之類別 試將植物界作一調查則知其中所包括之種類極為繁多且其大小構造生長習性及生長方式等均各異其趣。

葉狀體植物(Thallus plants)或菌藻植物(Thallophytes)包括最簡單之下等植物分為藻及菌二大支藻類常見於池塘溝渠水槽及其他停積污水之場所圍成薄層渣沫浮於水面常呈綠色又褐色及紅色海藻(Sea weeds)亦屬此類菌類種類繁多其中最普通者為細菌微菌(寄生於牛酪麵包果實等)黴菌及黑穗病菌(寄生於禾穀者)毒草香瓜白霉及其各部植物之病菌如馬鈴薯之褐斑病(Blight of potato)、紫苜蓿葉斑病(Alfalfa leaf spot)、蘋果癬病(Apple scab)及南瓜枯萎病(Wilt of cucurbit)。

苔蘚植物(Moss plants or Bryophytes)包括地錢(Liver worts)水蘚(Peat mosses)黑蘚(Black mosses)及真蘚(Common mosses)等此類植物之經濟價值較低。

羊齒植物(Fern plants)或蕨類植物(Pteridophytes) 包括真羊齒(True fern)及血統甚近

之木賊(Horsetails or Scouring rushes)及石松(Club mosses)。此類植物與苔蘚植物均無種子而以孢子繁殖。

植物中最高等最複雜者為種子植物(Seed plants or Spermatophytes)此類植物包含二綱(Classess)。(1)裸子植物(Gymnospermae),其種子露於外部如松杉柏。(2)被子植物(Angiospermae),其種子為子房壁所包圍,通常庭園所栽植物大都屬此被子植物又可分為二亞綱(Subclass)。(1)單子葉植物(Monocotyledones),種子僅有子葉一片,花各部均為三或三之倍數,葉脈平行,維管束散佈於髓中,如禾穀類植物,洋葱,百合,天麥,冬等。(2)雙子葉植物(Dicotyledones),種子有子葉二片,花部為四或五二者之倍數,葉脈網狀,維管束在髓中排列成圓柱形,如蕎麥,茶,菓,蘋果,櫻桃,芥,棉花,馬鈴薯及瓜類。

每亞綱又可再細分之,茲以紫苜蓿(Alfalfa)為例,開列其全部分類系統如次:

種子植物門 (Phylum Spermatophyta)

被子植物綱 (Class Angiospermae)

雙子葉植物亞綱 (Subclass Dicotyledones)

薔薇目 (Order Rosales)

豆科 (Family Leguminosae)

苜蓿屬 (Genus Medicago)

普通苜蓿種 (Medicago sativa)

目(Order)之末端通常皆作("ales"),由目分科(Family)科之末端通常作"aceae"或"ae",由科分屬(Genus),由屬分種(Species),各目中所包括之科數,屬數及種類多少不一。

(三)植物界

菌藻植物門 葉狀體植物("Thallus plants")

第一亞門 藻類(Algae)

第一綱 藍綠藻類(Cyanophyceae)

第二綱 綠藻類(Chlorophyceae)

第三綱 褐藻類(Phaeophyceae)

第四綱 紅藻類(Rhodophyceae)

第二亞門 菌類(Fungi)

第一綱 細菌類(Bacteria)

第二綱 粘液菌類(Myxomycetes)

第三綱 藻菌類(Phycomycetes)

第四綱 囊子菌類(Ascomycetes)

第五綱 擔子菌類(Basidiomycetes)

- 苔蘚植物門 苔蘚植物("Moss plants")
- 第一綱 苔類(Hepaticae-liverworts)
- 第二綱 蘚類(Musci-mosses)
- 蕨類植物門 羊齒植物(Fern plant)
- 第一綱 羊齒類(Filicineae)
- 第二綱 木賊類(Equisetinae)
- 第三綱 石松類(Lycopodinae)
- 種子植物門 種子植物("Seed plants")
- 第一綱 裸子植物(Gymnospermae) 松柏類植物。
- 第二綱 被子植物(Angiospermae) 高等有花植物。
- 第一亞綱 雙子葉植物(Dicotyledones)
- 第二亞綱 單子葉植物(Monocotyledones)

(四) 植物定名法

1. 學名(Scientific name) 現今生物學家通用之定名制度稱為雙名法(Binomial system), 此法規定任何植物(或動物)之學名均由二字組成如普通園圃所種菜豆(Garden bean)之學名為(*Phaseolus vulgaris*, L.), *Phaseolus* 為屬名(Generic name), *Vulgaris* 為種名(Specific name) 末附字母"L" 為瑞典著名植物分類學家 Linnaeus 氏(或作 Linn'e)之縮寫表示渠為該種植物記載與定名之第一人也,此類記載可在發表該文之刊物中見之,依動物分類學家之慣例,凡發現一個新品種先加以確切之記載發表於公認之科學雜誌中,或即專刊以供傳於世,於是發現及記載該新種者之姓氏即附於學名之後,普通皆用縮寫,姓氏所含字母不多則直接用其原字,有時一個字母之後附有兩個姓氏者,如 *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., 此種情形表示通常稱 Barnyard grass 原為 Linnaeus 氏所發現並定名為 *Panicum crus-galli*, L. 其後經 Beauvois 氏之研究知該草之形態與 *Panicum* 屬之植物差異較 *Echinochloa* 屬為大,故認此定不甚妥當,乃改變其屬名而保留其種名,依定名法中所規定,凡一種生物由一屬改成另一屬時,原定名者之姓氏仍須保留於括弧中,而將新定名者之姓氏附其後,上例中之原定名者 Linnaeus, 新定名者為 Beauvois.

植物學上之品種(Varieties)或亞種(Subspecies)常用三名法(Trinomials)表示之,如菜豆(*Phaseolus vulgaris*)中有一叢生品種,其學名為 *Phaseolus vulgaris, nanus* 或 *Phaseolus vulgaris var. nanus*. 農業上之品種係用普通名稱,如菜豆中之早豐(Early Bountiful), 黑情人(Black valentine), 大無精(Giant stringless)及綠莢(Green pod)等。

所用於學名之文字為拉丁文,因其為全世界最標準之文字也,當時 Linnaeus 氏已見及此,故在彼所創之定名制度中即採用之,種名及屬名在文字上係同性,如蕪菁為 *Brassica rapa*, 普通小麥為 *Triticum sativum*, 北方懸鈎子為 *Rubus villosus*.

2. 學名之紀實性 學名普通具有紀實性若(1)植物之性狀或生長習性(2)生長區域(3)分佈狀況或(4)有關係之人名大部分學名均係記載該種植物之顯著性狀或生長習性例如苜蓿中匍匐性之品種其學名為 *Trifolium repens* (*repena* 爬行之意)白花甜苜蓿之學名為 *Melilotus alba* (*alba* 白色之意)一種狹葉野蘋果之學名為 *Malus Angustifolia* (*Angushis* 狹小之意, *folium* 葉片之意)溪邊葡萄(*Stream-side grape*)之學名為 *Vitis riparia*, *riparia* 即記述該品種之生長地點普通黑莓覆盆子之學名為 *Rubus occidentalis*, 其種名表示西方所產又如加拿大之藍莓(*Canada blue berry*)之學名為 *Vaccinium canadense*, 其種名亦表明其地域分佈分類學家又常用人名以作植物之種名, 而藉以表示一種友誼業抑或發現之功者例如 *Prunus besseyi* 之種名即自著名植物學家 Charles Bessey 而來, 末端所附之 "i", 乃拉丁文之所有格, 其意義與 "Of Bessey" 相同。

3. 學名便於普通名 吾人對於學名能有相當之了解, 並能應用之, 則顯然有多種便利, 因同一植物輒有二個以上之普通名, 又有數種完全不同之植物而用同一普通名者, 若用學名則所指為何種植物可以確知, 決無混淆不清之弊矣。

本編參考書

1. 鄭東文等: 高等植物學
2. 吉井義次: 植物學大要
3. Bailey, L. H.: The standard Cyclopedia of Horticulture
4. Holman and Robbins: A Text-book of General Botany
5. Percival, John: Agricultural Botany
6. Robbins: Botany of crop plants
7. Strasburger, E., Nell, F., Schenck, H., and Schimper, A. F. W.: A Text-book of Botany

第二編 各 論

第九章 禾本科植物

禾本科植物共合四千餘物種(312屬),穀實類植物(如小麥燕麥大麥玉蜀黍稻及其他等)及草原與牧場之禾草均屬之。其經濟價值之高,在植物界諸科中首屈一指。人類首先以穀實為目的而栽培之作物即隸於本科。其分佈範圍甚廣,從熱帶至兩極地帶,從低地至極高地,均出產之。地球上有多數部分為之被蓋,濕生草原(Meadow),乾燥草原(Steppe)及草原林(Savannah)即為分佈禾草之廣大植物群落之佳例。濕生草原係濕潤草地,於各種氣候底下均可見之。乾燥草原乃不雜樹木之乾燥草地,蘇聯匈牙利羅馬尼亞西班牙之舊大陸乾燥草原(The old world steppes),美國西部之原野(Plain)及南美之平原(Pampas)皆為極廣大之乾燥草原。草原林係乾燥草地而有樹木散生其間者,例如南美 Venezuela 之 Llanos* 及錫蘭(Ceylon)之 Patanas。

(一) 植物習性 大多數禾本科植物係矮生直立之草本,有少數則為灌木或喬木,如竹是。竹有木質之莖,高可達30公尺或30公尺以上,偶亦有延伸甚長攀緣大樹而上,高至30餘公尺者,有如 Rice cut grass (*Homalocenchrus*) 之作匍匐爬行者,有以莖上鈎刺支持其莖葉者。

吾人通常所見放牧場與草原之禾草,及所有禾穀類植物,其生活期間只限於一季節者,為一年生禾本科植物,於秋季發芽,以幼植物越冬,而於翌春開花結實者,為冬季生一年生(Winter annual),所謂冬草或秋草即具有此種性質。又如有毒之鵝觀草(*Quack grass, Agropyron repens*),草地草(Lawn grass, *poa pratensis*)及其他許多禾本科植物等,其生命能超過三個或三個以上之生長季節者,為多年生。

(二) 根 禾本科植物在成熟時之根系為纖維根,由直徑大約相等之細根所組成,與蘿蔔蒲公英茶葉之具一堅強之中央根而為圓錐根系者不同。其直接由種子發生之原根為臨時性質,待永久根能支持其植株時便行死亡。永久根生於莖基部之節環,無論播種之深淺如何,常生於地面下同一距離處(圖4)。

禾本科植物為淺根植物,其根部入土之深度大有差異。有若干禾本科植物之根,其深入程度幾不能認為淺根,如 Buffalo grass (*Buchloe*屬) 之根間有長至2公尺者,黑麥之根入土0.9公尺深,玉蜀黍1公尺深(圖5),二粒小麥(Emmer) 乃士卑爾脫小麥1公尺深,普通小麥深1.2公尺餘。

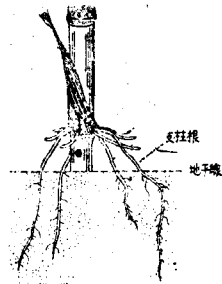


圖4. 玉蜀黍之支根

* Llanos 乃西班牙文,為平原草野之意,亦即英屬南美 Guiana, Venezuela 等地人民稱草野之上名。

根從最初數葉之葉鞘(葉環包莖之部分)突破而出或由由萌發於地下莖,亦有從地面上之節環發生者,如玉蜀黍是,此等氣生根伸達土中時即形成為支柱根(圖34)。

(三) 莖

1. 通性 禾本科之莖特稱為桿(Culm)圓筒形(間有平扁者頗罕見)分為數段(節間)常中空,有時為髓所充塞,如玉蜀黍幼小時節間充實,及莖增大則中間破裂遂成空洞節(兩節間之膨大連接部分)中實其膨大原因一部分由於每節葉基之增厚,另一部分由於莖本身之擴大,大多數禾本科植物之莖,其在葉包圍以內之部分質柔軟能繼續生長,雖當未為葉鞘環包部分已停止生長或失去生長力之後猶能保持其生長力,每一節間之最幼嫩部分即為葉鞘膨大基部包圍之基部,且各節間均有其自身之生長帶(Growing zone)如圖35,36。

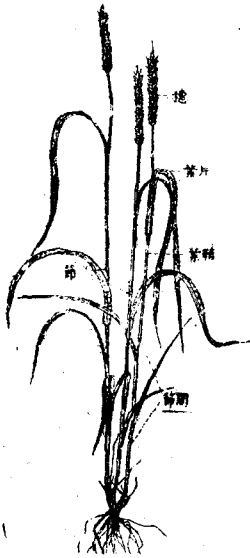


圖35. 小麥之植株

生長於此種土壤之小麥,以莖部缺少矽素逐漸趨柔弱而致易於倒伏,但倒伏之真正原因迄今尚未十分明瞭。

倒伏後禾穀類植物之莖並不折斷,且事實所示倒伏之桿,其本身有部分或完全復挺之能力,此種能力之表現未熟之莖較衰老者為顯著,當禾本科植物之莖倒伏時,每一節間基部下而之細胞,其生長較在上者迅速,因之遂向上彎曲,此種行為係對地心吸力刺激之一種反應,至於地心吸力刺激植物器官之方法則尚未能解釋,但據實驗所知,一切植物對於地心吸力影響其生長能作明顯之調節,此種特性稱為屈地性(Geotropism)。

3. 分蘗作用 吾人習見喬木灌木及大多數草本植物,其分枝係沿莖節發生,但有一定之次序,然大多數禾本科植物之分枝,並不如上

2 倒伏(Lodging) 當禾本科植物之莖因強風或暴雨之機械作用而彎曲倒伏於地上時,在習慣上稱為倒伏,禾本科植物之發生倒伏常較其他為易,此或由於莖較高,穗之結實較多,或由於堅韌物質之缺乏所致,害見土中有勁氣,素肥料過多時則易生倒伏,殆因施用氮素肥料於土中有抑制小麥攝取矽量之傾向,是以

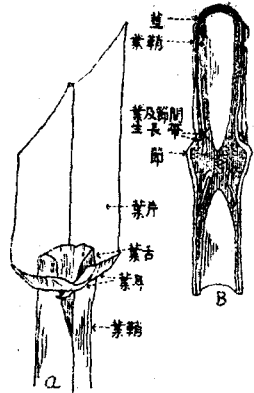


圖36. 大麥

a. 葉鞘與葉片連接部分

B 莖之節之縱斷面

(Robbins)

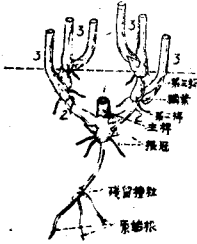


圖37. 禾穀類植物分蘖之圖解
1. 主桿 2. 第二桿 3. 第三桿
(Robbins)

述植物之明顯,其原因由於禾本科植物莖之分歧僅於下部之節見之禾本科植物之分歧稱為分蘖作用或發料作用或發究作用(Mooring),各個分歧稱為分蘖(Tillers)(圖37),全體之分歧則稱總分蘖(Stool),普通禾穀類植物如小麥與燕麥,但發生多數之分蘖有時多至五十,從主桿(Primary culm)發生分蘖(側分枝),再由分蘖更番發生其他分蘖,故在適宜環境下,從一粒種子可產生數十莖桿分蘖之節間甚短,故外觀上似由同處發生,小麥生長二三星期,則見有三四萌芽,每芽生於各葉之葉腋內,分蘖現象即由此等側芽之伸長也。

分蘖作用隨植物種個體及環境而異,普通冬季穀類作物(Winter grain)之分蘖比較夏季穀類作物(Summer grain)多,又與播種之深度有甚大關係,播種深度因禾草種類而不同,禾穀類分蘖節(Tillering node)之平均深度約1-2公分,在溫暖

砂質土壤分蘖較易發生,又分蘖數亦隨種子貯藏養分多寡,土壤肥力高低及播種疏密而增減,疏播效力可由美國 Nebraska 農事試驗場(Nebraska Experiment Station)報告第127號之資料表明如右表。(表中1 peck = $\frac{1}{4}$ 英斗)

| 每英畝之播種量 (磅克 peck) | 每100株燕麥之桿數 | 每英畝總桿數 |
|----------------------|------------|-----------|
| 4 | 466 | 1,419,000 |
| 8 | 279 | 1,732,000 |
| 16 | 140 | 2,283,000 |

農民對於穀類作物(Small grains)之發生分蘖,一致視為支配產量之重要因子。

4. 生有鱗莖之禾草(Bulbous grasses) 少數物種如梯牧草(Thimothy, *Phleum pratense*) 燕麥草(Tall oat grass, *Arrhena-therum elatius*), 下部短節間膨大為鱗狀體貯存養料。

5. 具有根莖之禾草(Rhizome-bearing grasses) 多年生之禾草通常具有根莖,此種根莖為橫生地下,能產生直立之一年生莖,以着生普通綠葉及花,其在土中伸長之結果可使植株得侵奪已為其他植物佔據之面積,故不失為最有力之繁殖器官,再者,每一根莖之每一節能芽生為一新植物,故如用移植法將根莖掘起切為數段,則每段在適宜環境下可生長為一獨立之新植物,鵝觀草及其他最壞之野草,其令人討厭之性狀,即由於具有根莖,此等植物不僅賴種子以繁殖,且用根莖傳播,其種類根莖為食料之貯藏所,雖地上部之莖葉被毀除,而尚能由根莖攝取食料而生長新枝,因此各種多年生野草之撲滅至為不易,吾人所用各種刈除方法乃基於地下莖貯存之養料係由綠葉製造而來之智識,是以其地上綠葉之發育當為吾人所不許。

此類禾草之根莖產生褐色或無色之被覆鱗葉(退化莖),包含於其腋內之芽可發育為直立之枝,在順通環境下能由根莖之節產生新根,具有根莖之禾本科植物稱為有根莖(Rhizomatous)植物,如莖之節間甚短促時則莖桿密接,此種禾草謂之叢生禾草(Tufted grass)或發生禾草(Bunch

grass)如蕪草屬之 *Festuca pratensis* (Meadow fescue) 及許多有價值之牧草皆此叢生習性，若節間長桿分開較遠者，結果成爬行禾草 (Creeping grass) 如無芒之匈牙利燕麥草 (*Bromus grass*, *Bromus inermis*) 即是。

6. 具有匍匐莖之禾草 (Stoloniferous grass) 在地面或在地面上之橫生莖稱為匍匐莖 (Runners or stolons)，如 *Buchloe dactyloides* (Buffalo grass) 之莖是非禾本科之草莖，其匍匐莖為最佳之模式，匍匐莖在繁殖上與根莖相似，亦甚有效，通常產生比較展開與散放之株叢 (Tuft)，此由於節間較長所致，匍匐莖禾草所組成之草地，不如大多數根莖禾草之堅實一致，且其地面不能忍受過度踐踏，或接連放牧等外力影響。

(四) 葉

1. 通性 禾本科植物每節着生一單葉，其沿莖排列之狀態互生，即上下兩鄰近之葉之水平分佈相對成 180° ，其第三節上之葉與第一節上之葉相重疊，第四節上之葉又與第二節上之葉相重疊，此種排列法稱為第二列式 (Two ranked)，對列式 (Distichous)，或二分之一開度 (One-half-spiral)。後文將再而討論其他葉之排列法，以說明葉在莖上發育有一定次序之事實。

禾本科植物之葉在外觀上不似蘋果白楊楓茶葉等普通植物之葉，此等植物之葉有一短狹葉柄及一展開之葉片 (圖36)，禾本科植物之葉分葉鞘 (Sheath) 及葉片 (Blade) 二不同部分，葉鞘相當於葉之基部，包圍莖之四周，成管狀構造，在葉鞘之下部有明顯膨大之葉節，葉之扁平部分從桿中展於外者為葉片，葉片之葉脈平行，即有多數大小約相等之脈並行，中間有甚小之細脈連絡之，平行脈為禾草、莎草、燈心草、百合及其他大多數單子葉植物之特性。

2. 葉之生長 在生活早期禾本科植物之葉之生長較節間為迅速，結果乃成為株叢若干之葉，能無限延長葉片之尖端為最老部分，生長帶乃在葉片之基部，通常為一白色或淡綠色之半圓圈所標記 (圖36)，故除去葉之頂尖並不能使植物致命，此可於刈割草場禾草之葉與牧場禾草於放牧後其葉仍能迅速復原之事實證明之。

3. 鱗片與花苞 禾本科植物在莖上所生之退化葉，其位置較尋常葉低者稱鱗葉，較尋常葉高者稱花苞，例如分蘗節之退化葉為鱗葉 (圖37)，而花序之護穎 (稃苞) (Glume) 則為花苞 (圖38)，鱗片與花苞鮮有葉綠素者，故不能進行光合作用，其排列方法與尋常葉相同，且亦具有一禾本科植物所特有之葉排列法。

4. 葉舌 (Ligule) 葉鞘與葉片交界處有一膜狀突出物，或為一毛圈 (圖36)，即葉舌，禾本科植物葉舌之大小形態及毛圈隨物種之不同而差異，其變異之大，僅次於桿。

5. 葉耳 (Auricle) 葉耳 (圖36) 稍帶尖銳而薄，畧似耳朵，自葉鞘與葉片連接處之葉緣突出，常卷抱莖桿，稍扭曲而終彎曲分離，大小及形狀差異甚大，有完全不見者，大麥類 (包括小麥、黑麥、大麥) (Tribe. Hordeae, Barely tribe) 之葉耳則特別明顯。

(五) 花序 禾本科植物之花序 (花叢) 包含數組之花，每組稱為小穗花 (Spikelet)，或簡稱為小

穗事實上小穗花即為此科植物花序之單位直接或間接連接於主軸——穗軸(Rachis)之上(圖38)

木本科植物普通有三種花序,即穗狀花序,圓錐形花序(或複穗狀花序)及總狀花序,若穗未分支,小穗無柄(Sessile)而直接與穗軸連着者為穗狀花序,小麥及黑麥之花序為此例之最佳者,通常每稈着生一穗,在總狀花序則每一小穗着生於穗軸之短分枝上,其柄長短相若,例如綿羊潑司克(Sheep's fescue, *Festuca ovina*),至於複穗狀花序,穗幅之第一分枝再作一次或一次以上之分枝,此種分枝或長而散展如獨燕麥及匈牙利燕麥草之花序,或短而緊貼於穗軸如梯牧草 Meadow foxtail (*Alopecurus*)及 *Koeleria* 屬等之花序。

穗狀花序,總狀花序及複穗狀花序以外之其他花序,將於以後分枝各科時間別提及,吾人行見此三種花序並不限於木本科植物,且普通發現於各種種子植物之間。

(六)小穗 木本科植物之小穗為花序之單位,一典型小穗如燕麥或小麥之小穗,已含一小穗軸着生數籽殼狀二列式重疊之花苞,最下之二花苞空無所有,即其葉內不着花,圖39示一已剖開之小麥小穗及其依次排列之各部,各小穗包於此二空花苞之內,吾人根據 Piper 氏之意見,稱此二基底空苞為護穎,居下者稱為第一護穎(First glume),居上者為第二護穎(Second glume),在小穗軸所生二護穎之上有一個或一個以上之花苞,每一花苞稱為外穎(Lemma),正常在一外穎之腋內有一花,與外穎成相反方向有一個二脈(Two nerved)二脊(Two keeled)之苞片狀構造物稱為內穎(Palea)(若若干者稱為 *Palea*, *Prophyllum*, *bracteole* 或 *Superior palea*),背轉向小穗軸(圖40),常以其緣擁抱包藏花之其他各部,內穎末着芒,當護穎與外穎着生於小穗軸時,內穎着生於一極短小之花梗(Pedicle)上,在子房基部與內穎對向有二細小鱗片,即為(前部的)鱗被(Lodicules)(圖40),在內穎之內位於花梗更高處有三個雄蕊及一個雌蕊,因此吾人得知典型小穗有二個護穎,包圍一個或一個以上之外穎,每一外穎腋內有一花,每花包含一內穎(外花被 Outer perianth),二鱗被(內花被 Inner perianth),三雄蕊及一雌蕊,每一雄蕊有一大粉藥,花絲連於粉藥之基部,形成丁字形,子房一室,一粒種子,花柱兩枚,柱頭作二羽狀分枝。

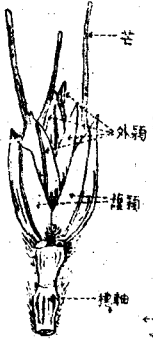


圖39. 普通小麥(*Triticum aestivum*)小穗之解剖圖 (各部依次序排列)(Robbins)

圖38. 普通小麥(*Triticum aestivum*)之單小穗(Robbins)

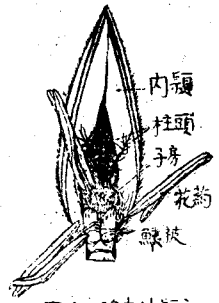


圖40. 移去外穎之小麥花 (Robbins)

與上述小穗之典型形式發生差異者甚多,如在 *Coleanthus* 屬無護穎,在 *Homalocenchrus*

屬僅有痕跡，在 *Nardus* 屬只有一個。又若干 *Agrostis* 屬物種內穎已退化，不常見。二脊通常只有二脈條。若于禾本科植物有第三個鱗被（後部的），雄蕊常固為三個，但少數之竹及稻屬 (*Oryza*) 有六個，*Streptochaeta* 屬及稻屬間有三個柱頭而在 *Nardus* 屬則只有一個。

外穎或護穎之上有刺毛狀構造物即為芒 (*Awne* 或 *Beards*)，大多數着生於外穎上面着生於護穎者少，普通生於外穎之頂端如小麥。是至生於背面（與外穎之背相連接）者，如燕麥，*Zorbel* 及 *Mikosch* 二氏研究二稜及六稜大麥結果以為芒即其蒸散器官並謂同一種大麥在同一環境下，有芒小穗水分之蒸散較人工去芒者為快。氏等尚見在子實發育時期小穗之蒸散最為劇烈，此似與貯藏食料移動於子實最多之時期相吻合。

1906 年 *Hackel* 氏報告在閉花受精禾本科植物 (*Cleistogamous grasses*) 之六十七物種中，如以閉花受精者與開花受精者相比較普通前者之鱗被退化，花葯較小，雌蕊較短，花粉亦較少，有少數情形如稷屬之 *Panicum clandestinum* 開花授精小穗 (*Chasmous spikelet*) 與閉花受精小穗同見於一花序之上。依據 *Koernicke* 氏之觀察，二稜直穗大麥 (*Hordeum distichon erectum*) 只生閉花受精之花。

(七) 授粉 所有禾草之花粉既輕且乾，故易被風力散佈，故風為禾本科植物花粉傳播之主要動力，昆蟲僅居次要地位。大多數禾草以開花發散其花粉為開花受精 (*Chasmogamy*) 者，然亦有其類不開致雌雄蕊不能露出者，是為閉花受精 (*Cleistogamy*)。

(八) 果實 禾本科植物之果實只具一顆乾的種子，成熟時並不裂開，以使種子逸出，其果皮（即子房壁）與種皮堅強連貼，此等禾本科植物之果實稱為穀粒或穎果 (*Grain* 或 *Caryopsis*)，含有高於澱粉之胚乳，有時穀粒密附於內外穎（如大多數大麥及燕麥之果實）。

(九) 禾本科之系統史 (*Phylogeny of grasses*) 一群生物之進化歷史曰系統史。禾本科植物之起源為何，其為原始形式（即親緣甚近之群組 [*Group*]），如百合與其他普通單子葉植物者之祖先，抑為退化之群組。歐主主張後說者較為一般所承認，即以其係來自與百合相似之植物。此種植物其花之數部發生退化或變異也。典型百合花之圖解示於圖 41，計有花片二組（合組為花被），互生，二輪雄蕊，每輪有雄蕊三枚及一枚分為三室之雌蕊，係三心皮合成，一輪雄蕊與另一輪雄蕊互生，外輪者與花被之內花片互生，三心皮則與內輪雄蕊互生。圖 41 B 示禾本科植物之花與退化遺失部分之圖解，根據禾本科為退化百合之立點，則雌蕊係從三瓣退化為一瓣，一輪雄蕊失去及花被之花片有數片退化。

禾本科植物之雌蕊普通因假定其為一心皮，其實為三

圖 41 百合花 (A) 及禾草花 (B) 之圖解，示其構造相似之部分 (A 仿 *Robbins* B 仿 *Schuster*)



- (A) f. 花冠, ax. 花被
op. 外花被, ip. 內花被
s. 雄蕊
- (B) 虛點部示退化之構造
le. 外穎, ax. 花被
P 及 P' 內穎 (外花被)
I 及 I' 鱗被 (內花被)
S 及 S' 兩輪雌蕊
c. 三心皮子房

心皮此一觀點為若干植物形態學家所支持 (Doell 及 Goebel) 最近且經 Walker 及 Schuster 二氏之精確證明禾本科植物之雌蕊均有三條纖維質維管束 (Fibro-vascular bundles), 二條伸展至花柱之分枝第三條 (背面) 則伸展至雌蕊背面之一瓣, 或有發育不全之第三花柱分枝 (Rudimentary style branch) 者則伸入此分枝中此第三維管束產生胚珠在 *Streptochoeta* 屬及 *Bambusae* 屬有三個花柱此三維管束與第二輪雄蕊及內輪花被成有規則之互生。

Rowlee 氏研究苦竹屬 (*Arundinaria*) 之竹 (竹之一種) 謂鱗被與內花被輪相當, 而極一般之觀點如 Hackel 氏之主張則認鱗被為花苞, Schuster 氏之研究結果與 Rowlee 氏相符合, 渠發現鱗被普通固為二個但第三個 (前面的) 鱗被間或出現 (如在 *Bambusa* 屬) 又二個 (後面的) 鱗被初非連結而係起自分類且至少有一屬 (*Streptochoeta*) 之三鱗被為獨立的, 從此等研究觀之鱗被在形態學上似可認為內花被輪, Schuster 氏認內穎相當於此似百合花之外花被輪, 內穎常有二脊二脈, 此種情形可視內穎分為二部分而第三部分退化, 大多數禾本科植物內穎之二部分係來自不同之原始體後乃合組為一構造物, 第三部分發育不全關於此點吾人由一粒小麥 (*Triticum Monococcum*) 之內穎在成熟時從中線分開為二部分每一部分有一脊 (脊) 而可推知之。

根據上述禾本科植物之小穗可解釋為一着生若干二列式花苞之變態分枝, 下部花苞 (雄蕊) 不育, 花生於外穎腋內, 為百合花形式, 內穎代表外花被輪, 鱗被代表內花被輪, 一輪 (內面的) 雄蕊 (通常如此但非永恒) 不育, 雌蕊為三心皮, 故吾人可視禾本科植物為百合式花之轉來物也。

(十) 似禾本科植物 (Grass-like plants) 禾本科植物與莎草 (莎草科 *Cyperaceae*) 關係甚密, 但莎草為寬心莖, 通常呈三角柱狀 (間或成圓形柱狀) 葉具有包莖之葉鞘, 瘦果果實之果皮或子房壁並未與其內面之種皮緊貼, 瘦果與殼實同, 均為一乾燥種子之果實, 在成熟時不裂開, 惟在殼實剝成熟子房壁密貼於種皮, 禾本科之葉如前所述為二縱列式, 莎草科則排成三縱列式, 或為三分之一的互生, 後者生長於較濕潤地方, 固儲積澱粉於莖葉, 故其結構常粗糙, 除燈心草之莎草以外尚有某類燈心草 (*Juncaceae*) 在外觀上與禾本科相像, 但此等植物可由其六片呈苞狀之花被而與禾本科植物分別。

(十一) 禾穀類 禾穀類係以穀粒為栽培目的之禾本科植物, 蒼麥常以種子或果實為生產目的, 且以果實 (瘦果) 磨粉充食, 被視為一禾穀類植物, 但並非禾本科植物, 故不在本章討論之範圍, 蓋本書分章次序及內容均按植物學排列系統也。

1. 重要禾穀類作物屬之檢索表

何謂檢索表及如何運用檢索表 (下文及以後各章將見若干檢索表), 檢索表乃使選列諸多植物或此類植物與彼類植物而後係以簡易形式描述所討論植物間之主要差別, 使吾人對於不確知之植物決定其適當之分類也, 以後所述之大多數之檢索表均人為的, 其所根據之性狀皆甚明顯, 為肉眼所能及者, 而建立於二分法 (Dichotomous plan) 之上, 吾人所研討之一群植物不論其為種或屬為科或為較高之分類, 先區別二亞類, 每一亞類再析為二類, 餘類推, 其特徵相對立者, 同納入於禾

中二格例如禾穀類屬之檢索表先分為二大類第一類包括玉蜀黍屬(*Zea*)、稻屬(*Oryza*)、蜀黍屬(*Andropogon*)及小米屬(*Millet*s)，第二類概列燕麥屬(*Avena*)、黑麥屬(*Secale*)、小麥屬(*Triticum*)及大麥屬(*Hordeum*)，吾人將見第一類之屬，“其小穗從花序脫落後為完全的”，至第二類則“小穗從花序脫落後不具護穎……”此二大類再分為二亞類例如燕麥屬、黑麥屬、小麥屬及大麥屬，根據其花序再予分類則燕麥屬屬複總狀花序，而黑麥屬、小麥屬及大麥屬則屬穗狀花序。

今假設有一禾穀類植物，吾人欲判斷其為何屬，第一步須決定其小穗從花序脫落時為完全的，抑不具護穎，若其性狀係不具護穎則吾人知其為燕麥、黑麥、小麥或大麥，如此標本為穗狀花序，則決非燕麥而必屬黑麥、小麥或大麥，且此類植物吾人更知其穗軸上之每一關節有二小穗，則吾人可決定其係屬大麥屬而無疑義。

檢索表表明一植物群之多數特性，茲以小麥為例以示之，吾人從表中得知小麥之“小穗從花序脫落不具護穎，護穎附着於小穗軸(*Rachilla*)，小穗一花或一花以上，小穗軸常超過上護穎(第二護穎)，子實有縱溝，子房尖端有叢毛”又“花序為穗狀花序”，“每一小穗着生於穗軸之各節”又“護穎潤而非剛毛狀”。

A. 小穗從花序脫落為完全的(護穎附着於子實)，一花或二花，如為二花則較下者為雄性花，小穗軸在花之下，子實無縱溝，子房頂端無叢毛。

B. 雌花及雄花各別生於同一植科之不同花序，即雌雄同株異花(圖76)，*Zea*屬(如玉蜀黍)。

BB. 完全花或雄花，如有雄花與完全花生於同一花序。

C. 小穗向側面緊壓(圖93)，*Oryza*屬(稻)。

CC. 小穗成圓筒形，或向背面緊壓。

D. 外穎及內穎薄紙質，結構較護穎脆弱(圖69)，*Andropogon*屬(如高粱、買羅、高粱、帚黍及其他)。

DD. 外穎及內穎並非紙質(至少在完全花如此)，有如羊皮紙或革質，硬而發亮，顏色及外觀與護穎迥異(圖74)，*Chaetochloa*、*Echinochloa*、*Panicum*、*Pennisetum*等屬(粟)。

AA. 小穗從花序脫落後不具護穎，護穎附着於小穗軸，小穗一至數花，小穗軸常超過上護穎(圖64)，子實有縱溝(圖45)，子房尖端有叢毛(圖45)。

B. 複總狀花序(圖61)，*Avena*屬(燕麥)。

BB. 穗狀花序。

C. 穗軸每節着生一小穗。

D. 護穎作剛毛狀(圖67)，*Secale*屬(黑麥)。

DD. 護穎潤非剛毛狀，*Triticum*屬(小麥)。

CC. 穗軸每節着生三小穗(圖65)，*Hordeum*屬(大麥)。

2. 穀實類之幼苗檢索表 此表乃Carrier氏所創“葉環”(“Collar”)為葉上狹窄之帶，顏色與

葉鞘及葉片不同(常呈淡青黃色),位於葉鞘與葉片交界處葉耳即“爪狀附屬物”

A葉環無葉耳。燕麥(*Avena sativa*)。

AA葉環有葉耳,多少纏繞莖桿。

B葉耳具毛。

C.葉鞘及葉片具細軟之茸毛,二粒小麥(*Emmer, Triticum dicoccum*)。

CC葉鞘及葉片無茸毛。

D.葉環及葉耳大,斯卑而脫小麥(*Spelt, Triticum spelta*)。

DD葉環及葉耳細小,普通小麥(*Wheat Triticum aestivum*)。

BB葉耳無毛。

C.葉環及葉耳大而明顯。

D.葉片脈不明顯,上面粗糙大麥(*Barley, Hordeum sativum*)。

DD葉片脈潤且明顯,上面平滑波蘭小麥(*Polish wheat, T. Polonicum*)。

CC葉環及葉耳纖細。

D.葉鞘及葉片有稀疏之毛,黑麥(*Rye, secale cereale*)。

DD葉鞘及葉片無毛,硬粒小麥(*Durum Wheat, T. durum*)。

參考書

1. Carleton, M.A.: *The small Grains* 1916
2. Hitchcock, A.S.: *A Text-book of Grasses with Especial Reference to the Economic Species of the United States.* 1914
3. Kennedy, P.B.: *The structure of the Caryopsis of Grasses with Reference to Their Morphology and Classification.* U.S. Dept. Agr., Div. Agos., Bul. 19, 1900
4. Lamb, William, H.: *The Phylogeny of Grasses.* *Plant World*, 15: 264-270, 1912
5. Piper, C.: *The Terminology of the parts of the Grass Spikelet.* *Science*, n.s., 23: 789-790 1906
6. Robbins, W.W.: *Botany of crop plants, chapter IX*
7. Rowlee, W.W.: *The Morphological Significance of the Lodicules of Grasses.* *Bot. Gaz.* 25: 199-203, 1898
8. Walker, E.R.: *On the structure of the Pistils of Some Grasses Thesis, Univ. Nebr.,* 1906

第十章 小麥 *Triticum* (wheat)

(一)植物習性 小麥為一年生植物在吾人培植下有兩種季節形式即冬季一年生或冬小麥 (Winter annual or winter wheat), 及夏季一年生或春小麥 (Summer annual or spring wheat).

(二)根 纖維根系子實發芽原始根最先伸出隨後往往自原始根之兩邊伸出二對側根此等側根乃來自胚軸有時從近幼芽 (Plumule) 基部及外子葉 (Epiblast) 後面之處發出第六條根間或在第二對側根之上再生第三對側根如是之種子根系有時可包括八根此等種子根常於植物能獨立生長時即逐漸消滅永久根生於種子根以上若干距離之節無論播種之深度如何第一輪永久根通常約生在土面下 2.5 公分處各輪永久根之生長先向四週彎曲擴展繼向下伸長成垂直狀態近地面處分枝甚盛於 30 公分範圍內形成一細根網如是構成一大吸收面小麥之根有深達 1.2 公尺者在適宜之土壤中甚至有超過 1.2 公尺者 Nobbe 氏謂生長一年小麥之根如連成一直線長可達 500-600 公尺根之數目與分蘗數為正相關

(三)莖 小麥之莖為普通禾草莖之形式通常有六個節間第六節間着穗最下節間甚短有時不及一公分第二節間亦短第六節間最長麥稈大多中空然亦有中實者

(四)葉 小麥亦具通常禾草葉之形式葉片變異甚大葉鞘裂開葉舌薄而透明葉耳雖不如大麥葉耳之明顯但亦易察出

(五)花序 花排列於小穗之內小穗組合而為穗 (圖 38, 39) 穗之大小疏密及形式隨種類而不同每穗平均可有 15-20 個結實小穗在早期發育中如土中有豐富之水分可增加每穗之小穗數穗軸 (或小穗之主軸) 作之字形花節 (即關節) 扁平而帶彎曲屈曲面即為緊靠小穗之邊每一花節只着一小穗通常每小穗之基部有基毛 (Basal hairs) 穗之下部小穗常不孕上端小穗之不孕者少 (如一粒小麥)

(六)小穗 每一小穗之花數 2-6 朵當花發育時如給以充分水分可以增加成熟花數目大概小麥之一生有一臨界期其時如有豐富水分則對於花之產生有最大之助力此臨界期或在花形成早期即在抽穗 (Heading) 前之片刻

圖 39 所示之剖開小麥小穗有四朵花間有三朵發育為成熟子實一朵不孕者圖 38 所示四朵花之外穎皆明顯可見普通只有二粒子實成熟若干品種之大多數小穗有三粒子實成熟四個成熟者殊少

護穎潤其形狀色澤光滑或生毛脊之寬度與明顯程度尖端 (喙) 之長度與鈍銳差異甚大通常小穗之第二子粒最重第一子粒次之第三第四又次之

(七)花 雄蕊數三具有綫狀花絲及粉囊單子房柱頭作二羽狀分枝鱗被二枚相當於內花被輪 (Inner perianth whorl), 內穎相當於外花被輪 (Out perianth whorl), 如圖 40 所示

抽穗開花及授粉 小麥穗之形成遠在生長以前惟極細小不易觀察至孕穗期則充滿於葉

鞘中葉鞘稍稍隆起是謂穗包，此時穗梗 (Peduncle) 伸長極速，不久即在最上部之葉鞘衝出，是為抽穗。抽穗之早晚因品種緯度高度播種期及肥料土質而有差異，然同一品種在同一區域內，其抽穗期恒有一定相差不致超過一週以上，就不同品種言，亦鮮有相差至一月以上者，此與稻作大相懸殊，蓋不同之稻作品種往往相差達百日以上也。

小麥於抽穗後一二日至八九日開花，通常在抽穗後四五日，此因品種及氣候環境大有差別。Hayes 氏謂小麥 (一春小麥品種) 在早上開花授粉作用之進行約一小時。Fruwirth 氏謂在溫和氣候下，早晨四時半開始開花，五時半以前最盛，從五時半至上午九時則開花少，其後在上午九時至十時開花又多，旋漸減少，至下午二時半為止，迨下午三時半又復增加，由三時至下午七時則僅有少數之花開放。一粒小麥開花時間之變異，不如其他小麥之顯著，溫度與濕度實為決定開花時間之主要外在因子，即在同一品種亦有顯著差異。

據國立中央大學農藝系 1932 年對於小麥開花觀察所得結果如次：上午七時三分內外穎張開，三雄蕊齊伸至內外穎之頂端，七時五分雄蕊初稍露出，七時六分全部露出，花藥破裂吐出少量花粉，而柱頭展開作羽毛狀呈授粉之適當狀態，七時七分粉囊向下傾斜，多量花粉大部吐出，七時十二分內外穎開始閉合，七時十六分已閉三分之二，花粉尚留少許，七時二十分內外穎合起，花粉亦殆落盡，七時三十分內外穎完全關閉，粉囊已無花粉矣。

開花之運動機能 (即內外穎之張開) 全由子房下部鱗被之吸收水分而膨大，使內外穎張開。禾草植物之花，其鱗被為薄膜狀甚或缺如，故花閉合不開，若鱗被僅稍膨大，則花開度甚小。

不開放之小麥花，花絲短，柱頭豎立，互相貼近，至普通小麥花，內外穎之裂開初緩後快，花絲伸長甚速，將花藥推出於花苞之外，在花全開放前脫卸花粉，繼續進行直至閉合而止。通常三花藥伸出花外，惟若干情形在花閉合前無脫出者，距穗尖三分之一處之花，先開，其他花朵沿此點向上下開放。小穗中諸花則從下部之花開起，通常約至第七日始全部開完。

在美國北方寒冷或潮溼氣候地方，所有小麥幾全為自花授粉，小麥異花授粉通常見於乾熱地方，如在印度之某地，硬粒小麥 (Durum wheat) 則有異花授粉之習性。原始小麥生長於乾燥溫暖區域，異花授粉甚為普通，有謂此種行為有一部分與其善於適應乾燥氣候、抗病性及生長勢較強有關。

(八) 人工異花授粉 (Artificial cross-pollination) 什交育種為改良小麥之一重要方法，欲行此法，必賴人工異花授粉，其法於粉囊尚綠，將變黃時，選適當麥穗作母本，此穗僅留中部之 8-10 小穗，其餘悉行剪去，每小穗中部之花用鑷夾去，餘花以鑷由花之側部插入，分開內外穎，將每花之三個雄蕊夾去，是為去雄 (Emasculation)。普通於去雄後一天或二天授粉，授粉以清晨較宜，法自父本將飽滿黃白花粉之粉囊取出，送至已去雄花之母本雌蕊柱頭上，微拂刷之，再以粉囊置於柱頭上，如是可使花粉傳達柱頭而發芽，遂行異花授粉。

(九) 授精及子實成熟 Brenchley 氏謂小麥普通於授粉後一或二日即授精，此一間距乃為花粉粒發芽及花粉管由柱頭向下伸長，經珠孔進入胚珠之胚囊所需時間，此時間之長短差異，由於

環境之不同尤以溫度為最寒冷天氣每延遲花粉粒之發芽及花粉管之生長因而影響子實之產生。

授精後胚即開始發育，胚乳儲存保留養料，同時種皮及果皮發生顯著變化(圖42, 43, 44)。

1. 胚 胚珠之軸在授精前幼小時與子房之軸平行，不久胚珠發育，珠孔則轉被引向下(圖42)，幼小胚珠開始時未充滿子房腔內，其後逐漸生長，遂填塞全腔，胚珠之一邊沿接子房腹溝(Groove)即表示此接觸之位置與大小，第一對種子小根於授精後約四星期出現於胚後經二星期，其他二小根又現於第一對之上，據 Brenchley 氏稱第五條側小根非於極晚時不能見及。

2. 胚乳 授精後約一星期或十天，胚囊內形成某種組織即胚乳，再過七日或八日，蛋白質層(Aleurone layer)顯出，初現於背面，又據 Brenchley 氏之觀察，澱粉於授精十一日開始出現於側面細胞("flank" cell)，Eckerson 氏指出澱粉開始儲存之實在時間，蛋白質之製造糖份與胚同化糖份之相對作用而定，澱粉之滲入(Infiltration)於授精後五星期完成之，一般或認為氮素化合物之貯入，胚乳與澱粉同時。



圖42 小麥幼子房之縱斷面(仿Bessy)

3. 子實皮(Grain coat) 子實在未授精前可分下列部分：

- (1) 外表皮層(Outer epidermis) 一列細胞。
- (2) 薄膜細胞層(Parenchyma layer) 許多列無色細胞。
- (3) 葉綠素層(Chlorophyll layer) 一列立方體的細胞間或二列腹溝部分數列。
- (4) 內表皮層(Inner epidermis) 一列小細胞。
- (5) 外珠被 二層細胞。
- (6) 內珠被 二層細胞。
- (7) 珠心層 數層薄膜細胞，此等細胞全為一明顯之珠心表皮層(Nucellar epidermis) 所包圍。

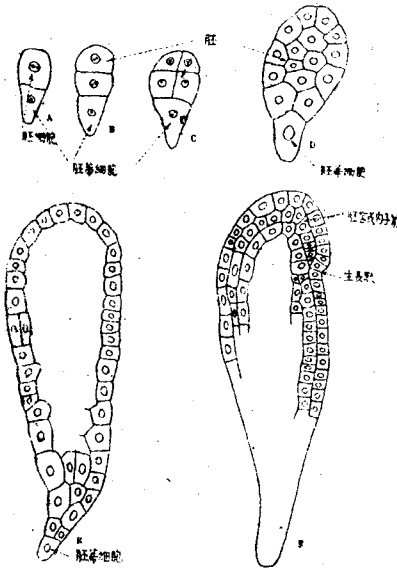


圖43 小麥幼胚之縱斷面(仿Percival)

上列最先四部分組成子房壁即果皮，授精後此等皮層發生明顯變化，珠心組織(Nucellar tissue) 涂表皮外為擴大之胚所併

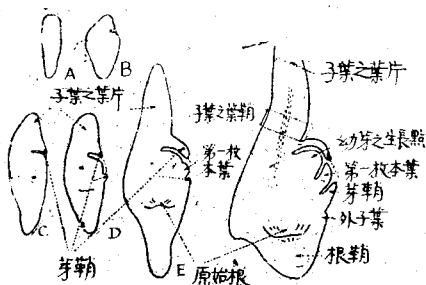


圖44. 不同發育時期之小麥胚之縱斷面 (仿 Percival)

吞外珠被及內表皮層旋即不見澱粉初集積於整個子房壁迨子房壁合併時壁內澱粉即停止儲存開始出現於胚乳子房壁之併吞 (Resorption) 恰從生葉綠素層以外之細胞開始漸向外部伸展擴至表皮層成熟之子實接近表皮處有二層至四層之細胞保持不變生葉綠素之細胞變為較長之細胞而失去其葉綠素壁增厚在成熟作用進行時子房壁或果皮堅強附着於胚珠之外珠被的外層此種行

為似見於所有之禾草植物胚珠與果皮之堅牢密接可為穎果與瘦果之區別。

(十) 成熟期 在習慣上子實之成熟(花後三十日至四十日)分為四期 (1) 乳熟期(Milk-ripe or green-ripe stage), (2) 黃熟期(Yellow-ripe, gold-ripe, or "dough" stage), (3) 完熟期(Full-ripe stage), 及 (4) 枯熟期(Dead-ripe stage)

胚在乳熟期時已完全發育子實從淡綠色變為暗綠色此種變化, Nowacki 氏解釋為子房壁數層細胞之併合葉綠素層於此時顯露之故胚乳細胞含有極多之水分澱粉粒散佈其中如以子擠之則見有稀薄乳狀液體流出黃熟期子房壁細胞變厚內珠被細胞之胞腔(Lumina), 由於細胞壁增厚之故而積減小子房自綠色變為黃色胚乳變成堅硬蠟狀在尋常天氣黃熟期後三四日即達完熟期此期水分全失各種細胞層發生扭曲子實較前堅韌通常於此時收穫至枯熟期則子實脫落甚易茲作物至此時尚留田中則子實由硬變脆。

Nowacki 氏曾將不同發育期之小麥子實加以分析其結果如下表。

| | 子實所含之水分(%) | 一百粒之體積(Cm ³) | 一百粒所含之乾物質(克) |
|------------|------------|--------------------------|--------------|
| 乳熟(a)七月九日 | 51.47 | 5.31 | 2.86 |
| 乳熟(b)七月十三日 | 47.69 | 5.17 | 3.58 |
| 黃熟 七月二十日 | 34.37 | 5.07 | 4.44 |
| | 25.73 | 4.08 | 4.19 |
| | 12.91 | 3.08 | 3.80 |
| 完熟 七月十三日 | 12.97 | 3.52 | 4.22 |

小麥子實成熟程度對其產量與生活力(Vitality) 頗有影響據 Kedzie 氏研究之結果在黃熟期收穫者每公頃只產 21.8 公石, 在完熟期收穫者每公頃產 26.1 公石而在枯熟期收穫者減至 24 公石惟小麥之生活力則以在枯熟期所產之種子最為強壯此係以幼芽生

長長度為標準而決定之例如上舉試驗在黃熟期收穫之種子其發生之幼芽為 23 公分在完熟期收穫者 25.7 公分而在枯熟期收穫者長達 28 公分又據同樣之試驗亦示未成熟之黑麥種子其發芽生成之植物缺乏活力且有多數種子不能發芽又據若干試驗證明繼續種植未經成熟之種子可能選得早熟品系。

(十一) 成熟子實 普通製麵包用之小麥 100 粒平均重量約 3.866 克硬粒小麥較此數為重一般以為用肥大種子者能較細小種子得較多之收穫然目下實尚無足夠之確實結果予以證實尤

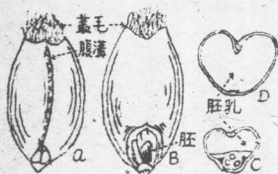


圖45. 普通小麥之種粒及其
斷面圖
a 種粒 (grain) (腹面)
b 種粒 (背面)
c 胚部子實之橫斷面
d 胚乳部子實之橫斷面
(仿 Robbin)

以用普通風選所得者為然一小穗之子實其大小及重量並非完全一致第二粒最重第一第三粒約相等第四第五 (如有) 粒最輕從一小穗而來之子實不論其大小如何有同一之遺傳力乃為一明顯之事實一小穗之子粒在同樣環境之下發育為植株輕者之生活力與重者相同故小麥選種應以株或穗為基礎不宜選用倉庫或布袋種子蓋此等種子乃眾多異親之苗裔也。

小麥子實之頂端有毛一束稱為穎毛由單細胞伸長而成下端為胚即幼小植物之蘊育處沿子實之邊面向內穎有腹溝為種子附着子房之標識胚在子實之基部圖45C示小麥成熟時子實透過胚部分之橫切面三原始根可於此切面上見之。

切一成熟子實橫切面與縱軸成直角而不包括胚可得下列各層(圖46)。

- (1) 子房壁或果皮 由許多細胞層組成
- (2) 種皮 (Testa or seed coat) 由內珠被之二層細胞組成。
- (3) 珠心層
- (4) 蛋白質層 胚乳最外層細胞。
- (5) 澱粉質胚乳 (Starchy endosperm)

1. 果皮層 成熟子實之果皮層由若干高度壓緊之細胞層組合而成其原有之腔 (Cavities) 殆難分別壁厚角質化或木質化葉綠素層 (現已無色) 即在此等細胞層之下其細胞有無數狹窄橫生之孔紋 (Transvers pit) 葉綠素細胞之外壁薄與珠被溝接之內壁則厚生葉綠素之細胞從正切面觀之甚厚兩端圓而緊接故無細胞間隙至黑麥之同一細胞在正切面視之兩端為尖形

斯卑爾脫小麥 (Speltz) 二粒小麥 (Emmer) 一粒小麥 (Einkorn) 等之內穎與外穎附着於子實不易分離故其果皮不若裸小麥之發達一切小麥子實 (包括果實及種子) 之各層在胚端者較果實及其他各部分為薄因此麥粒吸收水分以胚端最多。

2. 種皮 發育之子粒其種皮係由各具二層細胞之二珠被組合而成 (圖47) 上文已曾提及及至成熟進行之時外珠被全被併吞故成熟小麥之種皮乃為屬於內珠被之二列細胞所組成其壁微木質化。

種皮之內層具有色物質色有淡黃橙黃二種所含此等顏色之比率決定麥粒之色澤為白黃或紅色。

Brown氏發現小麥屬與燕麥屬黑麥屬及大麥屬相同其子實皮層之半滲透性 (Semi-permea-

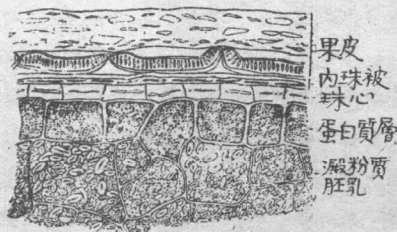


圖46. 小麥種粒之斷面在顯微鏡下之觀察
(仿 Robbin)

bility) 乃限於種皮且可信珠心之表皮膜亦具有半透透性質。

3. 珠心層或外胚乳 珠心層之表皮圍繞蛋白質層此為珠心層組織之惟一遺留部分其在未發育之胚珠較大成熟之珠心層乃由厚壁及胞腔不明顯之細胞組合而成若干情形珠心層有全部被吞併可能因在成熟子實中未見珠心層也。

4. 胚乳 胚乳包括澱粉胚乳或粉質胚乳及蛋白質層兩部分約佔子實體積之92%。穀實類作物栽培之主要目的全在子實所含之食料而此食料大都在胚乳胚乳所含成分為澱粉及蛋白質發芽之胚最初數日其生長所賴之養料乃取給於胚乳待麥苗漸長幼根能自土中吸取養料及幼葉能製造食料胚乳之功用乃失。

5. 蛋白質層 蛋白質層接於珠心層之內為單層細胞所組成細胞頗大就橫切面觀察呈方形若就縱切面觀察則呈正方形但如從垂直觀察則作不規則之形狀細胞內儲存蛋白質粒甚多此層常誤稱為膠質層 (Gluten layer) 麥膠一詞只適用於澱粉質胚乳之主要蛋白質未可與蛋白質層相混也。

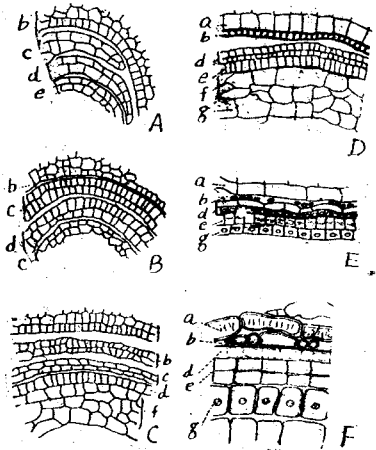


圖47 小麥種粒成熟時果皮內層珠被及珠心之變化 (橫斷面)
 a. 果皮之紫綠茶層 b. 果皮之內表皮
 c. 外珠被 d. 內珠被
 e. 珠心之表皮 f. 珠心之細胞
 g. 蛋白質層 (仿 Percival)

6. 澱粉質胚乳 此層細胞甚大而細胞膜則甚薄細胞之長軸常與子實面成直角細胞內充滿澱粉粒予以適當之染色在澱粉粒之間可以察見蛋白質顆粒 (Protein granules) 大多數之小麥澱粉及所有之麥膠均見於澱粉質胚乳麥膠之成分由內外逐漸增加故與蛋白質層相接近之細胞其含量最多。

(十二) 胚 圖48為小麥子實中部縱切面用以表明胚之構造臨時根位向珠心之一端包含一原始小根及二對側根據 Brenchley 氏之觀察除通常所述之二對側根外尚有第五側根之發現此等小根包藏於根鞘之內一短小幼莖或胚莖 (Hypocotyl or embryonic stem) 介於種子根與生長點之間換言之胚莖之前端延長至生長點終止後端伸入於原始根有若干未成熟之葉包圍生長點而與胚莖之頂端接近生長點及葉均包藏於葉鞘即芽鞘 (Coleoptile or pileole) 內附着於胚軸之一面接近胚乳之部分有一特種構造物謂之子葉盤 (Scutellum)



圖48. 小麥胚之橫斷面 (仿Percival)

(或譯胚宮及內子葉)與子葉盤成反背者為一細小舌狀物稱為外子葉,或外胚葉據一般學者研究子葉盤及外胚葉與兩子葉相當,惟子葉盤高度變態,而外胚葉則呈退化耳。

吾人熟知豆類瓜類幼苗具有兩片子葉,當其初出地面時在一短促時間內能代綠葉作用,凡具有二片子葉植物稱為雙子葉植物,木本植物之子葉盤,在形態上實為子葉之雛形,植物如木本科,莎草科,燈心草科及百合科等,只具一子葉則稱為單子葉植物,設就外胚葉之地位而論,以外胚葉代表退化之子葉,則可證明單子葉植物乃由雙子葉植物演進而成,吾人或由殘留構造物以追溯所有生物之系統史。

當發芽時,子葉盤在種子內司吸收胚乳中養料轉運至生長點,子葉盤之最外層與胚乳相接處,有一圓柱形之吸收層(Columnar epithelium),或能分泌酵素以溶解胚乳中澱粉與蛋白質,此項溶解物能從此細胞經過彼細胞,以達生長點之組織。

胚內含多量之脂肪或油分,礦物質及蛋白質,與相當豐富之可溶性碳水化合物,大概不含澱粉或含量甚微,以分量言,脂肪佔胚全部六分之一,蛋白質佔三分之一,二者合計佔胚全重之半。

(十三) 麥麩 麥麩(Bran layer)包括果皮,種皮及珠心層等之外層果皮構成大部分之麥麩,乃由多數之礦物質及木質化物質組合而成,麥麩之蛋白質,係由蛋白質細胞及澱粉細胞在磨粉時附着麩層所致。

商業上所謂麥麩,乃小麥自磨粉作用除去之鱗狀薄片,外被通常除果皮種皮及珠心層外,尚含有蛋白質層之一部或全部,與若干附着之澱粉質胚乳。

麥麩之化學組成差異甚大,其飼養價值當視小麥種類與磨粉方法為轉移,所含粗蛋白質或低至14%,或高至18%,平均約16%。

根據1890年美國小麥之分析結果,蛋白質含量(氮素 $\times 6.25$)之差異從8.1%至17.2%,平均11.9%,其所用樣品含有水分11.9%,故如以子實之乾物質計算,則含蛋白質13.3%。

Osborne及Verhees二氏曾將小麥蛋白質別為Globulin, Albumin, Proteose, Gliadin及Glutemin,五種,後二者組合為膠質(Gluten), Gliadin乃膠質中之黏性物質。

就一般而言,膠質狀態,角質狀態或堅硬小麥之子實,所含蛋白質較澱粉質狀態或無光者為多,某一品種所產之子實為硬粒小麥而富膠質,或為軟粒小麥而少膠質,則以受環境因子之影響而異。

麥粒各部分之相對比率如下:

- | | |
|------------------------|--------------|
| 1. 麥麩(包括果皮種皮及珠心層) 8-9% | 2. 蛋白質層 3-4% |
| 3. 澱粉質胚乳 82-86% | 4. 胚 6% |

(十四) 硬粒與軟粒 若干小麥為角質狀態,結構堅實透明或半透明而富蛋白質,普通稱為硬粒小麥("Hard" wheat),硬粒小麥內含膠質甚多,故能製強的("Strong")麵粉,適於製造輕鬆麵包,至軟粒小麥("Soft" wheat)適與硬粒小麥相反,較易磨碎,粉質狀態無光澤,胚乳幾全為不透明之澱粉。

組織曾被公認為適於製造麵包及點心粉(Pastry flours)惟軟粒小麥粉力弱("weak"),不能製造膨大麵包初一般以硬粒小麥難於製粉及烘焙而表示厭棄,今則此種困難幾全部克服矣。

美國有三類“硬粒”小麥,即“硬粒”春小麥,“硬粒”冬小麥,及硬粒小麥(Durum wheat)。Fife及Bluestem為主要之“硬粒”春小麥,Turkey及Kharkov為主要之“硬粒”冬小麥,至Kubanka則為最重要之硬粒小麥品種硬粒小麥固有強韌之黏性,故常用以製造通心麩及苕管麩硬粒與膠質小麥之粉,如與比較軟粒之小麥粉相混則成為製造麵包之最佳品質之麩粉。

一般曾以氣候對於小麥之組織硬度及品質之影響最大,而土壤則似不重要,普通在乾熱氣候下產生細乾植料,其子實堅實透明富氮素,至冷濕氣候則生粗稈植料,子實較軟粉質含氮素少,惟Haden氏謂在同一氣候環境之下,由於土中氮與鉀比率不同之處理,能使同一品種隨吾人之意而產生粉質或硬質子粒,即土中施用多量之硝酸鹽產生硬粒小麥,若氮肥不足(對於鉀肥比率而言),則生粉質子粒,此種研究啟示吾人以土壤與氣候同為支配小麥品質之因子。

(十五)小麥之製造 首先將混入子實之蒿稈細土沙粒完全除淨,然後將麥粒稍加清水潤溼,以免果皮之被研碎,此種作用稱為調勻,繼為磨碎,其手續包括從胚乳內除去麩皮及胚,並使胚乳逐漸成為更細之粉粒,在此一步驟,子實通過於有皺紋的鐵製的連接成對之轉軸,每轉軸所出產物予以篩分,粉粒依大小而分級,粗者通入於溝,近一轉軸組,最後果皮層即完全與蛋白質層之附着層及澱粉質胚乳細胞分離,胚乳研磨之細粒再行篩分,其通過於細紗布之物質即稱麩粉(Flour),留下之粗大粉粒稱為麥糠(Middling),麥糠再除去麩皮通過於一種機器,以分出細粉,麩粉之等級與其副產物(如麥麩、麥糠及粗粉等)之多寡視轉軸之組數與篩眼(Mesh)之大小為斷,故磨坊所出麩粉其等級差異甚大。

我國土製麩粉質粗而混有少數麥麩,故色澤蒼白,其法將加水潤溼麥粒置於石磨上,石磨直徑約80公分,以驢曳之,使其轉動,亦有附裝於水碓之轉軸上,藉水力而轉動者,磨碎之麥粒依次自磨縫吐出,然後置於絹製之粉篩中,後再倒入磨中磨之,如是數次,至大部分之麥粉磨碎為止,此法一人一牛(附設於水碓則不需牛)每日可製粉一二擔。

凡麥粒短圓充實而肥大皮薄而胚小者,其粉率必高,反之則低,據L. A. Fife氏研究謂Kansas州之小麥欲製成一桶(Barrel)或196磅之上等淨麩粉,平均需用4½英斗或270磅之子實,最優之麥種亦需4英斗或250磅始能製粉一桶,較劣之麥種則需5英斗云。

(十六)小麥之發芽 小麥發芽之所需時間與外部環境有關,發芽最適溫度(Optimum temperature)近84°F,最低溫度40°-43°F,最高溫度108°F。田間發芽通常需時四日至十日, Nobbe氏發現小麥在65°F時42小時即可開始發芽,60°F需2日,50°F需3日,40°F需4日。

圖49示小麥三個發芽期,原始根最先突破根鞘而出,根鞘遺留根上,在其所衝破之子實皮處形成如一領帶,不久兩側根即發現,故原始根係由三根組成,為一輪生長,點伸長時第一幼葉為葉鞘或葉鞘所包裹,葉鞘乃一閉合尖頭之器官,保護生長點,且為穿洞工具,小麥葉鞘之鑽土能力在普

禾本科植物中為最大其長度隨品種與播種深淺而異葉鞘之閉合端為第一綠葉所衝破子葉(子葉盤)留於地面下。

(十七)重複發芽(Repeated germination) 小麥種子與若干其他農藝植物之種子常能重複發芽子實開始發芽後每因乾旱而停止得水則如逢春而重發。Beal 氏曾將小麥及蕎麥種子發芽六次每次使根及莖生長至達子實長度所得結果如次。

重複發芽試驗

| 種子類別 | 發芽% | | | | | |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 |
| Schumacher 小麥 | 100 | 100 | 90 | 87 | 67 | 8 |
| Clawson 小麥 | 100 | 100 | 97 | 98 | 84 | 38 |
| 蕎麥 | 100 | 100 | 100 | 98 | 65 | 39 |

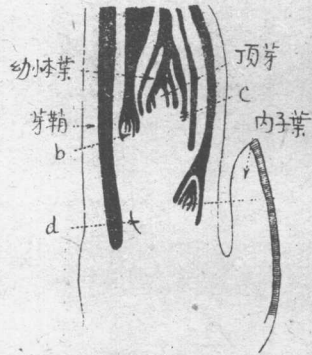


圖49. 小麥幼苗(14日)之縱斷面

- a. 芽鞘之腋芽
b. 第一枚本葉之腋芽
c. 第二枚本葉之腋芽
d. 不定根 (仿Percival)

(十八)小麥生長期促短處理 生長期促短處理俄文名為Jarowization, 英譯為Vernalization, 係1932年Odessa 植物育種研究所 T. D. Lysenko 氏所發明, 一時學者爭相研究證明此項處理施於大多數植物皆有效果惟所需條件則因植物之種類而不同茲將處理小麥之手續簡述於次。

1. 此種處理於小麥胚部已開始發芽幼根畧伸出表皮時行之有效。
2. 先使麥種吸收水分約達種子乾重45-50%太低則使處理效力遲緩太高則發芽太速妨礙播種。

3. 普通麥種含水約在13-14%, 欲使水分含量達50%則每100斤麥種須加水33斤約當麥種重量 $\frac{1}{3}$, 並須分三次撒澆, 每次隔八小時, 充分拌勻。此時室內溫度應保持10-15°C, 使吸水迅速。末次澆水經四小時後即將膨脹之麥種鋪展地面上, 厚約20-25公分。此時室內溫度勿超過15°C。若溫度過低則將堆層加厚而被覆之, 至24小時後胚已開始發芽即可行促短生長期處理。

4. 麥種一經開始發芽即可冷藏其堆積厚度以15-18公分為限太厚則溫度不易均勻而有發霉之弊。每平方公尺堆麥種34公斤。

5. 冷藏之溫度須在1-5°C之間以3°C為適太低則效力遲緩在零度則無效如在5°C以上則另發霉且發芽太速。

6. 冷藏經40-45日之期間此項處理之功效即可完成若春小麥則經10-15日即可得良好結果。

Lysenko 氏曾舉行多次實驗茲錄其結果如下。

| 品種及處理 | 播種期 | 出穗期 | 與標準 相差日數 | 收量 |
|-------------------------------|------|------|-------------|-----|
| 經處理之 Erythrosperrum 53 4/1 | 4/11 | 6/5 | -9 | 7.4 |
| 同上未經處理 | 4/11 | 7/11 | +17 | 0.3 |
| 經處理之 Ferruginum 3/10 | 4/11 | 6/12 | -2 | 8.9 |
| 同上未經處理 | 4/11 | 7/1 | +7 | 0.5 |
| Milturum 274 標準(麥小麥) | 4/11 | 6/14 | 0 | 6.5 |

Lysenko氏又用冬小麥共1260
品種分處理及未處理二部分而比較
之結果未經處理者至6/15-6/21日出
穗僅有4%，至7/1日出穗僅有4%至7/1
日出穗不過11%，而經過處理者則在
6/15日已有830品種出穗達66%云

(十九)小麥之分類 Hackel氏(1887)分Triticum屬為二大類學者從之。

第一類野生小麥(Aegilops) 護穎背部圓滑, A. Ovata及A. cylindrica 為其主要品種南歐及西亞之土耳其均產焉。

第二類栽培小麥(Stiopyros), 護穎背部有銳利脊(Keel), 包括所有之栽培品種此類分為下列三類。

1. 一粒小麥(T. monococcum).
2. 波蘭小麥(T. polonicum).
3. 普通小麥(T. sativum) 再分為下列數種。

I. 穗軸脆子實與殼不易分離。

A. 穗疏, 四方形, 護穎背部有銳利之脊。

a. 斯卑而脫小麥(T. Stativum spelta).

B. 穗密且緊壓護穎有銳利之脊。

b. 二粒小麥(T. Sativum dicoccum).

II. 穗軸堅韌子實與殼易離。

C. 普通裸小麥(T. sativum tenax) 又分四亞種。

i. 普通小麥(T. vulgare).

ii. 密穗小麥(T. compactum).

iii. 圓錐小麥(T. turgidum).

iv. 硬粒小麥(T. durum).

各種經濟小麥檢索表(參閱圖50.51).

A. 頂小穗能結實內穎成熟時不縱裂每小穗具3-5花朵。

B. 護穎較外穎短而堅內穎與外穎等長, T.S. ativum Lam.

C. 穗軸堅韌子實與穎易分離。

D. 護穎僅在上半部有顯明之脊無芒或

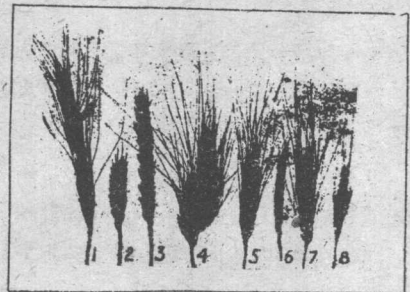


圖50. 各種小麥之穗型 1.波蘭小麥 2.密穗小麥
3.普通小麥 4.圓錐小麥 5.硬粒小麥 6.
士卑而脫小麥 7.二粒小麥 8.一粒小麥(仿Robbins)

芒長在10公分以下，莖中空。

E穗長疏密不一，正面較側面寬。T. *aestivum*, 或 T. *vulgare*, vill. (Common wheat 普通小麥)。

EE穗短緊密，兩側較正面寬。T. *Compactum* Host. (Club wheat 密穗小麥)。

DD護穎基部之脊極銳利，外穎多有芒，芒長10-20公分，莖多實心。

E護穎及子實短，子實卵形，頂端呈截斷狀。T. *turgidum*, L. (Poulard wheat 圓錐小麥)。

CC穗軸腕子實與護穎不易分離。

D穗密兩側較寬，小穗梗 (Pedicel) 短而細軟，多附着於小穗之基部，肩缺或窄，多為傾斜。T. *dicoccum* Sahrk (Emmer, 二粒小麥)。

DD穗疏而窄，小穗梗長而寬，着生於一小穗之表面，肩寬方形。T. *Spelta*, L. (Spelt 斯卑而脫小麥)。

BB護穎長度與外穎相等，或較長狀如紙紡錘形，穗下部之花其內穎僅及外穎長度二分之一。

AA穗頂小穗不孕，成熟時內穎縱裂為二，每小穗通常僅一花結實。T. *monococcum* L. (Einkorn, 一粒小麥)。

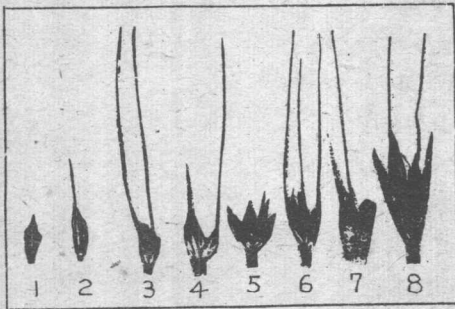


圖51. 小麥之各種小穗型式

1. 一粒小麥
2. 士卑爾脫小麥
3. 二粒小麥
4. 普通小麥
5. 密穗小麥
6. 硬粒小麥
7. 圓錐小麥
8. 波蘭小麥

(仿Robbin)

又小麥可依其內外穎與子實之關係分為二類。

1. 裸小麥 ("Naked wheats"), 子實與內外穎易於分離穗軸堅韌 (硬粒小麥 T. *durum*, 圓錐小麥 T. *turgidum*, 密穗小麥 T. *compactum*, 普通小麥 T. *aestivum* 及波蘭小麥 T. *polonicum*)。

2. 斯卑爾脫小麥 ("Spelt wheats"), 子實與內外穎不易分離穗軸腕 (一粒小麥 T. *monococcum*, 二粒小麥 T. *dicoccum* 及斯卑爾脫小麥 T. *spelta*)。

英人 J. Percival 氏 (1921) 亦作小麥分類其所根據之分類基礎不僅注意穗及子實之性態，同時且顧及花部及營養器官之構造雜交親和力與地理分佈等，氏將小麥屬分為二物種十一亞種 (Race) 實分類法之最精確者。

- 第一物種 *Triticum aegilopoides* 野生小斯卑爾脫小麥 (Wild small spelt).
- 第一亞種 *T. monococcum* 小斯卑爾脫小麥 (Small spelt).
- 第二物種 *Triticum dicoccoides* 野生二粒小麥 (W'd emmer).
- 第二亞種 *T. dicoccum* 二粒小麥 (Emmer).
- 第三亞種 *T. orientale* 高拉山小麥 (Khorasan wheat).
- 第四亞種 *T. durum* 硬粒小麥 (Macaroni wheat).
- 第五亞種 *T. polonicum* 波蘭小麥 (Polish wheat).
- 第六亞種 *T. turgidum* 圓錐小麥 (Cone wheat).
- 第七亞種 *T. pyramidale* 埃及小麥 (Egyptian cone wheat).
- 第八亞種 *T. vulgare* 普通小麥 (Common bread wheat).
- 第九亞種 *T. compactum* 密穗小麥 (Club wheat).
- 第十亞種 *T. sphaeococcum* 印度矮生小麥 (Indian dwarf wheat).
- 第十一亞種 *T. spelta* 大斯卑爾脫小麥 (Large spelt or Dinkel).

氏對於上述各種亞種小麥之性狀記載頗詳茲擇要摘錄如下

一、第一物種 (*T. aegilopoides*) 野生小斯卑爾脫小麥稈直挺而心實，或具厚膜之稈壁柔軟而有彈力，高 40-160 公分，穗梗附生白色細毛，長度有達 65 公分者，而全稈之長不過 100 公分，頂部小穗不孕，而旁小穗各具二花，通常僅下部一花結實，如同一小穗二花均結實時，則上部之子實較大，發芽亦較速，壳色或黃或紅或黑，大部有毛，外穎有芒，內穎成熟時破裂為二，子實中部大而兩端小腹，溝甚淺，極以裸大麥胚乳角質狀，現布臘小亞細亞高處野生，穎多，子實細小，即一粒小麥之原種也。

1. 第一亞種 (*T. monococcum*) 小斯卑爾脫小麥，即一粒小麥，幼苗挺直，稈柔軟，與其他栽培小麥最易識別，稈高自 60-120 公分，節間中空，或有基部之節間為實心者，麥桿四五節，頂部一節着生明顯之叢毛，穗直立，細長有芒，則面較正面為寬，穎以二粒大麥成熟時穗軸脆而易折，每穗通常有三花，但僅一花結實，偶亦有二花結實者，頂部小穗甚細小，且不成熟，子實附着殼內，不易脫出，腹溝極淺，產瑞士西班一帶及亞洲土耳其等地，性甚耐寒耐瘠，惟其麥粉不適於製造麩色，性能無牲畜飼料而已。

二、第二物種 (*T. dicoccoides*) 野生二粒斯卑爾脫小麥為小亞細亞之野生種，常與野生大麥及野生斯卑爾脫小麥相伴而生，穗扁平有芒，每小穗有三花，僅第一花或第一第二兩花能結實，頂部小穗常不成熟，子實狹長而端細小，作紡錘狀，背部有脊，腹溝作 V 字形，子實腹部平坦，此與野生小斯卑爾脫小麥之略作弧形者有異，穗軸極脆，稍為振動即自花節折斷。

2. 第二亞種 (*T. dicoccum*) 二粒小麥，此亞種在有史以前歐亞各地均有栽培，其後因硬粒小麥及普通小麥栽培漸盛，其面積乃日減，近世祇瑞士法意美俄及印度諸國稍培植而已，別為春秋二種，稈中多髓，葉片大多有毛，穗軸脆，穗甚緊密，側面較正面寬，大多有芒，顏色普通分白色赤色兩

稈間有黑色者。小穗梗短而細，每一小穗有二花，子實包於壳內，不易脫離，紅皮形長而軟，兩端細小，多飼家畜。

3. 第三亞種 (*T. orientale*) 高拉山小麥，乃波斯 Khorasan 地方灌溉栽培之品種，葉窄而有毛，穗梗極疏，芒粗，子實甚長，成熟極早。此等性狀與野生二粒小麥頗相似，幼苗直立，稈高自 20-110 公分，頂部節間實心，或具厚壁，穗長自 10-11 公分，每小穗有子實 2-3 粒，芒着生於外穎，易脫落，穎白色，有毛，子實狹長 10-12 公釐，寬約 3 公釐，白皮，呈角質狀。

4. 第四亞種 (*T. durum*) 硬粒小麥，大多春播，幼苗常直立，散開者極少，葉大多無毛，稈有條痕，甚高達 75-150 公分，大多數有五、六節，穗軸堅硬，每小穗自 5-7 花不等，方形穗軸品種之成熟種子，每小穗有三、四粒，壓縮品種僅二粒，穗緊密，正而較側面窄，穎光滑或有毛，不易脫落，背有尖銳之脊，外穎常有芒，間有無芒者，乃由雜交改良而成，芒長自 11-23 公分，其色黑、紅、白，均有芒之附着力較圓錐小麥為強，子實常呈白色、琥珀色、黃色或紅色，胚乳多堅硬，呈燧石狀，本亞種栽培甚早，現地中海沿岸諸國及俄國東南部、印度、北美、中美、墨西哥、澳洲、南非洲等地均植之，其栽培面積僅次於普通小麥，俄國 Volga 地方之黑土區，最高硬立小麥對於銹病菌、黑穗病菌有極大抵抗力，惟罹霜害為感，適於高溫乾燥之氣候，耐旱力冠於他種小麥。

5. 第五亞種 (*T. polanicum*) 波蘭小麥，植株高大，子實細長，形似黑麥，故有高大黑麥 (Giant rye) 之稱，穗梗有髓，芒粗而疏，穎與外穎相等，或長於外穎，各小穗有四、五花，通常二花結實，間或三花，子實長度幾達 13 公釐，為小麥中最長者，其色淡黃乃至淡赤，胚乳呈燧石狀，因其粉質不能單獨製造麩皮，故種者甚少，此亞種名為波蘭小麥，實則波蘭並無種者，據學者懸斷，原產地當在地中海一帶。

6. 第六亞種 (*T. turgidum*) 圓錐小麥，稈挺直，高平均達 1.5 公尺，稈壁甚厚，常為實心，或充以髓，葉寬，穗長大有芒，強硬，少鳥害，間有分枝者，小穗排列甚緊，穎短，背脊銳利，每小穗有子實二、三粒，至四、五粒，穗梗堅硬，子實背部隆起，富澱粉，少蛋白質，其粉質不適於製造麩皮，多用以飼牲畜，在十六世紀至十九世紀初葉，英國盛種之，今漸減，惟西班牙、葡萄牙、意大利諸國栽培較多，其芒不分枝之品種與硬粒小麥殊難鑑別，惟後者之子實較硬，穗較疏，穎及子實較長。

7. 第七亞種 (*T. pyramidale*) 埃及小麥，稈短，中空或中實，稈壁厚，葉有茸毛，穗亦短，小穗密生，各小穗可結實四粒，有芒，子實白色，呈粉狀，組織原產埃及。

8. 第八亞種 (*T. vulgare*) 普通小麥，或稱麩皮小麥，稈長 0.8-1.5 公尺，有芒或無芒，穗短者 6 公分，長者 20 公分，各小穗有五花至九花，穗之正而常較側面為寬，異於其他側面寬於正面之小麥，穗中部之小穗有結實四、五粒者，上下兩端不過一、二粒，穎短於外穎，背脊僅頂部有毛，或無毛，有芒品種芒長不超過 10 公分以上，內外穎等長，莖中空間有作髓狀，葉較圓錐，小麥與硬粒小麥為窄，麥粒顏色有白、黃、淡橙、赤褐等，豐滿，頂端鈍，而有叢毛，胚乳有呈燧石狀者，有呈粉狀者，含膠質適於製造麩皮，世界各地均種之，我國栽培之小麥有 87% 屬於此亞種。

9. 第九亞種 (*T. compactum*) 密穗小麥，小穗密生，穎強硬，每小穗有六、七花，結實 3-5 粒。

平均四粒顆粒短小，近圓形，或作舟形，白皮或紅皮，前者較普通，成熟時不似普通小麥之易於脫落，延緩收割尚無妨礙，通常甚短，直立，不易倒伏，故又稱矮生小麥 (Dwarf wheat)，穗密而短，普通約 8 公分，上部尤為緊密，有芒或無芒，小穗與穗軸成直角，麩粉品質亞於普通小麥，有秋播春播之分，各地栽培頗廣，有我國約佔 9%。

10. 第十亞種 (*T. sphaerococcum*) 印度矮生小麥，本亞種與密穗小麥頗相似，穗短，小穗密生，稈較粗，葉短，子實甚小，形如半球狀，每小穗有六七花，能結實五六粒，有芒或無芒，在印度栽培較盛。

11. 第十一亞種 (*T. spelta*) 大斯卑爾脫小麥，亦稱普通斯卑爾脫小麥，在阿爾卑斯山北部栽培最早，現以德國栽培最盛，他若瑞士與意大利、西班牙、法國、意大利諸國亦均栽培，穗軸脆弱，子實繫已於壳中，不易分離，普通僅供家畜飼料，若供人類食用，則須置石臼中舂去其壳，子實概作槌石狀，形長色赤，兩端尖，頂端有毛，含膠質不多，不適於製造麩包。

Beyerinck 氏曾作一粒小麥 (*Einkorn*) 與二粒小麥 (*Dicoccum*) 雜交試驗，但其雜交無一結實，Aaronsohn 氏謂波蘭小麥 (*T. polonicum*) 與其他物種，如有芒春小麥 (*T. aestivum*) 及一粒小麥 (*T. monococcum*) 雜交，其後裔不育，其他各種小麥相互交配，其受精之程度大有不同，又有以小麥與黑麥、小麥與鴉觀草、小麥與野生小麥舉行雜交者。

根據染色體數目，小麥可分為三大集團，其所包含之染色體數為 14、28 及 42，其共同之基本數為 7，每集團所包含之物種如下：

| 第一集團 | 第二集團 | 第三集團 |
|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 染色體組 AA (2N=14) | 染色體組 AABB (2N=28) | 染色體組 AABBCC (2N=42) |
| 野生種 <i>T. aegilopoides</i> , Bal. | <i>T. dicoccoides</i> , Koern. | |
| <i>T. Thaouar</i> , Keu. | <i>T. Timopheevi</i> , Zhuk. | |
| 栽培種 <i>T. monococcum</i> , L. | <i>T. dicoccum</i> , Schur. | <i>T. vulgare</i> , Vill. |
| | <i>T. durum</i> , Desf. | <i>T. compactum</i> , Host. |
| | <i>T. persicum</i> , Vav. | <i>T. spelta</i> , L. |
| | <i>T. orientale</i> , Perc. | <i>T. sphaerococcum</i> , Perc. |
| | <i>T. pyramidale</i> , Perc. | <i>T. macha</i> , Decap. |
| | <i>T. polonicum</i> , L. | <i>T. vavilovi</i> , Jackub* |
| | <i>T. turgidum</i> , L. | |

(二十) 小麥之來源 小麥之原產地據 De Candolle 氏謂在亞洲西部之 Mesopotamia 地方，P. T. Pondlinger 氏亦謂在 Euphrates 河及 Tigris 河二流域之野生種演進而來，又希臘詩人 Homer 氏謂小麥乃來自地中海 Sicily 島之野生種，若干年前，Aaronsohn 氏從敘利亞 (Syria) 得一野生二粒小麥 (Wild emmer，即 Koernicke 氏所稱之 *Triticum dicoccum dicoccoides* (*T. he-*

* 染色體數尚未確定。

rmonis, Cook)], 後氏賦獵於巴勒斯坦 (Palestine) 之 Upper Galilee, 至 Tiberias 湖亦發現此種野生二粒小麥, 又在隣近 Arny 村之 Hermon 山, 氏發現此種野生小麥甚為普遍, 且有數種形式係生長於 1500-2000 公尺之高地, Chodat 氏由是推斷小麥之原產地為敘利亞, 彼認具有脆弱穗軸之 *T. dicoccum dicocoedes* 為小麥之原始形式, 最有趣者, 乃此種野生之子實之重量或體積並不亞於最優良之栽培品種也。

一般咸認栽培小麥之原型 (Prototype), 不論其為任何形式, 穗軸概脆至堅硬穗軸則視為係由人類改進而來, 古時栽培之小麥為二粒小麥, 皆具脆弱之穗軸, 此為吾人所熟知者, 且凡與小麥有關之屬與物種如野生小麥與鵝觀草及其他等, 其穗軸亦脆, 在今日栽培小麥中僅有一粒小麥, 二粒小麥及斯卑而脫小麥具有脆弱穗軸。

吾人恒見 Aaronsohn 氏之原始小麥 (Primitive wheat, 即野生二粒小麥) 之天然雜交較栽培小麥為盛, 此或因其生長於溫暖乾燥氣候而多數栽培小麥則生長於北方氣候, 其地之寒冷與潮濕足以阻止花之開放之故, 印度所種小麥, 其天然雜交程度較北方氣候下所栽培者為多。

在巴勒斯坦之野生小麥, 其子實正常存於小穗之內, 且小穗成熟之次序亦與栽培小麥不同, 栽培小麥最先發育為花之小穗, 乃近穗中部之小穗, 而原始小麥則頂部之小穗, 又原始小麥並表現性二形體 (Sexual dimorphism), 即若干植株着雌蕊先熟花 (Protogyny), 餘則着雌蕊先熟花 (Protandry), 此種野生小麥之小穗未有二個以上子粒成熟者, 又同一小穗之子粒大小不等 (圖 52), 小穗下部之花所結子實較小, 其芒則較長。

A. Schulz 氏謂 Aaronsohn 氏所發現許多原始小麥個體 (並非全數), 乃 *T. aegilopoides*, *thaouidar* 與 *dicoccoides* 之雜種, 據氏之意見, 各種栽培小麥之來源如下:

1. 一粒小麥系 (Einkorn series), 其原型為 *T. aegilopoides*。

2. 二粒小麥系 (Emmer series), 其原型為 *T. dicoccoides*, 二粒小麥 (*Dicoccum*) 硬粒小麥 (*Durum*)、圓錐小麥 (*Turgidum*) 及波蘭小麥 (*Polonicum*) 即來自此原生種。

3. 斯卑爾脫小麥系 (*Spelta* series), 原型不明, 由此系型演進為斯卑爾脫小麥 (*Spelta*)、密穗小麥 (*Compactum*)、有芒春小麥 (*Aestivum*) 及 *Capitatum* 小麥。

各學者依血清反應染色體數目及雜交之親和力等, 推測硬粒小麥、波蘭小麥及圓錐小麥, 均自 *T. dicoccum* 變異而來, 普通小麥與斯卑爾脫小麥或係由各種小麥天然雜交或變異而生, 亦未可知, 概括言之, 小麥之栽培品種乃由三種不同之系演化而來:

第一系, *T. aegilopoides* → *T. monococcum*

第二系, *T. dicoccoides* → *T. dicoccum* → { *T. durum*
T. polonicum
T. Turgidum



圖 52. 野生二粒小麥 (*T. dicoccum dicoccoides*) 之小穗 (仿 Robbin)

第三系 $\left. \begin{array}{l} T. aegilopoides \\ T. dicoccoides \\ T. durum \end{array} \right\} \times \left. \begin{array}{l} Aegilops ovata \\ Aegilops cylindrica \end{array} \right\} \rightarrow \left. \begin{array}{l} T. vulgare \\ T. spelta \end{array} \right\}$

又 Vavilov 氏 (1919) 就小麥對於桿銹病 (*Puccinia triticina*) 抵抗力之不同分小麥為三類
 類與上舉吻合。

| | | |
|---------------|--------------|--------------|
| 免 疫 | 抵 抗 | 感 染 |
| T. monococcum | T. durum | T. vulgare |
| | T. polonicum | T. compactum |
| | T. turgidum | T. spelta |

T. dicoccum 有抵抗與感染之品種。

(二十一) 小麥生長環境 就溫度環境而言小麥生長之範圍甚廣若干品種運挪威北緯 64° 及中落磯山 (Central Rocky Mountains) 高至 8000 英尺我國西藏在海拔 4000-15000 英尺之高原亦有小麥生長尚能成熟而得優良之產量其最宜之範圍在北緯 30°-60° 南緯 27°-40° 之間凡每年平均溫度不低於 37°F 同時夏季之溫度不低於 58°F 之處小麥均能生長冬小麥抵抗長期低溫之能力較春小麥為強。

小麥在全生長期間所需水分品種間差異極大若干品種產生一單位之乾物質其所需水分較其他品種為甚所謂需水量 (Water Requirement) 者乃構成一磅乾物質時其蒸發消耗之水分磅數 (即植物吸收之水分) 也。下列數字係根據 Briggs 及 Shantz 二氏在美國 Colorado 於 1911-1913 年連續試驗之結果。

| 植 物 屬 名 | 平均數(磅) | 植 物 屬 名 | 平均數(磅) |
|-----------------|--------|----------------|--------|
| 黍稷 (Panicum) | 293 | 燕麥 (Avena) | 597 |
| 粟 (Setaria) | 310 | 黑麥 (Secale) | 685 |
| 高粱 (Andropogon) | 322 | 甜菜 (Beta) | 397 |
| 玉蜀黍 (Zea) | 268 | 甘藷 (Ipovoea) | 636 |
| 小麥 (Triticum) | 513 | 豌豆 (Pisum) | 788 |
| 大麥 (Hordeum) | 534 | 紫苜蓿 (Medicago) | 831 |
| 蕎麥 (Fagopyrum) | 578 | | |

設以黍稷之需水量為 1, 則粟之需水量為 1.06, 高粱為 1.10, 玉蜀黍為 1.26, 小麥為 1.76, 大麥為 1.83, 燕麥為 2.04, 黑麥 2.34。一種植物之需水量與若干條件有關而以土壤肥力為最在瘠瘠之地所需水分較諸肥沃之地為多施用肥料因增加植物吸收水分之總量但乾物質每單位所需之水分則反形減低也。

小麥耐濕之能力亦因溫度而殊在寒冷區域每年雨量不得低於 250 公釐高於 1000 公釐炎熱地帶不得低於 500 公釐高於 1750 公釐。C. K. Ball 氏 (1911) 謂世界產麥中心區域概在乾燥地帶 1909 年收穫情形 (每公頃公石數) 因各地雨量多少而有如下之差別。

| | | | | | | | | | | |
|--------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 雨量(公釐) | 250 | 375 | 500 | 625 | 750 | 875 | 1000 | 1125 | 1250 | 1375 |
| 小麥收穫 | 8.7 | 12.2 | 14.0 | 15.2 | 16.5 | 15.2 | 14.0 | 12.2 | 9.6 | 14.8 |

氣候與土壤對小麥子實組成之影響前已述及茲不多贅。

(二十二)用途 小麥在我國北方為主要食糧在南方則為副食品其最主要用途係用以製造麵粉麵粉第一為製造麵包用其次如製造各種通心粉饅頭麵類餅乾及其他糕餅之用因所製造之目的不同其適用之小麥種類亦各異普通小麥(*T. vulgare*)宜製麵包, Macaronic 小麥(硬粒小麥 *T. durum*)適於製造麵類又因產地之不同如美國 Kansas 及 Minneapolis 二地產之麵粉最宜製麵包, Kentucky 產之麵粉製餅乾及糕餅最佳此係視小麥粉中所含膠質之量與質如何而決定膠質乃由 Gliadin 及 Glutenin 組成據 Carleton 氏稱通常二者之比率前者佔 65%, 後者佔 35% 粉與水拌捏時吸收水分者即 Glutenin, 膠質多時因受酵母之作用生出碳酸氣而變為多孔性優良之麵包但膠質不單在含量一方面重要其品質亦重要, Gliadin 及 Glutenin 之比例以前述為最適就一般言製造麵包以含膠質多為佳而以製糕餅時則以含膠質不多黏力弱者為良

他如德國以小麥釀造白啤酒我國及日本以為製醬、醬油與醋之原料, 又近來利用膠質製造調味粉小麥皮屑或糊麩皮, 除為家畜之重要飼料外, 並用以製造膠質桿可以編成草帽鞭為製草帽之原料。

參 考 書

1. 金善寶: 實用小麥論 商務印書館
2. 靳自重: 小麥細胞學之研究 農林新報第28, 29, 30合刊
3. 孫醒東: 中國食用作物 上册 第二章 中華書局 民國二十六年
4. 葉常豐: 麥作學 (國立英士大學講義未發表)
5. 松田秀雄: 食用作物學 P.P. 131-170 昭和九年
6. Dondlinger, P. T.: The Book of Wheat
7. Percival, J.: The Wheat Plant
8. Robbins, W. W.: Botany of Crop Plants P.P. 91-122

第十一章 大麥 *Hordeum* (Barely)

(一)植物習性及根莖葉 大麥為一年生木草植物，因人類之栽培而有夏季一年生與冬季一年生兩種二稜大麥 (*Hordeum distichon*) 與黑麥相似，有多年生習性之明顯傾向，如在美國，植於七月割去則於當年之九月產生新葉，發育花序，再行刈割則第三次新葉又復發出，故一般認吾人所種大麥，乃來自多年生型，經久漸失此種多年生習性而成者。

大麥之根系類似燕麥，每5-7節間或八節節間長度，由下向上遞加分蘗不如燕麥及冬小麥之多，其順序詳見圖35葉與小麥畧同，惟葉耳較大，有明顯差異，可為二者莖桿區別之根據 (圖53)。

(二)花序 花序為筒穗狀各品種間形式上之差異甚微，穗軸緊壓堅強，在穗軸上相對各點着生小穗之處有明顯之水平墊狀物 (Horizontal cushion) (圖54)，此為大麥穗軸與小麥黑麥不同之點，又其穗軸花節挺直，而小麥與黑麥則彎曲。

每一花節有三小穗排列一行稱為三聯小穗 (Triplets)，每小穗有一花 (圖55, 56)，其在兩側者在二稜大麥中

多為不孕花，每小穗着生於一短枝或小穗軸上，小穗軸突出花外狀如刺，嵌於子實腹溝內，三聯小穗交替排列於穗軸上，與小麥同無頂小穗 (Apical spikelet)。

大麥三聯小穗因着生之疏密不等及側列小穗之孕或不孕而成二行、四行、六行之排列，普通稱二稜、四稜、六稜，或二條、四條、六條，或二角、四角、六角，如取其橫斷面則如圖57所示。

(三)小穗及花 每小穗只有一花，護穎細長狀如芒，外穎寬背圓，尖端有五條脈紋，着生具銳齒之長芒，最長之芒通常附着於最大與發育最佳之子實芒，如被切斷則成熟時子實細長，內穎長度約與外穎相等，有二稜脊 (Ridge)，花柱短，鱗被二，明顯有各種形式。

子實着生之密度頗為固定，不易受環境影響，所謂六稜四稜之區別即由小穗着生疏密不等而來，三聯小穗均結實而着生較疏者，中列小穗與穗軸所成之

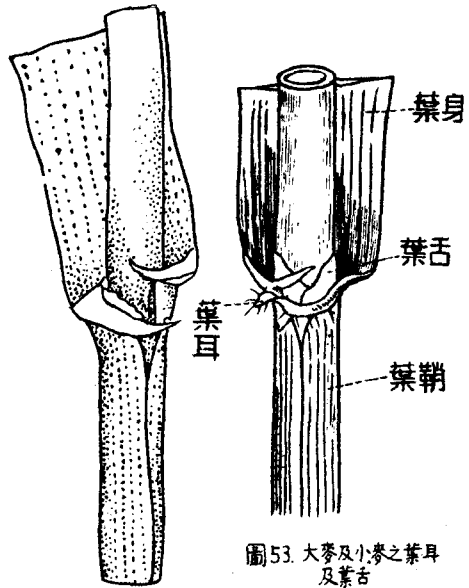


圖53. 大麥及小麥之葉耳及葉舌



圖54. 麥類之穗軸
a. 大麥 b. 小麥
c. 黑麥
(仿 Robbin)

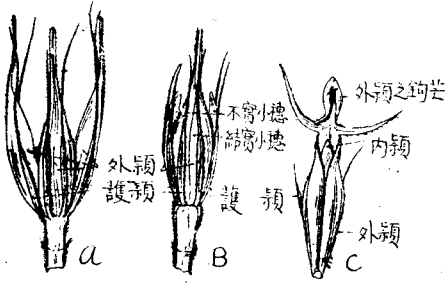


圖55. 大麥三聯小穗花
 a. 六稜大麥
 B. 二稜大麥
 C. 鉤芒大麥之單小穗
 (仿Robbins)

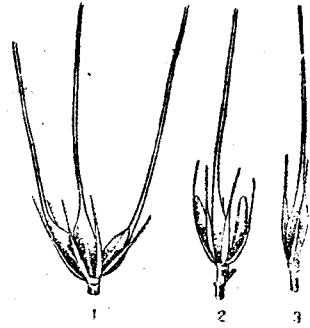


圖56. 大麥之小穗花
 1. 六稜大麥 2. 四稜大麥
 3. 三稜大麥 (仿Carlton)

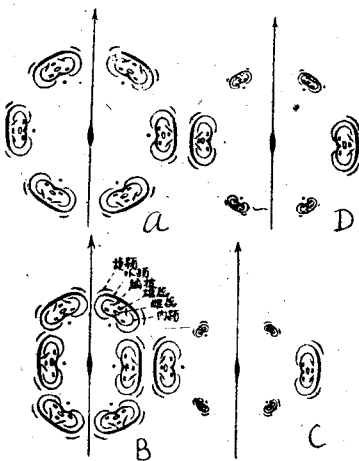


圖57. 大麥穗之橫斷面 (仿Brolli)
 a. 六稜大麥
 B. 四稜大麥
 C. 二稜大麥
 D. 雜文大麥 (Medium barley,
H. vulgare intermedium)

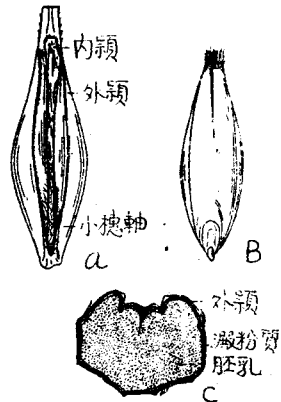


圖58. 大麥之子實
 a. 帶殼之麥粒
 B. 去殼之麥粒
 C. 麥粒之橫斷面
 (仿Robbin)

角度小，而鄰近側列小穗互相靠攏與穗軸所成角度大，自頂部觀之狀如凹棱，其着生較密者，則上下小穗互相壓擠而致與穗軸所成之角度較大，自穗頂端觀之狀如六角。又二稜大麥中之垂頭種 (*H. nutans*) 及直立種 (*H. erectum*) 之特徵亦由小穗着生密度之不同，密度大者直立，小者垂頭。

(四) 開花及授粉作用 大麥穗之開花自中部始然後向上下開放，三聯小穗中間之花較側邊二花成熟為早，全穗平均約三四日內可以開放完畢，一株中之各穗則 7-9 日完畢，每花開放時間因氣候而異，通常約 20-30 分鐘。

二稜彎曲大麥 (*Two rowed nodding barley*) 即二稜垂頭大麥，兩側花開放時其穎張開，而中間花則多閉合。又二稜直立大麥、六稜大麥及孔雀大麥 (*Peacock barley*, 指 *Fan barley*)，為二稜大麥之一種，開花時其穎亦閉合，或謂此種情形係由於鱗被過於柔弱，故不能迫穎張開，四稜大麥鱗被非常發達，故能正常開花，是以四稜大麥及二稜彎曲大麥似有異花授粉之可能性，而六稜孔雀及二稜直立大麥則少，此種可能雖然大麥天然雜交實例殊少發現，或因花柱過短，不能伸出花苞之外故也。Rimpau 氏研究多數大麥種類之天然雜交可能性，結果其中僅有八種確有發生雜交，且均屬四稜大麥，因此大麥之自花授粉，在由間情形下，可使純潔品系無發生雜偽危險，即可避免惡劣品系花粉粒帶來不良性狀。

大麥花之開放，在早晨五時半至六時開始，漸次增加，至上午八時停止，中午開花者殊少，下午三時至五時亦有少數花朵開放，至晚上八時則各花完全閉合。

大麥開花情形亦如其他禾穀類作物與氣候有甚大關係，正常在高温與乾燥之日開業者，在寒冷濕潤之日完全閉合，或僅微微開放。

(五) 授精作用及子實之成熟 大麥未成熟子實之構造與小麥甚相似，惟 Kudelka 氏發現大麥葉綠素層含有二列細胞，其外珠被之二層細胞之早期併合，與果皮及珠心細胞之早期併合，皆與小麥同。大麥子實之成熟，亦經過乳熟、黃熟、完熟及枯熟四期。

(六) 大麥之成熟子實 大麥子粒可分帶殼大麥 (*Hulled barley*) 有稃大麥及裸粒大麥 (*Naked or hullless barley*) 二種，前者之內外穎緊貼子粒，不易分離 (普通所謂大麥係指帶殼大麥)，後者則易分離 (稱為裸麥)，如普通小麥子粒然，惟大麥子粒兩端尖銳 (圖 58)，其在二稜大麥中部最寬，至四稜種在外列之子粒稍帶扭曲，中列之子粒近尖端最寬。

帶殼大麥之小穗軸或稱基刺 ("Basal bristle")，固着於子實與內穎連接一邊之基部 (圖 58)，基刺之性狀因品種而不同，故於品種鑑別上甚為重要。

大麥殼重約佔子實 10-25%，六稜大麥之殼重大於二稜大麥，其百分率之差異與季節土壤子實形狀及肥料有關，再 Haberlandt 氏曾謂生於北部之大麥，其殼重小於南部者。

帶殼大麥成熟子實之橫切面，包含下列各部：(1) 內外穎各有五至七列細胞，(2) 果皮由數列薄膜細胞及二列具葉綠素細胞組成，(3) 種皮由內珠被之二層細胞組成，(4) 珠心層一列細胞，(5) 蛋白質層通常有厚膜細胞三列 (二列至四列)，(6) 澱粉質胚乳。

大麥子實(胚處)之果皮及種皮亦如黑麥與小麥,其發育較子實其他部分為不健全。大麥之胚與小麥甚相似,僅佔子實一小部分,有5-8條側根,大麥屬無外子葉,胚乳目粉質至玻璃質粉質乃含澱粉率高所致,至透明則表明含蛋白質率高,澱粉質與蛋白質之相對量(Relative amounts)隨種類而不同。二稜大麥幾專為釀酒用,大麥子粒因不含膠質,故不宜製鬆鬆麵包。

(七)子實顏色 Harlan氏曾作大麥子實顏色之研究,謂大麥有二種着色物質,一為花青色素(Anthocyanin),在酸性情形下呈現紅色,鹼性情形下呈現藍色,另一為似黑色素化合物(Melanin-like compound),呈現黑色,色素存在於種果皮與蛋白質層中,澱粉胚乳中,有時亦有之。子實所呈現之色澤非常複雜,如所有色素完全缺少,則呈現白色,稈內如堆積似黑色素化合物甚多時,現黑色,少時則現褐色,花青色素在稈內呈淡紫紅色,在裸粒大麥中似黑色素化合物存於果皮,呈現黑色,子粒花青色素存於果皮,則呈現紫色,子粒果皮中之酸性花青色素加於蛋白質層之鹼性花青色素之上,表現紫色之效應,若藍色蛋白質層在無色果皮之下,則呈藍灰色,白稈覆於藍色蛋白質層之上,將使子實表現呈藍色,黑稈覆於藍蛋白質層則表現黑色,稈及果皮中之花青色素常呈現紫色,表示此等組織係酸性狀態,而在蛋白質層之花青色素則常呈現藍色,表示蛋白質層為鹼性狀態,花青色素存在於裸粒大麥果皮中,較其在蛋白質層中所表現者為顯著。

(八)大麥之發芽 Haberlandt氏謂大麥發芽溫度最適為68°F,最低為37.4°-39.2°F,最高為82.4°-86°F,釀酒時對於大麥發芽力(Germinating energy)應予以特別注意,所謂發芽力乃指在某一時間內發芽之能力而言,發芽力高之大麥如保持64.4°-68°F之溫度在72小時內有96%子粒發芽。

大麥子實發芽時,酵素之分泌與胚乳之轉變非常重要,澱粉糖化力(Diastatic power)高者為優良,因能產生多量澱粉糖化酵素(澱粉酵素 Diastase),含氮素多之穀實類作物其酵素分泌力亦大,發芽時所分泌之酵素重要者如澱粉酵素、纖維酵素(Cytase)及蛋白質酵素(Proteases),內子葉(即子葉盤)之吸收層(Epithelial layer)似可信其為分泌酵素器官, Mann及Harlan二氏曾指出子實之最大分泌面為胚乳外層之內子葉所保護,此等狹長細胞組織之吸收層有最大之活力,其在充分成熟及儲藏良好之子實効力最大,前述之澱粉酵素有使澱粉變糖之特殊性質,因此儲藏在胚之澱粉轉變為可溶性與擴散性之糖,以供給植物之滋養,纖維質酵素為溶解纖維質之酵素,蛋白質酵素能使不溶性之蛋白質變為可溶性之蛋白質。

發芽時原始根最先出現,繼之以側根及幼芽,幼芽從內外穎底下伸至子實先端始露出,其後芽鞘呈現第一綠葉,亦生,大麥發芽時幼葉捲旋,此為大麥所持具之性質,時亦稱此種幼葉為“初生葉”(Aerospire),如圖59。

(九)大麥之分類 大麥與小麥及黑麥同屬大麥族(

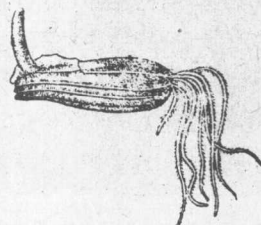


圖59. 大麥之發芽
(仿 Schindler)

Hordeae barley tribe). 可就穗之形狀分成五大類茲舉 Wiggans 氏之大麥分類檢索表如次

大麥分類檢索表

A 穗軸有節連續…… *Hordeum spontaneum* 二稜野大麥

AA 穗軸無節連續

B 小穗均結實

C 小穗外穎均有芒或三叉^{*}子實大小相等或幾相等…… *Hordeum vulgare*, L.** 六稜大麥

CC 中部小穗有芒或外穎上端如三叉側面小穗無芒或三叉側面子實較小…… *H. intermedium*, Kcke. 六稜中型大麥

BB 僅中部小穗結實

C 側面小穗花僅具雛型之生殖器官…… *H. distichon*, L. 二稜大麥

CC 側面小穗構造不完全且無雛型之生殖器官…… *H. deficiens*, Steud 二稜大麥

孫醒東氏根據 Carleton 氏分類法將上舉五大類簡畧為下列三大類

1. 六稜種 穗軸各節兩面各有三個小穗皆能結實自穗之全體觀之麥粒列成六稜縱條自上面觀之則成六角形穗甚短且密實子實比二稜種為多 *H. vulgare*, *intermedium* 皆屬之

2. 四稜種 穗軸各節兩面亦生三個小穗但三個小穗之中間小穗壓入中軸無定序自上觀為四角形 *H. vulgare pallidum*, 三叉大麥及裸大麥屬之

3. 二稜種 穗軸各節共生之三小穗僅中央小穗較寬兩側之花只有雄蕊不能結實成扁平二稜子實長而充滿其中又細分為 (1) 曲穗種 (2) 直穗種 (3) 扁形種三種 *H. Spontaneum*, *distichon*, *deficiens*, 三叉大麥及裸大麥皆屬之

(十) 栽培大麥之由來 關於栽培大麥由來之學說甚多概括之可分為 Koernicke 及 Rimpau 二派 Koernicke 氏根據現今發現之野生大麥皆屬二稜種之事實推論 *Hordeum spontaneum* 即為吾人所有栽培大麥之原種此種野生大麥與二稜大麥之垂頭種 (*Nutans form*) 極為近似其形態特徵與後者相異之點為穗軸脆穗芒較硬側小穗較大有多年生習性分蘗多野生種最先演進為二稜垂頭種 (*Nutans*) 垂頭種分為二系統一系統演進為直立種 (*Erectum*) 穗軸花節較短直立種更演進為孔雀大麥 (*Zeocriton*, peacock or fan barley) 穗軸花節更短果實之基部則稍大另一系統發生四稜種剛列小穗結實着芒又從二稜直立種與 *Zeocriton* 產生六稜種 Rimpau 氏根據 *Zeocriton* 與 *Trifurcatum* 間雜交後有性質反對此說氏謂最早大麥為六稜有芒種其後分化分為長穗疏粒及短穗密粒而成四稜種及六稜種再由四稜之側列小穗退化而成垂頭二稜種由六稜種之側列小穗退化以成直立二稜種二說孰是孰非頗不易決迨 1845 年 Joseph Bornmüller 氏發現一種野生大麥名 *H. thaburense* Boiss. var. *ischantherum* Cossou. 與 *H. spontaneum* 及栽培

* 三叉大麥 (*Hordeum vulgare trifurcatum*, hood barley) 亦有帶殼及裸麥二種

** *H. vulgare* 或作 *H. sativum*, 現通用後一學名

二稜種迥異，其側列外穎先端尖銳，有短芒，頗似四稜栽培種。Koernicke 氏根據此種事實，主張二稜種與四稜種之起源並非相同，即二稜種由 *H. spontaneum* 發生，四稜種由 *H. ithoburense* 發生，至六稜種則由四稜種演進而來。A. Schultze 氏亦贊同此說，若謂二稜野生大麥為栽培種之祖先，則古代栽培者皆應為二稜種，而事實上則幾悉為六稜種，此可為後一說之反證。迄今各地所發現之野生大麥概為有皮種，故學者推論裸麥乃由有皮種演變而來。又據 DeCandolle 氏云，六稜種大麥古代栽培甚為普遍，曾在埃及金字塔中與石器時代瑞士湖棲遺跡中發現之。

最近 Percival, J. 氏謂二稜大麥皆來自野生大麥 *Hordeum spontaneum*，而六稜者則由野生種料突變而成。

栽培大麥之染色體數目皆為七對，但栽培品種固有相同之染色體數，而大麥屬 Genus *Hordeum* 與燕麥屬及小麥屬相似，其野生種之排列為七之倍數。據 Griffée 氏所得結果如下：

七染色體群 *H. spontaneum*, *H. maritimum*, *H. Caput medusae*.

十四染色體群 *H. murinum*, *H. jubatum*.

二十一染色體群 *H. nodosum*.

有經濟價值之大麥品種屬於染色體數最低之物種，此為與小麥及燕麥不同之點。

(十一) 大麥生長環境 大麥分佈區域甚廣，其耐寒性特強，生長期較其他麥類為短，惟冬大麥之抗寒力遜於冬小麥或冬黑麥。就緯度言，在北半球芬蘭達 $68^{\circ}N$ ，挪威達 $70^{\circ}N$ ，瑞典達 $60^{\circ}N$ ，皆能生長春大麥。蘇俄在北極圈內尚有品種名 Lapland 者，栽培其間，西伯利亞 Yakutsk 地方在 $62^{\circ}N$ ，又 Alaska 之 Rampart 地方在 $65^{\circ}N$ 播種大麥，經 80-95 日可能成熟。就高度言，亞洲之河富汗 (Afghanistan 9400 呎) 及西藏 (15200 呎)，非洲之阿比西尼亞 (Abyssinia 11000 呎)，南美洲之祕魯 (Peru) 及玻璃維亞 (Bolivia 13000 呎) 諸高原均適有大麥生長。

大麥生長時以 $15^{\circ}C$ 成熟時以 $17.5^{\circ}C$ 為適宜，全生育期之平均溫度在 $16^{\circ}C$ 左右，生長初期之雨量不妨稍多，在成熟期則宜少。土壤以砂質壤土為佳，最忌排水不良潮溼黏重之地。

(十二) 大麥之用途 大麥最大用途為製備麥芽 (Malt)，二稜大麥之子實較六稜種大而軟，故最適宜，又以其所含膠質少於小麥，且其膠質不及小麥膠質之有勁，故用以製造麪包者不多。果實碾後可作粥飯供給我國民食原料之 2.97%。美人用以佐早餐，又為牲畜優良飼料。大麥稈可編草帽及織蓆，或家畜青草，其坪比小麥稈味更甘美，消化亦較容易。美國及印度有青刈以供飼料者。大麥與大麥稈之平均成分如下表 (依魯葆如氏)：

| | 水分 | 灰分 | 粗纖維 | 糖類 | 蛋白質 | 脂肪 | |
|-----|------|-----|------|------|------|-----|-------|
| 大麥 | 10.9 | 2.4 | 2.7 | 69.8 | 12.4 | 1.8 | 100.0 |
| 大麥稈 | 14.2 | 5.7 | 36.0 | 39.0 | 3.6 | 1.5 | 100.0 |

(十三) 釀酒方法 釀酒方法各國不同，其產品遂異，所用材料為麥芽，蛇麻及大製麥芽時，麥粒浸水約 48 小時後，將大麥鋪在鋪麥板上發芽，室內溫度保持 $50^{\circ}-60^{\circ}F$ 之間，待幼根已伸出而

初生葉尚未從內外穎露出時，即移於爐中充分烘乾，溫度以足使胚之生活力破壞為度的約保持12小時即可。大麥發芽時，內子葉之吸收層分泌澱粉酵素及Peptase，前者能將澱粉變成麥芽糖(Maltose)，後者能使麥芽中之Albuminoids發生變化。

次將麥芽洗滌乾淨而壓碎之，加入適量熱水，有時於麥芽中加入未發芽之別種穀類種子，此種混合物(Mash)保持於適當溫度之下，使澱粉酵素及Peptase發生作用，可使澱粉變成麥芽糖、Maltodextrin及糊精(Dextrin)並將不溶解之Albuminoids變成可溶性，所成液汁稱為麥芽汁("Wort")。麥芽汁加熱煮沸，並加蛇麻，以苦味煮沸後，將麥芽汁濾清，裝入涼酒具(Cooler)，後再加酵母，於是麥芽汁中之糖藉酵母而起醱酵，變為酒精及二氧化碳，便成麥酒或啤酒。

參考書

1. 孫醒東：中國食用作物 第三章 中華書局 民國二十六年。
2. 松田秀雄：食用作物學 P.P. 67-131。
3. Carleton, M.A.: The Small Grains. P.P. 124-146.
4. De Candolle: The Origin of Cultivated Plants. P.P. 367-370.
5. Hughes, H.D. and Henson, E.R.: Crop Production, Chapter XX.
6. Robbins, W.W.: Botany of Crop Plants, Chapter XIV.

第十二章 燕麥 *Avena* (Oat)

(一)植物習性 燕麥為一年生作物，多為夏季一年生，偶亦有冬季一年生者。

(二)根 燕麥之根系與小麥甚相似，惟小麥之纖維根叢密分佈於土中60-90公分左右，至燕麥則入土較深，其深度達120-150公分。據Hellriegel氏之實驗，燕麥地上部與根系重量之比率亦較大，且根發達，攝取養分力甚強。

(三)莖 莖高約一公尺，其直徑較小麥大而軟，節數自4-8不等。

(四)葉 葉茂盛，通常葉片較小麥為寬（平均長約25公分，闊13-20公分），葉鞘閉合，葉舌短而圓，具明顯之齒，故與小麥、大麥及黑麥不同。幼葉左旋，葉耳不顯著，與其他禾穀類不同。

(五)花序 燕麥小穗之排列為複總狀花序(Racemose)，較上之分枝則屬聚繖花序(Cymose)主分枝(Primary branches, 穗枝梗)4-9，大多數為5-6，每節只有一主分枝，其他分枝係從主分枝之基部分出，其數目向上漸次遞減(圖60)。

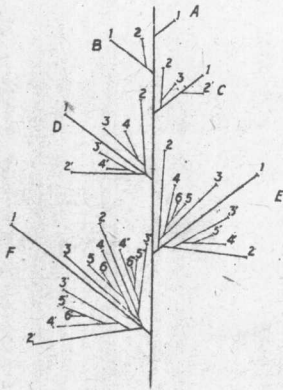


圖60. 燕麥花序之圖解 (仿Broil)



圖61. A. 側散穗(燕麥)
B. 周散穗(普通燕麥)(仿Robbins)

普通燕麥(*Avena sativa*)之複總狀花序為散開式，惟燕麥種(*Banner oat, Avena orientalis*)則為側散式(One side)(圖61)。Svalof農事試驗場分普通燕麥之複總狀花序為四主要形式：(1)穗堅硬而直立，(2)穗枝錐形分枝纖長，生長柔弱，(3)穗展開，(4)穗分枝柔弱而下垂。

每穗小穗數之差異頗大，自20-150不等，平均75個。穗軸直立，或稍有起伏，小穗着生於細長之小穗梗上，小穗梗之長度大小不一，間接或直接生於穗枝梗之上。

(六)小穗及花(圖62.63) 每小穗具花2-5朵不等，罕有一花者，普通為3朵，所謂單花燕麥。



圖62. 燕麥之小穗

(Single oats)者即從基部之一朵花結實。"雙花燕麥"(Twin oats)者有二朵花成熟之謂間有三朵花結實者惟不多見小穗之頂花普通為雄性花或不完全花不孕。

護穎二大小不等較外穎為長外穎背面成弧形銳利其背部常着芒通例只有下部花朵有芒但亦有無芒者內穎有二齒較外穎稍短適密貼子實雄蕊三枚雌蕊一枚花柱二羽狀分枝鱗被二枚在開花時非常明顯。

(七)開花及授粉 燕麥花序尖端首先露出就一穗之開花先後而言自穗中部之小穗開始整穗經6-7日完畢至小穗內各花之開放次序則下部之花先開放由下而上有一定順序主要開始時間在下午2-4時或以遲緩之速率繼續至下午七時至八時始停止每朵花開放經50-70分鐘而閉合寒冷或陰雨之天多不開故燕麥確有發生自然雜交現象(據Griffe及Hayes二氏之觀察燕麥自然雜交百分率0.04-1.40)惟其三個花藥甚少從花內突出故為自花授精作物。

(八)授精及子實成熟 燕麥之授精作用與小麥相似子實經過乳熟期及黃熟期而達於成熟情形亦與小麥同在外珠被併合之後薄膜細胞層即開始併合葉綠素層與內皮層完全併合惟其果皮與種皮之混合似不如小麥之明顯。

(九)成熟子實 子實為穎果除裸燕麥(Naked oats)外內外穎緊包子粒形成燕麥之殼(圖64)。燕麥品質之鑑定恒以殼與子粒之比率為根據通常殼約佔全子實重25-33%但有時低至20%或

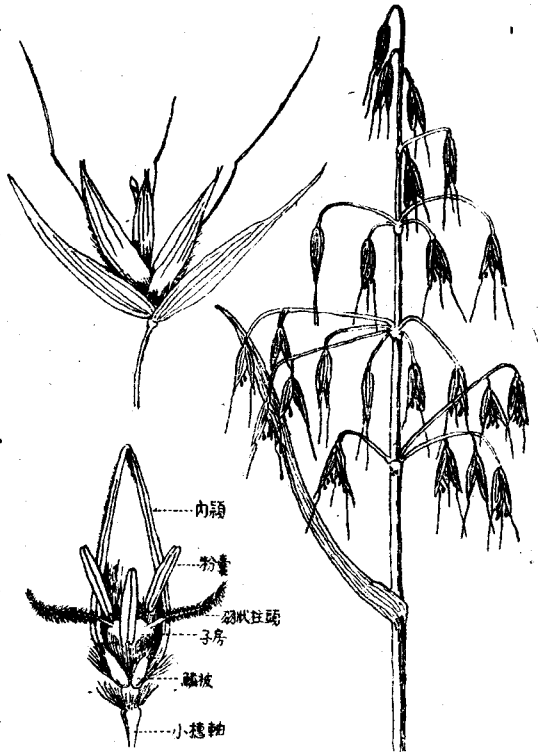


圖53. 普通燕麥之花

高至45%同一小穗之上部子實其殼之百分率大於下部者。一般咸謂早熟種殼之百分率較晚熟種為高，但短子實與纖長子實殼之百分率孰高孰低猶無定論。再者，每英斗子實重量與殼百分率間並無一定之相關。惟適應於某地方之燕麥品種則其殼之百分率通常必低於不適應品種。

同一小穗中之上部與基部子實有明顯之差異。基部之子實最大。通常着芒上部子實則罕見有芒。底下子粒之基部(最先成熟之子粒)附有小穗軸(圖64)。第二子實着生於其上。此小穗軸之大小形狀及毛之多寡隨品種而異。第二子粒通常不具小穗軸，或僅具一極細如絲形之小穗軸。軸之頂部為第三朵不孕花之着生點。外部子實之基部圓鈍而內部子實之基部則尖銳。普通燕麥子實有白黃及褐黑等色。

子粒非常纖細。從0.8-1.1公分不等。潤度從0.16-0.32公分不等。約佔全子實總重量65-70%。紡錘形。表面有毛。胚如小麥。佔子實最小部分。每粒子實之橫切面包含：(1)外穎；(2)內穎為6-8細胞層所組成；(3)果皮為二或三列細胞之薄層；(4)種皮，二層內珠被；(5)珠心一層；(6)蛋白質層，二列立方細胞(間或一列)；(7)澱粉質胚乳。

燕麥之澱粉質胚乳與小麥迥異。無膠質(麥膠)故不能製輕鬆麩。此與大麥相似。又其蛋白質層有二列細胞。此亦與小麥(僅有單層細胞)不同。其他種皮及胚與小麥同。

(十) 燕麥之發芽 燕麥發芽之最適及最低溫度與小

麥約相近。幼苗突破胚端生長於外穎下面而從叢毛之端伸出。此種生長方法乃受內外穎束縛使然，但幼根能破殼而出。鞘葉閉合，第一綠葉捲轉。

(十一) 燕麥之分類 英人Etheridge氏(1916)曾就栽培之美國燕麥品種及主要野生種舉行分類。茲將其分類檢索表錄下：

1. 燕麥分類檢索表

A. 殼並不緊包子實。外穎與護穎構造相似。……裸粒燕麥 *Avena nuda* (Hulless oats).

AA. 殼緊包子實。外穎與護穎構造不同。

B. 上部子粒固着於小穗軸上。……地中海燕麥 *Avena byzantina* (Mediterranean oats), 紅燕麥 *Avena sterilis* (red oats).

BB. 上部子粒易與小穗分離。

C. 外穎伸出齒或芒尖 (Awn points).

D. 外穎具四齒或芒尖。……阿比西尼亞燕麥 (*Avena abyssinica*).

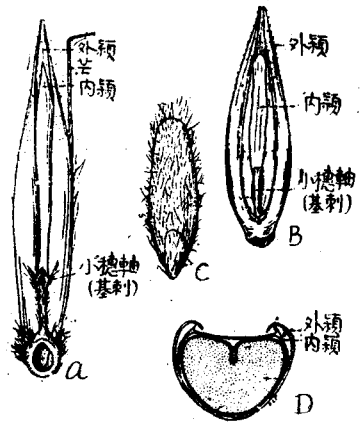


圖64. 燕麥之子實
A. 野生種 (*Avena fatua*) 之成熟子實
B. 栽培種 (*Avena sativa*) 之成熟子實
C. 栽培種去殼之子實
D. 帶殼子實之橫切面 (仿Robbin)

DD 外穎具二齒或芒尖。

E. 外穎長披針形，並具顯明之芒尖，……粗燕麥 *Avena sterigosa* (rough or sand oats).

EE 外穎短峭陡而鈍，芒尖作齒狀，……短燕麥 *Avena brevis*。

CC 外穎無齒或芒尖。

D. 子粒基部有節連結，……野燕麥 *Avena fatua* (wild oats)。

DD 子粒基部連結堅固。

E. 近等邊穗伸展，……普通燕麥 *Avena sativa* (common or spreading oats)。

EE 側穗緊縮，……側穗燕麥 *Avena sativa orientalis* (side oats)。

2. 物體及染色體數目

各學者對於燕麥之染色體數曾事研究，Kihara 氏 (1919) 發見如次之單元體數粗燕麥 (*Avena strigosa*) 7，野生小亞細亞燕麥 *A. barbata* (wild mediteranean oat) 14，野燕麥 (*A. fatua*)，普通燕麥 (*A. sativa*)，野紅燕麥 (*A. algeriensis*, sterile oats) 地中海燕麥 (*A. byzantina*) 21，Huskin 氏 (1926) 發表如次之數目，短燕麥 (*A. brevis*)，粗燕麥 (*A. strigosa*) 7，野生小亞細亞燕麥 (*A. barbata*) 14，野紅燕麥 (*A. sterilis*) 及裸粒燕麥 (*A. nuda*) 21，Aase 及 Power 二氏 (1926) 報告短燕麥 (*A. brevis*) 及粗燕麥 (*A. strigosa*) 具單元體 7，普通燕麥 (*A. sativa*) 14，至 Goulden 氏 (1926) 報告普通燕麥、野燕麥、野紅燕麥、裸粒燕麥具 21 單元染色體，而粗燕麥具 7 單元染色體，最有趣者，即燕麥與小麥同樣發現具 7, 14 及 21 單元染色體。

根據上述細胞學研究之結果似可按染色體數目將 *Avena* 屬之物種分 7 單元體者為一群 (第一群)，14 單元染色體者為一群 (第二群)，21 單元染色體者又為一群 (第三群)。

染色體數不同之物種間，則如上述之第一與第二群間，第一與第三群間，或第二與第三群間，以前咸認為不能獲得雜種，惟 Kihara 及 Hishyama 二氏曾報告包含所有三染色體群物種間雜交之全組，並作細胞學研究，發現所有燕麥及亞物種乃屬三核群 (Caryological groups) 之任一群，此項研究結果對於燕麥之起源及其類緣之智識，有莫大之關係焉。

(十二) 野燕麥 *Avena fatua* (wild oats) 野燕麥常見於燕麥田中，其種子每使栽培品種混雜，莖葉纖長，通常高出栽培燕麥，每小穗有花 3 朵，芒着生於外穎，彎曲度甚大 (圖 65)，外穎基部與小穗軸之上有紅褐色之毛，此均與普通燕麥不同，又在栽培品種中間或發現所謂偽野燕麥 (False wild oats)，其特性與栽培種及真野燕麥迥異，其與栽培種不同，為具有長而旋捲彎曲之芒，惟子實則與栽培種相似。

(十三) 燕麥之來源 據 Haussknecht, Thellung, Trabut 諸氏及其他學者之主張，所有屬於 *A. sativa*, *A. orientalis* 及 *A. nuda* 之品種皆起源於 *A. fatua*, *A. fatua* 在栽培之下漸去



圖 65. 野生燕麥之小穗 (仿 Percival)

其毛或亦失去其芒及聯節(Articulation)之碎脫性。A. strigosa 及 A. brevis 乃自 A. barbata 而來後者為野生於地中海區域波斯美索不達米亞歐洲大西洋西部及英國之物種 A. abyssinica 則由常見於地中海一帶 A. sterile ("sterile" oats) 野生種演進而來。Trabut 氏曾在此區域內發現 Avena sterilis 之各型初見植科短小無經濟價值之形式終見今日栽培是地之形式 Algerian oats (A. algeriensis) 即為 Avena sterilis 之一普通栽培品種也。

總之凡自 A. fatua 演變而來之品種其第二花易自小穗軸脫離而小穗軸仍固着於下花之上，但來自 A. sterilis 之品種第二花脫落時其小穗軸附於基部一併與下花脫離。

(十四) 燕麥生長環境 燕麥性喜溫潤且不甚寒冷之氣候溫帶北部最宜於種植熱帶固不適於栽培但在熱地亦得生長抗寒力較大麥為弱而好溫則過之。

燕麥對於水分之需要較其他禾穀類作物為大故不宜栽培玉蜀黍之過濕地帶亦能滋生土性不拘要以腐植質之新墾地最為適宜若乾燥砂土非其所好。

(十五) 用途及成分 燕麥之主要加工品為

燕麥片及燕麥粉每年消耗甚多歐美各國以磨碎之燕麥煮粥而食我國北方亦以此供食以其所含營養豐富且易消化故病人及嬰孩食之頗宜除供人類食品外其主要用途為家畜飼料茲將燕麥燕麥稈燕麥草燕麥莖之平均成分(%) 列表如右。

| | 燕麥 | 燕麥稈 | 燕麥草 | 燕麥莖 |
|-----|------|------|------|------|
| 水分 | 11.0 | 62.2 | 9.2 | 8.1 |
| 灰分 | 3.0 | 2.5 | 5.1 | 4.3 |
| 粗纖維 | 9.7 | 11.2 | 37.0 | 31.6 |
| 醣類 | 59.7 | 19.3 | 42.4 | 47.2 |
| 蛋白質 | 11.8 | 3.4 | 4.0 | 4.9 |
| 脂肪 | 5.0 | 1.4 | 2.3 | 3.9 |

參考書

- (1) 孫醒東 中國食用作物 第四章。
- (2) 松田秀雄 食用作物學 P.P.177-186。
- (3) Cannon, W. A.: A Morphological Study of the Flower and Embryo of the Wild Oat, Avena fatua L. Proc. Cal. Acad. Sci. Ser. 3, I, No. 10: 329-364 1900.
- (4) Carleton, M. A.: The Small Grains, P.P. 95-114.
- (5) De Candolle.: The Origin of Cultivated Plants, P.273.
- (6) Etheridge, W. C.: A Classification of the Varieties of Cultivated Oats N. Y. Agri. Exp. Sta. Mem. 10 P. 125, 1926.
- (7) Hughes, H. D. and Henson, E. R.: Oats Crop Production, Chapter XX.
- (8) Robbins: Botany Crop Plants. Chapter XI.

第十三章 黑麥 *Secale cereale* (Rye)

(一) 植物習性及根 黑麥為一年生植物草本種子萌發時生出一環四條之臨時根此為與他禾穀類作物不同之點根系分枝甚盛廣佈於土中30公分範圍內深達120-180公分在同種土壤及同一溫度之狀態下其根系之分枝較小麥及燕麥為多誠是之故其在乾燥氣候之適應力較小麥為強在砂質及較為瘠薄土中之適應力較任何禾穀類作物為優。

(二) 莖及葉 黑麥之莖較小麥燕麥及大麥為強韌與纖長高約90公分左右普通具5-6莖節罕有4或7者葉與小麥相似葉舌短而稍圓葉耳窄小白色枯萎甚早有時全莖之內部構造與小麥相似(圖66)。

(三) 花序 穗狀花序通常較小麥穗稍長常為四穗穗軸有20-30關節每關節有一小穗上下各小穗皆可孕穗之頂端不着生小穗。

(四) 小穗 每小穗包含3朵花中間之花不孕護穎甚窄外穎側有隆脊頂端着生一長芒為具濃毛內穎薄而鈍具二卷鱗被小膜狀其頂部之緣邊有細毛每花有雄蕊三枚雌蕊一枚二羽毛狀柱頭。

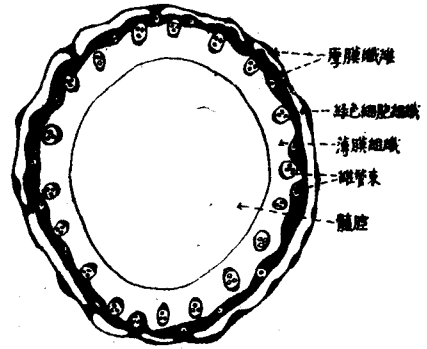


圖66. 黑麥莖之橫斷面(仿Nathanson)

(五) 開花授粉及授精 禾穀類除玉蜀黍外，黑麥為一普通天然異花授粉作物自然雜交百分率高至54%據 Hildebrand 氏之記載花藥由未完全開放之花穎中伸出至其基部畢露時花藥傾倒而破裂一部分花粉才撒於花外由於花藥較柱頭為低故花粉不能達於同花之柱頭黑麥自花不育雖有若干明證(Ulrich 1902, Fruwirth 1909)但其小穗則未必如是據 Brewbaker 氏之研究可證明單獨之小花自花構精後亦能結實。Fruwirth 氏謂若柱頭接到花粉時全花自開至閉約需25-30分鐘設柱頭不染花粉則花之開放較久每日開放時間從上午五六時繼續至上午九或十一時下午開放少直至晚間又復增加穗中部之花先開放。

(六) 子實成熟及成熟之子實 黑麥在開花時之子房在解剖學上其構造與小麥相似其子實在成熟時經過之各種變化與小麥同。

成熟子實可與內外穎脫離形體較小麥子實為長(圖67)色澤亦較暗呈淡褐色或青灰色成熟子實之橫斷面所示各層之組織大致與小麥相同所含蛋白質約為全子實之6-12%。蛋白質中含有膠質故其粉可用以製造多孔之麩包。小麥蛋白質亦含有膠質惟大麥與燕麥之子實則無之黑麥磨成之粉質較小麥者為強韌。

(X) 黑麥之發芽作用 黑麥在適宜環境下36-48小時即可發芽最適發芽溫度為77°F,最高87°F,最低33.8°-35.6°F。

黑麥如播種過深可從第二第三甚至第四節發生根及分蘗故能較小麥播種稍深葉葉(即幼芽鞘)閉合第一葉捲轉帶棕紅色此種色澤可用以與其他禾穀類作物識別。

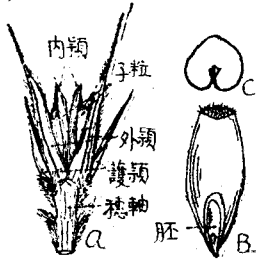
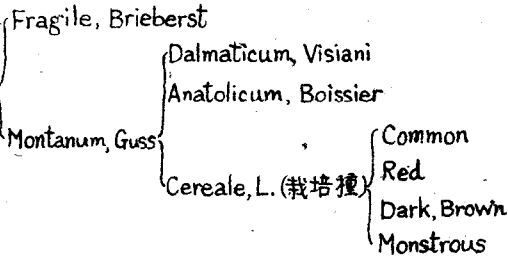


圖67. 黑麥

- A. 位於穗軸節上之單小穗
- B. 種粒之外觀
- C. 種粒之橫斷面 (仿 Robbin)

Secale (黑麥屬)



農業最古之埃及希臘中國之古代墳典均未載黑麥根據 De Candolle 氏謂黑麥既未記錄於埃及之金字塔上塞姆族語言亦未見其名字且希臘人亦不知有此物故吾人可信黑麥栽培之起源當較小麥大麥小米為晚或始於黃銅時代 (Bronze period)。

(九) 小麥黑麥雜種 (Wheat-rye hybrids) 若干學者 (Backhouse 1916-1917, Leighty 1915 1916 1920, Jesenko 1911 1913, McFadden 1917, Meister 1921, Gaines 及 Stevenson 1922) 曾報告小麥與黑麥間之天然雜交與人工雜交之結果。Leighty 及 Meister 二氏謂黑麥在若干季節之天然雜交較其他季節為常大多數成功之交配係以小麥為母本但據 Gaines 及 Stevenson (1922) 報告以 Rosen rye 為母本亦得黑麥一小麥之雜種其第一代與第二代雜種類以黑麥較小麥為甚而小麥一黑麥之雜種則類似小麥者較黑麥為甚。

(十) 生長環境 黑麥之耐旱耐寒力較小麥為強但對於炎熱之抵抗力頗弱所有之輕鬆土皆能生長且特宜砂質壤土至富有腐植質之黏土與濕土則否故凡瘠土不能栽植其他禾穀類作物者以栽培黑麥為宜。

(十一) 用途 粉可製麩包別有風味且耐久藏歐洲北部及中部為日常食品美國若干種早熟中雜有黑麥其子實常與大麥或玉蜀黍粗麥粉 (Shorts) 燕麥混合以餵牲畜若干地方栽培以為乾草或視為牧草之一又常用為綠肥有時子實用為釀造原料葉桿可用薦葦葦屋製造草帽鞭及繩索之類其連穗黑麥桿等之平均成分如下表 (根據普傑如氏)。

| | 水分 | 灰分 | 粗纖維 | 醣類 | 蛋白質 | 脂肪 | 合計 |
|-------|------|-----|------|------|------|-----|-------|
| 黑 麥 | 11.6 | 1.9 | 1.7 | 72.5 | 10.6 | 1.7 | 100.0 |
| 黑 麥 桿 | 7.1 | 3.2 | 38.9 | 46.6 | 3.1 | 1.2 | 100.0 |
| 連穗黑麥桿 | 76.6 | 1.8 | 11.6 | 6.8 | 2.6 | 0.6 | 100.0 |

參考書

- (1) 孫醒東, 中國食用作物, 第五章, P.P. 204-212.
- (2) 松田秀雄, 食用作物學, P.P. 170-176.
- (3) De Candolle.: The Origin of Cultivated Plants, P.P. 370-373.
- (4) Hays and Garber: Breeding of Crop Plants, P. 103.
- (5) Hutcheson and Wolfe: Production of Field Crops, Chapter.
- (6) Robbins, W.W.: Botany of Crop Plants, Chapter XIII.

第十四章 蜀黍 *Andropogon sorghum* (Sorghums)*

(一)生長習性及根 蜀黍皆一年生根系甚發達通常較玉蜀黍者為細纖維根亦較多在任何生長期間副根約多於玉蜀黍二倍(Miller 1916)入土較玉蜀黍為淺分佈於46公分深之土中質堅韌冠根及側根生長旺盛故蜀黍為一種最佳之抗旱作物但因其纖維根甚多且入土不深對於土地之剝傷亦大。

(二)葉及莖 稈高差異自1-45公尺中實(有髓)節間與葉鞘齊長能發生“分蘗”(“Suckers”),及由葉腋內之芽伸長為側分枝一植株可產10-15分蘗之多分蘗通常較短成熟亦較遲則分枝於主稈失去梢頭後始能發生側分枝之穗較主稈之穗小生產力亦差且成熟甚緩。

蜀黍之葉極似玉蜀黍每易混淆據孫醒東氏曾以高粱充作蜀黍之代表以與玉蜀黍作比較(惟此種區分方法不能普遍應用)。

高粱葉片

- (1) 邊緣平直
- (2) 中脈脊低
- (3) 中脈青白界限分明
- (4) 厚而狹小
- (5) 葉基小

玉蜀黍葉片

- 邊緣摺皺
- 中脈脊高
- 中脈黃綠不顯明
- 薄而寬大
- 葉基大

(三)花序 複總狀花序就其形態可分密接直散穗及下垂散穗三種形狀與色澤在品種間差異甚大花序之主軸有稜角則枝為輪生輪軸相疊小穗通常對生惟花序尖端則三小穗并生對生者一有柄另一無柄三小穗并生者則一為無柄另二為有柄無柄者較寬厚可結實有柄者狹長為雄性花在三小穗并生之二有柄小穗其中之一亦有時為完全花(圖68)。

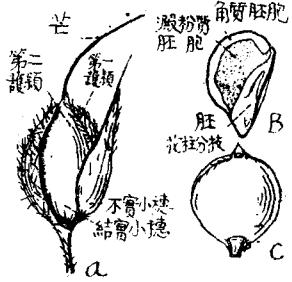


圖68. 蜀黍
a. 一對小穗
b. 結實切面
c. 結實外觀 (仿Robbin)

(四)結實小穗 為無柄小穗具光亮而厚狀如角質大小相等之二護穎在外之第一護穎部分已裹在內之第二護穎後者較狹窄頂端逐漸尖刺此無柄小穗之二護穎內有二花在下者不孕在上方者為兩性花具雌雄蕊若干書本中所謂第三護穎(Third glume)者即指下方不孕花之外穎此乃不孕花之唯一遺跡包裹結實花之部分結實花之外穎寬闊有毛尖端裂開為二通常裂縫(在背面)具一長芒係由小穗伸出芒有時甚短僅現剛毛內穎常缺如出現亦小而薄繭被二枚寬過於長截頭狀肉質通常有

* Sorghum 一詞在美國為賈羅 (Milo), 中國高粱 (Kowliang), 印度蜀黍 (Shallu), 埃及蜀黍 (Durra),

帚黍 (Broom corn) 及南非蜀黍 (Kafir) 之總稱編者提議將 Sorghum 譯為蜀黍以與高粱別。

濃厚之毛，雄蕊三枚，子房無柄，卵形，頂端不具叢毛，此為蜀黍與小麥、燕麥、黑麥及大麥不同之點。花柱分為二支線形，其下部三分之二光滑無毛，頂端則延展為羽狀之柱頭(圖69)。

(五) 雄性小穗(Staminate Spikelet) 為有柄小穗，較結實小穗狹而尖，花二，包於二稜質護穎之內，連接此對護穎內者為不孕花之外穎，再進為雌性花之外穎，有時具短芒或無芒，此花內穎付缺，鱗被及雄蕊與結實小穗相似，惟無雌蕊。

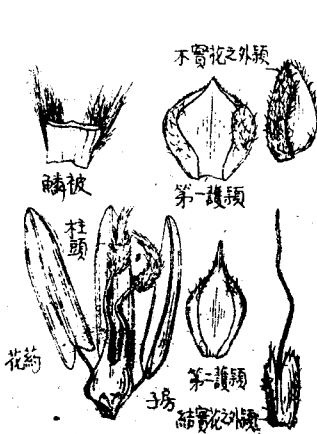


圖69. 蜀黍小穗之解剖 (仿Robbins)



圖70. 蜀黍小穗花之開放狀態 (仿Robbins)

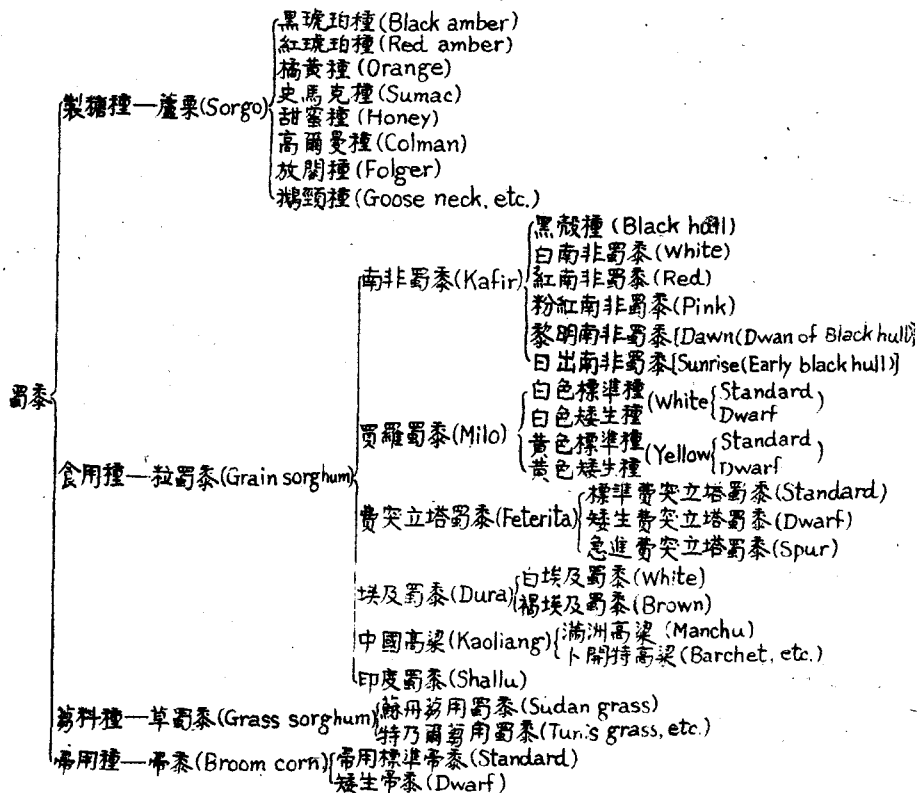
(六) 開花及授粉 花序完全出葉鞘之後，花始行開放。近穗端之花先開，逐漸向下進行。通常花序上部之花已脫卸花粉而閉合，下部之花方開始放蕊。一輪副枝之花通常在同一時間開花。一對小穗中之無柄小穗幾全先開放，有柄小穗間或不伸出雄蕊。大多數之花在清晨開放，過後開花者殊少。花開時柱頭先突出幾分長(圖70)，繼以花藥。花自開放至整個程序完成約需10-15分鐘。護穎之展開，花藥與花柱之出現，在若干實例就透鏡下所見，其進行至為迅速。通常雄蕊伸展其全長，花藥擺動於長花絲之上。但若干情形，花藥從未完全自護穎間伸出，花藥即脫去花粉而乾枯，致有半數或 $\frac{1}{4}$ 之花粉為護穎所握住。當花藥一部分出現，柱頭已完全突出，花藥得見時，隨即從尖端裂開二狹縫，柱頭及花藥可能於花開時相接觸，且因柱頭於此時能授粉，則一部份自花授粉勢不能免。同一種科各花開之授粉極為常見，上部花大量脫落其花粉，正值下部花接收器官——柱頭展開之時，且清晨微風輕拂，穗頭搖動，足以使花粉脫落，異花授粉亦甚普通。通常蜀黍被視為常異花授粉作物，惟自花授粉不減，其生長勢當日開放之花通常在黃昏以前閉合。

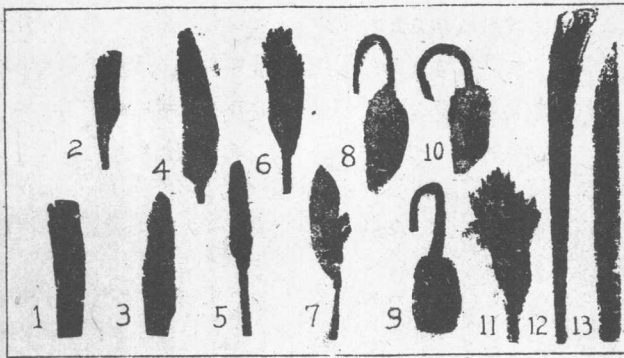
(七) 果實 成熟子實一部或全部為護穎所包，子實形態因品種而異，如埃及蜀黍為扁平形，蓋

粟(Sorgo)梨形,南非蜀黍中國高粱及印度蜀黍(Shallu)為球形,色澤有白黃赤諸色尖端有二花柱分枝(style branches)之痕跡,胚胎位於子實正扁面之基部,花柄跡則位於反扁面之基部,若干蜀黍型式之果皮含有澱粉膠質層由一系列小細胞組成,胚乳之中央為粉質澱粉,外部則多少帶角質。

(八)分類及品種 蜀黍可概分為甜蜀黍(Saccharine or sweet sorghum)及非甜蜀黍(Non-Saccharine Sorghums)二大類前者稈高,多葉,含多量糖汁,種子之收穫少,重要品種如琥珀種(Amber),橘黃種(Orange),史馬克種(Sumac)及甜蜜種(Honey)等,後者較矮,含糖汁較少,種子之收穫多,其下又分為三群:(一)南非蜀黍群(Kaffir groups),包括莖直立穗長圓形種子則卵形之非甜蜀黍[如南非蜀黍白買羅(White milo)及其他],(二)埃及蜀黍群(Durratgroup)包括具厚而緊密卵形下垂花序,及大而扁平種子之非甜蜀黍[如黃買羅(Yellow milo),埃及蜀黍及費突立塔蜀黍(Feterita)],(三)帚黍群(Broom corn)包括具穗鬆而展開之非甜蜀黍,蜀黍之穗有時生於彎曲之莖上,即所謂“鵝頸”(Goose neck)(圖71)。

Vinall et al (1924)將蜀黍之種類及其主要品種按其用途分類如下表。





1. 琥珀種
2. 橘黃種
3. 史馬克種
4. 紅南非種
5. 粉紅南非種
6. 黑殼南非種
7. 印度種
8. 賈羅種
9. 白埃及種
10. 褐埃及種
11. 褐色中國高粱
12. 標準帝黍
13. 矮生帝黍

圖71. 蜀黍之主要型式 (仿 Montgomery)

蜀黍分類之檢索表 (根據 Ball)

A. 髓部有汁。

B. 汁多且甜。

C. 節間長葉鞘罕有重疊葉數12-15 [琥珀品種 (Amber) 除外] 小穗橢圓形至倒卵形寬2.5-3.5公厘種子紅褐色。----- 蘆粟。

BB. 汁不多，微甜至畧酸。

C. 節間短葉鞘多重疊葉數12-15，穗梗直立穗圓柱形，小穗倒卵形，寬3-4公厘外穎無芒。----- 南非蜀黍。

CC. 節間中等葉鞘罕有重疊葉數8-11，穗梗彎曲常向內捲穗蛋形，小穗闊倒卵形，寬4.5-6公厘外穎有芒。----- 賈羅蜀黍。

AA. 髓部無汁。

B. 穗疏鬆，長2.5-7公寸，穗軸直立，小穗橢圓卵形或倒卵形，寬2.5-3.5公厘外穎有芒。

C. 穗長4.7公寸，穗軸長度不及全穗五分之一。

D. 穗繖形，花序分枝甚長，尖端下垂，種子微紅。----- 帝黍。

CC. 穗長2.5-4公寸，穗軸較三分之一長度為大。

D. 穗圓錐形，分枝下垂甚大，護穎在成熟時展開且內捲，種子白或淡黃。----- 印度蜀黍。

DD. 穗卵形或倒卵形，分枝展開，護穎在成熟時緊貼內外穎，不內捲，種子白色或褐色或微紅。

BB. 穗緊密，長1-2.5公寸，穗梗直立或彎曲，穗軸長度較全穗三分之一長度為大。

C. 小穗橢圓卵形或倒卵形，寬2.5-3公厘外穎有芒。----- 中國高粱。

CC. 小穗闊倒卵形，寬4.5-6公厘。

D. 穎灰或青色無皺紋有密茸毛外穎有芒或無芒。——埃及蜀黍。

DD. 穎深褐色或黑色有橫皺紋稍具茸毛外穎有芒種子稍帶扁平。——賈羅蜀黍。

(九) 來源 蜀黍種類頗多，可知其栽培歷史之悠久，據 Ball 氏 (1910) 謂紀元前二千年已栽培於埃及，並謂係同時起源於阿非利加及印度二地，Hackel 氏以為現在栽培之蜀黍與約翰孫草 (Johnson grass) 各種形式視為一植物學物種 (Botanical species)，換言之，氏以蜀黍為從野生之約翰孫草演化而來，Pipper 氏 (1916) 反對此說，氏指有多年生約翰孫草及其品種 (*Andropogon halepensis*) 與一年生蜀黍 (*Andropogon sorghum*) 二物種之存在，前者具地下莖，後者則否，且以前者與蜀黍之栽培形式抑野生型式交配均難於成功。

以在阿非利加發現之許多野生一年生蜀黍與栽培型式雜交成功殊易，Piper 氏遂認栽培型式之祖先或為一種或為多種野生一年生型式，目下各學者均一致承認阿非利加為蜀黍之原產地。

(十) 生長環境 蜀黍原產於熱帶，經多年馴化之結果亦能在溫帶生長，惟仍宜於高溫對低溫之感應性甚敏，故通常播種須稍遲，蜀黍有一特性，即抗旱力特強，最適雨量為年平均 380-635 公厘，惟稍多或稍少無碍生長，若甜蘆粟在高溫之多雨之氣候下生長頗佳，是其例證，蜀黍因能抵抗或逃避乾旱，故在美國西部無灌溉設備之旱區，多以蜀黍為栽培之主要作物，其抗旱原因即由於其所需水量較低，且過酷熱時葉能捲縮，可以減少葉面蒸發，又在乾旱甚劇之時得停止其生長，作暫時之休眠，爾後一遇雨水即迅速恢復生長，不受若何之損傷，此為與玉蜀黍不同之點，玉蜀黍不能保持過久之休眠，蜀黍纖維根系發達，故不易受熱風之影響，通常蜀黍之抗旱品種大多數為矮生種。

凡排水良好之地皆得栽培，尤其輕鬆土壤如壤土、砂質壤土及砂土。

(十一) 用途及化學成分 甜蜀黍含糖分 10-18%，為製糖原料，以在成熟時種子已入枯熟期 (Hard dough stage) 收穫，其糖分含量最高 (據 Bryan, 1912, 第一表)，粒用蜀黍則為重要之食糧，我國華北及東北各省栽培頗廣，除作食糧及家畜飼料外，多用以製造高粱酒及酒精，莖稈為良好燃料，且可製紙，編繩，帚，帚，除製帚外，復可為牲畜之飼料，蜀黍之化學成分見第二表。

第一表 甜蜀黍在不同生長期所含糖量 (據 Bryan 氏 1912)

| 收 割 時 期 | 蔗糖 (Sucrose) 百分率 (%) | 轉變糖 (Invert sugar) 百分率 (%) |
|---------|----------------------|----------------------------|
| 穗初發現時 | 1.76 | 4.29 |
| 穗完全露出時 | 3.51 | 4.50 |
| 花全開時 | 5.13 | 4.15 |
| 種子 | | |
| 乳熟 | 7.38 | 3.86 |
| 黃熟 | 8.95 | 3.19 |
| 完熟 | 10.66 | 2.35 |
| 枯熟 | 11.69 | 1.81 |

第二表 蜀黍子實化學成分表(八年平均)(據Ball及Rothgeb)

| 品 種 | 試驗樣 品數量 | 水分 | 灰分 | 氮素 | 蛋白質 | 碳水化合物 | 脂肪 | 纖維 |
|--------------------------|------------|-------|------|------|-------|-------|------|------|
| 買羅蜀黍(Milo) | 74 | 9.30 | 1.61 | 2.03 | 12.65 | 71.80 | 3.17 | 1.48 |
| 矮生買羅(Dwarf milo) | 65 | 9.32 | 1.61 | 1.95 | 12.33 | 71.99 | 3.28 | 1.48 |
| 上二種買羅平均 | 139 | 9.51 | 1.61 | 1.99 | 12.49 | 71.88 | 3.22 | 1.48 |
| 費特立塔(Feterita) | 15 | 9.14 | 1.66 | 2.26 | 14.15 | 70.74 | 2.92 | 1.45 |
| 黑殼南非蜀黍(Black hull kafir) | 85 | 9.46 | 1.67 | 2.26 | 14.18 | 69.38 | 3.50 | 1.58 |
| 黎明(矮生)南非蜀黍(Dawn kafir) | 19 | 9.53 | 1.78 | 2.11 | 13.22 | 70.69 | 3.30 | 1.56 |
| 上二種南非蜀黍平均 | 104 | 9.47 | 1.67 | 2.24 | 14.00 | 69.62 | 3.49 | 1.57 |
| 紅南非蜀黍 | 40 | 9.49 | 1.76 | 1.93 | 12.04 | 72.04 | 3.19 | 1.51 |
| 上三種南非蜀黍平均 | 144 | 9.47 | 1.72 | 2.15 | 13.46 | 70.29 | 3.39 | 1.56 |
| 印度蜀黍(Shallu) | 11 | 10.16 | 1.75 | 2.44 | 15.23 | 67.00 | 3.72 | 1.92 |
| 以上所有品種總平均 | 309 | 9.41 | 1.96 | 2.09 | 13.13 | 70.91 | 3.30 | 1.53 |
| 玉蜀黍(馬齒種) | 86 | 10.60 | 1.69 | — | 10.30 | 70.40 | 5.00 | 2.20 |

參考書

- (1) 松田秀雄, 食用作物學, P.P. 216-224.
- (2) Hughes and Henson: Crop Production, Chapter XXXI.
- (3) Robbins: Botany of Crop Plants, Chapter XV.

第十五章 粟類植物 (Millet)——粟、黍、稷、真珠粟、稗

英文 Millet 一詞並非指一固定植物學種類 [物種屬或類 (Tribe)] 其原意乃用以泛稱於粟屬 (*Cnaetochloa* or *Setaria*) 黍稷屬 (*Panicum*) 及稗屬 (*Echinochloa*) 等禾草之某一物種此等禾草迄今尚稱為 "True millets".

從農業上之意義言, "millet" 包括若干一年生禾穀類作物及牧草此等作物具有較小之種子豐富之綠葉及纖維根系我國尚未有適當之譯名惟古人以粟為黍稷粱之總稱故編者提議譯為粟類植物此類植物之栽培目的在歐美為飼料在我國及若干亞洲與非洲國家則為食糧。

大多數之粟類作物屬於粟稷族 (*Panicaceae*) 之粟屬稗屬黍稷屬及真珠粟屬 (*Pennisetum*) 四屬及屬於 *Chlorideae* 族之掌粟 (*Ragi* or finger millet, *Eleusine coracana*) 在印度與我國栽培有相當面積而終未能適應於美國風土。

粟類作物主要經濟物種及若干近緣禾草之檢索表 (依 Frear):

A. 複總狀花序 (*Inflorescence paniculate*) 小穗之下無總苞 (*Involucre*).

B. 短穗之總狀花序 (*Raceme of short spike*) 護穎有芒或短芒。----- 稗屬 *Echinochloa*, 家稗或野稗 (*Barnyard millets* or *Wild barnyard grass*).

C. 長芒小穗白色。----- 通常稗 [*E. crusgalli* (*Common barnyard grass*)].

CC. 短芒小穗白色。----- 日本稗 [*E. frumentacea* (*Japanese barnyard millet*)].

BB. 下垂複總狀花序護穎無芒。----- 黍稷 *Panicum miliaceum* (*Proso* or *broom-corn millet*).

AA. 穗狀花序 (*Inflorescence spicate*) 小穗下有剛毛總苞。

B. 子粒在成熟時密閉於內外穎內穗疏鬆。----- 粟屬 *Chaetochloa* (狐尾粟 *Foxtail millet* 及狐尾草 *Foxtail grass*).

C. 穗直徑通常長一公分或少於一公分硬毛普通青色小穗長約二公厘。----- 青狐尾草 *C. viridis* (*Green foxtail*).

CC. 穗直徑通常長 1-3 公分硬毛普通紫色小穗長約 2.5-3 公厘。----- 粟 *C. italica* (*foxtail* or *common millet*).

BB. 子粒球形成熟時內外穎展開打穀時脫落穗緊密。----- 真珠粟 *Pennisetum glaucum* (*Pearl millet*)

(一) 真珠粟 *Pennisetum glaucum* (*Pearl millet*)

1. 莖 莖直立高 0.90-2.50 公尺桿圓柱形中實以髓上部之節光滑或具短毛其節間亦光滑。

2. 葉 葉鞘張開有毛葉舌短邊緣作毛狀葉片槍形長而尖表面有長毛。

3. 花序 緊密圓柱穗狀花序 (圖 72) 長 15-53 公分厚 1.9-2.5 公分穗軸堅硬有密集之軟毛則枝亦具軟毛長 7-8 公厘上着 1-3 小穗 (普通 2 小穗) 周圍叢生剛毛成熟時剛毛與小穗同脫落。

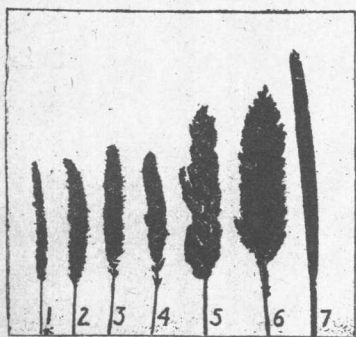


圖 72. 粟類植物之各種穗型

- | | |
|----------------------|------------------|
| 1. 粟 | 2. Hungarian |
| 3. Siberian | 4. Golden wonder |
| 5. Japanese barnyard | 6. German |
| 7. 真珠粟 | (仿 Robin) |

4. 小穗及花 在下護穎(第一護穎)短小,寬大於長,在上護穎(第二護穎)較長,約當小穗長度二分之一,卵形,有3-4條脈紋,每小穗有二花,在下者為雄性花,在上者為完全花,雄性花之外穎卵形,脈3-4條,內穎小,間或全缺,雄蕊三枚,無麟被,並更有內穎及雄蕊亦缺少者,又在若干例中,小穗僅具一完全花,而無雄性花,又有少數情形,小穗含二完全花,可孕花(完全花)之外穎卵形,而尖脈5-6條,內穎亦卵形,上部稍圓,頂尖薄膜狀麟被,付缺,雄蕊三枚,子房倒卵形,光滑,柱頭二分枝。

5. 授粉 真珠粟為天然異花授粉作物,花序中部之花先開放,完全花之柱頭首先出現於外內穎之間,然後繼以雄蕊,再繼以雄性花之雄蕊。

6. 成熟子實 子粒長3-4公厘,與護穎等長,

倒卵形,側面稍扁平,光滑,有一列膠質細胞,子實易與內外穎分離。

7. 品種 花序之長短厚薄及色澤與子實之色澤,品種間差異甚大,迄今尚無完善之品種分類,真珠粟英各頤多如 Pearl millet, Indian millet, African millet, Spike millet, Egyptain millet, Horse millet, Japan millet, Cattail millet 及 "Penicillaria"。

8. 來源 真珠粟所由出之野生形式,尚未發現其原產地,或為非洲熱帶。

(二) 黍稷 *Panicum miliaceum* (Proso, Hog or Broom-corn millet)

黍稷為二種作物,粘者曰黍,不粘者曰稷,惟學名則一。

1. 莖 莖直立,有時基部匍匐,高約90-109公分,分枝常自基部之節發出,可生花序,稈圓柱形,有粗毛,或節下光滑。

2. 葉 葉鞘展開,被小突起物,每一突起物生一硬毛,在鞘節(Sheath node)之毛較短,且不做於突起物之上,葉舌短而厚,上生密毛,葉耳付缺,葉片細長,槍形,有毛,尤以表面為甚。

3. 花序 複總狀花序,長10-25公分,就一般而論,黍較稷鬆散,而大分枝,豎立或上舉,稍帶稜角,而粗,且前向之短毛,若干品種,複總狀花序之分枝,向四面散開,其他品種,則多少密集於一隅,又有少數品種之穗,緊壓而厚,且直立。

4. 小穗及花 小穗卵形,長4.5-5公厘,第一護穎,頂尖有5-7脈,長度約為小穗二分之一,第二護穎與小穗等長,有13脈,位於第二護穎內者,為不孕花之外穎,此外穎較其被圍繞之護穎稍短,包裹一甚小之內穎,在不孕花之上,為一完全花,完全花之外穎,羊皮紙狀,闊大有七脈,包裹三脈之內穎,麟被二枚,肉質光滑,寬較長,畧大,雄蕊三枚,雌蕊一,柱頭作二羽毛狀分枝。

5.授粉 異花授粉惟自花授粉亦不能免。

6.成熟子實 子實強固,包被於光亮及堅硬之內外穎內,長約3公厘,寬2公厘,為潤卵形,光滑,白色,不似小麥有腹溝,胚胎之長為子實全長 $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{3}$,外皮薄,有一列小而扁平之膠質細胞圍繞澱質胚乳。

7.品種 Koernicke氏分黍稷為三大型如下,

- (1) *Panicum miliaceum effusum* 穗潤大(扁平),分枝向各方散開。
- (2) *Panicum miliaceum contractum* 穗不如前者之散開,僅向一邊散開。
- (3) *Panicum miliaceum compactum* 穗緊密而厚,直立。

8.來源 黍稷之原產地不明,其在歐亞栽培之歷史甚早。

(三) 粟 *Chaetochloa italica* (Foxtail milleta)

1.莖 植科直立,高0.6-1.5公尺,稈圓柱形,近基部處或生分枝,惟此等分枝罕能開花結果。

2.葉 葉鞘展開,光滑或具軟毛,葉舌短而厚,有毛,葉耳片缺,葉長而潤,尖端銳利。

3.花序 穗(圖72)長10-23公分,厚1.3-5.0公分,主軸及短側枝有毛,在短側枝上生剛毛(Bristles)與小穗相對,剛毛具短毛,毛向前,為退化之不育側枝(Abortive branches),有時無剛毛品種發生有剛毛之小穗,是其證明(圖73)。

4.小穗及花 小穗橢圓形,通常與包圍之剛毛相較,畧短,每小穗有二花(圖74),在下者為不孕花,在上者具備雌雄蕊,第一護穎卵形,頂尖脹三條約當小蕊長度三分之一,第二護穎者有脹五條較小穗微短,包圍不孕花之外穎,結實花之外穎潤卵形,脹五條,內穎與外穎等長,二者光滑,發亮,質堅硬,鱗被肉質,雄蕊三枚,子房長卵形,光滑,花柱作二長分枝,且有發育不完全之第二分枝。

5.授粉 通常異花授粉,偶亦有自花授粉。

6.成熟子實 成熟子實(圖76)包被於內外穎內,卵形,光亮,長2-2.5公厘,寬1.25-1.5公厘,包被內外穎之子實,俗名穀子,脫去內外穎則稱小米(穎果),潤卵形,光滑,白色,無腹溝,胚胎在正面,長約為果粒之半,果皮薄,膠

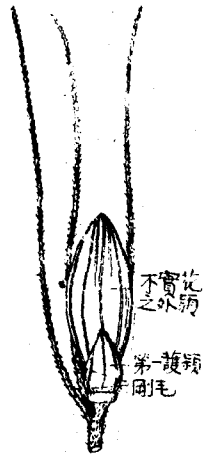


圖73. 粟之小穗 (仿Robbin)

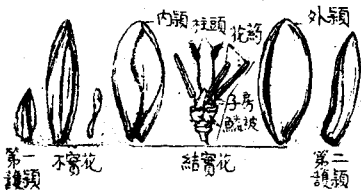


圖74. 粟之小穗解剖圖 (仿Robbins)

質層為一單列扁平小細胞。

7.分類及品種 Koernicke氏將屬於本物種之栽培小米分為二類。

(1) *Chaetochloa italica, maximum* 穗長展開而下垂此類再分為二亞類。

a. 具短剛毛之品種。

b. 具長剛毛之品種如額腦種(Aino millet), 德國種(German millet), 金黃種(Golden wonder)及西伯利亞種(Siberian millet)屬此類。

(2) *Chaeto-chochloa italica moharium* 穗短而厚, 直立下垂甚微此類亦分為二亞類即短剛毛品種及長剛毛品種如匈牙利種(Hungarian millet)等屬之。

附美國粟之重要品種檢索表(根據Frear氏)

A穗小均一, 緊密種子黃色至通常帶有暗色成分甚高之黑色, 芒褐色或紫色, ----- 匈牙利種(Hungarian millet)。

AA穗大多少展開種子多少結成一叢。

B穗長纖細, 甚疏鬆地不密, 下垂, 每群種子分離分明, ----- 額腦種(Aino millet)。

BB穗較短而肥胖密叢(Bushy), 直立或稍下垂, 每群種子分離不明。

C種子黃色。

D芒密多穗中大。

E穗大種子小, 種子群較分明, ----- 德國種(German millet)。

EE穗小種子大, 種子群較不明, ----- 普通粟種(Common millet)。

DD芒稀少穗甚大, ----- 金黃種(Colden wondow millet)。

CC種子紅或桃紅, ----- 西伯利亞種(Siberian millet)。

8.來源 青狐尾粟(*Chaetochloa viridis*, Green foxtail)為粟之原有形式(Stem form), 此與栽培形式不同, 緣其在成熟果實自花序脫落而下, 青狐尾粟為舊大陸產物, 亦發現於北美從Texas至Quebec之荒地。

(四)稗

1. 普通稗 *Echinochloa crus-galli* (Barnyard grass or Baryard millet)

(1) 習性莖葉 通常稗為一年生植物, 高0.6-1.2公尺, 稗之基部常發生分枝, 葉長15-60公分, 寬0.6-2.5公分, 葉鞘光滑, 葉身光滑或粗糙。

(2) 花序小穗花及果實 複總狀花序, 係由5-15無柄直立或上舉剛枝組成, 在下側枝或展

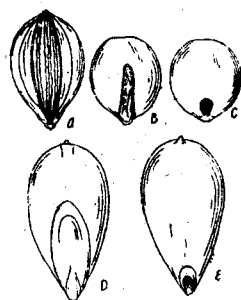


圖 75 粟之子實 (仿Robbin)
 a. 粟之子實 (具內外穎)
 b. 去穎後之子實腹面
 c. 去穎後之子實背面
 d. 稗(稗) (*Pennisetum spicatum*)之子實

開或彎曲，小穗卵形，青色或紫色，擠集於穗軸之一面，排成2-4列，每小穗有二花，在下為雄性花，在上為完全花。二護穎之內先為雄性花之外穎，繼為完全花之內外穎，內外穎堅硬，組織如羊皮紙，頂端甚銳，雄蕊三枚，柱頭作二羽狀分枝，子粒為堅硬之內外穎所包被。

通常稗原產於歐洲，現遍生於耕地及荒地，而被視為一種野草。

2. 日本稗 *Echinochloa frumentacea* (Japanese barnyard millet)：日本稗就大體言，除稗較直立，種子較肥大，無芒或具甚短之芒，褐色或紫色，其他普通性狀與通稗甚相似。印度稱為“San-wa millet”，美國稱為“Billiondollar”，或係由上述之通常稗演化而成。

(五) 生長環境

粟類作物之生長環境所需條件與蜀黍同，對於寒冷感應性殊敏，故須於霜期過後栽植，始免凍害。需水量較蜀黍少，為最能抗旱之作物，忌連作。

(六) 用途

粟為我國華北主要食糧之一，可用以炊飯、煮粥、釀酒、製飴糖及餅乾，或為家禽飼料。兼稗尤宜供飼料。黍稷在歐美供牲畜飼料，常青刈其莖葉，我國俄國及印度以為食品，炊飯或製菜餅。真珠粟之兼稗每青刈以供飼料，稗實可炊飯、煮粥，粉可製糕餅，稗可供飼料。

粟類作物生長迅速，如以乾芻為栽培目的，於播種後6-10星期即可刈割。

參考書

- (1) 孫醒東，中國食用作物，第八章。
- (2) 松田秀雄，食用作物學，PP.224-229。
- (3) Hughes, H.D. and Henson, E.R.: Crop production, Chapter 18.
- (4) Robbins: Botany of Crop Plants, Chapter XVII.

第十六章 玉蜀黍 *Zea* (Corn maize, Indian corn*)

(一) 植物習性及根 玉蜀黍為禾本科夏季一年生草本植物

根系纖維狀常被視為淺根作物實則不然成熟玉蜀黍之根滿佈於表土一公尺以內在某種情形下長達1.2-1.5公尺(圖5)。據Weaver及其他學者(1922)謂玉蜀黍之根向植科四週側生長約1:2公尺,其最大深度可達2.5公尺,根之貼近於地面部分其分支較底下者為多。又謂有一株成熟玉蜀黍,其根系分佈所佔地積在6立方公尺以上,雖然根系之發育亦視土壤情形。

種子發芽時發生臨時根旋即於恰在其上部之莖節環生永久根,每輪根之數目由2-10不等,其發生之深淺與播種之深淺以無關係,蓋無論播種深度如何,第一輪根恒在地面下一吋處生出也,此不獨玉蜀黍為然,其他禾穀類作物亦如是,輪間(即二節之間)距離甚短由輪生根之全部組成根冠(Root crown)。

根發育為垂直根(Main vertical roots)與側生根(Main lateral roots)二種,垂直根從冠節(Crowns)生出稍為彎曲即直接向下伸長,側生根當離開冠節時向下彎曲然後水平伸長至若干距離最後復又下垂,此等側生根分佈於種植行間離穴伸達0.5-0.6公尺處去地面約10-13公分,惟在粘重土壤(Heavy soil)及濕潤氣候環境下則較上述之深度為淺,大多數植物之根生長在粘土或濕土者較在輕鬆或乾燥土壤者為淺,此乃對於氧氣與水分供給情形之一種適應,土壤越深則氧氣之含量越少,其減少率在粘土與濕土甚於輕鬆土或污濁土(Dirty soil)。吾人如明瞭每一生活根細胞在呼吸作用中所需氧氣乃直接取自環繞土壤四週之空氣非從植物地上部自葉擴散而來則當明淺根系特適於黏土及濕土原因中耕之主要目的即在鬆土使氧氣較易散佈於植物之根部,主根發生多數纖細之分支,分支又復分支,因此在玉蜀黍成熟時,土中根鬚交織密如蛛網,全部根系有三分之二乃分佈於土面10公分之間(根據Sturtevant, Hunt, Newman, Ten Eyck, Hays諸氏觀察之結果) Ten Eyck氏謂主側根雖伸入土面下十餘公分,但僅於地面下5公分以內發生細分支,玉蜀黍可由其根之入土深度以測定耕耘之深度,中耕萬勿過深以損害其根致使產量減低。

Weaver氏(1925)將玉蜀黍種植於含水量不同之土壤研究其吸收面積(未包括根毛之根面積)與葉面積(莖葉兩面之面積)之比率,試驗分為二組,在肥沃土壤中經過五星期一組之土壤含水量超過吸濕係數(Hygroscopic coefficient)9%,另一組超過19%,在濕土內上部面積佔根部面積82%,即吸收面積1.2倍於葉發面積,在較乾土內,上部面積佔根部面積46%,即吸收面積為2.2倍於葉發面積。

支持根("Prop"或"Brace" roots 或 Buttress roots)當莖伸長而通常雄花蕊(Tassel)或稱雌花)出現之前在地上部有一節或數節環生較地下根粗壯而向外向下伸入土中之根是即支持根,用以支持全株使之直立不倒,且亦為莖之一種吸收器官,據Weatherwax氏(1925)研究此等根之裸出

*最初為印第安人所栽培故稱 Indian corn.

部分厚膜組織非常發達，外表皮砂化，且在空氣中雖不分支，但入土中後即能分支甚多。

(二) 莖 Weatherwax 氏謂玉蜀黍苗高達13-15公分時所有葉芽及節間與頂生花序之主枝(Main branches)常已形成，幼節間須經過一相當時期以增長加厚，惟節間達最後直徑後，尚能繼續伸長，最老之組織係在每一節間之上部，節間之所以能增加長度，乃因其下端有一層分生組織(Meristematic tissue)，即在正常生長停止時，若吾人使莖失去垂直狀態，則此分裂組織帶之下面細胞將再生長。

據Weatherwax氏(1925)稱玉蜀黍上部節間挺直，近圓筒形，上部節之芽，小而發育不良，有時僅見一分生組織帶，連接雌花穗(Ear即果穗)上之節間，一邊凹入頗深，對雌花穗作曲屈狀，在雌花穗下之節間直而常帶扁形，每一節間之一邊有溝溝內有一芽溝，在相接節間上之排列為互生，與葉及芽之互生排列相配合，表皮細胞堆積矽素而起硬化，表皮下有數層硬膜細胞(Sclerenchmatized cells)，節間內充實髓質，佈滿多數平行維管束(Vascular strands)以增加拉力及行使傳導組織之功能。

玉蜀黍之莖在普通禾穀類中最大，惟其變異之甚，則非其他禾穀類所及，接者鮮有超過一公尺，高者竟達五公尺以上，普通節數為14，上部之節間最長，依次遞減，Wallace, H.A. 氏謂果穗普通生於第八節之上，玉蜀黍分蘗從近土面之節發生，亦有從根生出者，前者稱為節分蘗，後者稱為根分蘗，各分蘗均各生長，其個體之根，此等分蘗之多寡視品種土壤及種植方法而異，與產量無關。

(三) 葉 玉蜀黍之葉可分為葉鞘、葉片及葉舌三種不同部分，葉鞘由節生出，緊包節間，葉片長而扁，有一大主脈(Midrib)貫通其中，有多數較小之脈與主脈平行，葉舌附着葉鞘頂部，緊貼於莖，其功用為防止水分浸入葉鞘與莖間。

葉背面之氣孔較腹面為多，據Kiesselbach氏(1916)之報告，葉之上表皮每平方吋有氣孔49.665個，下表皮有59.985個，當氣孔開放時，約佔葉表皮層全面積0.76%。晚間與葉枯萎時，氣孔幾全閉合。

葉之腹面有成群楔形之吸濕細胞(Hygroscopic cells)，通常於晚間或白天較冷及其他時間蒸發作用不過大時，發生膨脹，使葉保持扁平狀態，若植物失去水分超過其所吸收之水分，則失去膨脹性(Turgidity)而變小，於是發生表皮層之收縮，使葉向內捲曲，此種作用得以保護上表皮及一部分下表皮免受過度之蒸發，蓋縮小暴露面積，即可以減少蒸散量也。



圖76. 玉蜀黍之雌花序與雄花序 (仿Robbin)

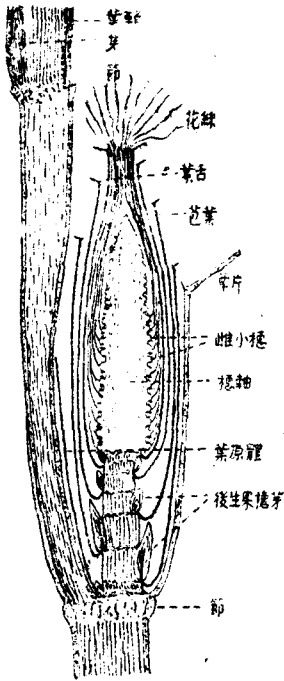


圖77. 玉蜀黍果穗之縱斷面 (仿Weather Wax)

(四)花序 玉蜀黍為雌雄同株異花植物(圖76)雄花序 (Staminate inflorescence)或雄花穗生於頂端為複總狀花序有主軸與側枝之別二者皆為穗狀就着生小穗之位置而言前者稱為主穗(Central spike)後者稱為側穗(Lateral spike)小穗幾成對排列成對小穗之一有柄他一則無柄穗之中部通常有四列乃至十一列成對之小穗側穗則僅有二列成對小穗雌花序(Pistillate inflorescence)生於主桿近中央側枝頂端此等側枝因節間短縮之故甚短小生果穗之枝之每一節發生一單葉惟通常缺少葉片或其體積大形減縮由於此等側枝之節之密接葉鞘相互重疊遂形成高苞葉(Husks)包裹果穗雌小穗着生於主軸成對作縱行排列因此每對小穗產生兩行之子實故大多數品種種子粒行數常為偶數(圖77)。

(五)雌小穗(Pistillate spikelet) 每雌小穗有花二朵(圖78,79)惟大多數情形一花不育僅一花結實母花有一雌蕊及三退化雄蕊背對外穎(花苞)兩花之間有二內穎據Weatherwax氏(1923)之意見與雄蕊互生之鱗被或為花被之變態遺物其在生長早期兩花皆可發現惟通常不孕花之鱗被較為發達。

Miller 氏(1920)謂幼小玉蜀黍果穗軸(Cob)之尖端有分生細胞(Meristematic cells)離尖端一短距離有多數突出物其後每一突出物發育為一對小穗之原始體此等原始體等裂為二半於是各發育為一小穗下護穎(Lower empty glume)最先分化旋繼以上護穎(Upper empty glume)次即現二外穎之原始體又不久(或同時)得見不孕花與可孕花雄蕊之原始物(Rudiments)可孕花之內穎亦於此時開始分化至不孕花之內穎須經相當時間始發現可孕花內穎及雄蕊之原始物呈現不久即見可孕花子房壁之原始物心皮生長不均勻因是與外穎連接之一邊伸長包圍幼胚珠幾及三分之一時其對面方開始發育心皮上節之分裂細胞以後伸長甚速形成花絲(Silk)當花絲延長時子房壁長成包圍胚珠僅於近頂端遺留一小口即花柱溝(Stylar canal)據True氏記載有一小孔位於花柱基部後方之近傍殆即Poindexter氏所描寫之花柱溝耳。

又當花絲開始伸長之時胚珠溝接內穎之一邊生長較其對面迅速結果胚珠發生自體。

1. 卵子形成(Oogenesis) 大孢子母細胞(Megaspore mother cell)約在胚珠開始旋轉時發生分化根據Weatherwax 氏之研究大孢子母細胞於異性分裂(

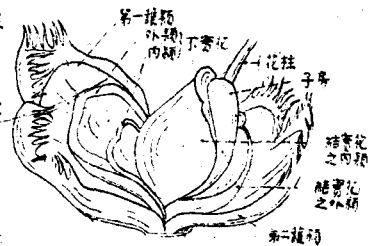


圖78. 玉蜀黍之雌小穗

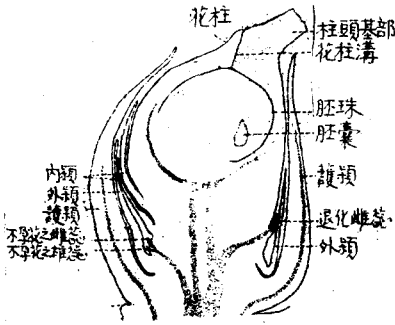


圖79. 玉蜀黍 (Black Mexican sweet corn) 雌小穗之縱斷面 (仿 Weatherwax)

Heterotypic division) 後復裂為二子細胞其中一個復再分裂產生二大孢子,除最內部一大孢子外,餘概消失。該有機能之大孢子或胚囊擴大,併吞敗壞之孢子生產細胞(Sporogenous cell)及珠心組織細胞核分裂為二子細胞核分別移於細胞之兩極,復於其處再行分裂在細胞近珠孔一端二細胞核之一分裂形成為二輔胞,另一細胞核分裂產生卵核及極核,同時囊之他端細胞核分裂形成二反足細胞核(Antipodal nuclei),另一細胞核則分裂形成一反足細胞核及極核,旋二極核向胚囊之中央移動反足細胞核繼續分裂,因此近開花時,有24-36個細胞核。

2. 花絲 根據 Weatherwax 氏之研究花絲為中實扁平之器官乃一複雜之柱頭而非花柱全長均為二維管束所貫通,尖端分為二長叉,其毛有縱溝透通中韌花絲在不起過子房2.5-5公分範圍內接受花粉,花絲突出苞葉後數日授粉効力最大,其向苞葉以內裂開即為已授粉之明證,再花絲之尖端如被切斷亦能授精,據 Kiesslbach 氏(1922)之研究花絲之授粉可經過一相當時間,在出苞葉外之前,及出苞葉後二星期皆不授粉,若花粉受阻花絲能斷續生長,若干時乾熱之風將使花絲凋萎破壞花粉之接受,因此胚珠不能進行授精,作用子房頂端之短小凸出部分(Short protuberance),據 Weatherwax 氏之意見,即為花柱有花柱溝貫穿之。

(六) 雄小穗 雄小穗之基部有二護穎,開花前互相疊合,包含二朵雄性花,有柄者在上部,無柄者在下部,各有內外穎,每一雄性花有三雄蕊,一個退化雌蕊(Rudimentary pistil)居於上部有柄之花,內穎比外穎大,無柄之下位花則相反(圖80)。

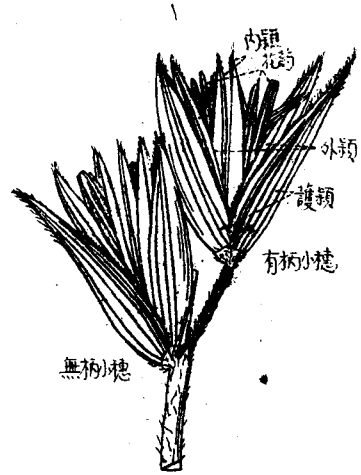


圖80. 玉蜀黍雌小穗一對 (仿Robbin)

1. 雄蕊之開花 據 Weatherwax 氏(1925)稱雄花穗之開展始自距主穗(Central spike)末端之若干距離處,然後向上向下進行,稍晚近雄花穗最高側枝之小穗開始展放,同時全部穗軸向下作波狀之成熟,雄花穗上部之花最老,下部者最幼,通常小穗之上位花較下位花早數日成熟,在最下面

稱雄花穗之開展始自距主穗(Central spike)末端之若干距離處,然後向上向下進行,稍晚近雄花穗最高側枝之小穗開始展放,同時全部穗軸向下作波狀之成熟,雄花穗上部之花最老,下部者最幼,通常小穗之上位花較下位花早數日成熟,在最下面

之小穗上位花脫卸花粉前上面之小穗下位花方始展放而作第二次波狀成熟每一雄蕊花序開花之期限可由數日延至二星期此視氣候情形及雄蕊大小而定。

2. 花粉 花粉粒由圓形至橢圓形而差異彼此不相黏貼 Knowlton 氏(1922)測度 Golden Bantam sweet-corn 之花粉粒自 106-120 microns, 有種孔(Germ pores) 1-3 個其新鮮物聞之全重含澱粉 15-20%。Anderson 及 Kulp 二氏(1923)對於玉蜀黍花粉之化學組成曾作詳細研究學者可參考其報告據 Weatherwax 氏(1925)之報告成熟花粉粒含有二個發育完全之精核。

天氣過於炎熱及乾燥花粉常致死亡致不能獲得良好種子。Knowlton 氏(1922)謂花粉所含水分由 50-60% 不等視植物栽培場所情形而異如溫度調劑至 5°-10°C, 同時濕度達 50-80% 生存力可以保持甚久最大之生活期間為 70-80 小時在正常環境下玉蜀黍花粉之死亡乃乾燥所致惟將花粉儲藏於遏止蒸發之環境下並未能久延其生命是則水分並非唯一之主要因子又玉蜀黍之花粉失去其所含水分 40-50% 時尚不致損害其活力。

(七) 授粉 玉蜀黍通常為異花授粉風與地心吸力為花粉傳播之主要動力。蜂之採探固與花粉傳播有關但以此之與風及地心吸力比較則失其重要性。

根據 Weatherwax 氏(1925)之研究每一花約約產生 2500 花粉粒一小穗約 15000 花粉粒雄小穗與雌小穗之比約為 10:1。因一雌小穗只需一花粉粒故雌配偶子體(Male gametophytes) 與雌配偶子體(Female gametophyte) 之比高達 15000:1。據一般估計一雄花可產生 20000000 至 50000000 花粉粒據 Lazenby 氏之估計在馬齒種玉蜀黍有 45000 花粉粒為一胚珠而產生。

(八) 花粉管之發芽與生長 Knowlth 氏(1922)用含 15% 之蔗糖與 0.7% 之洋菜(Agar) 之溶液培養玉蜀黍花粉粒得良好結果據 Miller 氏(1920)研究花粉管於花粉粒落於花絲後數小時即從種孔出現(圖 81), 不久管即侵入花絲之主體(Main body) 通常經過絲毛而入花粉管與其內容物沿花絲維管束之鞘細胞(Sheath cell), 以達於卵進行時先關閉鞘細胞間之通路此等細胞從花絲之維管束伸展至子房腔(Cavity of ovary) 經過珠孔再由胚珠細胞而及胚囊每一花絲於開始時或有若干花粉管向下生長但過後則越減越少最終只有一管達到胚珠花粉管之生長甚速在通常情形下於授粉後 24 小時便達到果穗所有胚珠之胚囊為欲完成此目的花粉管必須在此期間內伸長約 15 公分即約為花粉粒直徑之 1500 倍。

花粉脫落時間與氣候有關寒濕天氣能耽擱花粉之脫落反之乾燥天氣則加速其脫落而延遲花絲之出現職是之故在此等情形下多數花粉於柱頭突出與接受前已散播完畢卒致雌果穗不能完全結實。當陽光高照之日大部分花粉於午前卸脫而若干情形則遲至同日午後始卸脫每一雄花穗通常自 4-10 日甚或 10 日以上始開放完畢。時間之長短恒視氣候情州而定又花約並非於裂開時即卸去其全部花粉乃係於一定時間內撒放若干。Gernert 氏



圖 81 玉蜀黍之發芽花粉粒 (引 Miller)

研究59品種之花葯出現與最先花絲出現二者間經過之時間發現其變異甚大雌雄異熟(Dichogamy 即花粉與柱頭不同時成熟)及雌雄同熟(Homogamy 即花粉與柱頭同時成熟)皆有發生又在雌雄異熟植科或生雄蕊先熟(即花葯之先成熟)之現象在供試諸品種中氏見有243株為雌雄同熟, 92株為雌蕊先熟, 2459株為雄蕊先熟是則雄蕊先熟為玉蜀黍之通例在雄蕊先熟植科最先出現之花絲於花粉卸去後1-23日始行露出平均則為2日氏所觀察者包括有稈爆裂硬質馬齒軟質及甜質等品種Collins氏稱自西班牙Granada引進之品種有雌蕊先熟特性雖然即使通常為雌雄異熟之玉蜀黍亦未可謂能全部免去自花授粉也。

Gerner氏亦曾觀察雄花穗與花葯出現二者中間所經日數氏發現在57品種之3319植科中有514株於雄花穗出現後9日花葯始顯露而有過半數之植科花葯於其着生之雄花穗出現後7-10日開始出現。

(九)授精 據Miller(1920)氏之研究花粉管伸入胚囊直至其尖端接近極核而後止管壁溶解放出精核其中之一核與卵融合他核與極核融合當精細胞核與一極核融合時或融合後極核即互相結合。

1. 胚之發育 Weatherwax氏(1923)謂接合子於授精後數小時即被橫隔膜(Transverse cell)分為二在上者後發育為胚在下者大而有空胞後產生胚柄芽鞘為幼芽首先出現之部分初為一展開之鞘葉但隨後其緣邊完全結合鞘內有若干尋常葉之原始體間為於種子成熟前發育一個或一個以上之腋芽(Axillary bud)其次原始根從幼芽與胚柄間之胚軸體發生分化又從圍繞根本體之剩餘組織形成根帽更從留下之鞘部組織根鞘(Coleorhiza)。隨後三個或三個以上之側根(Secondary roots)自胚中軸與子葉接近之點發生分化各根之根帽由皮層分裂而成胚柄發育增厚加長使子葉與胚乳相接觸(圖82)。

2. 胚乳 雙授精時一雄細胞核與卵細胞核結合另一雄細胞核與二極核接合一雄細胞核與母方二極核相連結即通常所謂

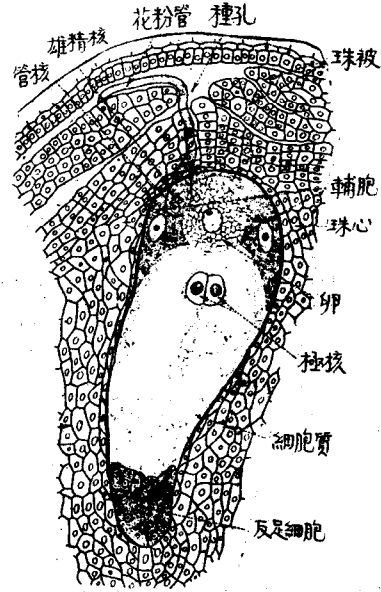


圖82. 玉蜀黍之成熟胚囊 (仿Miller)

三重融合，每一極核與雄細胞核各具十單元數染色體故胚乳含有三元數染色體。

3. 直感 (Xenia) 直感者，乃由於異花授粉結果雄方若干性狀立即表現於種子胚乳之現象而高例如以白粒玉蜀黍為母本以黃粒玉蜀黍為父本而行雜交則子粒之全胚乳均為淡黃色。白胚乳親本固承擔三分之二之遺傳物質，而胚乳終表現父方黃色顯性，設行反交 (Reciprocal cross)，以黃色胚乳品種為母本則所有子粒仍為黃色。每一情形之下表現黃色之因子為顯性* (雖不完全如是) 據 Weatherwax 氏 (1923) 稱在下列情形下，直感可期望其發生：(1) 若一對胚乳性狀於母本為隱性，父本為顯性而不含有顯性之抑制因子 (Inhibiting factor for dominant)。(2) 當母本具有一顯性胚乳因子或一組因子，其動作能為父方帶來之因子所抑制或 (3) 父本與母本各具隱匿互補因子 (Latent complementary factors) 其相互作用為胚乳產生某種影響所必需。

據 Miller 氏 (1920) 之研究胚乳細胞核幾於授精後即行分裂在 10-12 小時內其數約增為 20-30，且排列於胚囊之周圍此時卵核乃開始分裂於授精後 36 小時內胚乳細胞完全充滿於胚囊內，胚囊之擴大與胚乳之生長同時並行。

(十) 成熟子實 玉蜀黍子房於接近授精前呈彎曲之勢並不垂直於穗軸同時花絲之伸出亦非與穗軸成垂直之方向而與之成縱向之平行，子房着生於短柄上柄長 25 公厘胚珠幾充滿子房腔內有較其圓周三分之一大之乳圍與子房壁接觸外珠被不完全，而內珠被則除珠孔外，包被整個胚珠此一空隙適在外顯附着處之上。

此時子房壁 (即授精前) 包含下列各層：(1) 一列表皮細胞。(2) 多層體積有若干差異之薄膜細胞組織。(3) 一層內表皮細胞。

內外珠被之厚度從 2-4 層細胞不等，大胚囊位於珠心基部。

授精後成熟子實發生如次變化：(1) 外珠被不見。(2) 內珠被之細胞因面之壓力變為扁平。(3) 果皮中部及內部之細胞緊貼。(4) 珠心之細胞大部分不見。(5) 果皮之細胞膜硬化。(6) 內珠被與果皮融合。

故知玉蜀黍子粒之乾外被乃由果皮與種皮組合而成花絲之遺跡尚可見於與果穗軸連接點相反之一端嵌入於胚乳之一邊而與種皮相接觸者為胚幼芽為發育莖葉之物全為幼芽鞘或鞘葉所包被幼根包含原根 (Primary root) 及其根帽與封閉之根鞘胚內之子葉或最初葉 (First leaf) 從側面附着於主軸 (Central axis) 與胚乳相接之子葉部分為胚宮 (即單子葉之葉片) 胚軸 (Embryonal axis) 之中部為子葉所附着者為胚莖二個或二個以上副根之原始體即從胚莖產生。Hopkins 氏 (1898) 曾將普通玉蜀黍 (Field corn) 之胚移去見其佔子粒乾重 12% 惟其所含礦物質的為子粒其餘部分所含之二倍又其所含其餘之三或四倍。

* 直感乃雙授精之可見效力 (Visible effect) 下列玉蜀黍之雜交配合皆能發生此種現象每一配合所舉行之前面性狀為母本性狀。a. 糯性植科與非糯性植科交配常生非糯性種子。b. 非黃色胚乳植科與黃色胚乳植科表現黃色胚乳種子。c. 黃色蛋白質層植科與紫色者交配發生紫色蛋白質植科。

玉蜀黍成熟子實之形狀有甚大之變異(圖83)大多數品種之子實為扁平面與穗軸之長度或直角寬面因頂部較基部為闊故外形略成粗放三角形與寬面平行之子實縱切面,包括下列部分:

1. 果皮數層。
2. 種皮內珠被二層。
3. 珠心組織。
4. 蛋白質層胚乳之最外層,單列細胞。
5. 澱粉質胚乳。
6. 角質胚乳。
7. 胚。
8. 尖帽(Tip cap)。

下列數字為Hopkins, Smith及East三氏所示子實各部分相對比率之平均數:

| | | | |
|---|-------|-------|-----------|
| 胚 | 11.0% | 尖帽 | 1.5% |
| 殼 | 6.0% | 蛋白質層 | 8.0-14.0% |
| | | 角質胚乳 | 45.0% |
| | | 澱粉質胚乳 | 25.0% |

此等部分之比例及其化學成分變異甚大,上舉各部之化學分析殼所含蛋白質(約4%)較其他各部分均少,胚乳所含蛋白質最豐富約20-25%,角質胚乳含90%之澱粉,10%之蛋白質,澱粉質胚乳所含蛋白質佔總蛋白質量甚少(約5-8%),胚富油分,約含35-40%,又含蛋白質19-20%,就子粒所含總油分而言,胚之油分佔80-85%,故胚大之子粒當含多量之油分。

蛋白質含量高之玉蜀黍子粒,角質胚乳伸擴至與胚接觸,尖端澱粉(Tip starch)與冠部澱粉(Crown starch)完全為其隔離,蛋白質含量低者,角質澱粉量減少,尖端澱粉與冠部澱粉於胚與角質間相連,胚在高油分子實較在低油分者為大。

子實有紫藍黑紅等色,大部分係色素存在於蛋白質層細胞液所致,若干子粒之果皮有紅色胞液,若果皮蛋白質層及胚乳皆無色素之存在,則為白子粒,黃色玉蜀黍則蛋白質層及胚乳皆有色素之存在。

(十一)兩性花 通常玉蜀黍之花為不完全花,即為雄性花或雌性花,惟完全花或兩性花間有發現,兩性花之見於雄花穗較雌花穗為常,East及Hayes二氏曾載一不孕之孳生突變種,除兩性花外別無他物,兩性花有退化之雄蕊,鱗被在雄性花甚為發達,在兩性花為退化,至可孕雌性花則全缺,Montgomery氏曾見於正常形式之雌果穗之兩性花,由其種子生來之植株,對此形式生育固定,種子除於子房基部生育發育完全之雄蕊三枚外,餘均正常,又每雌小穗之不孕花亦有二三雄蕊,植株形態異常,高1.5公尺,節間短而葉潤。

果穗在形態學上為何物學說有二, Hackel及Harshberger二氏之意義,以果穗為多數二列雌花穗(Two-rowed pistillate spikes)之融合體,因每小穗有二花,而下位花不育,故常為二配對行列(Two paired rows),至果穗軸則認為由各穗軸融合而成, Montgomery氏反對上說,認雌果穗係直接由若干類似雄花穗構造物(Tassel-like structure)之主穗(與玉蜀黍雄花穗相似)發育而

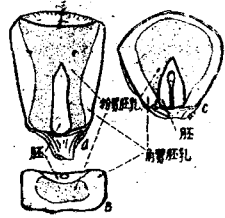


圖83. 玉蜀黍子實之斷面
A. 馬齒種子實中部之縱斷面
B. 馬齒種子實胚部之橫斷面
C. 硬粒種子實中部之縱斷面
(仿Robbin)

來。茲將氏之證據條舉如次。

1. 發現雄花穗之主穗上有少數雌性花亦發見雄花穗之主穗發育為一適當大小之雌果穗。
2. 氏又見一植株之側穗 (Lateral spikes) 亦如主穗發生雌性花形成四列發育不完全之“果穗” (“Nubbins”), 圍繞發育完全之十二列主果穗。
3. 雄花穗主穗發育為雌性花較側穗為多又主穗小穗之列數亦較多。
4. 氏發見自雄性花發育而成之雌性花其經過情形如下:
 - a. 有柄小穗 (Pedicellate spikelet) 縮短變為無柄此小穗之二花間差異增大。
 - b. 下位護穎 (Lower glume) 縮短而增厚。
 - c. 上位花內外穎退化, 下位花變為不孕。
 - d. 無柄花變為雌性花。
 - e. 二花皆變為雌性花。

晚近 East 及 Hayes 二氏發表之意見與 Montgomery 氏相同, 二氏謂玉蜀黍之果穗乃 Teosinte 草或似 Teosinte 草之側分枝其雄花穗之主穗發生分生變異 (Meristic variation) 而來, 而非側小穗 (Lateral spikelets) 之融合體。Montgomery 氏曾作一假說, 玉蜀黍與 Teosinte 草有共同祖先, 此先代型式想像其每一分枝頂端具有產生雌雄同花似雄花穗之構造物, 由此先代型式逐漸進化結果, 於是玉蜀黍側分枝變為僅具雌性花主莖僅具雄性花, 雄性花所據位置較高適於傳粉於着生在下部分枝上之雌性花, 而雌性花所在地位不適於產生花粉, 而適於接受花粉, 又側分枝節間逐漸縮短, 迄完全包被於葉鞘 (苞葉) 內為止。

(十二) 玉蜀黍之由來 玉蜀黍在有史以前即被種植, 惟其野生種迄今尚未發現, 目前雖無確切證據以證明墨西哥為其發源地, 而一般咸信賴之 (Harsberger 1894), *Zea mays*, L. 屬於禾本科 Maydeae 族所有玉蜀黍品種皆置於 *mays* 物種之列。中美原產之 Teosinte 草 (*Euchlaena mexicana*, Shrad.) 為與玉蜀黍最有關係之植物, 二者雜交易於成功, 其天然雜種即 Watson 氏定名之 *Zea canina* (Harsberger 1904), Harsberger 氏 (1904, 1909) 舉行此項雜交研究推斷玉蜀黍乃自 *Euchlaena* 之變種與 Teosinte 二者間之雜種演進而來, Montgomery 氏曾假設玉蜀黍與 Teosinte 草有共同祖先, 由此先代型式逐漸進化而成今日之玉蜀黍 (詳見前節)。此種假說由於在若干玉蜀黍品種中, 其側分枝上雄花穗之主穗常能產生種子, 而同一雄花穗之側枝則只具雄花而益可做信。正常玉蜀黍雌果穗與雄花穗間常現示此類各種不同情形, 在自花授精品系中, 主莖雄花穗發生雌雄兩種器官之植株亦殊為常見, 此等不正常之例可為 Montgomery 氏假說之支持。晚近 East 與 Hayes 二氏之見解與氏一致 (見前節)。

Collins 氏 (1912) 另倡一假說謂玉蜀黍係來自 Teosinte 與屬蜀黍族 (Tribe Andropogoneae) 之已失名禾草間之雜種, 渠認此種禾草必與有稃種 (*Zea mays tunicata*) 若干無雌花穗品種極相似, 此等品種僅在雄花穗上產生種子, 且具有 Teosinte 之相對性狀 (多數主要性狀), 氏係經過多數

原始玉蜀黍品種 *Teosinte* 及玉蜀黍與 *Teosinte* 間雜種之精密研究而始作此結論並特別着重在每一情形之下若 *Teosinte* 與有籽種間有顯著差異玉蜀黍必表現中間性狀且此等性狀常發生變異之事實。

Weatherwax 氏(1918)謂 *Zea*, *Euchlaena* 及 *Tripsacum* 為 *Maydeae* 族中有密切關係而產美洲之三屬乃因一現已絕跡之共同祖先型式各級獨立演化氏反對玉蜀黍雜種來源學說謂其與植物形態學上之事實不符 Collins 及 Kempton 二氏(1920)曾作小粒型玉蜀黍 *Tom thump pop* 與 *Teosinte* 之雜交發現現代性狀在第二代完全自由複合除有一二例外未見呈現簡單孟德爾比率 (Single Mendelian ratio) 之證據 Kempton 氏(1924)研究玉蜀黍與 *Teosinte* 間之雜交後者具有短縮節間 (Brachytic), 有皺紋 (Crinkled) 及多分枝 (Ramosae) 三隱性植科性狀此三性狀在雜種第二代均發生分離有皺紋及多分枝約佔後裔 25% 短縮節間僅佔 12%。

Kuwada 氏(1919)研究玉蜀黍染色體發現長短二種形式 *Euchlaena* 屬有十單元數染色體屬長型 *Andropogon* 屬亦有十單元數染色體屬短型此種論據足為 Collins 氏玉蜀黍雜種來源學說佐證 Heance 氏(1921)細心研討 Kuwada 氏之研究懷疑其所用方法是否可以證明玉蜀黍染色體大小即為 *Andropogon* 與 *Euchlaena* 二固定型式之各自特性 Lonley 氏(1924)研究玉蜀黍及與玉蜀黍有親緣關係種類之染色體發見 *Euchlaena perennis*, *E. mexicana*, *Zea* 及 *Tripsacum* 在親交期 (Diakinesis) 各別有 20, 10, 10 及 35 雙價染色體 (Bivalent chromosome), Kuwada (1919) 與 Fisk (1925) 二氏發見甜玉蜀黍之若干品系 (Black Mexican 其著者) 染色體數目差異甚大 Kiesselbach 及 Peterson 二氏(1925)於馬齒種所計算大多數品系之染色體數為 10, Randolph 氏於 1926 年在美国 Ithaca 地方舉行之國際植物科學會議發表之論文稱玉蜀黍某種自父系之染色體數目有甚大之差異。

根據上面所舉各學者研究結果可概分為二派 Montgomery, East 與 Hayes 等氏主張玉蜀黍乃與 *Teosinte* 草由同一祖先逐漸進化而來 Collins 及 Kuwada 等氏則主張由 *Teosinte* 與屬 *Andropogon* 屬禾草間之雜種演進而來從植物形態學上與系統學上立場批評則前一說似較可信。

(十三)分類 美國人有時稱玉蜀黍為 *Indian corn*, 係紀念其來源之意其栽培品種通常皆包括於學名 *Zea mays*, L. 之下 Sturtevant 氏(1899)嘗根據種粒組織將主要品種分為七亞種 (Sub-species)* (圖 84)。

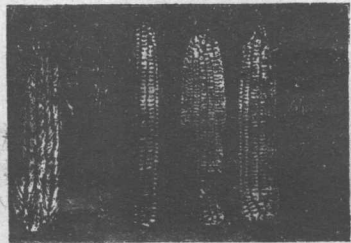


圖 84. 玉蜀黍六種主要果穗形式
自左至右為：有籽種 爆裂種 硬質種
馬齒種 軟質種 甜質種
(仿 Montgomery)

* 為便利起見種名 "mays" 未寫出。

| | | | |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|
| 1. <i>Zea tunicata</i> | 有稈種 (Pod corn) | 2. <i>Zea everta</i> | 爆裂種 (Pop corn) |
| 3. <i>Zea indurata</i> | 硬質種 (Flint corn) | 4. <i>Zea indentata</i> | 馬齒種 (Dent corn) |
| 5. <i>Zea amylacea</i> | 軟質種 (Soft corn) | 6. <i>Zea saccharata</i> | 甜質種 (Sweet corn) |
| 7. <i>Zea amylea-saccharata</i> | 甜粉種 (Starchy sweet corn) | | |

辨別上舉七亞種之特性可根據下述檢索表。

玉蜀黍亞種檢索表

A. 各子粒包於殼(種穎外穎內穎)內果穗亦如其他亞種為苞葉所被覆, 培植甚少, 若干學者認為玉蜀黍之原始形式 (Primitive type), *Zea tunicata* (有稈種)。

AA. 各子粒裸露, 不包於殼內。

B. 殼實有爆裂性, 其爆裂原因乃當加熱時子粒因所含水分之爆炸將內部翻出所致, 果皮厚且較角質, 胚乳含量多, 由蛋白質組成, 子粒及果穗特別細小, *Zea everta* (爆裂種)。

BB. 殼實無爆裂性。

C. 殼實鬆軟, 胚乳悉由軟質澱粉組成, 形狀似硬質種 (Flint corn 即普通玉蜀黍), 無刻口 (Indentation), 秘魯墨西哥及南美合眾國之 Mummy corn 概屬此類, *Zea amylacea* (軟質種)。

CC. 殼實具堅硬之胚乳。

D. 殼實乾燥後外表縮縮, 子粒角質半透明。

E. 殼實完全角質, 高糖分, *Zea saccharata* (甜質種)。

EE. 殼實上半部為角質, 堅硬半透明, 下部為澱粉質, 柔軟, *Zea amylea-saccharata* (甜粉種)。

DD. 殼實外皮不縮縮, 平滑。

E. 堅硬之角質胚乳積於子粒兩側, 其中部及頂端則為澱粉質胚乳, 甚鬆軟, 致頂端凹坎, *Zea indentata* (馬齒種)。

EE. 澱粉質之胚乳包覆於堅硬之胚乳內, 殼實頂端無皺紋, 亦不發生凹坎現象, 形近扁圓, *Zea indurata* (硬質種) 即普通玉蜀黍)。

除以上七亞種外, 應加入蠟型種 (The waxy corns) 子粒多含糊精, 色白, 係中國原種。

Zea amylea-saccharata 只有植物學上之意義, 並無栽培之價值, Palmer 氏曾於 1886 年在 San Pedro Indiana 採集其種子, 送給 Sturtevant 氏, 而種於紐約州之 Geneva, 結果失敗。

Zea saccharata 之澱粉粒發育以達成熟之能力, 已行喪失, 其形成之澱粉小而無角, 不復有典型玉蜀黍澱粉粒之形狀, 甜質玉蜀黍可視為馬齒種硬質種及爆裂種失去完成正常澱粉之能力。

(十四) 玉蜀黍自花授精之影響 設將栽培玉蜀黍品種使之自花授精數代, 則產量減低甚大, 雖然由於此種近親交配之結果, 吾人可信一果穗之子粒將有相同之遺傳質, 再者, 人工自花授精五年或連續五年以上, 則所育成之品系, 其性狀當較為一致而純潔。

(十五) 子實澱粉與其他普通澱粉之區別 澱粉在植物體中成顆粒存在, 其形狀常因作物種

類而與在顯微鏡下檢視有如下之區別(依中華藥典)。

未澱粉為多角形之小顆粒，大小皆不一致直徑約為0.005-0.01公厘無顯著之臍點(Hilum)及層紋玉蜀黍澱粉為多角形或圓形之顆粒大小甚同直徑約0.003-0.035公厘，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公厘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公厘。

(十六)種子發芽 玉蜀黍之發芽溫度據Saches氏所稱最適溫度91°F，最高114.8°F，最低41°F。Sturtevant氏謂玉蜀黍在43.7°F時於10-12日發芽若溫度增至48.6°-58.5°F，則5-10日內發芽。

玉蜀黍播種深度通常2.5-7.5公分不等視土壤種類而異種子入土之主要目的在求適宜之深度以供給發芽所需之水濕入土過深則根系無以建立與其夫之過深，毋甯播之稍淺。

Toole氏(1924)謂發芽最初之徵象為子實所有細胞之吸收水分而臻膨大狀態此時細胞膜似無實際之擴大亦未發生何種化學變化不久根鞘之細胞長大衝破果皮伸出2公厘後即停止發育過若干小時後幼根即穿破根鞘而出當幼根延長達1-2公分時，中莖即開始伸長因是果皮遂為芽鞘所穿破芽鞘保持完整包住幼芽直至伸達土面，其能達土面乃因中莖之生長與伸長之故芽鞘不但保護幼葉，且能助其穿土以出於地面若子實種植過深則幼葉於達到土面前即穿破芽鞘結果幼苗每致死亡。

側根隨中莖之伸長而發育，當幼根初生不久附近胚乳之胚宮細胞伸長發生酵素溶解胚乳輸送於胚之生長部分當溶化作用進化時胚宮逐漸向胚乳擴大。

幼根開始吸收土中水分及鹽類，葉片伸展地面進行光合作用時發芽作用便告中止。

(十七)生長環境 玉蜀黍為亞熱帶之原產物栽培區域分佈至廣，美洲自北緯54度至南緯45度為止，歐洲迄於50度，亞洲迄於42-43度，晚熟種成熟需150日以上，早熟種85日即可，故雖夏季極短之地方亦可栽培，惟生育期短促則產量隨之以減少，又玉蜀黍雖高地亦可栽培，如今墨西哥2800公尺之高原，秘魯3000公尺之高地與印度2200公尺之高地均廣為栽培。

又前述小麥生長環境時曾提及玉蜀黍之需水量介乎高粱與小麥之間，惟玉蜀黍之需水量品種間差異甚大，其中若干品種之抗旱性較其他為強，美國西部乾燥地即以種植玉蜀黍而獲利，就一般而言，其在生育期間以濕潤氣候為宜，至開花結實期內則以乾燥為佳。

玉蜀黍之產量與生長季節之降雨量有密切關係，每年平均雨量須達800-1500公厘，在生育期間每月平均降雨量須100公厘，美國在六七月之降雨量與產量關係甚大，七月為其臨界月(Critical month)，Smith氏謂玉蜀黍在Ohio州臨界期之最後十日為八月一日至十日，隨後為開花期，氣候必乾燥與適度涼爽而後可。

溫度以32°C左右為最理想，一日間之溫度以變化較小者為適於生長，若晝暖夜寒則不相宜，玉蜀黍宜栽培於排水良好之高燥地，土質須肥沃，富於腐植質，惟氮素過多易生倒伏，除瘠薄之

砂土與旱溼之黏土外均可栽培。

(十八) 成熟時甜玉蜀黍之化學變化 Appleman及Eaton二氏(1921)嘗採同年齡之果穗為供試材料以研究Stowell's Evergreen品種成熟時子粒之化學變化第一次樣品於八月三日收集此時之選穗在乳熟早期(Premilk stage)以後每隔兩日採集一次下表為分析結果。

甜玉蜀黍成熟時化學成分之變化(乾重%) Appleman及Eaton

| 月日 | 澱粉 | 蔗糖 | 還原糖 | 脂肪 | 粗纖維 | 蛋白質總量x625 |
|-----|-------|-------|-------|------|------|-----------|
| 8.3 | 18.36 | 19.55 | 20.07 | 2.97 | 7.92 | 20.81 |
| 5 | 25.20 | 21.85 | 13.93 | 4.04 | 6.37 | 19.25 |
| 7 | 35.73 | 24.57 | 9.45 | 3.99 | 4.63 | 15.31 |
| 9 | 45.42 | 18.75 | 5.43 | 4.44 | 2.58 | 13.06 |
| 11 | 56.98 | 11.59 | 3.01 | 4.81 | 2.62 | 13.37 |
| 13 | 57.23 | 9.55 | 2.64 | 5.25 | 2.81 | 12.56 |
| 15 | 58.91 | 8.32 | 2.24 | 5.05 | 2.35 | 12.70 |
| 17 | 59.15 | 7.86 | 1.97 | 5.01 | 2.59 | 13.12 |
| 19 | 60.41 | 5.85 | 1.77 | 6.01 | 2.30 | 13.75 |

成熟時固體物質之主要變化為糖分之損失與澱粉之增加初還原糖佔優勢但至成熟進行時其含量減少甚速蔗糖百分率之增加達最大量時即行減退當第一次採集試樣時糖分達最高百分率雖然子粒則以蔗糖百分率最高時為最甜此因蔗糖較還原糖為甜之故澱粉形成與其成熟期內大量儲藏於子粒者或由存積果穗

軸與莖二者糖分之合成而致子粒成熟時有60.41%之澱粉,5.85%之蔗糖及1.77%之還原糖Appleman及Eaton二氏(1921)以成熟(ripe)一詞形容子粒生長停止與化學變化近於平衡狀態之時期即玉蜀黍子粒於此時成熟過此則各種成分之比率變化甚少與甚緩後此之變化主要為水分之損失而稱之為去水成熟(Maturing processes)。又粗纖維總氮素及蛋白質氮素之百分率在成熟早期減少至脂肪則自成熟期之初期迄末期均有增加雖稍無規則但殊明確。

(十九) 溫度對於成熟率之影響 Appleman及Eaton二氏(1921)曾研究美國Maryland州溫度對於玉蜀黍成熟率之影響。早作種植早在八月溫度高時成熟晚作之種植在秋天天氣冷時成熟。

上節所述成熟時化學成分上主要變化為糖百分率之減少及澱粉百分率之增加因此以總糖量對澱粉之比率為決定不同溫度下成熟率之最佳指數每種種植之第一次試樣係在同一發育時期採集分析以後每隔一日採集一次期限為十五日。右表表示早晚二作水分總糖量澱粉及糖與澱粉比率之變化

| 自第一次試樣開始之時期(日數) | 早 作 | | | | 晚 作 | | | |
|-----------------|-------|------|----------------------|---------|-------|------|----------------------|---------|
| | 水分 | 總糖量 | 澱粉 | 糖與澱粉之比率 | 水分 | 總糖量 | 澱粉 | 糖與澱粉之比率 |
| 0 | 86.55 | 5.39 | 2.47 | 2.187 | 88.29 | 6.13 | 2.72 | 2.300 |
| 2 | 84.21 | 5.90 | 3.98 | 1.544 | 88.83 | 5.69 | 2.32 | 2.459 |
| 4 | 80.63 | 6.89 | 6.92 | 0.868 | 86.97 | 5.78 | 2.86 | 2.168 |
| 6 | 75.89 | 6.09 | 10.95 ^(a) | 0.556 | 85.56 | 5.53 | 3.39 | 1.747 |
| 8 | 72.05 | 4.21 | 15.90 | 0.264 | 85.21 | 5.56 | 3.85 | 1.448 |
| 10 | 70.47 | 3.75 | 16.93 | 0.219 | 83.80 | 6.30 | 5.48 | 1.164 |
| 12 | 67.78 | 3.50 | 18.98 | 0.183 | 81.56 | 5.62 | 6.90 | 0.879 |
| 14 | 64.98 | 3.55 | 20.32 | 0.170 | 79.26 | 5.28 | 8.71 | 0.673 |
| 15 | 64.98 | 3.02 | 20.94 | 0.149 | 77.69 | 5.08 | 10.09 ^(b) | 0.500 |

(a)與晚作第十五日同一成熟期。

(b)與早作第六日同一成熟期。

糖與澱粉之比率可說明晚植者欲達到與早植者同一成熟期須費十五日，而後者只費六日是早植者之成熟率較晚植者快 2.5 倍即成熟於秋天之果穗達到適口之情形，須較成熟於夏天者多 2.5 倍之時間因此種植於秋天可成熟之玉蜀黍待其達到適口情形時即為收穫之適當機會支配成熟率發生此種差異之主要因素厥為溫度，早作成熟期每小時之平均溫度為 28.3°C，至後則為 18.3°C。

Culpepper 及 Magoon 二氏 (1924) 謂糖之含量與性質影響罐頭玉蜀黍之甜度至多價糖 (Poly saccharides) 之含量與性質則影響其硬度子實之堅硬隨年齡而增加品種不同而子實年齡相同其間硬度差異殊小，硬度無法可以偽裝能減低罐頭玉蜀黍品質似為決定可食性之重要因素。

(二十) 用途 玉蜀黍用途甚廣我國美國及其他國家多用為糧食其生物營養價為 29.52% 供給我國食料之 8.62% 子實磨粉可以煮粥製餅如與麥粉混和可製麵包及菓餅，又可製糖及澱粉亦可釀造酒精玉蜀黍研磨極細除去麩狀部分即所謂玉蜀黍粉 (Maizena, corn flour) 產品甜質玉蜀黍可製罐頭嫩穗煮食清珍可口胚含脂肪甚多，可製玉蜀黍油 (Corn oil) 此外玉蜀黍子實可充牲畜與家禽之肥育飼料，葉桿青刈者為良好之飼料亦可製成優良青貯料，老熟者可充燃料，穗軸含有糊精、木糖、醋酸及糠醛，可用以作消毒品、唱片、溶媒劑及麻醉劑等，其灰分富鉀素，為製鉀良好原料，苞葉可為製紙原料，水果包裝皮及靠枕椅墊填充物。

參考書

- (1) 孫醒東，中國食用作物，第六章。
- (2) 松田秀雄，食用作物學，PP. 201-202。
- (3) Bowman: Corn, Chapter III.
- (4) Hayes and Garber: Breeding of Crop Plant, Chapter 15, PP. 250-252.
- (5) Jones and Rosa: Truck Crop Plants, PP. 3-33.
- (6) Robbins: Botany of Crop Plants, Chapter XIV.
- (7) Weatherwax: The Story of The Maize Plants.

第十七章 稻 *Oryza sativa* (Rice)

(一)習性及根 普通栽培之稻係一年生植物根為纖維根因其發生之先後及部位之不同可分為種子根冠根(Crownal root)及不定根三種。

種子發芽時胚軸向下延伸幼根突破根鞘而出是為種子根(三條)(圖85)係臨時性質能分生無數側根而成初生根系(Primary root system)用以支持幼苗及吸收水分其後自行枯萎由莖之基部接近地面之莖節發生冠根乃纖維根之所出普通分佈於土面下8公分深度左右旱稻可達13公分通常根由莖最下部第一二三四各莖節發生有時上部之莖節亦能發生試將成長之稻莖壓於水中或土中則每節皆可發生不定根有種家常利用此點以迅速繁殖或保存名貴品種及不易得之雜交種。

據日人岩槻信治氏(1932)報告在普通土壤中稻根於生育初期伸長遲緩待地上部之生育旺盛時乃漸次加速至生育最盛之分蘗終期而達到最大値爾後漸次減少至地上部之伸長停止期其根之伸長亦在此時期之前後停止即地上部與地下部似有平衡發育之趨勢當新根形成後舊根即發育成一不透水層初在與莖相接近處最後則擴至全根至是舊根遂枯死。

根帽(Root cap)之基部細胞膜厚而細長先端為橢圓形之薄膜細胞功用在於保護根尖離根尖二三公厘之處密生根毛根毛滋生於幼根老根無之水多時亦不發生。

取一幼根橫斷面(圖86)置於顯微鏡檢視之則見中柱之內有韌皮及維管束其四周為內皮層包圍內皮層之外有薄膜細胞層排列極有規則近於內皮之細胞其形小近於外層表皮之部分者其形大隨根之成熟程度而益膨脹因而細胞膜間隙特多遂使薄膜細胞層抵抗力極弱。

根在幼小時具有呈方形之薄膜細胞組成之表皮(根毛即由表皮向外伸長而成)及一層由厚膜細胞組成之外皮(Exodermis),二者之間隔有一層薄膜細胞外皮層隨根之成熟而增厚其膜壁亦漸成為強韌之組織同時內皮及內部之維管束等逐漸硬化形成強固之中軸體以增加牽引抵抗力(即外表皮與中軸體之間狹有薄膜細胞層之組織)茲示幼根橫斷面圖之一部分如次(圖86)。

(二)葉 葉鞘包圍莖桿兩緣不癒合基部有葉節(圖87)成輪而膨大內無橫隔膜與莖節不同葉身寬約1.5-1.8公分長30-60公分其與葉鞘分界處有葉環(Pulvinus)或稱葉枕呈淡青黃色葉舌先端分叉長1公分內外乃葉鞘內部之表皮延長而生葉舌周圍有細長之毛即葉耳裨無葉舌及葉

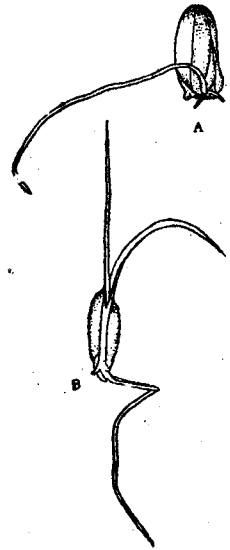


圖85. 稻之發芽

- A. 於吸水紙上發芽六日後之狀態。
B. 水中發芽六日後之狀態 (仿松田秀雄)

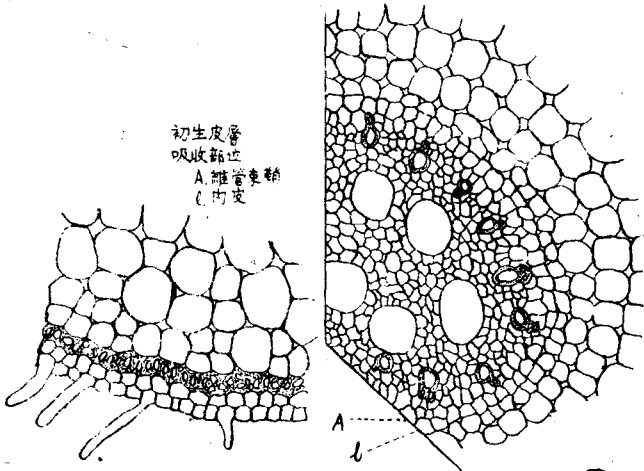


圖 86. 稻幼根之橫斷面 (仿 Breda de Haan)

耳(圖88)。

種子初發芽第一葉無葉身祇有捲抱之葉鞘稱為鞘葉(Coleoptile即幼芽鞘)(圖89)。第二葉亦無葉身第三葉起方為完全葉。葉片之發生愈後者愈大直至第九第十葉始達發育之極限平常所見之葉即係第九葉以上數片(約四五片)最上部有一葉已止葉或稱劍葉(Boot leaf)短

而寬為保護幼穗之用劍葉之寬度各品種相似如欲測量葉之寬度宜規定劍葉下第幾葉方可比較又其所呈之角度為品種之特性劍葉距毛圈(Hair ring 即穗頸所在)之遠近隨品種而有差異與莖之粗細及倒伏性有關稻葉之呈紫色者亦為品種特性之一。



圖 87. 稻之葉節(A)及其橫斷面(B) (仿松田秀雄)

取葉片之橫斷面(圖90)在顯微鏡視之則見其由表皮綠色細胞組織(Chlorenchyma)機械組織及維管束四部組成表皮包含表皮細胞毛茸(Trichoma)、氣孔(Stomata)及機動細胞(Motor cells or bulbiform cells)表皮細胞乃細長之小細胞邊緣呈波狀表面有多數小突起毛茸有時甚多且長(稻稻多於稷稻)。氣孔多存於葉之表面底面較少,排列甚規則維管束由導管篩管組成有大小兩種交互排列保護組織細胞壁厚無葉綠素從維管束上下邊緣起至兩葉面之表皮細胞止均有此種組織綠色組織充滿葉內具葉綠素,營同化作用故亦稱同化組織機動組織僅存於葉表面之表皮底面則無係由若干特殊細胞組成配置於大小維管束之間葉片之水分蒸發時其周圍萎向上捲轉者即機動細胞由膨壓變化所引起之運動也。



圖 88. 稻之葉鞘及葉耳 (仿松田秀雄)

葉之中央有顯著突起大脈是為中肋其橫斷面呈三角形包含表皮機械組織

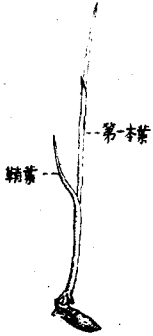


圖89. 稻之幼苗
(仿Breda De Haan)

及維管束中央有3-4大細胞間隙。

葉鞘之構造與中肋相似其與葉片不同之點如次。

1. 葉片有茸毛葉鞘則無之。
2. 葉片背腹均有機械組織葉鞘祇限於外部有之。
3. 葉片僅中肋有三四個細胞間隙葉鞘則甚多。
4. 葉片綠色組織發達而葉鞘則薄膜細胞組織(即柔組織)發達。
5. 葉片有攪動組織葉鞘則無之。
6. 葉片之氣孔多葉鞘之氣孔較少。

(三) 莖 稈中空,下部稍扁,上部成圓筒形,表皮有縱溝,生育時期呈綠色,管同

化作用成熟則現黃色,莖上有關節,普通十餘節露出地面者僅有四節(少則三節,多則五節,通常四節),其他密生於莖之基部故不明顯,節能發生不定芽,下部之芽能發芽而成新株,即分蘗,在某種環境下,最上之節亦能分蘗長穗,俗稱嘉禾,即指此也,但嘉禾之發育並不良好,故無可取,分蘗多寡視品種及環境情形為轉移。

通常桿長1-1.3公尺,分蘗之多寡與桿長有密切關係,大抵分蘗多者桿短而細,分蘗少者較長大。

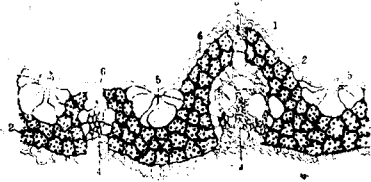


圖90. 稻葉之橫斷面

- | | | |
|--------|---------|---------|
| 1. 表皮 | 2. 同化組織 | 3. 保護組織 |
| 4. 維管束 | 5. 攪動細胞 | 6. 氣孔 |

(仿彭光澤)

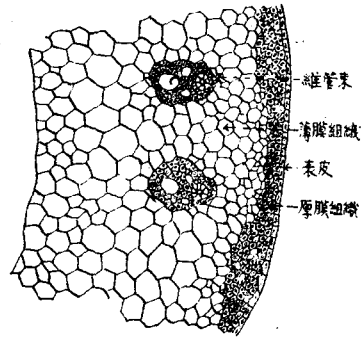


圖91. 稻桿之橫斷面 (仿Breda De Haan)

莖之內部組織與一般單子葉植物相同(圖91),可大別為表皮,下皮(Hypodermis),厚膜組織(Sclerenchyma, 即保護組織),維管束及薄膜組織(即柔組織),表皮之外側並列細長之細胞,成波狀線,下皮為極細小之厚膜細胞層,薄膜組織之細胞較大,含大小不同之葉綠粒,管同化作用,維管束(有篩管及導管,無形成層)有大小二種,排列二排,厚膜組織在維管束韌皮部之外側,甚發達,多數為厚膜纖維細胞。

(四) 花 稻之花序為複總狀花序,在莖最上部之節間,自毛圈至穗尖之主梗曰穗軸(Rachis),穗軸分為若干主分枝,就其着生之小穗而言,稱為枝穗,主軸枝更分為若干次分枝,就其着生之小穗而言,稱為次枝穗,又由次枝穗再分出若干小枝梗(Branchlet),每小枝梗之頂端着生小穗,故就小穗之着生

而言小枝梗等於小穗軸(Rachilla)據日人高橋達郎氏報告優良之稻穗下部為輪生,中部對生,上部互生列為二行(圖92)。

通常品種小穗單生於小枝梗之頂端,但有少數品種有2-7個小穗叢生者,此等品種稱為叢粒稻(Clustered rices)又每小穗正常含一花,但間有含二花者。

小枝梗之頂部膨大為環狀,而兩邊顯然傾斜成極小之鱗片狀,是名副護穎(Facet),Graham氏就其形狀分為下列三種:

1. 普通副護穎(Common facet)呈盤狀,通常所見者皆屬之。

2. 膜狀副護穎(Membraneous facet)四周有高起薄膜。

3. 纖毛副護穎(Ciliated facet)上有細毛。

副護穎之大小與子實脫落難易有關,為一重要經濟性狀。印度原種 *Oryza coarctata* 之副護穎甚大,故難脫落。子實成熟時與副護穎連接處發生離層(Abscission layer)。

副護穎之上有護穎二枚,普通長度約當外穎 $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ 中部有脈(Nerve)一條,護穎間有與外穎等長者稱二皮稻或長穎稻(Long glume rice)日人有謂護穎長者子實不易脫落,實屬誤謬,因子實與護穎二者均着生副護穎之上,同時脫落,並無互相牽掣關係。

內外穎合稱穀殼,或稱稃,英名頗混亂,稱護穎為"Empty glumes",而稱內外穎為花穎"Flowering glumes",又稱外穎為"Palea inferior",內穎為"Palea superior",一般稱內穎為Palea,外穎Lemma,本書沿用之。稻之外穎有脈紋五條,內穎有三條,外穎尖端有時具長芒或尖圓齒狀物,乃由三條脈之末端併合而成,間呈紅色或黃色,內外穎未成熟時概為綠色,成熟後轉變為黃色、暗紅色,或現條紋,在植物學上相當於花苞(圖93)。

穎之橫斷面從外向內可順次識別有如下各部(圖94)。

1. 表皮係由極肥厚之細胞組成,細胞之外側面壁厚,且有矽質沈積,外表面呈波狀,細胞間夾有肥厚膜壁之單細胞毛茸,此種毛茸可認為表皮細胞之變形,其壁則為矽化物。



圖92. 稻之複總狀花序

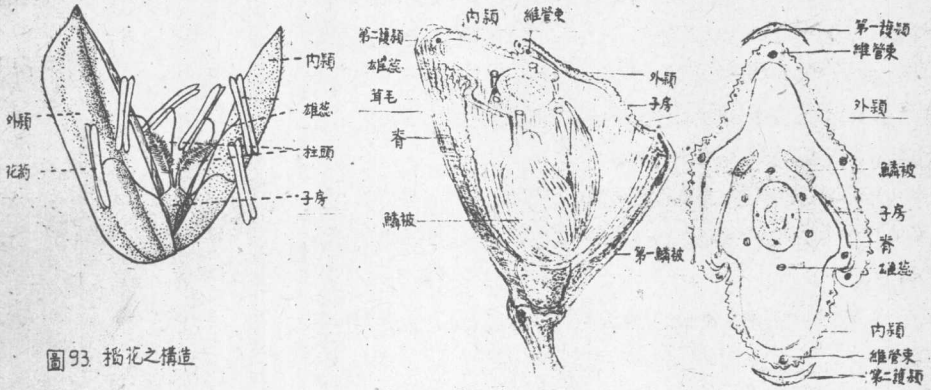


圖 93 稻花之構造

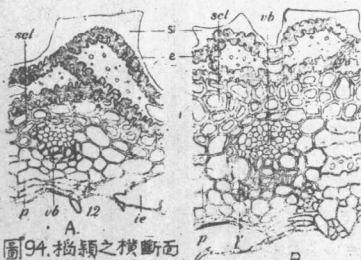


圖 94 稻穎之橫斷面

A. 外穎
 e. 表皮
 scl. 厚膜細胞
 si. 矽質層
 p. 薄壁組織
 vb. 維管束
 ie. 內吸收層

B. 內穎
 v. 導管
 (仿 Santoc)

2 表皮下組織即下皮由 2-4 列厚膜細胞組成，其長軸與穎長之方向一致，由於壁之肥厚，內腔幾不存在，此等細胞之長度約為厚度之 20 倍。

厚膜細胞連接表皮最外層，有齒一系列，齒填塞於與表皮細胞相對應之凹入處，故此二層細胞接合堅固，惟下方之細胞則無齒，完全平滑。

3 柔組織層位於穎之內側，連接下皮為四角形而互接之細胞所組成，乃二列或三列無色之薄膜細胞之組織層。

4 內側表皮乃一層薄壁透明，內

容空虛之大薄膜細胞，柱狀表皮細胞即吸收細胞 (Epithelium)。

內外穎之維管束在構造上甚相似，乃由細小未分化之篩管細胞及發育不良之導管組成，通常內穎之中肋略較外穎為厚 (約 0.16 公厘)，其居中之維管束亦較外穎之相當維管束為分化，此為二者不同之點。

護穎與花穎 (內外穎) 均為葉狀器官之變形，稻體之正當葉分為二部，下部為葉鞘，上部為葉片。其葉狀器官無論如何變形，葉鞘總常保存，至葉片則有變形至全部消失，或至殆難辨認其為葉者 (例如在幼苗所見之第一葉幾全為葉鞘，無葉片) 護穎相當於葉鞘，葉片全部退化，花穎亦然，芒則相當於退化葉片。

內外穎之內有雌蕊一枚雄蕊六枚後者每三根排成一列間有四枚八枚或十二枚者概為偶數約四室內藏花粉帶黃色近球形花絲約1.6公厘開花時特別伸長約為開花前五倍雌蕊位於中央子房一室花柱先端之柱頭作羽狀二分支(其本態應為三支其中一支退化祇留短棒狀痕跡)

子房與外穎間有二細小無色鱗被相當於花瓣

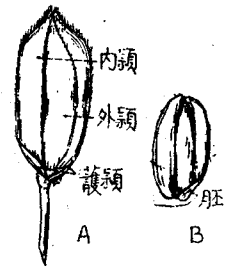


圖95. 稻之子實

(五)子實 稻實為穎果成熟後尚為護穎及內外穎所包圍普通稱其種實為米(圖95)帶殼者曰穀(英名帶稈之稻實為 Paddy, 去稈之稻實為 Cleaned rice, 白米為 Polished rice)。米粒為長橢圓形,通常光滑,白色或半透明蠟白色,腹部或具腹白(Abdominal white, white belly)有時紅色或紫黑色米粒之扁平面有脊二條其一為外穎脈跡另一為內外穎交界處腹部向外穎背部向內穎,上有縱溝,胚位於腹面基部

幼種皮由下列諸部組成,(a) 外表皮, (b) 7-9層作切線伸長無色之薄膜細胞, (c) 2-3層長方形之綠色細胞, (d) 網白一單列小細胞之內表皮, (e) 二層細胞之內珠被及 (f) 由多層薄膜細胞構成之珠心。



圖96. 米粒之組成

- a. 表皮 b. 中果皮(薄膜細胞)
- c. 珠心細胞層 d. 內表皮
- e. 內珠被 f. 蛋白質細胞
- g. 澱粉細胞 (衍大腸氏)

至成熟種皮則由膜狀皮膜組成此種皮膜係構自子房壁或果皮內珠被及珠心層後二者高壓緊貼。

胚乳乃由充塞澱粉粒及若干蛋白質物之薄膜與細長之薄膜細胞構成胚乳之外部為一層長方形細胞即蛋白質細胞(Aleurone cells)所限,此細胞富蛋白質脂肪及油點(圖96)。

胚小(圖97)富蛋白質脂肪或油分及可溶性炭水化合物米糠(Rice bran)乃來自子實外皮膜之碎片,由果皮種皮外胚乳(Perisperm)即珠心 Nucellus)大部分之膠質層若干澱粉質胚乳及胚之全部或一部之碎片所合成有時雜有稈片。

(六)開花習性 稻為天然自花授精作物其異花授粉之機會因品種而異約自0.21-2.32%(明峯及中村氏1925)惟在印度之環境下有高至4%者(Hector氏1913)當稻穗自葉鞘伸出之次日即開花開花之次序由穗頂端向下穗長者經六七日開畢短者四五日開花時間大概均在白晝夜間甚少其極盛時間因地而異趙連芳氏在南京之觀察為上午十時至十二時半明峯在日本

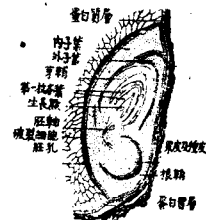


圖97 稻胚之縱斷面 (仿 Brade de Haai.)

之觀察為上午九時至下午三時，Jones 在美國則為中午十二時至下午二時。

稻之開花即為內外穎之開展，二者所成角度通常為 28° - 36° ，而以 30° 為最多（明峯氏 1914）。穎之開展在稻之授粉作用上並非重要，如外界環境不適宜時，亦可閉花授精（明峯氏 1914，野口氏 1929）。

穎之展開乃由鱗之膨脹而起，穎自展開至閉合之時間通常 1.5 小時乃至 2.5 小時。

(七)栽培稻之來源* 普通所謂野生稻皆指屬 *Oryza sativa*, L. 一物種而言，常見於印度，實則他種野生稻於印度及其他各處亦曾發現。Roschevicz (1931) 氏比較研究各種稻屬 (*Oryza*) 野生植物之形態，曾論及栽培品種之起源，其根據形態特徵與地理分佈將稻屬野生植物分為下列四類。

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 1. <i>Sativa</i> Roshev. | 2. <i>Granulata</i> Roshev. |
| 3. <i>Coarctata</i> Roshev. | 4. <i>Rhynchoryza</i> Roshev. |

此四類與栽培品種有關係者為第一類 *Sativa* 分佈區域甚廣，為一年生或多年生植物，其穎頭為線狀或披針形，其花穎之表面具有顆粒，此項特徵在任何栽培品種上皆可見及，故與栽培品種接近之野生種當屬於 *Sativa* 類，此類含有下列十二種。

- | | |
|--|---|
| 1. <i>O. sativa</i> , L., <i>F. spontanea</i> | 2. <i>O. australiensis</i> Don |
| 3. <i>O. punctata</i> , Kotschy (日人佐佐木 1933 年稱本種應歸入 <i>O. sativa</i>) | |
| 4. <i>O. stapfii</i> , Roshev. | 5. <i>O. breviligulata</i> , A. Cheval, et Rochr. |
| 6. <i>O. glaberrima</i> , Steud. | 7. <i>O. latifolia</i> , Desv. |
| 8. <i>O. grandiglumis</i> , (Döll) Prod. | 9. <i>O. officinalis</i> , Wall. |
| 10. <i>O. schweinfurthiana</i> , Prod. | 11. <i>O. minuta</i> , Presl. |
| 12. <i>O. longistaminata</i> , A. Cheval, et Roehr. | |

上述各種中，在形態上與栽培品種比較接近者，有 *O. sativa*, *F. spontanea*, *O. breviligulata*, *O. glaberrima*, *O. officinalis* 及 *O. minuta* 等，茲分述如下。

O. sativa *F. spontanea* 之形態與栽培品種甚類似，惟其種實於成熟前易於脫落，分佈於非洲中部及北部、安南、印度等處，當為印度與安南兩處栽培品種之原種，該野生種變異甚多，而為多型的 (Polymorphic)，在此變異之中，頗多與栽培稻之變異甚相若者。

O. breviligulata 產於非洲，小穗較狹，長約 10-11 公厘，寬 3-3.5 公厘，芒長而硬，約長 10-20 公分，據 Chevalier 與 Rochrich 兩氏 (1914) 之記載，謂非洲西部栽培品種中常混有野生稻，其形態與 *O. sativa* 不同，而其葉舌、穗長、芒之硬度等與 *O. breviligulata* 甚相似，此項事實似係指示栽培品種中某種變異之所自出。Engler 及 Gilg 謂非洲野生之 *O. breviligulata* 或係熱帶非洲栽培稻之祖先。

O. glaberrima 之芒與小穗皆平滑，亦有無芒者，花約短，產於非洲，在栽培品種中亦見有與本

* 本節節錄長尾正人、木原均著、姚鳳笙譯、禾穀類之細胞遺傳學，P.P. 96-106，農報第八卷，第十九至二十四合期。

種接近者。

(1) *officinalis* 有地下莖葉古短小穗少在栽培品種中亦有與本種情形類似者。Watt 氏(1891)謂其與栽培稻間或有雜交關係產於印度。

O. minuta 與 *O. officinalis* 極近似僅形狀較小而已。設如 Körnicke 氏所云該種與栽培稻中之小粒種間具有關係則稻之原種除 *O. sativa* *F. spontanea* 以外對於該種亦當加以考慮。

Roschevitz 氏對於稻之起源根據上列形態之研究結果歸納如次。

1. 栽培稻之大多數品種乃出自野生稻之 *O. sativa* *F. spontanea* 及其變種或突變種。
2. 栽培稻中之小粒種則或係 *O. minuta*。
3. 非洲西部栽培之原種為 *O. breviligulata*。
4. *O. officinalis* 則至少與亞洲栽培品種之變異間具有關係。

就地理分佈而言，*Sativa* 類中產於亞洲者有 *O. sativa*, *O. minuta* 三種非洲者有 *O. sativa*, *O. punctata*, *O. longistaminata*, *O. breviligulata*, *O. glaberrima*, *O. stapfii*, *O. schweinfurthiana* 七種產於中美與南美者有 *latifolia* 及 *O. grandiglumis* 二種故 *sativa* 類發祥之中心地似為包括種類最多之非洲，在非洲不僅產生有圓形小穗之 *O. sativa*, *O. punctata*, *O. glaberrima*, *O. schweinfurthiana* 等且產有細長之種類 *O. longistaminata*, *O. stapfii* 及 *O. breviligulata* 而在亞洲則完全不見小穗細長者，美洲與澳洲之不為稻發源地則甚明顯。

至於栽培稻變異最多之處當推印度蓋印度環境似最宜於使 *O. sativa* *F. spontanea* 發生突變。

以上所述為 Roschevitz 氏之說歸納可得三點。

1. 栽培稻屬於 *sativa* 類而發源於熱帶非洲。
2. 大多數之栽培品種出自 *O. sativa* *F. spontanea* 而一部分則出自與 *O. sativa* 近緣之 *O. breviligulata*, *O. minuta* 等。
3. 栽培上變異最多之處為印度安南與中國。

稻之發源地為亞洲似已成為定說(佐佐木1933), Roschevitz 亦承認之而仍不能完全放棄其非洲起源說然以證據不足故亦不堅決主張氏又謂做之史乘亞洲植稻最早者為中國而其分佈路線一為自中國經朝鮮而傳入日本，一為經印度錫蘭而傳至西方與 Roschevitz 之多元說相對者，亦有學者倡導所謂單元說茲引用佐佐木博士(1933)之言以明之。

“吾人所研究之栽培稻其起源係出自一種(單元說)抑係出自數種(多元說)換言之栽培稻之原型僅有野生之 *O. sativa* 一種抑係在 *O. sativa* 之外尚有其他野生種就現在所獲結果而言似皆有利於單元說故視為定論當無大礙惟在過去之學者中持多元說者亦有數人……”(佐佐木1933)

就此二說今後尚有討論之餘地而細胞遺傳學發達後必能自另一方面提出解決此問題之資料可無疑義。

(八) 稻作品種分類 稻之原種雖寥寥無幾惟經人類數千年之馴化與栽培各地氣候土質之

題雖由原種所產生之新品種為數甚多故為研究上便利計必需賴於稻作品種之分類分類上之困難其他作物亦常有之但不如稻作之甚其原因如次。

A. 稻作品種太多，僅印度一國估計有七八千之多，日本原農商務省農事試驗場國內分場蒐集全國品種(1918)，共達 3925 種我國數目當在印度之上。

B. 各品種乏精詳記載雖或有之亦東鱗西爪不成系統。

C. 各地無統一方法足以描述各品種特性作為報告或專籍。

D. 現在所有稻種大多數為混雜種(Mixture)，而非純粹品種故稻種本身已有性狀上之參差不能一律。

E. 稻作隨環境不同而改變其性狀受風土之影響甚大故少可定之性狀足資為分類之標準。

基上原因迄今東西各國尚無完善之稻作品種分類我國稻作專家亦少涉獵於此近十年來各省農事試驗機關舉行稻作品種檢定對於稻作品種分類當有莫大之贊助。

稻作品種分類之方法因人而異或以形態或以用途或用生理性狀或用血清反應或用雜種生理之限制從事稻作分類之學者為數頗多，中以 Körnicke 及 Werner(1885)、Inagaki(稻垣 1894)、Tanaka(田中 1900)、Kikkawa(吉川 1912)、高橋(大正四年)、Graham(1913)、Camus(1913)、Iso(磯 1919)、Carleton(1920)、Copeland(1924)為著茲將二三學者分類方法介紹如次。

甲. Körnicke 及 Werner 兩氏之分類。

I. Utilissima Kcke 稷稻-----胚乳之斷面稍帶玻璃光澤。

1. Common Kcke. 通常稻-----穀及米粒形大長 5-7 公厘。

A. 無芒。

a. 米粒白色。

Var. italica Al (Italienischer Reis)-----穀帶赤黃色。

Var. javanica Kcke (Java. Reis)-----穀赤色或暗赤色。

[稻垣氏在本項內加 Var. japonica Inag (穀黃白色)。

b. 米粒赤褐色。

Var. sundensis Kcke (Sunda-Reis)-----穀帶赤黃色。

B. 有芒。

a. 米粒白色。

Var. vulgaris Kcke (Gemeiner Reis)-----穀及芒帶赤黃色。

Var. erythroceros Kcke (Rotgranniger Reis)-----穀帶赤黃色芒污赤色。

Var. xanthoceros Kcke (Violettgranniger Reis)-----穀帶暗紫褐色。

Var. melanoceros Kcke (Schwarzgranniger Reis)-----穀帶赤黃色芒黑色。

Var. rubra Kcke (Roter Reis)-----穀及芒赤色。

Var. *hasskarlii* Kcke (Hasskarl's Reis) ----- 穀赤色, 芒暗紫褐色。

Var. *leucoceros* Kcke (Weissgrannger Reis) ----- 穀污濁色, 芒白色。

Var. *amaura* Al. (Dunkler Reis) ----- 穀及芒褐色。

Var. *brunnea* Kcke (Brauner Reis) ----- 穀污褐色, 芒暗紫褐色。

b. 米粒白色而有赤斑。

Var. *striata* Heuz'e (Gestreifter Reis) ----- 穀及芒帶赤黃色。

c. 米粒白色而有黑斑。

Var. *catalonica* Kcke (Catalonischer Reis) ----- 穀及芒帶赤褐色。

d. 米粒帶赤褐色。

Var. *savannae* Kcke (Savannah-Reis) ----- 穀及芒赤色。

e. 米粒赤褐色。

Var. *pyrocarpa* Al (Rotfrüchtiger Reis) ----- 穀及芒帶赤黃色。

Var. *desvauuxii* Kcke. (Desvauux's-Reis) ----- 穀帶赤黃色, 芒污褐色。

f. 米粒黑褐色。

Var. *atrofusca* Kcke (Schwarzbrauner Reis) ----- 穀帶赤黃色, 芒赤色。

2. *Minuta* Presl 小粒稻 ----- 穀及米粒形小, 長4公厘。

(1) 米粒圓形。

A. 無芒。

Var. *cyclina* Al. (Rundkör-niger Reis) -- 穀帶赤黃色。

Var. *melanacra* Kcke (Schwarzspitziger Reis) -- 穀灰色, 穗枝端有紫褐色, 芒尖

B. 有芒。

Var. *microcarpa* Kcke (Kleinfrüchtiger Reis) ----- 穀帶赤黃色, 芒赤色。

(2) 米粒長形(無芒)。

Var. *longior* Al. (Longlicher Reis) ----- 穀帶赤黃色。

II. *Glutinosa* Lour 糯稻 ----- 胚乳之斷面蠟質而色鈍。

A. 無芒。

a. 米粒白色。

Var. *affinis* Kcke (Verwandter Reis) ----- 穀帶赤黑色。

Var. *Miqueliana* Kcke (Miquel's Reis) ----- 穀污灰赤褐色。

b. 米粒赤褐色。

Var. *dubia* Kcke (Zweifelhafter Reis) ----- 穀帶赤黃色。

B. 有芒。

a. 米粒白色。

Var. alba Al. (Weisser Reis)-----穀及芒帶赤黃色。

Var. zomica Kcke (Suppen Reis)-----穀帶赤黃色芒赤色。

Var. heuzeana Kcke (Heuze's Reis)-----穀帶赤黃色芒暗紫褐色。

Var. isochroa Kcke (Gleichfarbiger Reis)---穀及芒赤色。

b. 米粒赤褐色。

Var. Eedoniana Kcke (Van Eeden's Reis)-----穀帶赤黃色芒暗紫褐色。

c. 米粒黑褐色。

Var. metanocarpa Al. (Schwarzfruchtiger Reis)-----穀及芒帶赤黃色。

Var. atra Kcke (Schwarzen Reis)-----穀帶赤黃色芒暗紫褐色。

乙 吉川氏之分類。

I 栽培上之分類。

1. A. 水稻, B. 陸稻。

a. 早生稻, b. 中生稻, c. 晚生稻。

(1) 通常稻: (a) 高稻, (b) 中稻, (c) 矮稻。

(2) 特殊稻: (a) 巨稻, (b) 鹽稻。

i. 有芒, ii. 無芒。

2. 穎護穎稈端芒色。

3. 稈葉色。

4. 長護穎稻。

5. 複粒稻。

第II項之分類其測定標準如次。

1. 細長粒 $\frac{L}{B} > 3$ (L=長, B=幅)。

a. 大粒 長7.5公厘以上幅2.5公厘以上, $L \times B > 18.75$ 公厘。

b. 中粒 介於大粒與小粒之間。

c. 小粒 長7.0公厘以下幅2.2公厘以下, $L \times B > 15.40$ 公厘。

2. 長粒 $3 > \frac{L}{B} > 2$ 。

a. 大粒 長6.5公厘以上幅3.0公厘以上, $L \times B > 19.5$ 公厘。

b. 中粒 介於大粒與小粒之間。

c. 小粒 長6.0公厘以下幅2.5公厘以下, $L \times B < 15.0$ 公厘。

3. 短粒 $2 > \frac{L}{B}$ 。

a. 大粒 長6.0公厘以上幅3.0公厘以上, $L \times B > 18.0$ 公厘。

II 米粒利用上之分類。

1. A. 梗, B. 糠。

(1) 細長粒, (2) 長粒, (3) 短粒。

(a) 大粒, (b) 中粒, (c) 小粒。

i. 普通色粒。

1. 普通米, 2. 香米。

ii. 特殊色粒。

2. 糙米及白米之形狀。

3. 腹白米。

b. 中粒 介於大粒與小粒之間。

c. 小粒 長 5.5 公厘以下，闊 3.0 公厘以下， $L \times B < 16.5$ 公厘。

(九) 日本型 (Japanica type 梗型) 與印度型 (Indica type 籼型) 之鑑別及其在分類上之意義

日人加藤茂苞氏 (1928, 1930) 調查世界各地之稻種曾根據葉之形狀及色澤、劍葉與穗軸之角度、糙米之形態及芒之有無 (第三表) 分稻種為印度型與日本型二型。此二型在同型間之雜種結實率則高，在異型間之雜種則低，而斷定其在系統上並非近緣。國人趙連芳氏 (1929-1930) 就國內品種舉行雜交研究其不孕率，同時觀察 F_1 之花粉形狀以作對照，其結果籼 \times 糯不孕率為 15.05%，花粉粒正常 (N)，籼 \times 梗 89.46%，花粉粒空無澱粉 (S_2)，糯 \times 梗 99.86%，花粉粒空無澱粉 (S_2)，籼 \times 糯 74.72%，花粉粒或縮小變形 (S_1)，或空無所有 (S_2)，籼 \times 糯 89.78%，花粉粒空無澱粉 (S_2)，又糯 \times 梗 14.18%，花粉粒正常 (N)，因是氏遂分糯梗為一類，籼粘為一類。加藤小坂原 (1928) 與 Jones (1930) 諸氏之研究結果亦與前述二氏之結果一致。又據日人濱田秀男氏 (1933) 之觀察，二型間在暗處成長中，中莖 (Mesocotyl) 之發育有截然不同之區別，即印度型品種其中莖長約 5-6 公分，最短亦在 2 公分以上，至於日本型品種則其中莖極少超過 1 公分者，大抵皆在數公厘以內。

再就稻種產地之分佈而言，中國北部、日本朝鮮等地之品種均屬日本型，中國南部、台灣、爪哇、印度科倫布 (Colombo) 等地之品種均屬印度型，而中國中部、檀香山及北美之品種則二者兼有。

本原山本、細野 (1931) 諸氏且謂印度型與日本型之染色體組 (Genome) 或有不同，惟此說迄今尚無實據。

第三表

| 形態性狀 | 葉之形態及色澤 | 劍葉與穗軸之角度 | 糙米形態 | 芒之有無 |
|------|----------|----------|--------------------|-------------|
| 印度型 | 葉寬色淡綠 | 小 | 粒小而細長，常呈扁平形。 | 大多無芒，即有亦甚短。 |
| 日本型 | 葉幅較狹，色深綠 | 大 | 粒形較短，寬且厚，其橫斷面近於圓形。 | 有芒 |

*最近寺尾氏等就日本、臺灣、安南、夏威夷、南北美洲之稻種間作廣泛之交配，其方法微有變動，結果由交配之親和性觀察稻品種間之關係甚為複雜，將稻簡單的分為二群，實屬困難。蓋依稻之穀粒形狀與中莖長度將各種測定後與交配親和性對照觀之，形態之特性與親和性間之關係並不平行，且形態間之特性有顯著差異者，品種間反表示高度之親和現象。如第一群 (日本稻型) 與第二群 (印度稻型)，甚至品種間呈不親和現象者，形態之特性反互相類似。如第一群 (日本稻型) 與第三群 (南方稻型)，如此表示支配形態之特性之因子與決定親和性之遺傳的原因並無關係。雖然，梗型與籼型之兩極端，其形態上特性彼此對立，乃應注意之點，不但形態上如此，即生理上亦然。如葉綠素生成能力，梗型大為濃綠色，籼型小，為黃綠色。稻熱病之抵抗力則梗型弱，而籼型強。螟蟲之罹害，則籼型多於梗型。由是觀之，二者在農學上不拘親和性之如何，固仍可作為分類之標準者也。

* 本段節錄自顧復氏「對於稻梗籼二型最近之研究」，農報第八卷第十九至二十四合期。

(十) 稻之染色體數 在1930年以前, 稻之栽培品種及突變種, 經過細胞學研究, 探得其花粉母細胞染色體數為12。近十年來一元體(Haploid)非基數倍數體(Aueuploid)三元體(Triploid)四元體(Tetraploid)等植物均有發現與描述, 下表乃從栽培種(*Orzya sativa*)之細胞學研究論文整理而成。

| 體細胞染色體數目 | 研 究 人 |
|-------------------|--|
| 二元體 24 | Kuwada 1910, Nakatomi 1923, Rau 1929, Kato, Kosaka, Hara, Maruyama & Takiguchi 1930, Selim 1930, Morinaga & Fukushima 1931, Nakamura 1931, Ramiah 1931, Hedayetullah 1934, Ichijima 1934, Ramiah, Parthasarathi 及 Ramanujam 1935, Sakai 1935, Miyazawa 1935, Ramanujam 1935, 1936, 1938, Nandi 1936, 1937, Takahashi 1936, Sethi 1937, Parthasarathy 1938, 1939. |
| 非基數倍數體 24+1 或較此為多 | Nakamori 1932, Ichijima 1934, Ramanujam 1937, Parthasarathy 1938. |
| 單元體 12 | Morinaga & Fukushima 1931, 1932, 1934, Ramiah, Parthasarathi, 及 Ramanujam 1933, 1934, Nakamura 1933, Ichijima 1934, Takahashi 1936. |
| 三元體 36 | Nakamori 1932, Ramiah, Parthasarathi, 及 Ramanujam 1933, Ichijima 1934, Morinaga & Fukushima 1935, Ramanujam 1937. |
| 四元體 48 | Nakamori 1933, Ichijima 1934, Morinaga & Fukushima 1936, 1937. |

(十一) 稻之生態與環境 通常所謂乾稻(Air dry rice)含有水分12-14%, 不足以促使酵素溶解種子內所儲之食料, 種子必先吸收其乾重(Air dry weight)25%左右之水分, 方能發芽, 若水分吸收至25-30%則為飽和, 最宜於發芽作用, 欲使土中種子飽和, 則土壤至少須含60-95%之水分, 方數應用, 若水分過多, 據Ovirone 與 Peirce 二氏之試驗, 稻種雖不能與游離氧氣(Free oxygen)接觸, 亦能發芽。

稻作在生育期(包括分蘗期及伸長期)所需水分較成熟期為多, 生育期約佔60%(包括分蘗期25%伸長期35%)成熟期約佔40%(包括成熟前期15%成熟後期25%)。開花以前所有食料製造工作已大部完成, 開花後之工作僅為運輸與貯藏而已。

全株稻作在全生長期內所需之水分稱為需水量(Water requirement), 即製成一磅乾物質所蒸發消耗之水分磅數, 此視各地情形而定, 印人 Leather 謂稻作欲製一磅乾物質, 需800-1106磅之水, 該地處熱帶, 日光照射強烈, 溫度甚高, 故需水量較多, 根據廣州中山大學民國15-17年試驗結果, 早造葉面蒸發平均219.68公厘, 全費水量(包括葉面蒸發, 田蒸發及透澆量)647.41公厘, 晚造葉面蒸發157.37公厘, 全費水量619.13公厘, 若早晚二造則全費水量為1266.54公厘, 再加以整地時所失水分260公厘, 合共為1525.54公厘, 我國在一季稻區如南通及南京, 稻作期間之雨量均在750公厘以上, 無虞不足, 在二季稻區如廣州, 稻作期間之雨量為1220.0公厘, 仍感不足, 故必需貯藏全年

之雨量以供稻作期內之應用。無論何地若在稻作期間內雨量不及 600 公厘且灌溉不便者則栽培水稻無豐收之望。

稻在生長期內溫度之需要可分常溫(Daily temperature)及積溫(Total temperature)兩方面言之。生育期內所需適溫因氣候帶之不同而有區別。大概熱帶所需氣溫高，溫帶所需稍低，寒帶又低。據日本大脇正淳氏之研究結果列表如右。

| | 熱帶°C | 溫帶°C | 寒帶°C |
|------|-------|-------|-------|
| 發芽溫度 | 10 | 9 | 7 |
| 生長溫度 | 18-28 | 15-25 | 12-20 |
| 成熟溫度 | 25-30 | 23-30 | 18-26 |

關於此項研究學者之說至不一致。概因地域(且與種子之來源有關)品種而有差異。大抵中日稻播種至萌芽時以平均溫度 15°C 時為最適宜，生育期內之溫度以 22°-30°C 為最適宜。

稻作生長一代所需溫度之總和據 Haberland 氏之研究，3500°-4500°C 之間。Fesca 則謂 3000°C 已足。此亦與品種及產地有關。意大利及西班牙之積溫約為 3607°C，平均 19°C。國內稻作生長期之溫度祇少數城市有記載與統計。如南通積溫約為 3543.47°C，平均氣溫 22.47°C (1919-1921 年三年之平均)。南京為 3736.52°C，平均氣溫 24.42°C (1905-1928 年 24 年之平均)。

日光為供給稻作同化作用之熱能，且直接影響蒸發作用，間接影響吸收作用。原料之供給故稻雖有適當之溫度若無適當之日光生育仍不能優良。產量不能豐多。此種影響以出穗前四十日左右為大。據趙連芳 (1926) 吉川 (1926) 近藤 (1934) 及其他學者之研究結果，已知稻為短日性植物。惟稻因品種之不同有早熟中熟晚熟之別，因此其照光之感應度亦各不同。日光對於稻作生理作用之影響據趙連芳氏報告有下列各點：(1) 減少日照時間，無論任何稻種皆可提早抽穗。(2) 減少日照時間，早稻提早之日數少，若晚稻則可提早至三個月之多。(3) 大多數稻作當日照減至九小時以下時，其抽穗期仍漸延遲，以至超過原有之日數。

濕度對於稻作最大之影響為葉面蒸發之緩速，間接影響養分與水分之吸收及有機物之運輸。蒸發速則轉運快，成熟早，反之則轉運緩而成熟遲。其對於種科之伸長及開花影響亦大。不幸而在生育期內空氣甚乾燥者則見分蘗阻碍，稈短穗小，收量銳減。然若過分潮濕，妨害葉面之蒸發作用，體內形成物質之移行緩慢，且日光之力減弱，氣溫低下，必致莖葉軟弱，易於倒伏，又易罹病蟲害。但迄出穗而入成熟期則稻開始開花授粉，宜於乾燥天氣。

沿海一帶在大暑立秋之際常有颶風(Typhon)發生。稻花遇之無不全穗枯白，為害特甚。惟軟風及和風僅動搖稻莖，不但無害而且有益。蓋葉面之蒸發，體內養液之流動，組織纖維之堅硬，花粉之散佈，莫不需風為之助也。

(十二) 稻作之土宜 稻作最適之土質為粘重土壤，其次為壤土，又次為腐植質壤土。據 Jack 氏規定之稻作理想土壤成分如下：

| | | | | | |
|----------------|--------|-----------|--------|---------------|-------|
| 腐植土(Humus) | 3-7% | 粘質土(Clay) | 25-65% | 細砂(Fine sand) | 2-10% |
| 細填質(Fine silt) | 20-60% | 填質(Silt) | 10-25% | | |

就一般言宜於稻作生長之土壤表土須粘重含有相當腐植質心土須稍硬而滲透性適中者，滲透性劣則子實不充實疏鬆而易破碎反之則水分易於損失灌溉後肥分即隨水流去不能為稻作所利用，凡表土為粘質而心土砂質即有此弊。

(十三)用途及化學成分 稻米為我國主要食品之一東亞其他各國亦多賴之米粒除可作飯外尚可釀酒及製造糕餅與餡糖碎米可充家畜飼料米糠在食品上可製糠油糠酒糠麩包糠醬油等在藥用品上可製維他命乙(Vitamine B)補腦磷劑(Phytin)及瘡藥(Pytirole)在工業用品上可製黑色染料活性炭素礮米劑製糊劑在農業方面可製肥料及飼料至穀殼(粃糠)可供燃料及填充料，稻草(藁)可製紙可蓋茅舍可充家畜飼料及燃料。

糙米比較精米多含粗蛋白質脂肪纖維灰分及維他命乙等營養分，粳食白米實非所宜茲將稻株及其子粒之化學成分之百分數列表於下。

| | 水分 | 灰分 | 粗蛋白質 | 纖維 | 無氮可溶物 | 脂肪 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 精米 | 12.79 | 0.40 | 7.38 | 0.33 | 78.84 | 0.24 |
| 米糠 | 9.73 | 5.50 | 12.73 | 2.20 | 59.40 | 10.44 |
| 米皮 | 10.05 | 11.17 | 11.35 | 16.10 | 39.76 | 11.57 |
| 粃糠 | 10.11 | 14.95 | 1.88 | 39.11 | 33.62 | 0.33 |
| 稻殼 | 5.73 | 5.89 | 7.75 | 8.28 | 70.13 | 2.31 |
| 稻稈 | 6.76 | 12.88 | 3.00 | 38.98 | 42.11 | 1.27 |

參考書

- (1) 姚鳳笙，栽培稻之起源，農報第八卷十九至二十四合期，PP.248-253，民國32年。
- (2) 趙連芳，中央大學稻作學講義。
- (3) 盧守耕，中國稻作學，上卷，第五章。
- (4) 顧復，對於稻稈私二型最近之研究，農報第八卷十九至二十四合期，PP.231-233。
- (5) 木原均，長尾正人，禾穀類之細胞遺傳學。
- (6) 原島重彥譯註，稻(稻體解剖記載)。
- (7) Jose K. Santos, Morphology of the flower and mature grain of Philippine rice, Philip. Journ. Sci., 52, No.4.
- (8) Juliano, J. B. and Aldama, M. J.: Morphology of *Oryza sativa* Linnaeus, Philippine Agriculturist 26.

第十八章 甘蔗 *Saccharum officinarum*, L. (Sugar cane)

(一) 植物習性及根 甘蔗原為高大之熱帶多年生植物一般習性與玉蜀黍及高粱相似根為纖維根系入土較淺。

(二) 莖

1. 莖之形態 莖由分蘖成為叢或均勻散開直立或倒伏其粗細與高矮係由節與節間之大小及數目而定此等莖單位(stem unit)之數字在品種及品種內殊有差異中部最長在若干長度內保持同一體積通常節間之長度與寬度均以莖之中部為最大向上下兩端遞減近梢部及基部之處最短節間長短大部視生長期內水分供給情形而定乾旱則節間短但有時於正常節間之間插入甚短之節間又有少數特長之節間此均為生長季節中遇有非常氣候時常見之現象。

節間之形態具有品種特性其橫斷面普通為圓形若干品種則為卵形其在整個莖上之排列為直線形或帶彎曲形最普通之節間形式說明於圖98之註解。

多數學者認為甘蔗莖之色澤乃品種間重要性狀之一每用作分類根據惟此性狀極易受環境之影響對於毫無經驗之人困難頗多Earle氏及其他作者認為多數正常綠色之甘蔗以之曝露於日光或空氣中則呈現棕紅色澤新鮮之橫切面常有顯著之色澤差異若干品種之橫切面自外環至中部之顏色一致其他則外圍表示不同顏色常為深綠色中央則為微灰色象牙色若為有髓之品種時則現白色。

芽溝或稱腹溝(Bud furrow or eye groove)乃自節間於芽下根帶向上引伸之凹溝深或淺寬或狹長或短形狀各殊或僅於芽上莖部略見扁平或僅限於淺溝或則甚深其色澤通常與節間其他部分相同其差異間或有之(圖99)。

莖面光滑但於75-Lehn及New-Caledonia 32兩品種中曾發現明顯之毛茸亦有在莖上生有木栓裂縫(Corky cracks)或生長裂縫(Growth cracks)者前者係一種表皮小縱裂生在老莖常集合而成木栓斑塊(Corky patches)裂縫色澤初與節間相同殊欠明顯後轉變為白色而與邊緣襯托不同顏色此等裂縫常僅見於老節間之蜡帶下亦有沿芽溝而生其分佈甚不規則或見於此節間而不見於彼節間有時僅見於曝露多量日光之部分常連合成灰色斑點或斑塊間或在蜡帶下結為灰色帶嗣後整個節間之表面漸漸變成棕褐色直至莖之外形呈暗黯無光澤而後止此種現象乃受下表皮細胞色澤變化之影響而與表皮裂縫之形成無關。

侵入節間組織內較深之縱縫則稱為生長裂縫常伸及生長帶而未達鄰接之節間生長裂縫或與木栓裂縫共存莖上在分類上通常視為可靠性狀之一。

莖之各部除生長帶外覆蓋一層蜡粉其在連接葉鞘基部之下形成一明顯之白色腊衣(Wax coating)或平勻而稠密足以遮蓋幼節間之顏色或稀薄而均一使莖面表現一光滑之外皮若干品種無腊粉甚至並無腊帶(Wax ring)可見若干紅色或紫色之節間上半部被覆蜡粉甚稠密其下逐漸稀

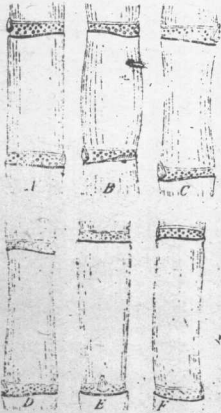


圖98. 甘蔗節間之形式 (左上)

- A. 圓筒式 (Cylindrical) 橫切面保持大小一致。
- B. 腹脹式 (Tumescent) 近中部最大兩端漸次減小。
- C. 細腰式 (Bobbin-shaped) 通與B相反, 中部最細。
- D. 圓錐式 (Conoidal) 節間直徑向上減小。
- E. 倒圓錐式 (Obconoidal) 接近頂部處之直徑最大, 接近生長帶處最小。
- F. 彎曲式 (Curved) 着芽之一面稍形凹入, 地面凸出。

(仿 Artschwager)

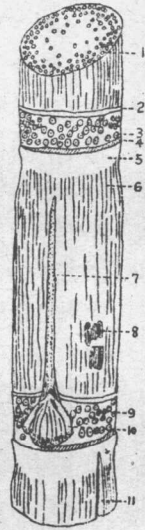


圖99. 甘蔗節與節間之圖解 (右上)

- 1. 維管束 (Vascular bundle)
- 2. 生長帶 (Growth ring)
- 3. 根帶 (Root band)
- 4. 葉痕 (Leaf scar)
- 5. 蜡帶 (Wax ring)
- 6. 木栓裂縫 (Corky cracks)
- 7. 芽溝 (Bud furrow)
- 8. 木栓斑塊 (Corky patch)
- 9. 根眼 (Root primordia)
- 10. 芽 (Bud)
- 11. 生長裂縫 (Growth crack)

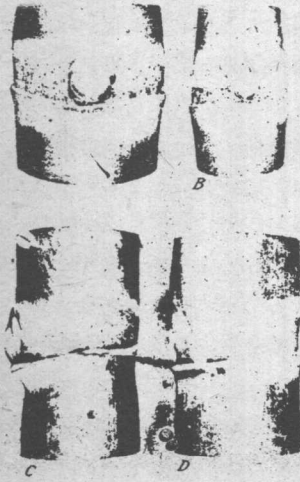


圖100. 節部之型式 (上)

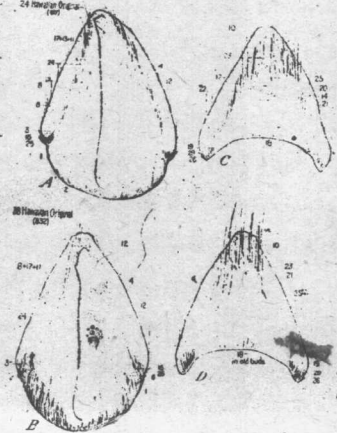
- A. 生長帶廣潤適中根眼距離甚寬 (品種 Caledonia 24)。
- B. 生長帶甚窄, 根帶甚狹, 根眼頗擁擠 (品種 28, N.G. 49)。
- C. 生長帶甚狹窄, 具多數不規則而擁擠之根眼, 其根於芽下突出 (品種 Hoak Kwat, Che)。
- D. 生長帶寬度適中隆起, 根帶潤大, 根眼距離甚大, 芽嵌於葉痕上, 超過生長帶 (品種 Hawallan, Original 39)。

(仿 Artschwager)

圖101. 甘蔗節部之構造 (右下)

- A. 節部之構造, 芽嵌生於葉痕, 生長帶寬。
- B. 葉鞘剝除一部後之節部構造, 以示各部分之關係。
- C. 葉環與葉舌之構造。

D. Blade joint 之構造 (自然狀態), 外部之葉耳小而呈三角形。
(仿 Artschwager)



薄而呈透明至基部則完全不見如腊粉過濃時有隨處脫落形成老莖表面之特種條紋

葉鞘基部之蜡粉最厚亦最白通常腊帶與腊粉層或腊衣間有顯明之劃分但有時界限模糊當腊粉多時二者未見有何種差別大多數腊帶明顯而現雪白其寬度變異甚大被認為品種特性之一

節間組織乃由薄膜細胞與維管束交互錯雜而成維管束集中於節間兩端中部較少有時形成為髓野生種多發展為明顯之細胞腔維管束數目為離心的分佈越近邊緣越多在表皮下彼此相接甚近常形成一堅實之環所有維管束皆為木質化細胞鞘(Sclerenchymatous sheath)所圍繞此種厚膜細胞鞘大半高度發達為周皮維管束(Peripheral bundles)最外圍者概由小維管束或大小相間之維管束組成維管束之距離與相對大小及節間厚薄並無相關

周皮與表皮為一狹窄皮層所隔其寬度至多四細胞連接表皮之二細胞形小壁厚在成熟之莖高度木質化與此相連接者為二列或二列具有葉綠粒之薄膜細胞此等細胞之胞膜即在老熟之莖尚保纖維質

莖中部維管束之維管束鞘(Bundle sheath)其位在導管與篩管之兩端者較側邊為寬通常側邊僅限於一層或二層細胞兩側維管束鞘之寬度多少有固定但細胞膜之厚薄與木質化之程度或有甚大之不同充塞維管束間之薄膜細胞膜常薄惟若干品種或變甚厚甚至木質化尤以野生種為明顯維管束組織通常無色澤之差異但 Jeswiet 氏曾謂若干品種之維管束鞘呈暗褐色

2. 莖表皮之構造 莖表皮之主要構造與一般木本植物相似表皮係由一層不同的細胞所組成每種細胞之大小及數目各有差異但就一般言之形成一品種特殊式樣之細胞有三種即長形細胞木栓細胞(Cork cell)及矽質細胞(Silica cell)又常有少數之氣孔散佈於表皮間在 New Caledonia-32 及 75-Lehn 二品種中且有茸毛存在

長細胞形成波狀而高度矽化胞膜之四稜體(Four-sided prisms)若干品種之多數長細胞完全充塞結晶砂(磷酸鈣結晶型)其長度及胞膜兩端傾斜度差異頗大普通胞膜兩端正直但亦有尖形者多數栽培品種長細胞之寬度因有中間型之存在而差異甚微但若以長細胞最寬之品種與最狹者比較則差異頗明顯細胞之寬度與莖之粗細並無相關多數細莖之野生蔗其表皮細胞甚寬而若干粗莖之高貴品種則反較狹

Fiji 2 與 Fiji 3 二品種曾發見有非常狹窄之表皮細胞(Fiji 2 = 7 μ [microns] Fiji 3 = 9 μ)但吾人於此項提及者即細莖品種較粗莖者常有較寬之細胞如 Tabongo (*Sacchararum spontaneum*) 橫面僅 11 公厘而其細胞寬度竟與 New Caledonia 5-1 相等後者莖之直徑(43 公厘)幾為前者四倍

木栓細胞胞膜薄軟木化有正方形菱形腎臟形長方形長尖形或短尖形等不同形式通常多具一形式但間在一顯微鏡下可見多種樣式木栓細胞常為長細胞所分隔而單獨存在有時二個或三個相結合更常與矽細胞連接形成典型短小群此乃禾本科植物表皮之特性

矽細胞之樣式較木栓細胞均一中央收縮邊緣突出具有與莖軸平行之長直徑矽細胞單獨存在於長細胞間者少常與木栓細胞結合為群有若干品種幾乎不見矽細胞至多數品種則約有 50%

短細胞無砂細胞。

氣孔較稀少或缺其分佈具有某種部位性無論任何破裂地方氣孔存在恆較多若稀少則其位置甚不固定。具縱條紋帶之某一品種大部僅於無蜡粉處始見氣孔。

3. 節 節通常較節間稍曲，包括(1)節本部(Node proper)即由節間各種管束會合而向兩側伸展之葉跡管束(Leaf-trace bundle)所組成之狹帶，上以葉痕(Sheath scar)為界，(2)根帶(Root band)，包含芽及數列根眼(Root primordia)其上為生長帶，連結節與節間(圖100)。

4. 生長帶(Growth ring) 生長帶直接位於根帶之上為根帶與節間之分界，形成狹窄之帶，色澤與莖之其他各部稍異，無脂肪堆積，普通成一水平圈或在芽之上方畧向上拗曲，有時拱起甚大，通常與其連接之節間組織齊平，但或稍凹入，此種情形於幼苗尤為明顯，若老莖則常於芽之一側或整個圈線凸出，成為狹窄之脊。

若干品種之生長帶狹窄而欠明顯，其他則廣闊，多數野生蔗即具此特性，有時同一生長帶之各段落之寬度不等，或則此側較他側為闊，此於由生長分生組織(Intercalary meristem)細胞之活動而使莖本身發生彎曲或伸直之故。

未成熟與成熟之莖其生長帶之色澤殊有差別，初時與節間迥異，迨及成熟往往變為與節間同一顏色。

5. 根帶 根帶下接葉痕，上連生長帶，除芽外尚含根眼數列，在節幼少時無色，最後則多少與莖他部之色澤一致，其寬度頗有差異，通常在芽之一側較對側為闊，有時有芽之邊畧彎曲，或甚明顯，此帶披腊衣，脂肪堆積厚時，常印有葉鞘脈痕，若干品種如 New Caledonia 32 及 75 Lehn 二品系之根帶有茸毛(二者莖上全蓋茸毛)。

根帶之形狀為品種間特性之一，最普通形式為圓筒形，有時有芽之一邊為圓筒形，反面則為倒圓錐形，通常倒圓錐形節間具圓錐形之根帶，此與寬及窄之根帶同一明顯，具突出或隆起生長帶之莖，其根帶常壓縮或低下，根帶與生長帶及根眼之關係詳圖101說明項內。

根眼為副根之原始一列或數列，對生蔗之根帶固較高，亦只見一列或二列，一根帶所含根眼列數在有芽之一邊雖未必盡較芽之反面為寬，但通常較多，每一根眼有黑心及一淺色邊緣("holo")，黑心構成根冠，常着色甚濃，根眼在多數品種中，保持休眠狀態，但若干品種當莖在田間生長尚活動時，即有發生氣根之傾向。

6. 芽之一般形態 芽生於葉痕之上，為節組織之一部，狀如小耳殼形器官，其可見部分為最外層之芽鱗或原始葉(Prophyllum)係由側瓣(Side)與翼瓣(Wing)組合而成，整個原始葉以前側瓣(Anterior-side)及較短之後側瓣(Posterior-side)形成一不對稱之帽(Asymmetrical hood)(圖102 ABC)。前側瓣組成自重疊半瓣(Overlapping halves)，後側瓣之基部為一連接節組織之曲線所限。

前側瓣之重疊半瓣其邊緣伸引成膜緣(Membranous margin)，自種孔(Germ pore)向下延長，



圖102 蔗芽之構造

- A. 原始葉之前側瓣 B. 原始葉之後側瓣
 C. 芽之縱切面示原始葉之構造及附着
 整個原始葉以較大及由二重疊半瓣組成之前側瓣與後側瓣形成帽狀形
 a. 前側瓣在上半瓣之附屬物, ant. 原始葉之後側瓣, cw. 翼瓣三角, en. 翼瓣之跡, gp. 種孔, h. 茸毛, j. 翼瓣與前側瓣接合處, k. 龍骨瓣(keel), ls. 葉痕, os. 居上前側瓣之半瓣, pm. 前側瓣居上半瓣之薄膜細胞組織之邊緣, post. 原始葉之後側瓣, sbs. 第二芽鱗芽, tw. 翼瓣尖端, uc. 前側瓣居下半瓣, v. 脈紋; w. 翼瓣. (仿 Artschwager)

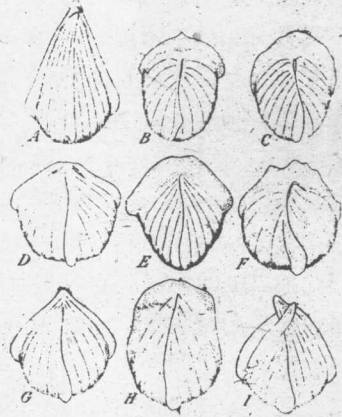


圖103. 蔗芽之式樣

- A. 尖三角形 B. 卵形 C. 倒卵形 D. 五角形
 E. 長斜方形 F. 圓形 G. 長卵形 H. 長方形
 I. 有喙形 (仿 Artschwager)

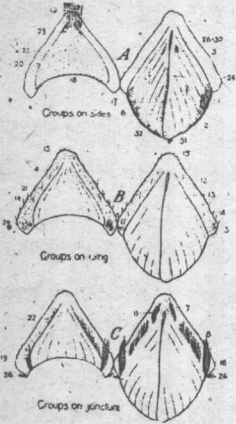


圖104. 蔗芽毛群之位置
 (重複三次) A. 示側面毛群之位置
 B. 示翼芽毛群之位置
 C. 示關節毛群之位置
 (仿 Artschwager)



圖105. 葉片及葉鞘之毛與刺(左)

- A. 葉片上表皮機動組織區域之外觀, 中部示一鹹毛之基部, 右邊示邊緣具有短刺之細胞。
 B. 與A同, 惟所示者為葉片之下表皮, 圍繞毛基部之細胞壁甚厚。
 C. 野生蔗 (*S. spontaneum*) 下表皮之氣孔溝。
 D. 葉鞘之二室毛及短刺。
 E. 葉片邊緣之刺。
 F. 肥厚帶之具一室之毛。
 G. 葉片下表皮中肋區域之單生刺。
 H. 葉片下表皮之叢生刺。
 (仿 Artschwager)

末端常結為一附屬物(Appendage)當芽成熟時膜緣乾枯基部附屬物變黑皺縮若干品種之膜緣狹窄而均一倘前側二半瓣間重疊程度不大則二邊緣有時發生相互交替即居下緣邊於短距離內變為居上緣邊通常膜緣只種孔部分狹窄而基部則漸漸或驟然變潤大多數品種之基部附屬物於芽嵌插面(Level of the bud insertion)下畧突出而若干品種則稍高舉(圖102A)附屬物之外觀及突出一般差異甚大即在同一莖桿亦然。

原始葉之翼瓣由二片扁薄龍骨瓣組成瓣之大小及突起程度頗有差異其形狀能影響芽之形狀翼瓣間之分界線稱為接合處(Juncture)常模糊但每見淺分明顯之溝此於基部角隅尤著大多數芽之翼瓣自原始葉側瓣中部之下開始(圖102A)凡長三角形芽及卵形芽咸有此種現象其他着生點之形式或居中間或稍高(圖102B)後者於多數不正常芽型見之。

翼瓣之相對的大小在異品種間差異甚大其寬度全長均一或基部較頂端狹或寬有時為非常不規則之裂片翼瓣基部常甚潤且具有明顯之耳狀物(Auriculate)惟十分發育之耳狀物並不限於基部寬大之翼瓣有時耳狀物僅見於翼瓣之一側他側不明顯或不見。

蔗芽形狀大有差異可概別為九種形式其式樣詳圖103最普通者為卵形及五角形芽上被茸毛(圖104)芽普通直接嵌生葉痕上但多數野生蔗雜種則常生葉痕以上二者相處有相當距離有時竟連於根帶中部亦偶有生於葉痕之下者此種甘蔗通常有下彎之葉基(Leaf bases)與突出之葉痕。

(三)葉 蔗葉形態與其他禾本科相似有腹背性向兩側生出每節着生一葉桿上葉數因品種而異新葉向上顯露舊葉亦陸續脫落故莖在生長期內葉之數目恒有一定每葉由葉鞘及葉片組成二者接合處為葉環(Blade joint)及其分化部分(Specialized regions)又葉鞘之基部即葉與莖相連處有明顯之隆起是為葉鞘節(Leaf sheath node)或簡稱葉節。

1. 葉片 葉當未成熟時通常直立不曲迨成熟後尖端或下莖部分外但保持此狀態葉片大多向上伸引而若干品種則徐徐彎曲開展如扇葉片長而狹或稍潤尖端漸尖細葉片之一部間有減少至與中肋同寬度者此等品種之葉片與葉鞘連接處最窄向上漸漸放寬近尖端又復變細大多數之葉其基部較寬此寬度保持至葉片中部乃徐徐向上遞減葉之長度與寬度變異頗大故不可作品種鑑定之固定性狀惟據 Ranje 氏發現屬於野生型蔗(*S. spontaneum*)之品種長與寬比率咸有一定此種關係對於他型品種或亦適用。

葉片色澤普通中綠(Medium green)久露日光部分則顯微紅色若干品種(特別在幼少時)為紅色或紫色若澱粉多時則底面呈藍色據 Jeswiet 氏稱具有 Chunnee 蔗種血統之品種其深綠色之葉面常綴黃斑塊甘蔗有葉面與葉底皆被覆茸毛者若品種之葉片為灰色常混有微紅色。

葉片常為中肋分成不對稱之兩半因葉被蓋葉鞘部分相當之葉片半部較其他半部為寬也中肋通常突出若干品種之中肋既厚且大而若干則扁平不明顯其底面通常深綠色但若干品種有顏色較淡之條紋沿中部分佈屬野生型之品種其中肋在葉面為白色或較葉片之綠色為淺其在葉面為溝狀形而葉底近基部處則凸出中肋在基部最寬漸上尖縮間有未達葉片尖端即消失不見者。

葉脈與中肋平行而粗細不同若干品種之葉脈其在葉片呈現凸紋而若干品種即具較大之葉脈亦未見突出。

葉之表皮構造 葉之表皮構造除演變以適應同化及保護作用外其主要組成與莖之表皮相似從葉之橫切面可見表皮細胞群與鞘細胞(Sheath cell)及薄膜組織細胞交互相接上葉面有攢動組織帶通常寬的數細胞橫切面上更示大小不同維管束之相互交替在較大間隙有較大之維管束，後一種維管束形成葉之主脈(Primary veins)，其較脈間面積(Intercostal area)為寬突出而頗明顯之脊肉眼可見在一定間隙統共有三四種大小不同之葉脈其構造均相似除最小葉脈外有二厚膜組織帽(Sclerenchyma caps)與上下表皮相接最小葉脈之導管帽(Xylem caps)未與上表皮相接但毗連攢動細胞群。

i. 下表皮 如作葉片下表皮觀察(圖105C)則見有水平縱形不同形式之細胞帶相互交替此等細胞帶之位置表現對於其下之細胞形式有一固定之關係最明顯者含有氣孔之細胞帶寬約三行係由長形細胞與氣孔相互組成有時氣孔行完全或部分分為與短形細胞群交替之長形細胞行隔開而彼此分離氣孔帶之兩側插入狹長細胞此等細胞覆於厚膜組織的維管束帽(Sclerenchymatous bundle caps)之上而由於交互而生之維管束其大小之不同在氣孔帶間組成之組織其行數遂隨之而異最狹窄者乃由數行細長細胞而成此等細胞或為木栓細胞或為木栓細胞與矽酸細胞所隔開而彼此分離於大主脈上之帶比較寬闊帶之當中一行間或毗連之二行完全由短形細胞群組成。

除上述細胞外葉片之下表皮有一種或數種毛型以緊貼具有二室之毛為常見雖其數目多寡不同此種毛型通常現於毗連氣孔帶之細胞間或散佈於氣孔行間有時數目繁多之短刺(Short spine)或與具二室之毛聯合出現或只限於被覆於葉脈上之長細胞帶而以後一種情形較普通屬野生型之某品種其氣孔陷下形成氣孔溝(Stomatal groove)短刺之發生具有甚大之意義因其存在與品種抵抗嵌紋病(Mosaic)有關蓋能阻遏蔗蚜(Plant lice)之侵入惟在葉片上表面之氣孔則無此保護能力。

ii. 上表皮 上表皮除增加攢動細胞之存在外與下表皮所見者相同惟其主要組成之比率不同而攢動細胞為上表皮最易識別之特殊構造通常攢動細胞列組合之帶寬或窄擁擠或疏隔係隨葉脈之相對大小及其間隔為轉移細胞之本身亦因品種而異若干品種為蜂巢形式若干則為正方形而甚伸長或呈扁闊。

包括於二攢動細胞帶內之組織為便利起見可分為數部分其詳細情形可參閱攢切面及正面組織合圖(圖105)。一而毗連攢動細胞帶他面則為一系列氣孔所限制此間之組織稱為邊緣區域(Marginal zone)，其寬度1-5細胞並具二室之毛及刺，二室之毛雖所見數目有別但常常發現通常見於連接於攢動細胞之行若干品種無刺而其他品種或稀少或密多邊緣組織之本身係由長形細胞與矽酸細胞之短形細胞群(Short groups)組合而成無論何處如見毛或刺乃取代短細胞群中

矽酸細胞之位置氣孔正常為一單行間有二行者例如若干野生蔗種如 Shantir Bahni (*Saccharum narenga* Wall) 有二行甚至三行氣孔。

位於氣孔間組織較寬之帶稱為中央區域乃由長形細胞或長形細胞與短形細胞群交替組成，長形細胞常為連續不斷之行短細胞群常缺矽細胞中央區域每為一組成自木栓細胞與矽細胞相間之狹帶所分割，有時少數短細胞為短刺所取代短刺或較其四圍細胞為大此等大刺常於野生蔗 (*S. spontaneum*) 品種之上表皮見之若在一機動細胞間所包括之組織略較狹窄時則中央組織缺少短細胞行，而邊緣區域僅有一細胞或二細胞寬。

2 葉鞘 葉鞘(圖106)由葉節之葉痕長出包裹蔗稈邊緣重疊形成裂開之管居上邊緣左右更迭於連續之節葉鞘平伸呈正方形之面，其在葉環底下與葉片連合處稍收縮，而於包裹節處則略膨大，邊緣接疊之程度差異甚大，故不能視為固定性狀，通常葉鞘基部之周圍約為莖之 $1/3$ 倍，野生蔗種則達 $1/2$ 倍。

葉鞘長度隨品種而異，自 15-52 公分不等但在品種內則甚固定，中部最厚，覆蓋芽處常凸出狀如囊袋，邊緣處則較薄於其基部形成寬或狹之膜緣，蔗成熟時變枯褐色。

葉鞘亦如葉片，包含多數平行脈，但間隙較後者為大，葉脈在中央部分最大，而兩邊遞減，通常無中肋，惟 Teboe Glongong (*Erianthus arundinaceus* (Retz) Jeswiet) 葉片之中肋則伸入葉鞘之上半部。

葉鞘着生於節之組織形成一均平線 (Even line)，繞圍蔗稈，多數品種葉鞘之居上邊緣向下伸展，收縮為不明顯或顯着之附屬物。

連接葉鞘着生線上之部分稱為葉鞘節或葉鞘基部 (Leaf sheath node)，係一分生組織帶 (Meristematic tissue zone)，葉鞘賴此得以伸長，功用與莖之生長帶相同，此部分因需具有彈性之組織與晚熟性，故其構造與葉鞘其他部分稍有不同，為增加其柔軟性，於是維管束鞘 (Vascular bundle sheath) 組成中之厚膜組織變成角膜組織 (Collenchyma)，常存在於通常大氣腔存在之位置，當葉鞘完全發育時，即仍尚幼小時，葉鞘基部輻輳不同色澤，而與葉鞘之其他部分迥異，普通為橘黃或黃綠色，葉不脫落之品種 (普通見於野生蔗種)，當葉衰老時則此顏色變黑。

葉能自然脫落之甘蔗，若葉於葉鞘基部折斷，當葉脫落時，留有葉痕，大多數品種葉痕雖或斜向桿軸，或葉痕彼此間略帶傾斜，但總與節間成直角，若干品種之葉痕小而勻，常於芽之對側緊貼蔗稈，又其他品種之葉痕 (尤以具有囊袋式葉鞘之甘蔗為然) 則突出而帶粗糙，且常於芽下傾斜展開。

葉鞘普通淡綠色，有時呈暗紅或紫色，後來或變綠色，邊緣半透明或帶微紅色，若干條紋蔗 (Striped canes) 斑色伸展至葉鞘，而在斑色葉 (Variegated leaves) 甚至擴展於葉片，此等甘蔗暗條紋之產生通常由於連接表皮下方各層色素之貯積至白色帶，則因葉綠素之部分缺少。

蜡狀物有時均勻而濃密黏積於全部葉鞘，若干品種僅有微少之蜡粉，或全缺蜡粉之貯積部位與年齡而異。

葉鞘表面光滑或被覆茸毛 (Vestiture) (圖107)，若干品種之茸毛僅見於初生之葉鞘後生者光



圖106. 葉鞘之構造
(示葉環部分)
(仿 Artschwager)

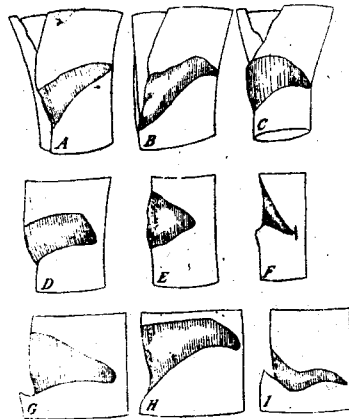


圖108. 肥厚帶之形式

- A. 甚斜, 狹窄三角形古狀肥厚帶, (Hawaiian Original 24)
- B. 甚斜, 略帶古狀肥厚帶, (Louisiana Striped)
- C. 具凸出上下邊緣之高三角形肥厚帶 (Rayada)
- D. 四方形肥厚帶, (Tekcha)
- E. 模式三角形肥厚帶, (Hatooni)
- F. 野生蔗 (S. spontaneum) 之三角形肥厚帶
- G. 具水平基部邊緣之三角形肥厚帶
- H. 略帶三角形, 而具水平上邊緣之傾斜肥厚帶, (Striped Mauritius)
- I. 模式古狀肥厚帶 (甚窄, 近於水平) (28 N. G. 251)
(仿 Artschwager)



圖107. 葉鞘表面茸毛之位置
(仿 Artschwager)

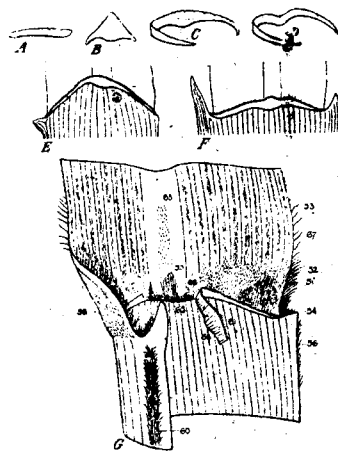


圖109. 甘蔗葉舌之各種型式

- A. 帶形
- B. 三角形
- C. 新月形
- D. 弓形
- E. 不對稱形葉舌形
- F. 不對稱水平葉舌
- G. 葉環之詳細構造示各種毛群之位置。
(仿 Artschwager)

滑無毛此項茸毛於葉鞘未暴露時甚為緊貼暴露後逐漸傾斜尤以葉鞘之上部者為然。

表皮構造 葉鞘表皮與葉片表皮相似覆於肋間面積(Intercostal area)及葉脈組織(Vein tissue)二分化部分之上葉鞘肋間較葉片同位面積為闊其表皮形狀較有規則。

覆於肋間部分之表皮由有規則之長細胞與短細胞群交替而成常有毛兩細胞形式之毛雖所見數目不同惟以在葉鞘基部上面為最多以頂端部分為最少此種茸毛之相對分佈隨品種不同而異若干品種甚少而若干則若被絨氈短而孤立之刺亦常見其與短細胞群相連合或單獨存在於二長細胞之間除短刺外尚有較大之刺。

在葉脈組織上面之表皮與肋間部分(Intercostal region)為一系列氣孔所隔開氣孔間或部分斜欹故外觀似兩列葉脈部位之表面組織包含一種或二種形式之細胞列即由甚長之細胞(此種長細胞或與短細胞群相更迭)或由完全自本柱細胞或砂細胞構成之細胞列何種形式居優勢則視品種為轉移若干品種大多數毗連之列僅由短細胞組成若干則於列間插入少數長細胞由短細胞列合成之帶每為長細胞狹帶或單列長細胞所隔又若干品種整個葉脈面積之上為長細胞所蓋覆而在其他品種則僅有短細胞帶上面常生下垂孤單之刺此一區域內刺之有無為品種特性或稀少而分散或為數較多而成多少不連續之毛刺間或指向垂直軸但大多數發生傾斜。

3. 葉環 葉片與葉鞘之連接部分持稱為葉環葉環之裏面稱為葉喉(Throat)，其基部着生膜質附屬物即葉舌葉環外面之部分稱為葉領(Collar)乃由二個三角形物組合而成在內表面亦明顯可見此為肥厚帶(Dewlaps or joint triangles)，其顏色及構造與周圍之組織不同位於葉環底下從葉鞘邊緣伸出之尖細附屬物即葉耳或稱葉舌附屬物。

(i) 肥厚帶 肥厚帶形成葉環之凸緣備有摺皺組織使葉有可動性(Leaf mobility)此部分之維管束與在葉鞘基部所見者相似後者大維管束有多數厚角組織其木質部由螺旋導管組成。

蔗稈上依次連續排列之葉其葉環形狀從幼小至完全生長間或有差異但亦有特定式樣如欲作比較宜選擇成熟或約畧完全發育之葉此等葉之葉環須未受不利環境之影響而致邊緣受損或至撕裂者又因大多數葉之構造不對稱僅能以相當之側邊比較之。

幼葉肥厚帶之色澤通常與成熟葉肥厚帶迥異但有時僅為色澤之不同而非種類有差異多數肥厚帶當幼小時為鮮紅色成熟時則變古銅褐色其他品種幼小時為黃色後變橄欖色又若干初為草綠色成熟則為黃綠色或橄欖色又有若干品種之成熟肥厚帶其色澤為褐色或近黑色但常因蜡粉或茸毛之存在而改變肥厚帶之色澤常一致惟若干品種顯具黃色或紅色邊緣。

葉環外面具有稍厚之蜡粉而內面則無蜡粉之堆積程度自淡薄之粉衣以至形成一濃密厚層後者輒隱隱原有色澤或年齡增加時變為無色。

在窄葉之野生蔗肥厚帶常為三角形三角形頂端茂與中肋之背面相接若潤葉高貴蔗(Noble cane)之肥厚帶其形式頗多可納入長方形三角形及古狀形三類之一(圖108)在此三式樣間有若干中間形式其形狀受葉舌傾斜度之影響後者即位於前者之下界線(Lower boundary)。

(ii) 葉舌(圖109) 葉舌隔開葉鞘與葉片為膜狀附屬物無維管束組織全由伸長薄膜細胞構成幼小時半透明後變乾枯局部褪色常作鋸齒狀野生蔗種則大多數破裂。

不對稱葉片影響於直接連接其上之器官葉舌呈現不對稱狀態在構造上其左右二側有下列之差異。

(1) 葉舌之一邊常較其他一邊為寬大差異程度隨葉片兩邊闊度之差異為轉移。

(2) 葉舌一邊之高度常較他一邊為低此種影響乃受一邊生長高度迅速減低而他邊仍保持其最大高度至若干距離然後漸漸或陡然向尖頂削小。

(3) 葉舌兩邊之傾斜度不同其與上面葉鞘邊緣半份相當之一邊其傾斜度較他一邊為大。

葉舌有四基本樣式即帶形(Strap-shaped)三角形(Deltoid)新月形(Crescent-shaped)及弓形(Bow-shaped)等。

三角形葉舌見於多數野生蔗與狹形性狀相關連此種現象於葉身退化至於中肋寬度之品種尤為顯著其高度得與基部寬度相等至其他各形式之基部寬度約數倍於最大高度。

帶形葉舌較罕見(Raiatea I. Imp. 923), 其高度保持不變新月形及弓形者中部最高逐漸或迅速向葉之邊緣低落新月形具有較高大中央部分突出之形式及上端邊緣保持水平狀態至弓形式中部凹入兩邊水平或傾斜葉舌上端游離之一邊或為完整邊緣或有截痕後一種情形常限於兩緣接近葉緣之部分惟整個邊緣先端或為凹形截形先端凹形之葉舌不可與此器官隨年齡增大而引起構造上改變相混後者為三角形葉舌在成熟時常見裂開。

覆於中肋上之葉舌中部其高度差異介於2-8公厘間形狀變異甚大通常具有各種形式及中間形式此部分之較高邊緣扁平或凸出或凹入結果遂產生闊曲線形(Broadly curved)尖銳形(Pointed)或彎曲如弓形(Arcuate)之葉舌最高之中央部分凹陷者常與弓形葉舌相關聯至兩端曲斜及中央為水平邊緣則產生微似弓形之形式(Subarcuate type)。

嵌入葉組織之葉舌下方邊緣其中央區域亦表現各種不同形式上面中央區域為闊尖或圓尖之新月形葉舌其基部邊緣(Basal margin)凸圓有若干品種此一區域為倒心臟形係向下而非向上凸出。

葉舌之兩端正常終止於葉緣惟若干品種則兩端稍突出至葉緣以外或向下伸延幾成垂直線。

(iii) 葉耳為葉鞘之耳朵形附屬物甘蔗之葉耳尖銳而不對稱常發育不良或缺如存在則於蔗葉發育較早時即已完全發育即在最初小之葉亦經十分發育惟此時之形狀與成熟時不同當葉環露現葉耳即開始頹壞變成棕色乾枯而皺縮其變化與葉鞘頂緣同時並進後者於成熟時褪色乾枯。

Jeswiet 氏謂葉耳發育有四種形式概述如下。

① 具二個十分發達之葉耳內葉耳較外葉耳為大。

② 只內葉耳十分發達外葉耳僅為一種過渡構造物。

③內外葉耳均為過渡形式

④內外葉耳均缺葉鞘畧與葉片混合。

此種分類法可以採用，惟為便利起見，可將第一類再分為二組，其一二葉耳發達良好，另一之內葉耳較外葉耳為大。

Hatooni 為葉耳全缺之典型蔗種，其葉鞘與葉身潤度相等，僅於肥厚帶部分略為收縮，表現過渡之痕迹耳。

具有過渡形式葉耳之甘蔗非常普通，葉片轉變為葉鞘或稍帶彎曲，或峭然成直角後一形式，常見於 Jesweit 氏之第二類，僅內葉鞘邊緣有發達之葉耳，若二葉耳均為過渡形式者，則外葉耳或成直角，而內葉耳連接葉片微現彎曲，惟若干品種與此適相反。

具一或二個發達葉耳之形式最為普遍，Red tip 品種有二大葉耳形狀相似實為佳例。

葉耳着生高或低在同一位置或不同位置，在水平葉舌 (Horizontal ligule) 二葉耳之嵌着線在同一平面上，若葉耳大則其尖端或突過肥厚帶頂緣之上，葉耳附着點通常與葉舌之末端相合，但多數 Hawaiian originals 品種則具傾斜葉舌，內葉耳着生於離葉舌末端有相當距離處。

不對稱葉耳表現此二器官大小之不同及着生高度之差異，在水平葉舌形式，葉舌嵌着高，在傾斜形式，即在不對稱葉舌則內葉耳之嵌着較外葉耳者為高。

在同一蔗桿上葉耳大小與形式雖有若干差異，但品種間有其特殊式樣，大多數典型葉耳形狀已如上述，最普通者為三角形形式，而短而略鈍形式至披針形式，以變異披針形式，幾見於各種大小葉舌較少見者有鐮刀形 (Falcate) 鋸狀形 (Calcariform) 及鈎狀形 (Unciform)，等。

(四) 花序 甘蔗之花序呈散複總狀 (Open panicle) 如圖 110。據 Jesweit 氏報告，每一物種甚至每一品種幾各具有特殊型式之花序或穗 (Arrow)，穗因支軸型式之不同，或長或短，或闊或狹，或圓錐形，或圓筒形，花穗主軸之長短因物種而異，高貴蔗 (*Saccharum officinarum*) 最長，野生蔗 (*S. spontaneum*) 最短，而中國蔗 (*S. sinense*) 則長度居中，主軸基部粗直，且成圓形，漸上而漸細，彎曲且有明顯之溝紋，當花序閉合時，各支軸皆嵌於上述之溝紋內，而使整個穗部擠緊。

主軸上着生第一級支軸，上依次再生第二級及第三級支軸，愈向上方分枝程度愈減，上部則僅生一輪單軸，此一輪單軸間或分枝，惟此第二級分枝與第一級分枝着生於同節上，而無法分別，如圖 111A。第一級支軸最長，且分枝最多，其着生於主軸下部者，排列成半輪狀，且較分開，着生於主軸上部者，則排列成全輪狀，且較緊湊。第二級支軸及除着生於下部外之所有初生軸 (Primary axes)，一開始即生一對小穗 (每軸有許多小穗)，其中一小穗有柄，另一無柄。

正在發育之花序，包孕於上部營養葉葉鞘所形成之管內，頗久，當花葉露出時，稱為孕穗 (Boenting) (Boenting 為馬來語，英文中尚無相當名詞)，在孕穗後幾星期，旗葉 (Flag) (圖 110C) 顯露，同時花序因穗具絨狀毛之故而現銀色，亦抽出而展開，在每支軸之基部有隆起墊狀物 (Cushion like swelling)，能使支軸伸展，而花序完全展開。

1. 花軸解剖 花軸為莖頂端生長點之延續故其在解剖學上之構造與莖類以其橫切面顯示許多維管束嵌入於薄膜細胞組織中中央部分則無維管束之存在而常中空在周緣部分因維管束小而密集乃形成實質之圓環維管組織與表皮因狹窄皮層之存在而分離皮層組織之細胞具厚而不質化之細胞膜至表皮則由狹長具波狀胞膜之細胞及短形細胞交互組成在支軸着生點生有隆起之墊狀物此乃由具有維管束之大部薄膜組織所組成此等維管束只限於器官之軸外側邊(Abaxial side)有之此種特殊變形能使支軸展開同時在反常氣候下能使節有較大彈性而減少受害

第一級支軸遠較主軸為細其基部成完全三角形向上則成圓筒形其內部構造與主軸同橫貫多數內部較大外緣較小之維管束其四周則圍有厚壁而木質纖維化之薄膜組織較高級之支軸多少亦成完全三角形並具有數目不同之維管束着生小穗之花軸(Rachis)可能為第一級第二級或高級之軸具有4-6個維管束其中三個較小其餘1-3個則較大此與有柄小穗之花梗較細而僅具有二小一大之三個維管束者不同

墊狀節(Cushion joint)下方之花軸橫切面顯示一具五管束之中柱維管束由此發出多數小維管束以通無柄花之花部與花柄(Pedicle)(圖111)在此種小維管束出發點之上部花軸繼續延長並具有下部所具有之維管束數

維管束發生分叉處之花軸節(Rachis joint)其形狀與花軸向異圓形且具較大之直徑(圖111A)其薄膜組織細胞小而短惟界於稍近中央之維管束與表皮間之薄膜細胞分裂甚速形成一潤帶狀多數表皮細胞向外增大形成為木質化之毛在分叉處上方有數層表皮細胞層因其具有有規則之幅狀伸長形式及濃厚原形質故明顯而注目恰在表皮下方可見寬約一細胞之厚膜下皮(Sclerenchymatous hypodermis)。

在墊狀物下方極近處有大形維管束(圖112C, a及b)依次破裂為三及二索(Strand), a二索及b一索繼續進入次一花軸部分, a第三索則伸入花柄而b第二索則為組成無柄花維管束系統之大部分花軸之另三個小形管束亦與二大形管束同時發生分枝每一分枝之二支索延伸於各器官, 如各補充圖所示。

花軸通常具三個大管束而非二個間或僅有一個若具三個大形管束則其一不行分裂而伸入於次一花軸部分中若僅具一個時則發生二次分離而形成三索伸入各器官而形成各該器官之大管束至於小管束之行動在各種情形下大抵相同。

花之外護穎(第一護穎)內常橫貫有四個間或五個以上之管束, 花之內護穎(第二護穎)呈龍骨狀常具管束三個不孕外穎(Sterile lemma)常具一中肋可孕外穎及內穎(Fertile lemma and palea)則不具維管束鱗被粗厚透明, 各具多數原生形成素(Procambial strands)每一雄蕊具一管束, 至其餘維管組織則分裂成三索橫貫入子房壁而集中於花柱。

2. 小穗(Spikelet) 着生花之花軸具有關節, 甚脆每一花軸段(Rachis segment)之基部狹而頂部潤一側稍微凸出, 另一側則平坦而微凹入。

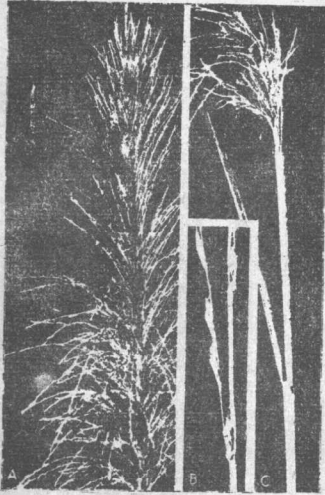


圖110. 甘蔗之花序(左)
 A. 花序展開時之狀態
 B. 花序支軸着生之成對小穗
 C. 花序在旗葉發生時之狀態
 (仿 Artschwager & Brandes)

圖111. 穗軸節之橫斷面
 圖示穗軸小穗梗及無柄花之維管束組織(U.S.875)
 (仿 Artschwager & Brandes)

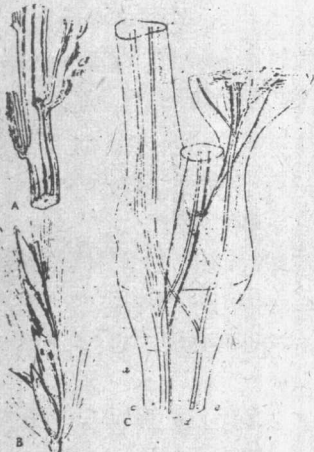
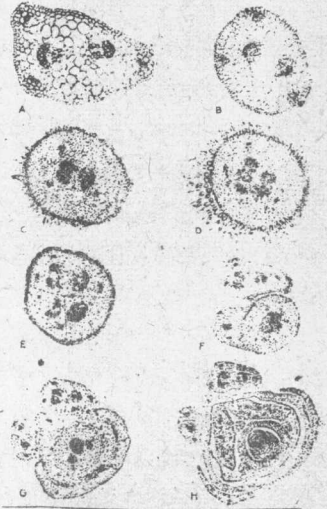


圖112. (左下)
 A. 主軸上部節狀節伸出之支軸
 B. 花序穗軸之一部, 每一穗軸之連節着生一對小穗花, 一為有柄, 一為無柄。
 C. 圖示穗軸, 小穗梗及無柄花維管束系之通道, a及b為穗軸之兩大維管束, cd及e為邊緣之三小維管束。
 (仿 Artschwager)

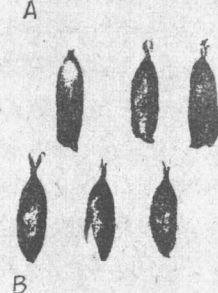


圖113 (右下)
 A. 開放之蔗花 (U.S.759)
 B. 甘蔗種子發芽之時期

花軸節上互生二個小穗，其一無柄另一有柄，此二小穗皆為長矛頭形單花，其基部具有一叢長絨狀毛。

每花(圖113A及圖114A)皆為形成內外護穎之二苞片所包圍，外護穎之內側為不孕外穎(或第三護穎)，屬於其內者則為可孕內穎。在所研究高貴蔗之品種中，無可孕外穎(即第四護穎)之存在，但在野生蔗之雜種中則存在不孕內穎，常不存在。在花之基部內護穎之內側有二厚而透明之鱗被，最後在花軸上生有三個雄蕊之輪圈及子房。

小穗之外護穎(圖114B)呈雙龍骨狀，背部微拱，邊緣包着內護穎。其二個龍骨及邊緣有維管束橫貫而至頂端，間或有發育不良之中肋存在。外護穎上部三分之二處滿被點狀短毛，在龍骨上之短毛較在龍骨間薄片上者粗壯。外護穎邊緣滿佈由長形單細胞毛所組成之列毛(Lashes)，在護穎底部即堅硬體(Callus)生有長度數倍於小穗之絨狀毛一團。

內護穎(圖114C)亦呈尖矛頭形，除具顯著之中肋外，其構造大抵與外護穎相似，中肋之任何一側皆有一小維管束。內護穎背部亦滿佈短而彼此緊貼之短毛，至其邊緣所生之列毛較外護穎者畧長。

不孕外穎(圖114D)遠較上述二護穎為柔弱，通常缺維管束，其形狀較內護穎稍短，據 Jeswiet 氏報告，其頂端鈍形或尖形均有存在。不孕外穎之邊緣常滿佈列毛，其在近中央部分者特別顯明，可孕外穎僅發現於野生蔗之雜種中，乃為一狹形鱗片，其頂端滿佈列毛，亦缺維管束。

可孕內穎亦甚小，不規則形，其邊緣着生有列毛，而其上部表面則生有少數短毛。據 Wilbrink 氏及 Jeswiet 氏報告，可孕內穎之形狀及茸毛變化甚多，但其特性固定，故有助於分類。

鱗被甚小，略呈楔形，具空頂杯形，在野生雜種中，鱗被上部邊緣具有短突起物，亦由此突起物延成長短不一之列毛。當開花時，鱗被膨大而推展護穎，使其分離使花藥及雌蕊得以伸出。

3. 花 甘蔗花為下位花(Hypogynous)，構造簡單，具有三個雄蕊所組成之輪圈一個及雌蕊一個。由於子房退化，或花藥不生花粉(尤以後者居多)，常為不完全花。

雄蕊數三，一花絲插入於二鱗被之間，另二則對立於花內可孕內穎之對面(圖114A)。花絲白色，花藥初呈黃色，後變紫紅色。設花藥始終保持黃色，則為不孕者。花藥二瓣，成丁字形(Bilobed and versatile)。花藥瓣(Anther lobes)近基部之約隔(Connective)與花絲連接，每一藥瓣含有二個子室(圖115D)。二子室間之組織在裂開時即行破落。花開放時，花絲呈圓柱形，但以生長甚速而致粗細不一，其內具有長形薄膜組織細胞團，繞小而位於中央之維管束，約隔組織與花絲相同，亦係由小管束之薄膜組織構成。花藥之表皮乃由狹細胞構成，其表面被有薄角質層，表皮內面為內皮層(Endothe-

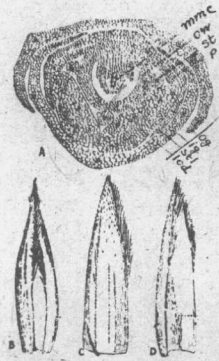


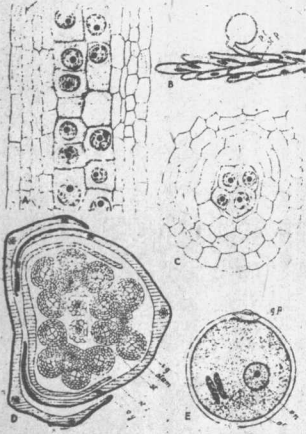
圖114 A 甘蔗幼花之橫斷面 (U.S. 1694)

mmc 大孢子母細胞，
ow 子房壁，st 雄蕊，
g 內護穎，og 外護穎，
st. l. 不孕外穎，
lod. 鱗被。

B 外護穎
C 內護穎
D 不孕外穎及內穎(p)

(仿 Artschwager & Brandes)

圖115 甘蔗(品種U.S.1694) (左)



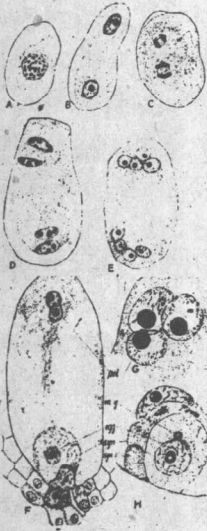
- A. 花藥之縱斷面。(花粉於母細胞時期)
- B. 羽毛狀柱頭之分歧及發芽花粉粒。
pt. 花粉管, st.p. 柱頭乳狀突起。
- C. 花藥之橫斷面。(花粉於母細胞時期)
- D. 幼花之橫斷面。
ig. 內護穎, sl.am. 雄蕊, st. 花柱,
st.l. 不孕外穎, og. 外護穎。
- E. 成熟花粉粒。
vn. 營養核 (Vegetative nucleus),
gn. 生殖核 (Generative nucleus),
g.p. 種乳 (Germ pore).
(仿 Artschwager & Brandes)

圖116 甘蔗 (右)



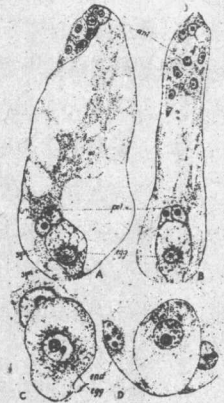
- A. 雌器官。
- B. 將開放之花圖示花柱之尖端露出穎外。
- C. 一對幼小穗之縱斷面, 有柄小穗之發育較無柄小穗為速。
- D. 較老小穗之縱斷面。
- E. 開於蔗花(品種 U.S. 1639)之縱斷面。
(仿 Artschwager & Brandes)

圖117 (左下)



- A-E. 發育各期之8細胞之胚囊。
- F. 罕見之胚囊型式, 其反足細胞遠離卵細胞。
- G. 成熟胚囊中三極核之群集。
- H. 卵之受精, 卵細胞內可見雄配偶子。
mg. 雄性偶子, syn.c. 輔胞脣,
syn. 輔胞。
(仿 Artschwager & Brandes)

圖118 (右下)



- A. 胚囊之環形縱切面。
pol. 極核, sgn. 輔胞,
syn.c. 輔胞脣。
- B. 胚囊之放射縱切面。
- C. 具二核仁之卵核。
- D. 受精卵之靜止期為三分離胚乳核包圍。
(仿 Artschwager & Brandes)

cium),乃由狹長細胞構成此等細胞以其長軸與表皮細胞之長軸相垂直當花約將開時此內皮層發育為濃厚之帶狀物

在甘蔗文獻中有關花之構造部分者至為零碎僅Cobb氏之貢獻較有興趣。

雌器官(Gynecium)(圖116A)由一橫切面圓形腹側平坦一個倒卵形或倒圓錐形子房之單心皮組成子房壁乃由柔弱之薄膜組織細胞組成有二極細之支管束縱貫子房壁在子房頂端着生花柱開花時花柱微向外曲(圖116B),子房內有一單獨高起之副生胚珠(Anatropous ovule)着生於子房腹側內部胎座上此胚珠具有二珠被在外方者(當種子成熟時即消滅)遠較內方一個為短且永不達到珠孔每一珠被含二層細胞但據Geierin氏敘述在胎座上部及珠孔處則具三層或四層。

4.小穗及花之發育 有柄小穗之開始發育較早於無柄小穗當此無柄小穗剛從原始體分化時有柄小穗已有發育護穎及毛之徵象(圖116C),無柄小穗在花柄基部之內側發育因此其在凸出一側有四行列可見(圖112B),無柄小穗在其背側僅能見到一小部故有明顯之背腹性(Dorsiventrality)。

Golinski及Koernicke氏對於禾草類花之發育,尤其關於雌器官及雄器官(Androecium)曾有詳細敘述有關於甘蔗花部分者摘錄如下:花器及包裹花器之花苞,在原始體周圍連接生出分生組織之突出團塊由下護穎開始而終止於心皮(圖116D),每一突出團塊開始時有如組織之隆脊,略作展開圍繞花之原始體姿勢,可孕小內穎與鱗被同時發生於同一原始體初呈三角形,後漸變為具成熟器官特徵之長橢圓形雄蕊在花之頂端四周發生,一如圓錐體之凸出物雄蕊之發育甚早,在下護穎之葉片分化前及心皮尚小時,其花絲之雛形物早已在雄蕊基部發生直至花粉成熟前之雄蕊後期生長幾乎全為花約之延伸,至其花絲之生長則僅在花粉將脫落前之一霎那間心皮為花部中最後發生之一部初在花軸之內側顯現為組織之一隆脊,繼漸環繞幼花頂端不久即完全圍繞花之尖端,同時兩側顯現二原始狀之突起,此為形成柱頭之起源。

(五)開花及授粉 據Brandes氏報告在美國Canal Point, Fla.範圍內,甘蔗開花乃在早晨進行,Calvine氏在古巴San Manuel工作證實此說,並謂氣候環境對於開花時間甚有影響,再花約裂開常因露水存在而特別延遲,當雌蕊於尚閉合之護穎中凸出時,可推知大約即將開花,當鱗被開始膨大逐漸推開護穎時,花絲迅即增長,花之保持開放狀態為時極短,花粉迅即散落,藉風力吹送能接受花粉之柱頭上。

(六)受精作用及種子發育 花粉落於能接受花粉之柱頭乳狀突起(Stigmatic papilla)即開始萌發,花粉管伸長穿過乳狀突起(圖115B)而入柱頭側枝,乃向下伸直達花柱之傳導組織(Conductive tissue)為止,其入子房腔乃沿外珠被及子房壁間而發育,推開珠心細胞以達珠孔,此等珠心細胞似受花粉管之通過所攪壞,在圖(圖117H)中顯示雄配陽子之存在於卵細胞內,及另一切片(圖118C)卵細胞具有二核而發生正常授精作用。

受精作用之後卵子增大(圖118B) 呈梨狀有時以其狹頂有時以闊底與胚囊之珠孔一端相附着此狀況保持直至胚乳發育甚為進步之時。

當行受精作用時極核與卵接觸極近,在卵受精當時或稍後,二者癒合乃立刻分裂(圖118D)。在胚囊不同部份之薄原形質核絲中可見最初之胞核在各時期中核所包含之核仁數不一細胞核分裂在初次為同時進行在增加數目時其體積亦隨之而增大既停止分裂乃圍入於十分濃厚之原形質中,其後乃為細胞膜所分離。

受精卵初橫裂為二其基部之細胞較大(圖119)其

後此基部細胞重又橫裂此項分裂順序據Norner氏及Cannon氏報告在木本科中為常有現象第三次分裂則由基部細胞(即ibasal cell)縱裂平分為二惟先發生於基部細胞

之下方細胞或幾乎二細胞同時發生大多數甘蔗品種即在適宜環境下亦僅產生百分率甚低之種子故欲從事於胚胎方面之研究在技術上殊有困難。

(七)種子及種皮之構造 甘蔗之果實與其他木草類相似屬於穎果狹長而呈卵形至長圓形胚部常有一明顯輕微凹處在接近附着點一端有種柄痕在遠離附着點之一端常有花柱遺痕種子於未成熟時呈乳白成熟則轉棕色雖極微小然其體積之變化甚大此種體積之減少,

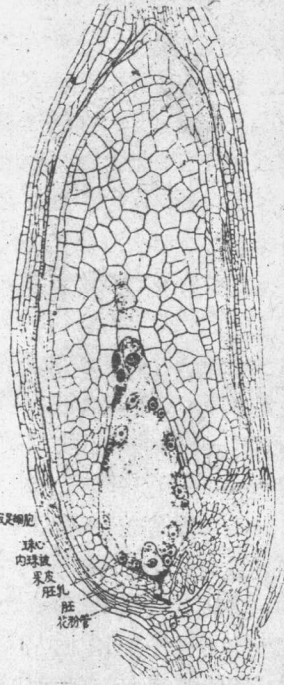


圖119 胚珠(US.1694)之鑷形縱斷面 (具兩室之胚及多數胚乳核) (仿Artschwager & Brandes)



圖120 甘蔗(US.1694)成熟種子及胚之鑷形切面圖 (仿Artschwager & Brandes)

乃由胚乳量之減少，而胚之大小則有一定。Cobb氏對成熟種子之構造曾有研究，且製有胚附着點部之橫切面圖。

由中央種子部縱切面(圖120)所示，在接近附着點一端為較大之胚所在處，外表微呈淡色，胚為胚乳組織部分包圍，二者外面皆被有種皮。中莖短，連接胚上，其尖端即包於子葉鞘內，四周環繞原始葉之生長點。中莖之基部即胚根(Radicle)，環繞於此等器官者則為內子葉(圖121BC)。內子葉向二側展開呈翅狀，向下伸延較根為長，其與根間有顯明裂縫存在，與胚乳相接觸之內子葉背部之表皮，乃由略成柱形之皮膜細胞(Epithelial cell)組成，此皮膜細胞所分泌之澱粉酵素能消化胚乳中貯藏食料。胚芽由圍繞生長點之原始葉構成。胚根戴有根冠，圍於胚根鞘內，後者為薄膜組織，而與中莖及胚芽之下半部相連接。

維管束乃由長形薄膜之細胞組成，呈原形成索狀，延伸入內子葉，原形成索頗闊，且向下彎成直角，折內而與中莖連着。種子發芽時，原形成索化成維管束，同時皮膜細胞微行伸長，而接近內子葉之胚乳，逐漸消失其澱粉。

種皮之內側除臍部及珠孔外，環繞胚及胚乳之四周者，乃為蛋白質層。此層通常僅含細胞一層，但偶或由數層細胞重疊而成。每一細胞之橫切面及縱切面均呈長方形，自正面觀察，則呈圓角的多邊形。其在內子葉前面一層組成之細胞較小，當越過胚芽及胚根鞘時，薄而皺縮，殊難辨認。為一獨立層蛋白質層之每一細胞，具有一個含許多核仁之卵細胞核。細胞之其餘部分則充滿圓形蛋白質粒。此等蛋白質粒嵌入於含油分之細胞質(Oily cytoplasm)。在臍部及內子葉之一端，有長形淡色不規則無澱粉粒之胚乳細胞。胚乳組織乃由薄膜之多邊形細胞組成，此等細胞之接近蛋白質層者比

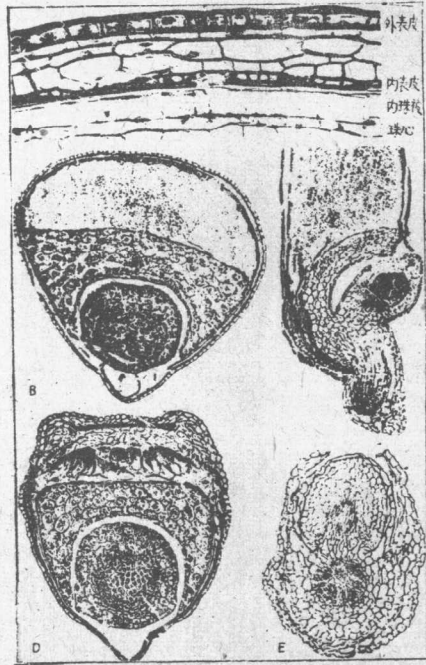


圖121. A. 受精時之子房壁。
B. 成熟子實內子葉及芽鞘尖端部之橫切面。
C. 成熟子實胚根部之橫切面。
D. 發芽種子之縱斷面。
E. 甘蔗幼苗除去原始根及側根後根部之橫切面。
(仿 Artschwager + Brandes)

其在中央部份者較小。

甘蔗種子之種皮乃由果皮及內珠被癒合而成果皮由數層細胞組成惟僅有外表皮與內表皮可以識別外表皮微呈波狀係從較大成直線而具較薄胞膜之細胞構成至內表皮則由管狀薄膜之細胞組成其位置自頂端至基部與外表皮平行在橫切面中此等細胞則成圓形或橢圓形(圖121A)。

除臍部外內珠被為單細胞層(圖120)其細胞遠大於果皮細胞其胞膜呈黃棕色胞腔充滿均一之內容物其細胞在遠離附着點一端之細胞形狀增大但在胚上面者則細而色淡。

珠孔為內珠被所閉塞在珠孔上之果皮具有明顯之內外表皮後二者間有薄膜細胞三或四層外表皮乃由具有細胞腔之厚膜細胞組成而內表皮則由厚膜而具色素之管狀細胞組成。

因種子不與果皮分開故無真正種子痕(Seed scar)之存在然在內珠被則有一大開口其位置與臍相當伸蓋此一部分者為胞膜較厚之果皮細胞構成之許多層片此即為臍孔口(Hilar orifice)之閉合組織(Closing tissue)此項組織 Harrington氏在 Johnson 草種子中曾有詳細敘述。

關於甘蔗種子的萌芽學者已有研究 Krüger 氏著論若干指示幼苗各期發育之圖解(圖113 B)氏培養新鮮收穫經去穎及消毒之種子於洋菜培養基中設將內感種子之培養皿置於溫暖陽光中24小時後種子即呈現萌芽徵象。

初生根長達數公厘而發生少數短粗根毛後即由次生根取代此初生支根與以後所生支根間具有多數根毛根冠部份常呈紅色當胚根露出後幼芽延伸及幼苗發育均正常進行圖121D乃示36小時齡數之幼苗中央直切面胚根雖已使果皮破裂而穿過但仍包在胚根鞘內幼芽在延伸過程中漸呈彎曲乃用以斜切如圖所示內子葉之皮膜層細胞略呈延伸但未見澱粉自胚乳中移動之跡象。

(八)分類 Jeswiet 氏分甘蔗屬為四物種包括 Linnaeus 氏之 *S. spontaneum* 普通稱為高青蔗種(Noble)之 *S. officinarum* (為粗莖之栽培種) Roxburgh 氏之 *S. sinense* (分布中國日本及台灣之 Uba 型蔗種)及 *S. barberi* (即爪哇青種常用之 Chunnee 種並包括北印度之栽培種)此四物種分類檢索表如下。

A. 花序主軸及支軸被長毛穎常為四個鱗被有纖毛或無之對花中如不同時開則有柄者先開莖綠或棕綠或淺白色。

B. 鱗被具纖毛地下莖長。----- 野生種 *S. spontaneum*

BB 鱗被無纖毛地下莖短。----- 栽培種

C. 葉片闊(可達5公分)長下垂長莖節間常成紡錘形莖棕綠色(Uba型)---*S. sinense*

CC 葉片狹短常直立短莖不常見種節間圓錐形莖灰綠或白或淺白(Chunnee型)---*S. barberi*

AA 花序主軸無長毛常光滑花桿節上光滑或有柔軟而散漫之絨毛穎常三個或四個鱗被無纖毛花二如不同時開則無柄者先開莖色不同從灰色至暗綠暗黃暗紅及紫色常有條紋-----

----- *S. officinarum*

B. 第四類存在生長旺盛而含糖百分率低。---Fidji, Ardjoeno, Green Coerman, New Guinea 等型。

BB第四類不存在含糖率高。-----Cheribon, Batjan, Borneo, Bandjermasia, Preanger 等型根據 Jeswiet 氏 Saccharum 有五物種如次。

1. *S. officinarum* ——高貴型 (Noble cane), 莖粗糖量多, 分佈熱帶各國。
2. *S. sinense* ——中國型 (Chinese cane), 莖中大糖量少, 分佈甚廣, 中國中印半島及台灣。
3. *S. barberi* ——北印度型 (North Indian cane), 莖中大糖較少, 分佈於溫帶及亞熱帶, 印度特多, 本種又可分為若干亞種。
4. *S. spontaneum* ——野生型 (Wild cane), 莖細糖甚少, 完全野生分佈甚廣, 亦可分為若干亞種。
5. *S. robustum* ——新幾內亞野生種 (Wild cane of New Guinea), 莖由中至粗糖少, 在新幾內亞生長甚多。

(九)氣候與土宜 甘蔗原為熱帶植物, 在生長時節需要高溫多雨及充分日光, 在收穫時節又需乾燥氣候, 故溫度對其生長速度, 成熟期, 含糖量及化學成分均有密切關係。Slubbs 氏謂甘蔗生長最活動之溫度約為 80°-100°F, 在 70°F 時發育良好, 29°F 時受霜害, 就一般而言, 甘蔗生長之年平均溫度為 65°-86°F, 最適為 68°-78.8°F (即 20°-26°C), 近代主要蔗糖產地為古巴, 爪哇, 印度, 夏威夷, 菲律賓, 及台灣等, 多位在北迴歸線以南, 即包括北緯 23.5 度以南之島國或半島, 平均溫度在 20°-27.6°C, 雨量在 1500-1982 公厘者, 惟甘蔗之抗寒力亦視品種而異, 據 Eaker 氏在夏威夷測驗多數甘蔗品種生長速度之結果, 節間之伸長在寒冷季節僅及 30%, 在溫暖季節可達 50%, 莖之直徑生長亦與此相似, 溫度對於甘蔗化學成分之影響甚大, 在純一高溫無冷季地方, 當收成時蔗糖含量低, 而轉化糖則高, 在溫帶地方如美國路州 (Louisiana) 甘蔗生長期因受氣候限制, 不能達到成熟, 蔗汁中固體物蔗糖及純度均低, 而轉化糖高, 至含糖量多及純度高之產地如夏威夷, 秘魯等, 皆具有較長之生長期, 且在生長期後配合一冷季節, 以抑制抽科之生長, 俾可將光合作用之形成物變為蔗糖, 以便貯藏。

雨量太多或過潮溼對於甘蔗產量之收穫固有不良之影響, 而乾旱氣候對此之影響尤大, 至於甘蔗生長期中所需雨量則因各地之溫度及品種之不同而異, Alexander 氏謂在夏威夷甘蔗全生長期約為 5800 公厘, 印度 Coimbatore 約為 3500 公厘, 美國路州溫低潮溼雨水如分配均勻, 1524 公厘即足, Runniv 島多雨, 年約 2540 公厘, 已足使生長, 故感惟成熟時雨多, 致引起糖分之減低, 茲將各主要產蔗國之氣候, 及我國主要產蔗省份之位置與氣候分別列表於下。

欲使甘蔗蔗糖產量豐富, 日光照射必需充

分, Alexander 氏謂甘蔗生長在平均溫度 78°F 時, 受 13 小時之日照, 較在 69°F 時僅受 10 小時之日照, 其速度快四倍半, 因此生育期中常遇陰雨, 則生理反常, 發育不良, 就一般而言, 以生長日數中有十分之六得到日照為宜。

第四表 若干主要產蔗國之氣候

| 地名 | 氣溫 (°C) | 雨量 (公厘) | 風速 (公尺) |
|------|-----------|-------------|---------|
| 爪哇 | 26.7 | 1,987 | 1.1 |
| 菲律賓 | 26.8 | 1,879 | — |
| 印度 | 23.9-27.7 | 1,000-2,000 | — |
| 夏威夷 | 23.9 | 787 | — |
| 美國路州 | 20.0 | 1,500 | — |
| 墨西哥 | 19.35 | 7,000 | — |

第五表 我國主要產蔗省份之位置與氣候*

| 省 別 | 緯 度(N) | 溫 度(°C) | 雨 量(公厘) | 風 速(公尺) |
|--------|--------|---------|---------|---------|
| 台灣(南部) | 23 | 23.9 | 1,657 | 4.4 |
| 廣東 | 15-26 | 21.7 | 1,085 | 1.78 |
| 福建 | 24-28 | 21.7 | 998 | 1.80 |
| 廣西 | 23-27 | 20.9 | 989 | — |
| 江西 | 24-29 | 18.2 | 971 | — |
| 四川 | 28-32 | 17.8 | 966 | 2.99 |
| 湖南 | 25-30 | 16.4 | 1,386 | — |
| 浙江 | 28-31 | 16.4 | 1,023 | — |

甘蔗在生長過程中需水甚多，故種蔗土壞需蓄水力較強，地下水流動物理性與化學性均佳者為宜，具備此種條件之土壤，以黏質壤土較為理想，此外如壤土、砂質壤土及沖積土亦宜於種植，種蔗固需具有蓄水力之土壤（此種土壤多含多量有機質），但輕鬆土壤如肥料充足，再加灌溉豐收亦有希望，又甘蔗同時為一種好氣性作物，排水良否亦關重要設

在連綿陰雨後排水不良而呈積水之土壤，甘蔗生長將受阻礙，糖分亦隨之減低。

甘蔗之化學成分因品種及成熟程度、產地氣候、肥料及土質而異，成熟甘蔗約含蔗糖12-18%、葡萄糖0.4-1.5%、纖維9.5-12.0%、無機物(礦物質)0.5-1.4%、非糖有機物(包括有機酸、蛋白質、脂肪、色素等)0.7-1.0%，而水分則有70-77%。甘蔗所含成分之比率與製糖極有關係，如無機物含量多，則有碍於糖之結晶，而其含量之多少與土質及肥料種類用量等有關，故吾人在栽培上宜十分注意。正常成熟甘蔗之化學成分及其含量根據Charles Brown氏分析美國路州甘蔗之結果列如下表。在熱帶或其他蔗區，除糖纖維及水外，差異較微。

第六表 甘蔗之化學成分及其含量

| 主 成 分 | 百分率% | 附 成 分 | 百分率% |
|-------|-------|---|-------|
| 水 | 74.50 | | 74.50 |
| 灰分 | 0.05 | 矽酸(SiO ₂)(Silica) | 0.25 |
| | | 氧化鉀(K ₂ O)(Potash) | 0.12 |
| | | 氧化鈉(Na ₂ O)(Soda) | 0.01 |
| | | 氧化鈣(CaO)(Lime) | 0.02 |
| | | 氧化鎂(MgO)(Magnesia) | 0.01 |
| | | 氧化鐵(Fe ₂ O ₃)(Iron) | 痕跡 |
| | | 磷酸(P ₂ O ₅)(Phosphoric acid) | 0.07 |
| | | 硫酸(SO ₂)(Sulphuric acid) | 0.02 |
| | | 氯(Cl)(Chlorine) | 痕跡 |
| 纖維 | 10.00 | 纖維素(Cellulose) | 5.50 |
| | | 五炭糖合體(Pentosans)——木糖體(Xylan) | 2.00 |
| | | 蔗膠(Canegum)——樹膠糖體(Araban) | 0.50 |
| | | 不質體(Lignin bodies)等 | 2.00 |

*我國多數產蔗省份溫度稍低而雨量更覺不足，乾旱季節多需灌水補充。

| | | | |
|------------------|-------|----------------------------|-------|
| 糖 | 14.00 | 蔗糖(Sacrose) | 12.50 |
| | | 葡萄糖(或右旋糖 Dextrose) | 0.90 |
| | | 果糖(或左旋糖 Levulose) | 0.60 |
| 含氮體 (總量為0.6%) | 0.40 | 蛋白質(Albuminoids) | 0.12 |
| | | 醯胺(Amides)如天冬精(Asparagine) | 0.07 |
| | | 胺基酸(Amido acid)如 Aspartic | 0.20 |
| | | 硝酸(Nitric acid) | 0.01 |
| | | 氨(Ammonia) | 痕跡 |
| | | 2,6-二氧嘌呤(Xanthin bodies) | 痕跡 |
| 脂肪及脂質 | 0.20 | | 0.20 |
| 果膠質樹膠質 | 0.20 | | 0.20 |
| 游離酸 | 0.08 | 蘋果酸(Malic) 琥珀酸(Succinic)等 | 0.08 |
| 聯結酸 | 0.12 | 蘋果酸(Malic) 琥珀酸(Succinic)等 | 0.12 |

參考書

- (1) 王啟柱, 蔗作學講義, 協和大學講義(未發表).
- (2) 楊宗錫譯述, 甘蔗品種鑑別之研究, 廣東農業第二卷第八九期合刊.
- (3) Ernst Artschwager (1925). Anatomy of the Vegetative Organs of Sugar Cane, Journal of Agricultural Research, Vol. XXX, No. 3, PP. 197-242.
- (4) Ernst Artschwager (1929). Development of Flower and Seed of some varieties of Sugar Cane, Journal of Agricultural Research, Vol. 39, No. 1, PP. 1-29.
- (5) Ernst Artschwager (1940). Morphology of the Vegetative Organs of Sugar Cane, Journal of Agricultural Research, Vol. 60, No. 8, PP. 503-547.

第十九章 梯牧草及其他

(一) 梯牧草 *Phleum pratense* (Timothy)

通常為多年生高約0.5-1.5公尺(圖123)下部之葉腋內於秋季發生鱗莖用以過冬有時一苗具8-20個鱗莖春天伸長為枝條當某種枝條為土覆蓋時可變成地下根莖可知其除種子繁殖外尚營無性繁殖葉扁平細長線形具銳利尖頭幅6-10公分上部葉鞘之長度常超過節間且稍脹大葉舌圓形花圓筒形似穗狀花序實則為縮緊之穗狀花序一小穗具一花每小穗為二同形同大之膜狀護穎所包裹護穎邊緣有纖毛尖端作平截狀具短芒外穎薄亦平截狀較護穎短而闊尖端有細齒內穎狹而薄雄蕊三枚有二明顯花柱柱頭羽毛狀(圖122)自開花至花葯裂開約需一小時半花開時葯先出現但非俟柱頭曝露若干時間花葯不卸脫其花粉據Clark氏之觀察每穗開花之平均日數其變異自七日至十日種於上部三分之一處先開在黎明前開放種子卵形為內外穎所裹通常自花授精但亦能發生雜交。

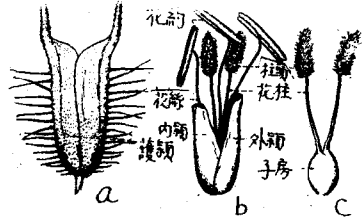


圖122. 梯牧草 (*Phleum pratense* L.)

- a. 單小穗
- b. 去護穎後之小穗
- c. 雌蕊 (仿Robbins)

在習慣上梯牧草之刈獲恰於開花期或剛過開花期因此時乾物質之產量較其他任何成熟期為高如在開花期之後收割則其養料移儲於根部矣。

原產歐洲北部適於稍冷涼而富濕氣之氣候雖感栽於美國但在北緯36度以南則不宜種植。不耐夏季高溫多濕氣候土質以壤土及埴土為宜如有石灰存在則生育不良亦不適於乾燥土壤在多濕之土壤則生長繁茂種子發芽力強更易繁茂不僅因此收量大且不易倒仆又收穫期長是其優點。

(二) 雞脚草 *Dactylis glomerata*, L. (Orchard grass 或 Cock's foot)

宿根叢生莖高一公尺許，擇多數直立葉互生廣線形而尖質粗剛鞘扁壓中脈而成脊接連起表面龜龜包圍節間全長之大半形成筒狀桿頂着圓錐形花序長十公分左右多數小穗集合形成近球形之花團小穗綠色或帶污紫色呈扁橢圓形長5-8公厘許有三四花護穎以桿而稍小桿舟形橫斷面周緣披針狀有五脈背部脈管顯著列生鬚毛先端尖銳呈短芒狀栽植後第二年猶繁茂第四年以後多衰弱為適於溫帶栽植之作物開花後莖節木質化是其最大缺點故須於開花前收穫耐高溫性比較梯牧草強而耐寒性則不如在牧草中早春發生最早因是易蒙晚霜之害各種土壤均可栽培但以壤土或粘質壤土為最宜原產地在歐洲(圖124)。

(三) 康他其踏草 *Poa pratensis* L. (Kentucky blue grass, Smooth stalked meadow grass, June grass or Blue grass)



圖123. 梯牧草
(仿Hutcheson & Wolfe)



圖124. 雞脚草
(仿Hutcheson & Wolfe)



圖125. 康地其踏草
(仿Hutcheson & Wolfe)



圖126. 牧場皇后
(仿Hutcheson & Wolfe)

宿根性簇生以地下莖繁殖，為下繁草(Bottom grass)，株高30-60公分，但栽種於肥沃之地則變成上繁草(Top grass)穗圓錐形，散開小穗卵形，長4公厘，根莖橫行地中，處處生苗，稈細長，直立綠色，無毛而平滑，葉狹線形，長15-30公厘，幅3公厘，雖在栽後第二年，生育猶未達其頂點，但其壽命極長，且甚健壯，殆永久繁茂，早春發生而開花早，適於溫帶濕度稍高之地，但灌溉便利之乾燥地亦可栽種，耐寒性強，對夏天之炎熱則抵抗力弱，春萌發早而秋枯，晚栽培於排水良好之壤土或粘質壤土，而以腐植質豐富之場所為最宜(圖125)。

(四) 牧場皇后 *Poa trivialis* L. (Rough stalked meadow grass)

原產歐洲，為歐洲主要飼料作物，似康地其踏草，但無長地下莖，宿根性，莖粗，為下繁草，晚生，故易罹霜害，高0.6-0.9公尺，內外花二個或三個，集成小穗狀花序，多數小穗狀花序構成圓錐花序(圖126)。

(五) *Poa nemoralis* L. (Wood meadow grass)

宿根性，形態似牧場皇后，高達15-18公分乃至60公分，內外莖細長，直立平滑，葉長而尖，花2-5個，集生一處，為小穗狀花序，再集多數小穗狀花序而成圓錐花序，生育於陰濕地方，組織甚密，故宜栽植於樹蔭之下，其對夏季高溫之耐受力較康其他踏草尤弱，故不適南方暖地種植，而無多大經濟價值。

(六) 小糠草 *Agrostis alba* L. (Red top or Red dent)

宿根性，簇生，以地下莖繁殖，下繁草，莖高達30-60公分，葉細長，呈線形，與莖皆為平滑無毛，大圓錐花序，穗帶赤色，播種後數年生，長甚茂，春季及刈割後，生長遲緩，開花期與梯牧草同，故二者常混播(圖127)。

對於各種氣候及土質之適應力最大在牧草中無其匹敵者除過於乾燥之地外均可生育耐熱性甚強而耐寒性與拂牧草相等適於濕地栽培水中亦能生育土壤以富濕氣而帶粘質之壤土為最宜然其耐旱性亦頗強雖在沙地亦較其他禾草為繁茂。

Agrostis 屬除小糠草外尚有 *A. vulgaris* 及 *A. stolonifera* 二物種前者亦稱羅得島草 (Rhode island bent), 後者又稱匍匐草 (Creeping bent) 均原產歐洲與小糠草類似惟植科比小糠草稍小根匍走性。

(七) *Festuca pratensis*, L. (Meadow fescue, English blue grass)

宿根性莖高約60-90公分深根有簇生傾向生育整齊而繁茂刈後發生狀態屬於中等播種後至第三年十分繁茂適於山谷間陰濕之地及山岳地方好溫和氣候土質以肥沃富濕氣之地為佳輕鬆地生育不良不宜與車輪草 (Clover) 等短期牧草混作種於刈草地不如長期放牧地之佳本屬有80物種其中主要者舉二三如次。

1. *F. elatior*, L. 英名 Tall fescue, 在植物學上有謂與 *Festuca pratensis* 同祇前者較後者形態稍大而粗而已。

2. *F. ovina*, L. 英名 Sheep fescue, 日本稱辟牛草係小宿根草簇生適砂地及乾燥地(圖128)

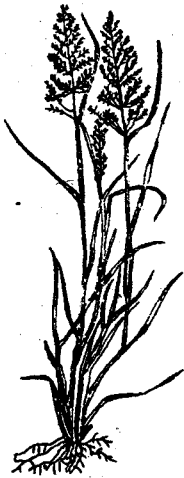


圖127. 小糠草
(仿 Hutchesson & Wolfe)



圖128. Sheep Fescue
(*F. ovina*, L.)
(仿 Hutchesson & Wolfe)

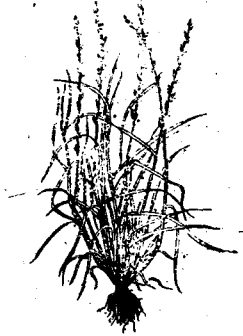


圖129. 宿根燕麥草
(仿 Hutchesson & Wolfe)

3. *F. duriuscula*, L. (Hard fescue) 類似前者惟葉鞘狹而薄適乾燥地。

4. *F. rubra*, L. (Red fescue) 依地下莖而繁茂之宿根草亦適於乾燥地。

(八) 宿根黑麥草 *Lolium perenn*, L. (Perennial rye grass.)

Common rye grass, Darnel)

宿根性生育迅速而生命不長土地瘠薄時生存約二年莖高45-60公分適冷涼富溼氣而溫和之氣候冬季在某一限度內可以生育其耐寒力不強畧同雞脚草耐旱性亦弱適於肥沃濕潤排水良好之地砂土不宜牧草地及放牧地均可栽培(圖129)。

(九) 意大利黑麥草 *Lolium italicum*, A. Br (Italian rye grass)

通常一年生如環境良好可成二年生莖高45-50公分簇生生育迅速似宿根黑麥草但意大利黑麥草有芒葉早卷是其異點好溫和濕潤之氣候不耐寒雖能生育於各種土質但以多濕氣富石灰質之壤土為佳刈後生育迅速(圖130)。

(十) 燕麥草 *Arrhenatherum elatius*, M. et K. (A. avenaceum, Beauv.) or *Avena elatior*, L. (Tall oat grass, Tall meadow oat grass, Meadow grass, False oat grass, French rye grass)

原產歐洲宿根性上繁草高約60-150公分左右桿直立節間長無毛葉線狀長披針形長15公分內外表面無毛表面則有毛糙粗稈頂着長大穗狀之圓錐花序分枝纖細小穗長8-9公厘淡綠乃至淡黃褐直立小穗具二花上花雌雄具備無芒下花為雄性花有芒除芒外二花皆包於護穎內上護穎較大卵狀橢圓形銳頭膜質三脈無毛下花之外穎為長橢圓形背面近基部處着生一長芒芒中部彎曲對氣候之要求與雞脚草同耐寒性雖不如梯牧草但能耐夏季之高溫抗旱性亦強不適濕地及日蔭地之栽培粗鬆壤土且富石灰之地為最宜砂土瘠土亦可生育對瘠薄地可適應在牧草中首屈一指草帶苦味不能單獨給食(圖131)。

參 考 書

- (1) 孫醒東, 中國食用作物, P.P. 267-298.
- (2) 賈祖璋 賈祖珊, 中國植物圖鑑, P.P. 1141-1190.
- (3) 村越三千男, 大植物圖鑑 P.P. 857-915.
- (4) 松田秀雄, 食用作物學 P.P. 374-410.
- (5) Hutcheson, T.B. and Wolfe, T.F., Production of Field Crops.
- (6) Robbins W.W.: Botany of Crop Plants, P.P. 223-225.



圖 130. 意大利黑麥草
(仿Hutcheson & Wolfe)



圖 131. 燕麥草
(仿Hutcheson & Wolfe)

第二十章 百合科植物 Liliaceae (Lily family)

(一) 通性

百合科植物廣佈於全世界而在溫帶之乾燥地繁育特盛其經濟價值不逮木本科有若干種可作蔬菜主要者為洋葱頭(Onions)及石刁柏(Asparagus)又有若干種栽培觀賞主要者為玉加(Yucca)百合(Lily)風信子(Hyacinth)及鬱金香(Tulip)等。

1. 習性及根 本科植物大都係具鱗莖或根莖之肉質草本惟蘆薈屬(Aloe)及Dracaena屬之若干物種則為灌木及亞喬木草本型式之根大都為纖維根入土淺間或為肉質根伸入土中達相當深度。

2. 莖 莖有地上莖與地下莖二種地下莖又分根莖及鱗莖兩種前者性質詳見第四章第一節後者乃短小肉質莖(通常圓錐形)上生瓦疊鱗葉(圖17)與橫生地下莖或根莖同為貯藏養料之器官並可供營養繁殖之用地上莖多葉或長距離不着葉在半乾燥區域生長之玉加屬植物如肥皂草(Soap-weed)或鎗刺花(Spanish bayonet)之地上莖其基部能生存多年。

3. 葉 葉大抵細長平分裂或作鋸齒狀且無葉柄與葉片之分。

4. 花序及花 花序有數種型式如百合常為單頂花序(Single or solitary)肥皂草及風信子為總狀花序洋葱頭則為繖形花序繖形花序之主軸甚短各花柄之長度相若最外之花最先開放最內之花最後開放此種開花之型式稱為向心開放(Centripetal)總狀花序亦復如是花之各部均成三數作二四或五數者極少花被大多呈花冠狀間或呈苞狀同形或二形作二環排列花被片分離或結合(圖41)雄蕊附着於花柄或花被之上數與花被片同花藥大而顯著子房上位間或半下位或下位三室二室五室或六室一室者極少各室含一個二個倒生半倒生或直立之胚珠惟通常含有多胚珠花柱分離或結合。

5. 果實及種子 果實為蒴果或漿果前者乃開裂之乾果為數心皮合成當裂開時蒴果自心皮中部縱裂如百合者稱為背裂(Loculicidal dehiscence)自頂心皮相合之處裂開者稱為間裂(Sep-ticidal dehiscence)如石南屬(Rhododendron)自頂端作孔狀裂開者稱為孔裂(Poricidal dehiscence)如罌粟漿果為肉質果實子房壁(果皮)內嵌藏若干或多數種子。

種子常具豐富胚乳圍繞胚胎含油分多。

(二) 葱屬(Allium)

細香葱(Chives)大蒜(Garlic)韭葱(Leek)洋葱頭(Onion)分葱(Shallot)及大葱(Welish onion)等屬之皆草本植物具有特別氣味因含硫化丙稀(Allyl sulphide)之故。

(1) 形態習性及地理分佈

i. 根 根為羣生之纖維根由退化莖基部發出入土淺。

ii. 莖 本屬物種皆具鱗莖惟細香葱(Allium schaenoprasum)之鱗莖甚小(圖132 B)。

大蔥(*Allium fistulosum*)及蘆蔥(*Allium porrum*)殘缺至洋蔥頭(*Allium cepa*)則特別發達縱切成熟洋蔥頭鱗莖中部觀察之即知其由生於短小圓錐形莖之上許多脂厚葉基所構成(圖17)從此短小地下莖之頂芽發生一長而中空或中實之無葉莖(圖133)即花莖(Scape),頂端着生繖形花序有時側芽從葉腋生出亦可發育為花枝。

iii. 葉 第一綠葉自子葉之裂口生出葉皆覆疊肥厚多肉質無葉柄鱗莖外方之葉為老葉內方者則為新葉縱切鱗莖而觀則見幼葉着生於壓縮莖上之位置較老葉高(圖17)洋蔥頭及其他物種之可食部分即葉之肉質基部少數物種如蘆蔥分蔥之葉可供調味葉扁平或圓筒形有時中空洋蔥頭能從葉上抽芽稱葉面芽(Epiphyllous bud)。

iv. 花序(圖134) 花聚生於單頂之繖形花序花序為二級狀苞片(罕為三片)組成之佛焰(Spathe)包裹後為發育花莖所衝破花柄細長各花序之花數差異甚大有不及一百者有多至一千者吾人常以為繖形花序(無限花序)型中最老之花在基部最幼之花則在花軸頂端惟洋蔥頭之開花程序則否此

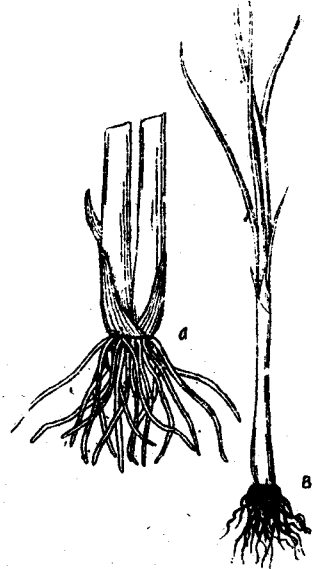


圖132 (仿Robbin)
A 大蔥(*Allium fistulosum*)
B 細香蔥(*Allium schaenoprasum*)

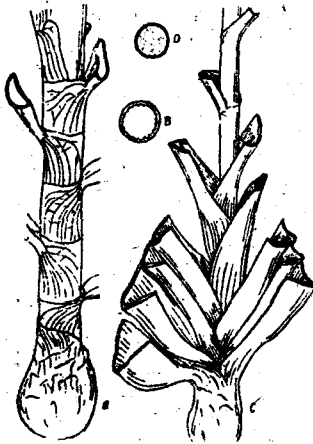


圖133
A 普通洋蔥(*Allium cepa*)莖之基部
亦其中空之葉
B 普通洋蔥中空莖之橫切面
C 蘆蔥(*Allium porrum*)莖之基部示
其幼平實心之葉
D 蘆蔥實心莖之橫切面 (仿Robbin)

連之花可有不同之發育幼花或生於基部老花或生於頂端。

v. 花 花為整齊之具備花(Perfect)花被分成六片其大小形狀顏色甚相似雄蕊六枚附着於花被之上花絲互生基部甚膨大花藥橢圓形成熟時向內裂開子房一上位具不完整之三室花柱一線形頂端多少有模糊不明顯三裂據洋蔥頭之花芽無休眠期異於大多數木本顯花植物當母鱗莖於春天生機活動未久花軸即發生花原始體(Flower primordia)。

授精作用 蔥屬植物之花為蟲媒花花約成熟通常較柱頭早惟間有相反者內圍雄蕊先脫卸花粉其時花柱尚未達到最大長度其柱頭直至花粉脫落數日後始能被粉各環花約並未同時裂開而係陸續裂開其相隔時間視溫度與濕度而定洋蔥頭多賴昆蟲傳粉故鱗莖以產生種子為栽培目的者則不同品種應間隔相當距離。

vi. 果實 為具三室之膜質蒴果自心皮中部開裂(背裂)每着生黑色種子二粒種子(圖135A)一端凸出一端則近於扁

平含多量油分，胚圓柱形略彎曲。

vii 種子發芽及幼苗 種子開始發芽時原始根因胚曲端(子葉)之生長而被擠出子葉以環結形狀伸出土面，其尖端仍與胚乳及種皮緊接，倘係輕鬆土壤則胚乳與種皮均推出土面，反之，如係粘重土則仍留土中，子葉吸收胚乳中養料以伸長，迨養料枯竭，其尖端便形凋萎，而與種皮脫離，子葉基部即子葉與胚軸相接處於早期即現一縱長裂縫，從此裂縫以生第一綠葉，隨後子葉全部死滅(圖135B)。

viii 地理分佈 本屬約有250物種，大部分分佈於北美之墨西哥及北歐，一部分分佈於非洲之阿比西尼亞(Abyssinia)及



圖134. 洋葱之繖形花序(仿Robbin)

亞洲熱帶區栽培種之洋葱頭在發育初需涼爽潮濕氣候，屆成熟期則以乾燥氣候為佳。

茲屬主要栽培物種之檢索表

- A. 葉扁平而中寬
- B. 葉隆起甚狹大蒜, *Allium sativum* (Garlic)
- BB. 葉隆起甚闊韭菜, *Allium porrum* (Leek)
- AA. 葉圓柱形，中空(圖133)
- B. 植科具甚小之鱗莖，密集成簇細香蔥, *Allium schoenoprasum* (Cive 或 Chives)
- 植科不密集成簇鱗莖相當大。
- BB. 葉短錐形，鱗莖叢生(圖132)分蔥, *Allium ascalonicum* (Shallot)
- 葉長稍闊，鱗莖不叢生。
- C. 鱗莖甚顯明體積大(圖17)洋葱頭, *Allium cepa* (Common onion)
- CC. 鱗莖不顯明，僅植科基部稍膨脹(圖132)大蒜, *Allium fistulosum* (Welsh onion, Ciboule)

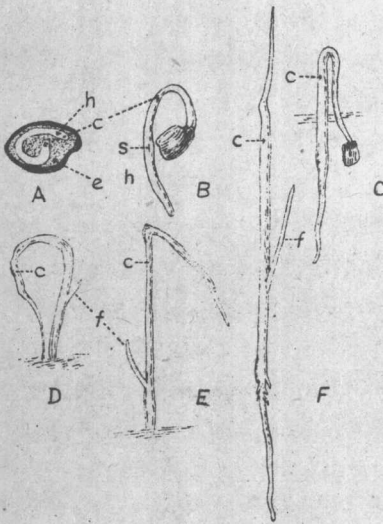


圖135. 洋葱之種子及幼苗

- A. 種子
 - B-F. 各期幼苗之發育
 - C. 子葉 e. 胚乳
 - f. 第一真葉 h. 胚軸
 - s. 第一真葉出生之裂縫
- (仿 Bergen and Caldwell)

(2) 大蒜 *Allium sativum* (Garlic) 大蒜為蔥屬之多年生草本，其鱗莖由十個左右細長卵形小鱗莖(Bulbils)稱為“蒜瓣”(Cloves)者組合而成，每一小鱗莖外裹灰白色皮膜，花莖圓形，高約30-60公分，有互生扁平中寬之闊線形葉，在球狀繖形花序上之許多長柄小花間着生若干花序小鱗莖(Bulblets)，故種子與花序小鱗莖同生於一花序上，繁殖常用花序上小鱗莖及蒜瓣，罕用種子。原產於南歐，栽培歷史甚早，約在二千年以前，葉柔嫩時可供食，謂之蒜苗，其青者曰青蒜，苗較化

者曰蒜黃花莖亦可食謂之蒜臺以鱗莖供食謂之蒜頭我國北部居民喜食之。

(3) 韭蔥 *Allium porrum* (Leek) 韭蔥為蔥屬宿根植物在園藝上概作二年作物栽培之。鱗莖小，花莖高大着陸起之葉先端生大花簇初為薄膜所包而為三角形，其後薄膜破裂開放紫色之花。葉綠色，闊大而扁平，中實而上有白粉原產地中海沿岸歐美栽培甚盛我國僅見於大都會附近。葉質硬化不堪食用惟其下部亦如蔥之莖向軟化後色白而肥大有特殊芳味莖以熱水燙泡或急煮使白而食，食法與石刁柏或洋葱頭同。主要品種有 Large American Flag, Géant de Verriers (法國品種), Musselburgh, Large Rousen, 及 Monstrous Caraton.

(4) 細香蔥 *Allium schaenoprasum* (Cives or Chives) 細香蔥(圖123)為耐寒之多年生植物鱗莖小，叢生，白色狹長卵形，外裹膜皮分株力強。花莖肥壯，高約二呎開赤紫色之花，花數雖多，結種子者甚少。繁殖多用鱗莖葉線形甚細圓柱形，中空長18-20公分原產於希臘及意大利現播於北半球各地常種植於庭園邊緣為觀賞用我國間有栽培嫩葉供羹湯炒蛋及煨燉等調味之用。

(5) 分蔥 *Allium ascalonicum* (Schallot) 分蔥為蔥屬多年生草本具尖長方形小形鱗莖，鱗莖長約5公分，直徑約2.5公分，簇生為叢，外部無薄膜包裹，此與大蒜不同之點。葉短圓柱形，中空，花淺紫色或淡紅色，着生於緊密繖形花序(Compact umbel)上(圖136)。

(6) 大蔥 *Allium fistulosum* (Welsh onion or Ciboule) 大蔥為多年生植物而以一年生或二年生作物栽培，具長纖維根，莖甚短縮非剖開不得見，故無鱗莖僅於植科基部略為膨大，葉長，較闊中空，表面有蠟質，葉之下部為白色者，即其葉柄，俗稱葱白，花白色，多數叢集成球狀，花蕾未開放時為囊狀之薄膜包裹，種子成熟，舊葉即枯死，自根際另生新葉，但生長勢力減退，不能如新播種者之繁茂，種子結實良好。

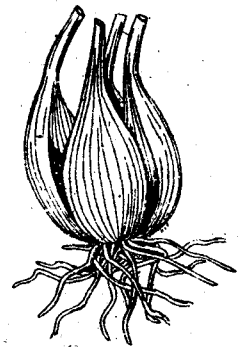


圖136. 分蔥 (*Allium ascalonicum*)

(仿Robbin)

在 Altai 山及西伯利亞之 Baikal 湖附近曾發現大蔥之野生種，我國栽培甚廣為終年不可缺少之蔬菜，生食或與肉魚共煮調味及作香辛料。主要品種有明水大蔥、雞腳大蔥、濟南大蔥、千住大蔥、一本大蔥及九條大蔥(後三種為日本產)。

(7) 洋葱頭 *Allium cepa* (Onion)

i. 性狀 洋葱頭為多年生植物而以二年生作物栽培，地下有大鱗莖，通常單生，根細長絲狀，自鱗莖下部生出，花莖高0.6-0.9公尺，光滑，中部稍膨大，長而潤圓柱形，中空(圖133)。

ii. 歷史 迄今尚無野生種發現，關於原產地學說不一，而以中央亞細亞一說為可信，歐洲栽培甚早，美國則為首先移植之人民所帶入，現洋葱頭為歐美之主要蔬菜，我國何時引進，無從稽考，近栽培漸廣。

iii. 分類 洋葱頭之品種因繁殖法品質性狀鱗莖色澤及體積大小與成熟期之不同而異，德Baily氏之分類如次。

1. 以分株繁殖 (*Allium cepa* var. *multiplieans*) Multiplier onion, Potato onion.
2. 以花序小鱗莖 (Inflorescence bulbets) 或“球頭” (Top) 繁殖 (圖134) (*Allium cepa* var. *bulbellifera*) Top onion, Tree onion, Egyptian onion.
3. 以種子繁殖 (*Allium cepa*) 亦以“芽”繁殖 (即由種子繁育之鱗莖而阻抑其發育者) 成熟鱗莖皮色為銀白色。

(1) 球形洋葱 (Southport white Globe) (圖137)

(2) 扁平洋葱 (圖138)

a. 鱗莖大 (White Italian Tripoli, Silver skin, White portugal)

b. 鱗莖小 (Queen).

成熟鱗莖之皮有色澤。

(1) 球形洋葱 (Southport yellow globe, Southport red globe, Yellow globe danvers).

(2) 扁平洋葱。

a. 鱗莖深紅色 (Red wethersfield, Red bermuds)

b. 鱗莖淡紅色 (California early red) 黃色或草
秤色 (white bermuda).

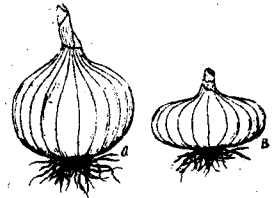


圖145. 洋葱鱗莖之兩種不同型式

A. 球形 B. 扁平形
(仿 Robbins)



圖138. 分株性洋葱鱗莖之橫斷面 (仿 Robbins)

分株性洋葱 (Multiplier) 具複鱗莖 (Compound bulbs) (

圖138) 黃銅色皮稍厚氣味溫和一大鱗莖種植後輒分裂為若干小鱗莖每小鱗莖約可產生6-12枝之梗不生種子與頭球繁殖專賴小鱗莖。Potato onion 為耐寒品種有時稱 English multiplier, 此類洋葱之主要用處在於早生球群 (Bunchess) 應市。

“Top” “Tree” “Egyptian” 等球頭洋葱於春季抽出花莖先端發生小鱗莖此小鱗莖名曰頭球花莖上之原始體若干發育為花若干則發育為小頭球但有少數情形所有原始體全部發育為球頭反之亦有全部發育為花其中若干且結可用以繁殖之子實球頭尚着生於花序時偶亦能發芽惟花序上形成球頭之原因迄今未明。Egyptian onion 有時稱 “Perennial tree onion”, 係耐寒品種在美國北部於秋天栽植早春取其球群應市。

iv. 洋葱頭之成分 洋葱頭之氣味因品種而異鱗莖之氣味通常較葉或其他部分為濃其氣味之由來乃因含硫與硫化丙稀之油質化合物所致此種化合物揮發性甚大加熱可驅散之故煮過之洋葱頭其氣味較淡白色品種之氣味通常較黃色品種為淡。

v. 用途 洋葱頭為歐美主要蔬菜之一滋養分豐富能助消化增食慾且能調和神經增進記

體力在醫藥上用治不眠症與下痢並充發汗劑

(三)石刁柏屬

Asparagus

1. 性狀 本屬植物皆係多年生具幾分肉質之根及短根莖，由根莖以生多分枝之地上莖。此種地上莖有為一年生者如普通食用石刁柏 (*A. officinalis*)，有為多年生者如觀賞石刁柏 (*A. laricinus*)，莖直立或爬行如少數物種 (如 *A. falcatus*) 能爬至 7.5 公尺或 7.5 公尺以上者，沿莖上生長之小葉狀枝，普通被誤為葉，實則為一種變形莖，名曰葉狀枝 (*Cladophylls*) 此種變形莖或纖細如普通石刁柏，或潤大如牛尾菜 (*Smilax*) 成叢或成輪排列於真葉腋內，真葉退化為鱗片或成針狀包裹分枝，花着生為小繖形花序或總狀花序，有時為單生，發生於鱗葉腋內或簇生之葉狀枝基部，花生於細小有節之花柄上，花被分離或基部稍連合，果實成熟花被固着其上，雄蕊六枚着生花被基部，花絲明顯如線狀，花藥橢圓形或長方形，內向裂開，子房上位，無柄，三室，具短細花柱，柱頭三個，短而反曲，果實為球狀漿果，每室含種子二粒 (有時多於二粒)，種子通常黑色，近球狀，胚圓柱形 (圖 139)。

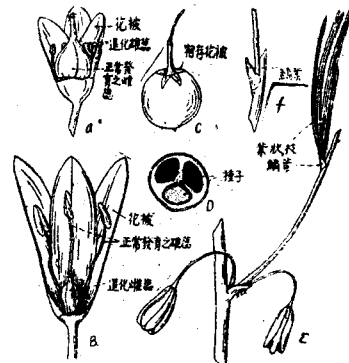


圖 139. 石刁柏 (*Asparagus officinalis*)

- A. 雌花
- B. 雄花
- C. 成熟果實
- D. 果實之橫斷面
- E. 及 F. 植株之一部分示其分枝法及花着生之部位 (仿 Robbin)

2. 本屬之經濟價值 石刁柏屬約包括 150 物種，分佈遍寒暖二地，在歐洲各國溫暖海岸附近，有野生種發現，本屬有許多觀賞物種，最普通者為 *Asparagus medeoloides* (牛尾菜) *A. plumosus*

(羽狀石刁柏, The plummy asparagus) 及以裝飾為目的而栽植之爬行石刁柏，稱為“羊齒石刁柏 (*Asparagus fern*)”者，與種於掛籃內之 *A. sprengeri* 等，惟一可食之石刁柏物種為普通石刁柏 (*Asparagus officinalis*)。

3. 普通石刁柏 *Asparagus officinalis* (*Asparagus*) 普通石刁柏為多年生草本，分枝多，高達 1-2 公尺餘。

1. 根 普通石刁柏之根有二種：(1) 肉質之貯藏根，(2) 纖維狀之吸收根。前者從根莖下部及兩者發生，為數甚多，生長已八九年之貯藏根，深入土中約 18-25 公尺，側面伸長可達 2.5 公尺或 3.0 公尺，但其分佈僅限土面內 1 公尺內外，多數貯藏根 (至少在溫暖氣候下) 年年能繼續生長，達最高點，每年均留一定疤痕，形成相連季節

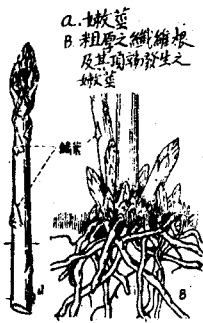


圖 140. 石刁柏 (*Asparagus officinalis*) (仿 Robbin)

生長(Consecutive season's growth)界限之標記雖然多數之老肉質根年有死亡,另生新根補充,每年新生之根係生於舊根上方,此種生長習性,可以使植科逐年向地面上昇,吸收根稀疏,大部分乃肉質根之側面生長物。

ii. 莖 石刁柏有地下莖(根莖)及由地下莖生出之地上莖(圖140)每一地上莖有一個或數個為甚短節間所隔開之側芽,地下莖之分枝向上及兩側生長,植科栽植越深則根莖生長之傾向地面越近於垂直,地下莖分枝每年伸長2.5-5.0公分,幼植物根莖之伸長較老者為迅速,如是以繼續伸長與分枝,則15齡植科之根莖可擴展達0.6公尺或0.6公尺以上,當夏秋刈割後,多數之芽於來春形成為可食嫩莖(Spears),嫩莖所生之鱗片即真正之葉,後來莖之分枝逐漸加多,線形葉狀枝(圖139)大部分業生於細小鱗片腋內,因其呈綠色,故能行使葉之功用。

地上莖係從位於距根莖頂端下若干距離之芽發出,此等地上莖即稱嫩莖,莖莖之主要解剖部分(圖141)包括(1)表皮(2)皮層(3)內鞘(維管束鞘)纖維(Pericyclic fibers)(4)基本薄膜細胞組織(Ground parenchyma)及(5)維管束,表皮細胞外壁厚而多少角質化,皮層乃組成自較大薄膜排列疎鬆含有葉綠素而寬度不同之細胞,內鞘纖維帶則由長而尖厚膜排列緊貼之細胞組成,無細胞間空隙,老內鞘纖維胞壁內堆積木質物,使組織變硬,其木質化程度隨年齡而增加,至嫩莖基部之堅韌,則主要由於此等纖維之木質化,嫩莖尖端之纖維壁薄,無木質物堆積其中,故皮層薄膜細胞組織與將來發育為內鞘纖維之薄膜細胞間並無嚴格之界限,迨莖漸老則纖維部分漸現明顯,基本薄膜細胞組織位於內鞘纖維帶之下,此一部分散布維管束,胞大膜薄,有大細胞間隙,接近纖維之維管束最幼亦最小,每一維管束在橫斷面觀之呈V字形,尖端向莖之中心,導管(Tracheal tube)形成管束之兩臂,篩管在其中,厚壁木質纖維與導管連接,當嫩莖老時表皮之外壁加厚且高度角質化,纖維帶較明顯,纖維壁亦增厚而益木質化,同時木質導管之數目亦增多,其壁亦增厚,嫩莖基部之木質導管較大端為多。

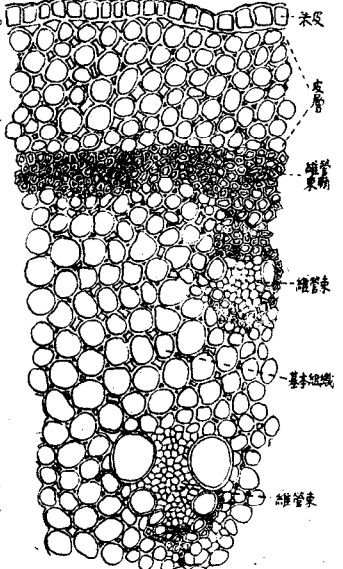


圖141. 石刁柏嫩莖基部之橫斷面 (仿 Bisson et al.)

根莖通常於播種後三四年生長最盛時適於收穫,但亦有播種後二年而獲豐收者,繁殖有分株與播種二法,前者於栽植之翌春即得收穫,播種者則一時可得多數之株,且衰老較遲,故多用之。

iii. 葉 真葉(圖139)乃包裹輸生葉狀枝之小鱗片,不行同化作用。

iv. 花 花小,下垂,淡黃綠色,通常單生,生於葉狀枝基部,但有時綴二花,或多於二花,每花着生於短細有節之花梗上(圖142),花被鐘形(Campanulate),長約6公分,整花瓣線形而上端鈍圓,雄蕊較花瓣短,單子房,花柱短,柱頭頂端三叉,普通石刁柏常雌雄異株,雌花與雄花生於不同植科上,但雌雄



圖142. 石刁柏
左, 雌株之一部
右, 雄株之一部 (仿Robbin)

同花(Hermaphroditic flower)間亦發現雄花(圖139B)畧較雌花為大,具6個發育正常之雄蕊及一短小退化之雌蕊,雌花(圖139A)具6個退化雄蕊及一發生正常之雌蕊,故實際上皆單性花。

普通雄株較雌株生產豐饒,Green氏曾比較二者之生產力,結果如下表所示:

| | 雄株50科之產量(英兩) | 雌株50科之產量(英兩) |
|---------|--------------|--------------|
| 第一期十日 | 37 | 21 |
| 第二期十日 | 104 | 68 |
| 第三期十日 | 266 | 164 |
| 第四期十日 | 203 | 154 |
| 全季節之總產量 | 610 | 407 |

根據上表可知雄株在第一季節內可比雌株多收穫50%,其差異尤以第一期為顯著,可知雄株收穫可較早而生產力亦較豐,此因雌株果實之形成需耗較多之養分而雄株則否,故此雄株比雌株可多抽嫩莖,在普通栽培上所見雌雄株數約相等。

授粉作用 蟲媒花蜜腺小隱藏於花被基部,雌花先開。

v. 果實 果實為紅色球狀漿果(圖139C)三室,每室通常具二粒種子,果實成熟時花被仍著其上,種子黑色,近三角形,每克約含50粒,發芽力能保持四五年,雖浸清水中亦可維持其生活力,種子之內有圓柱形之小胚,胚之四周包圍大量堅硬似角質之胚乳,胚乳細胞具半纖維之孔紋,肥膜貯藏多重脂肪,在美國加州由種子種植者一年即能結實,但在美國他處須二年後方可,又由試驗得知下部枝條所結種子較為優良。

vi. 地理分佈 普通石刁柏常野生於歐亞二洲,美國之路旁曠野亦見,其生長栽培起源遠在二千年前,其適合氣候之範圍甚廣,我國何時傳入,無從稽考,但當在數十年間。

vii. 品種 市場所賣石刁柏有二種型式,即青石刁柏與白石刁柏,前者常被視為味更佳,且較受歡迎,後者莖較粗,但此二者乃由栽培方法不同而起,即同一品種亦可致之,如常培土使植株在土中生長10-25公分後方見陽光,則產生白石刁柏型式。

主要品種有 Palmetto (美國早生種), Giant dutch purple, d'Argenteuil tardive (法國晚生種), Columbian mammoth white, Conover's colossal (英國早生種), Martha Washington, Mary Washington 等。Palmetto, Martha Washington 及 Mary Washington 能抵抗石刁柏銹病(Puccinia asparagi)。

viii用途 其用途大概以煮食為主罐頭製造亦不少新根及嫩芽之浸出液因含一種結晶品名Asparagin ($C_4H_8N_2O_3$)能治心臟病,又新根亦可作利尿劑。

參考書

- (1) 吳耕民: 蔬菜園藝學。
- (2) Jone and Rosa: Truck Crop Plants.
- (3) Robbins: Botany of Crop Plants.

第二十一章 豆科植物 Leguminosae (Pea family)

(一) 通性

英文“Legume”一字為豆科植物之通稱。豆科植物之地域分佈甚廣，據 Piper 氏調查，本科共約 487 屬 10782 物種，分為蘇木 (Caesalpineae)、含羞草 (Mimosae) 及蝶形花 (Papilionaceae) 三亞科，前二者幾全為熱帶植物，對於農業不甚重要，後者包括若干種主要飼料作物 (Fodder crops)。又其若干物種之種子可供人畜食用，故除本科外在植物界中無一科之農業價值堪與匹敵。豆科植物富蛋白質，且不限於種子，其他各部分亦有存在，因此可以調劑人畜食料，蓋人畜食料大部為禾穀類所供給，多係澱粉食料也。又以豆科植物含氮素物質甚富，故為優良之綠肥作物，當收穫時將植物翻埋土中，可以增加土中腐植質，改良土壤之理學性質。

1. 習性 豆科植物為一二年生或多年生草本 (豌豆類、普通豆類、紫苜蓿及其他)、灌木 (Genista 屬 Dye-weed 或 Green-weed)、或喬木 (如刺槐、皂英、合歡等)，又有少數為蔓生者 (如紫藤、魚藤等)。

2. 葉 葉互生 (間或對生或輪生)，多具小托葉 (Stipulate)，大多數為複葉 (少數為單葉)，通常多奇數羽狀複葉 (Odd-pinnate)，即葉柄先端為一小葉，如刺槐屬 Robinia (洋槐)、紫雲英屬 Astragalus (紫雲英) 及 Aragalus 屬 (毒魚草 Loco)。有時為偶數羽狀複葉 (Even-pinnate)，即於葉柄先端形成卷鬚 (Tendril)，如豨豆屬 Vicia (箭筈豌豆 Vetch)、山豆屬 Lathyrus (山豆及麝香豌豆 Wild and Sweet peas)。亦有為三小葉 (Trifoliate)，如車軸草，或掌狀葉 (Digitate)，如羽扇豆 (Lupine) 者。

3. 花序 花序之排列大多為總狀花序 (如豌豆)，有時為頭狀花序 (如車軸草)，或為似穗狀之總狀花序 (如甘草屬 Glycyrrhiza, licorice)。

4. 花 具不整齊花冠蝶形，萼下生五出或四出，萼片相等或不等，花瓣通常五出，最上之大瓣為旗瓣 (Standard, Banner or vexillum)，旁二瓣為翼瓣 (Alae)，最下二瓣之內邊緣 (Ventral edge) 多少癒合，包圍雌雄蕊稱為龍骨瓣 (Keel or Carina)。在花芽時龍骨瓣為翼瓣所包覆，翼瓣又為旗瓣所包覆，成覆瓦狀雄蕊大多數為十枚，分離或相連，若花絲全數合一，則為單體雄蕊 (Monodelphous)，如羽扇豆屬 (Lupinus)；若九枚聯合，一枚分離 (圖 159)，則為二體雄蕊 (Diadelphous)，如大豆，亦有極少數十枚皆分離為多體雄蕊 (Polydelphous)，如槐屬 (Saphora) 及 Thermopsis 屬。子房上位，通常一室，有時因裂縫 (Sutures) 侵入形成二室，如若干紫雲英屬物種 (Astragalus spp.)，又間為橫隔物所形成多室，花柱一枚，胚珠一個至數個。

5. 果實 果實為莢，即成自一心皮，成熟後沿腹背二縫裂開，莢之腹縫 (普通豆類及豌豆類) 乃由心皮之邊緣結合而成，上有子粒附着，背縫等於心皮中肋，少數為節莢 (Loment)，即於種子間縮緊，莢有節而不裂開 (如 Hedysareae 一類)，果實常見有花柱等及枯萎雄蕊之殘遺。

6. 根瘤 (Root tubercles) 豆科植物之根支持根瘤細菌 (*Pseudomonas radiculicola*) 之生長此種細菌於土中自根毛尖端侵入根之厚皮層因此一部厚皮細胞感受刺激原生質變濃核形膨大遂分裂而成根瘤故根瘤乃根瘤細菌之根群體 (Root colonies) 此種細菌有固定空氣中游離氮素之力自土中吸收之游離氮素與其他化學原素配合形成其一部分之蛋白質當細菌在根瘤中活動時能不斷排出氮素物質為豆科植物所直接利用蓋此為豆科植物生長所需又當根瘤分解時其蛋白質含有物發生氨化及硝化作用於是變化成可給態之硝酸鹽類而遺留於土中是即綠色植物氮素之來源豆科植物常用與禾穀類作物及根類作物輪栽後二者耗損地力頗大故以豆科植物犁翻綠肥以增加土中有機物質及氮肥維持地力也。

7. 種子 種子通常不含胚乳子葉肥大貯藏豐富食料其壽命甚長有若干豆科植物之種子已知能保持生活力 (Viability) 150-250 年此與其堅硬不透水之種皮有關有所謂“硬實” (Hard Seeds) 者在豆科植物殊為普遍此種子無論在田間或實驗室內發芽均緩通常收穫種子僅一部份為硬實惟在若干情形下所有種子幾全為硬實一般以多數硬實係產生於乾燥氣候環境下或當成熟進行時乾季多於溼季用機器傷害種子之種皮可以增加其透水性 (Permeability) 據 Harrington 氏之試驗證明在各種土壤與氣候下產生之苜蓿種子經苜蓿割草機 (Alfalfa hundler) 去殼者硬實只有 20% 用手去殼者則達 90%。

主要豆科植物屬之檢索表

A. 植科具卷鬚之葉 (圖 24)。

B. 葉片葉狀托葉大而帶圓形 (圖 24) 豌豆屬 *Pisum* (豌豆 Pea)。

BB. 葉片非葉狀托葉大抵小而尖。

C. 花柱細長先端有毛 (圖 143 A) 豇豆屬 *Vicia* (箭筈豌豆 Vetch)。

CC. 花柱扁平僅向內側一邊有毛 (圖 143 B) 山豆屬 *Lathyrus* (

山豆 (Vetchling)。

AA. 植科不具卷鬚之葉。

B. 葉為掌狀三小葉之複葉 (圖 151) 車軸草屬 *Trifolium* (車軸草 Clover)。

BB. 葉為羽狀三小葉之複葉罕有 5-7 小葉 (圖 151)。

C. 花小形, 多數為簇生。

D. 花小形總形總狀花序香車軸草屬 *Melilotus* (香車軸草 Sweet clover)。

DD. 花為頭狀花序或短穗狀花序苜蓿屬 *Medicago* (紫苜蓿 Alfalfa)。

CC. 花中形至大形, 少數為簇生。

D. 莢光滑, 多數大形。

E. 龍骨瓣成螺旋彎曲 (圖 146 A) 菜豆屬 *Phaseolus* (菜豆 Bean)。

EE. 僅龍骨瓣作鈍頭或內曲豇豆屬 *Vigna* (豇豆 Cow pea)。

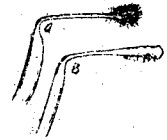


圖 143.

A. 豇豆之花柱及柱頭

B. 廣葉小葉豆之花及柱頭

(仿 Robbin)

DD莢有毛,小形。

E.纏繞性植物,絨絨豆屬 *Stizolabium* (絨絨豆 Velvet bean)。

EE直立展開習性植物,大豆屬 *Glycine* (大豆 Soybean)。

BBB.葉為羽狀複葉,具二對小葉,落花生屬 *Arachis* (落花生 Peanut)。

豆科植物之屬至少有一部份可以染色體數目區別,豌豆屬 *Pisum* 之單元體為七 (Camerson, 1903),蠶豆 *Vicia faba* 之單元體據 Fraser 及 Small (1911) 之研究其數為七,但 Sharp (1914) 則檢定為六,蓋其中有一染色體甚長,宛如兩重也。菜豆屬 *Phaseolus* (Weinstein, 1926) 為十一,扁豆 *Dolichos multiflorus* (Nemec, 1910) 為十二。

(二) 豌豆屬 *Pisum* (豌豆 Pea)

1. 特性概述 豌豆為二年生攀緣草本莖中空。Wellensiek 氏 (1925) 依莖之長度分所有品種為矮型、中型、高型三大類,矮者長 25-90 公分,中者 90-150 公分,高者 150-300 公分。高品種之莖較矮品種挺直,分枝常發生於較下之節。據瑞典 Tedin 氏之研究,節數與播種至開花之日數及播種至成熟之日數有一種平行現象 (Parallelism), 即節數少者之開花期及成熟期均早,反之則晚。莖綠色有二種不同色度——尋常綠色及微黃綠色,莖色與葉色一致。大多數品種莖被蠟粉,花普通有紫、白二種總狀花序,花梗自葉腋抽出,五枚萼片相連,蝶形花兩體雄蕊 (九與一), 子房上位,一室,花柱一枚,莢直於子房,僅下側面着生茸毛,胚珠互生於縱貫子房之二邊緣胎座 (Parallel placenta) 排成一列,為天然自花授粉作物 (圖 144, 145)。

Gregory 氏研究圓形及皺縮豌豆之組織學,謂圓形豌豆 (包括凹痕軟莢豌豆 Indented sugar pea)

子葉之中部組織充塞甚大之澱粉粒,至皺縮種則子葉此部份之澱粉粒通常混合成部份之體積,約當圓形豌豆澱粉粒二分之一。豌豆種皮薄,胚乳食料儲藏於二子葉內,當發芽時,子葉留於地下 (如木穀類), 此種地下發芽 (Hypogean germination) 之形式與菜豆、南瓜之子葉生於地上,在一時期內為製造食料之器官者不同,後者稱為地上發芽 (Epigeal germination)。

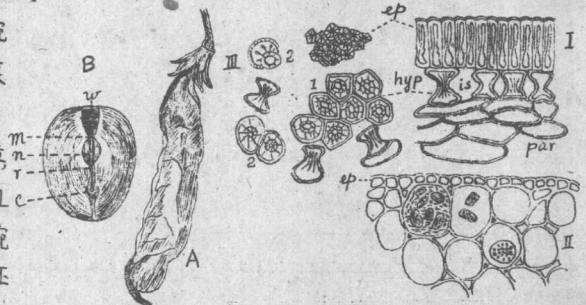


圖 144. 豌豆
A. 莢
B. 種子
n. 子葉
m. 發芽口
r. 胚軸
e. 肉質
w. 幼根之位置 (仿 Nondo)

圖 145. 豌豆
I. 種皮之橫斷面
ep. 表皮 (網狀細胞)
hyp. 皮下組織
is. 細胞間隙
Par. 薄壁細胞
II. 子葉外部之橫斷面
ep. 表皮
III. 解離細胞
1. 皮下組織細胞 (下面)
2. 皮下組織細胞 (上面及側面)

2. 豌豆之分類 豌豆有二不同形式,即蔬菜豌豆 (Garden pea, *P. sativum*, L.) 及穀類豌豆 (Field pea, *P. arvense* L.), 其主要區別如次。

(1) 蔬菜豌豆 野生種未發現或由穀物豌豆變異而來，白球形種子黃白或微藍綠色，葉脈青，不着色素，味佳對於霜旱較易受害，植科比較柔弱。

(2) 穀物豌豆 野生於意大利，花有色，通常紫色，亦有紅色或灰藍色(Lavender)，種子有稜角，灰褐、灰青、灰黃或灰中帶各種顏色之小斑點，葉脈有色素，較能耐霜，植科比較強壯。

蔬菜豌豆 普通蔬菜豌豆分為硬荚種(Shelling pea)與軟荚種(Edible podder or Sugar pea)二類，前者荚之內部襯托一薄而硬之膜(內果皮 Endocarp)，在成熟時能使荚裂開，後者之膜於成熟時不乾不曲，荚保留軟嫩。

a 硬荚種 Vilmorin 氏分硬荚豌豆為圓粒種(Round or smooth seeded)及皺縮種(Wrinkled seeded)，又分為高株種(Tall climbing)、中株種(Half dwarf)及矮株種(Dwarf)，再各有白粒種(White seeded)及綠粒種(Green seeded)。

b 軟荚種 分高株、中株及矮株三類。

成熟時期 一般早熟品種均具半圓種子，晚熟者則具皺縮種子，前者較後者生長強壯，但非無例外，又矮株種及中株種早熟，高株種晚熟，蔬菜豌豆有時依其成熟時期分早、中、晚三類。

穀物豌豆 具豐滿堅硬而稍有稜角之種子。

豌豆與孟德爾定律(Pea and Mendelism) 孟德爾(Gregor Mendel)有名之植物雜交試驗即以普通蔬菜豌豆為材料，從其雜種之行為創造遺傳定律，即今所謂孟德爾定律，氏選擇若干不同對性(Differentiating characters)而互相交配之，茲將其結果概述如次：

- | | |
|----------------------|-------------------|
| 1. 種子形態 圓整對皺縮為顯性。 | 2. 子葉顏色 黃色對綠色為顯性。 |
| 3. 種子顏色 黃色對綠色為顯性。 | 4. 荚之形狀 豐滿對縊束為顯性。 |
| 5. 花之位置 腋生對頂生為顯性。 | 6. 莖之高度 高株對矮株為顯性。 |
| 7. 未成熟荚之顏色 綠色對黃色為顯性。 | |

3. 生長環境 Kolowski 氏(1926)以一皺縮品種 Blue Bantan 種子播於石英砂中，深4公分，溫度4°-30°C之處理，結果以18°C發芽率最高，18°C上下均低，詳如下表。

| 溫 度 °C | 4 | 8 | 11 | 18 | 25 | 30 |
|-------------|----|----|----|-----|----|----|
| 播種後最先發芽所需日數 | 35 | 14 | 10 | 4 | 3 | 3 |
| 播種後最後發芽所需日數 | 46 | 23 | 16 | 6 | 5 | 5 |
| 播種後種子發芽率% | 84 | 87 | 88 | 100 | 82 | 70 |

凡排水良好之各類土壤豌豆皆能生長良好，黏土及填質壤土特別適宜，因此等土壤有保持水分之力，土質較冷，而其肥力通常亦較鬆土為強也，黏重土常用以生產罐頭作物及以種子為栽培目的之作物，至砂質壤土則用以促進早熟。

豌豆在熱帶寒帶均得栽種，惟在寒地只為夏作，在暖地只作冬作，介乎二者之間則春作秋作均宜，高溫適以高溼(相對溼度)對於穀物豌豆有害，雨量宜多，又豆類最忌連作，尤以豌豆為甚。

4. 用途及成熟時化學成分之變化 豌豆種子及未成熟之荚可供蔬菜用，大多數亦以充製罐

頭青刈之莖葉作為猪羊牛馬之飼料及綠肥, Boswell氏(1924)研究蔬菜豌豆種子成熟時之化學變化結果如下表,

蔬菜豌豆(品種 Nott's Excelsior)種子之化學變化

乾量以百分率表示(Boswell, 1924)

| 齡數(日) | 乾物質 | 還原糖 | 總糖量 蔗糖% | 澱粉% | 多價糖 總量% | 不溶解 氮素% | 可溶性 氮素% | 總氮素 % |
|-------|-------|-----|------------|-------|------------|------------|------------|----------|
| 14 | 17.48 | 微量 | 35.17 | 0.00 | 32.82 | 1.83 | 2.47 | 4.30 |
| 16 | 20.36 | 微量 | 33.72 | 8.75 | 39.67 | 2.35 | 1.56 | 3.92 |
| 19 | 24.97 | 微量 | 20.02 | 16.13 | 67.35 | 3.20 | 0.78 | 3.98 |
| 22 | 30.35 | 微量 | 9.60 | 21.35 | 82.16 | 3.32 | 0.56 | 3.89 |

上表示種子齡數增加則蔗糖可溶性氮素減少,而乾物質澱粉多價糖總量(Total polysaccharides)及不溶解氮素增加, Nott's Excelsior 品種在第14日莢已飽滿而為收穫最適期,過此則蔗糖減少甚速,而多價糖以同速度增加,蔬菜豌豆可食性之失去,主要由於蔗糖轉變為澱粉。



圖146 菜豆
A. 螺旋形龍骨瓣
B. 菜豆之花 (仿Robbins)

(三) 菜豆屬 Phaseolus (菜豆 Bean)

1. 特性概述 此屬多一年生,有若干物種則為多年生莖草本或蔓性莖互生羽狀複葉為小葉組成罕有一葉者,有長葉柄柄之基部有小托葉一對花腋生,即自葉腋抽出花梗,以2-9枚之花排列成總狀花序,有白黃紅及紫各色,萼片五枚,上部二枚聯合或分離旗瓣常反曲或稍歪至翼瓣等於或大於旗瓣,龍骨瓣作螺旋彎曲是其特點(圖146)。兩性雄蕊(九與一),子房周圍被茸毛,胚珠數枚常有昆蟲採花,莢細長直形或彎曲分為二瓣,先端有花柱殘遺,若未留下(豌豆則留下),種子大(圖147),近中央處有一明顯之臍,臍之一端為珠孔,另一端為種脊(Raphe),胚大佔種子之全部(除種皮外),無胚乳,胚軸及幼芽明顯,二大子葉微向內彎曲,種子大小形狀及色澤在品種間差異甚大。

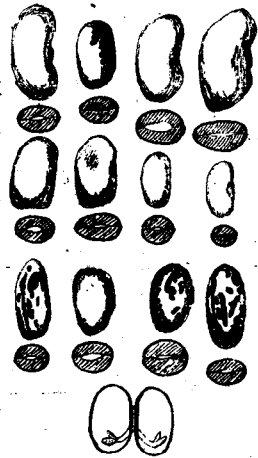


圖147. 各種菜豆之種子

2. 地域分佈與物種 菜豆屬為溫熱二帶植物,據 Britton及 Brown二氏之調查約有180物種,多數普通豆類(Beans)如蠶豆(Vicia faba)大豆(Glycine max)鵲巢豆(Mucuna utilis)長豆莢(Dolichos bean)**

*種子之隆起物,為胚珠基部胚柄彎曲而成。

** Linnaeus氏初訂一種豇豆為 Dolichos sesquipedalis L. 即我國今日之長豆莢,據 Bailey氏之分類,豇豆(或稱綉綉豆)與長豆莢(或稱蔬菜豇豆)同屬豇豆屬,故改 Linnaeus氏之 Dolichos sesquipedalis 為 Vigna sesquipedalis。

Vigna sesquipedalis), 豇豆(*Vigna sinensis*), 刀豆(*Jack bean, Canavalia ensiformis*), 美洲刺槐(Locust bean*, *Ceratonia siligna*)及藜豆(*Hyacinth bean, Dolichos lablab*)等並不包括於此一屬內,若赤小豆(*Adzuki bean, Phaseolus angularis*)及綠豆(*Mung bean, Phaseolus aureus*)則歸菜豆屬。

菜豆屬主要物種檢索表

A. 根塊莖狀或甚粗厚。多花菜豆 *P. multiflorus* (紅花菜豆 *Scarlet runner bean*),

AA 根纖維狀

B. 種子扁平或橫切面為扁卵形。龍爪豆 *P. lunatus* (小粒龍爪豆及大粒龍爪豆 *Sieva and Lima bean*),

BB 種子大多數圓形,但有時在橫切面為扁平形。菜豆 *P. vulgaris* (*Kidney beans*),

多花菜豆 *Phaseolus multiflorus* (*Scarlet runner bean*,

Dutch case-knife bean, Flowering bean or Painted lady)

多年生,通常具高而攀緣之莖,羽狀三小葉之複葉,花紅色(紅花菜豆 *Scarlet runner*)或白色(*Dutch case-knife*),美麗而大形,花莖長 7.5-15 公分,彎曲,種子肥大扁平,或圓筒形,色澤不一。

紅花菜豆(*Scarlet runner bean*)亦稱花豆(*Flowering bean*)或搽粉女郎(*Painted lady*),為觀賞之藤蔓植物(*Ornamental vine*),屬於多花菜豆 *Phaseolus multiflorus* 物種之 *Dutch case-knife* 形式,開白色花,豆供食用,Tracy 氏以 *Aroostook bush Lima bean* 為 *Phaseolus* 物種有相當面積,所謂“*Mexican bean*”大概即此物種之品種。

南美及墨西哥為 *P. multiflorus* 之原產地。

3. 龍爪豆 *Phaseolus lunatus* (*Sieva and lima beans*)

i. 特性 龍爪豆亦稱菜豆,有矮而叢生至高而攀緣之形式,葉為三小葉組成之羽狀複葉,小葉有狹披針形與卵形之差別,花小,為腋生總狀花序(*Axillary racemes*),莢通常潤而扁平,有各種不同之色澤,嫩莢及種子可供蔬菜用,在美國常與玉蜀黍製成“*Succotash*”為罐頭品。

龍爪豆原產於南美之熱帶,較菜豆(*Phaseolus vulgaris*)品種需要高溫。

ii. 分類 龍爪豆普通有二種形式:(1) *Phaseolus lunatus*, 包含 *Sieva* 品種或 *Carolina* 品種,(2) *Phaseolus lunatus* var. *macrocarpus*, 包含 *True limas*。後一形式植株較大,生長較強壯,小葉亦較厚,此二者又有蔓性(*Pole form*)及矮性(*Bush form*)二形式(圖 148)。

4. 菜豆 *Phaseolus vulgaris* (*Kidney bean*)

菜豆普通稱四季豆,一年生,羽狀三小葉複葉,小葉卵形,花小,白色、黃色或藍紫色,葉瓣潤度至多

* 屬於 *Cassia* tribe.

** 孫醒東氏以 *Phaseolus lunatus*, L. 或 *Phaseolus limensis*, Macf. 為龍爪豆之總稱,似欠當,應分為 *P. limensis* (大粒龍爪豆)及 *P. lunatus* (小粒龍爪豆)二類而取消其總名,方妥。

1.6 公分英細長有各種形式未老熟時肉質柔嫩種子呈腎臟形色澤亦有多種一般以其原產地為熱帶美洲區栽培於生長季節溫暖地方之品種較為繁茂在10°-15°C之氣候下最佳性畏霜過乾旱則產量減低嫩莢可作蔬菜用種子為糕餅原料我國在第二世紀已傳入其後再自我國傳至日本。

據 Tracy 氏調查美洲菜豆有145品種通常分蔓性與矮性二類又各分綠莢 (Green pod) 與黃莢 (Wax pod) 二種矮性菜豆通常歸於品種 *P. vulgaris nanus* 下大多數蔬菜菜豆為矮生種據熊同和氏就通常栽培品種分類如下：

甲矮性種 (此類概為早熟種高一二尺)。

一黃莢種 屬於此類者有 Wardwell kidney wax, Hodson wax, Golden wax, Davis white wax, Pencil pod black wax, Refugee wax 等。

二綠莢種 屬於此類者有南京矮四季豆, Burpee stringless green pod, Refugee, Red valentina, Goddard, Bountiful, Early refugee 等。

乙蔓性種 (此類莖為纏繞性之莖多係晚熟之豐產種莖長數尺至一丈餘)。

一黃莢種 屬於此類者有 Golden cluster, Kentucky wax, Beurre du Mont d'or。

二綠莢種 屬於此類者有南京高四季豆, Kentucky wonder, Grease back, Lazy wife 等。

(四) 蠶豆屬 *Vicia* (箭舌豌豆 Vetch, 蠶豆 Broad bean)

1. 特性概述 蠶豆屬植物為一年生或二年生草本莖直立或蔓性葉為偶數羽狀複葉頂端之葉片有微細突起或為卷鬚具半鑷形或完全之托葉花藍紫或白色綴於腋生總狀花序萼管歪斜萼齒或等瓣約相等或上部二瓣較其他略長旗瓣尖端有凹口翼瓣附貼於彎曲之龍骨瓣二體雄蕊 (與一) 花絲線狀子房有柄着生多數胚珠具纖長之花柱先端有一圈茸毛扁扁。

2. 地域分佈 蠶豆屬有一百餘物種在地域上分佈甚廣美國約有二十餘野生物種。

蠶豆屬重要物種之檢索表

A 植株直立光滑或僅有細毛鮮有卷鬚花紫白色每一翼瓣附以黑斑 *V. faba* (蠶豆 Broad bean)

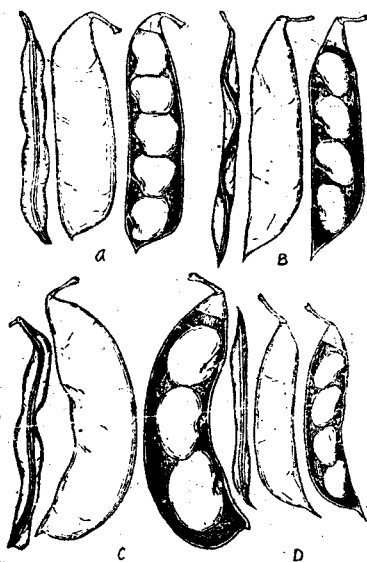


圖148 龍爪豆 (*Phaseolus lunatus*) 之型式
 A. Potato Lima, pole B. Sieva type, pole
 C. Large flat Lima, dwarf D. Sieva type, dwarf
 (15 Corbett)

or Windsor bean 圖149)。

AA植科柔弱通常有毛有卷鬚花紫色。

B葉尖端圓形花多綴於長總性花序之一邊(圖150)。V. villosa (冬假扁豆 Hairy vetch)。

BB葉先端作截頭狀花少通常每葉腋着二花。V. sativa (春假扁豆即箭筈豌豆 vetch)。

3. 比較不普遍之物種 除上表所列之三種外,在美國栽培其他蠶豆屬物種尚有 Narrow-leaved vetch (*Vicia angustifolia*) 原產於美國東部, Georgia州稍有栽培, 作為莠草。Black bitter vetch (*Vicia ervilia*) 為亞洲物種, 在 California 稍有栽培, 作為綠肥。Purple vetch (*Vicia atropurpurea*) 與冬假扁豆 (Hairy vetch) 類似, 惟植科平滑無毛, 美國沿太平洋海岸及南方均有種植。Scarlet vetch (*Vicia fulgens*), Narbonne vetch (*Vicia narbonnensis*) 及 Woolly podded vetch (*Vicia dasycarpa*) 為比較稀少物種, 僅沿太平洋海岸稍有種植。

英文 "Vetch" 一詞有時用以名若干不屬於蠶豆屬 (*Vicia*) 之植物, 例如 Crown vetch (*Coronilla* sp.), Kidney vetch (*Anthyllis vulneraria*), Dakota vetch (*Hosackia americana*) 及 *Lathyrus* spp.

4. 蠶豆 *Vicia faba* (Broad bean, Windsor bean)

莖強健直立, 一年生, 高60-120公分, 有一發育良好之原始根(圖149)羽狀複葉, 乾時變黑色, 腋生總狀花序, 綴2-6朵紫白花, 翼瓣各有一大黑斑, 大而厚, 其長度差異甚大, 每莢結種子2-7粒, 粒形大而扁平, 小粒種有時稱為 Pigeon bean, Field bean, Tick bean. 供家畜飼料, 用至大粒種則充人類食料, 野生種曾在 Algeria 發現, 栽培種在歐美各國及我國與日本種植均廣。



圖149. 蠶豆 *Vicia faba*

5. 箭筈豌豆 *Vicia sativa* (Common vetch or Tares)

箭筈豌豆或稱春假扁豆為一年生纏繞植物, 分枝甚多, 葉為羽狀複葉, 約由七對小葉組成, 有卷鬚, 葉腋生花一二朵, 花梗短, 花冠帶黃紫色(罕有白色者), 異花授粉, 毛莢 (Hairy pods) 具4-5粒光滑之球形種子, 種子灰色或有大理石紋, 美國 Oregon州 Willamette山谷有大量種子, 箭筈豌豆種子約在第三年即失去生活力, 原產歐洲, 現在美國多數地方已經馴化, 生長於田野中, 被我種為春季一年生作物或冬季一年生作物, 若冬季嚴寒, 則在春季種植, 美國北部各州行之, 但在南方之冬天氣候暖和多, 多在秋天種植, 適宜於輕鬆土壤, 最忌排水不良之地, 美國東部無石灰之區域可獲良好收穫, 品種甚多, 有春季品種與冬季品種之別, White vetch 或 Pearl vetch 開白花而結白籽。

歐洲栽培箭筈豌豆甚為普遍, 美國種植面積亦漸擴大, 用為果園之護土作物 (Cover crop) 及



圖150. 冬假扁豆 (*Vicia villosa*)

草及覆土作物，窖藏用，亦充綠肥，如作芻草通常於第一次之莢完全發達時刈割，過此則品質減低。

綠肥，然多於開花時刈割，以作乾芻，種子可以製粉。

6 冬假扁豆 *Vicia villosa* (Hairy, Hungarian, Russian, Siberian, or Villous vetch) 冬假扁豆 (圖150) 為一年生或二年生，莖有毛，宜於寒冷適中之區域，高約35公尺，或較此尤高，惟因莖柔弱，故罕能達到最大之高度，根部極發達，且入土頗深，在早期生長中，根佔植株總重量之比例數甚大，有5-8對小葉，花紫藍色，罕有白色者，由10-30朵着生於總狀花序之一側，異花授粉，蜂為傳播花粉之動力，莢光滑，白色，結2-8粒圓形種子，色黑，發芽時，子葉發生於地下，此種現象與蔬菜豌豆及穀物豌豆相似，原產於歐洲與亞洲，耐寒性較春假扁豆大，因此可生長於高緯度地方，且抗旱力頗強，又能耐鹹土，夏天過熱有害其生長，常栽培於輕鬆之砂質土，而翻埋作為綠肥，用途頗大，供芻草牧

(五) 山蠶豆屬 *Lathyrus* (Vetching, Wild pea)

此屬類以蠶豆屬 (*Vicia*) 惟通常小葉較闊，花較大，柱頭向內側之一邊有毛 (圖143B)，包括100以上物種，原產北半球及南美，美國有野生形式多種，麝香豌豆 (*Lathyrus odoratus*) (Common sweet pea) 及多年生之廣葉小蠶豆 (*Lathyrus latifolius*) 為最普通之物種，前者係一年生，從葉腋抽出花梗，着花2-4朵，莢長10-13公分。

L. tingitanus (Tangier pea), *L. cicera* (Flat-podded pea) 及 *L. ochrus* (*Ochrus*) 等亦為山蠶豆屬物種，有飼用作物之價值，近來美國栽植範圍日漸擴大。

(六) 車軸草屬 *Trifolium* (Clover)

1. 特性概述 此屬植物為具掌狀三小葉複葉之草本植物 (圖151) (故名 *Trifolium*)。一年生 (深紅車軸草 *Crimson clover*) 或多年生 (白車軸草 *white clover*)。托葉剛生於葉柄，密穗狀花序或頭狀花序，花之色澤不一，萼不凋落，萼片幾相等，通常狀似剛毛，花冠亦不凋落，有時固着於花絲管，二體雄蕊 (九與一)，子房無柄，胚

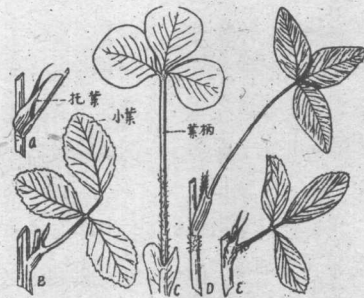


圖151. A 愛爾賽車軸草 (*Trifolium hybridum*) 之托葉
B 黃苜蓿木樨 (*Melilotus alba*) 之葉
C 深紅車軸草 (*T. incarnatum*) 之葉
D 紅車軸草 (*T. pratense*) 之葉
E 紫苜蓿 (*Medicago sativa*) 之葉
(仿 Robbin)

球數枚，小，膜狀，多數結成一粒種子（罕有多於一粒者），不裂開或作圓環裂開，種子小，腎臟形。

2. 地域分佈 屬於此類之植物約近300物種，大多數生長於北部溫暖地帶，但南及南非亦能滋生，分佈於高地及低地，除下文檢索表所列諸種外，*T. suaveolens* (Shaftl or Persian clover) 及 *T. alexandrinum* (Berseem) 二物種在美國栽培亦有相當面積。

車軸草屬主要物種之檢索表

A. 花排列為似穗狀之頭狀花序，寬度遜於長度，*T. incarnatum* (深紅車軸草 Grimson clover or Scarlet clover)。

AA. 花着生為球形或卵形頭狀花序。

B. 花冠白色或黃白色，有時渲染淡紅莖匍匐，*T. repens* (白車軸草 White clover)。

BB. 花冠紅色、紫紅色，玫瑰紅，莖直立或近直立。

C. 花有柄，托葉尖銳 (圖151A)，*T. hybridum* (愛爾賽車軸草 Alsike or Swedish clover)。

CC. 花無柄，托葉尖削 (圖151D)。

D. 小葉葉片有大斑點，具無柄頭狀花序，*T. pratense* (紅車軸草 Red clover)。

DD. 小葉葉片無斑點，具有柄頭狀花序，*T. medium* (中型車軸草 Zigzag clover)。

3. 白車軸草 *Trifolium repens* (White or Dutch clover)

i. 特性概述 白車軸草係多年生草本，主根垂直，其上生出矮而光滑之莖匍匐地面，每節能生不定根，淺根系，具長柄掌狀複葉，有倒心形或有鋸口之三小葉，托葉膜狀，葉腋抽出長花梗，梗頂着生頭狀花序，花小，芬香，白色或帶淡紅色，花初直立，成熟時則變偏斜，昆蟲傳粉為種子，豐收所必須，莢小，通常有四粒種子，種子壽命長短之差異甚大，所謂“硬實”可在土中延宕數年始發芽，此種情形通常見於發芽試驗。

ii. 地域分佈及用途 白車軸草分佈遍北美、歐洲及亞洲之大部分溫暖地帶，同時能生長於酸性土，多作飼料及牧草用，通常與康地其踏草 (Blue grass) 混合播種，可為良好之牧草地，*Ladino clover* (*Trifolium repens latum*) 為唯一不同之農業品種，通常植株較白車軸草為大，而抗寒力則較弱。

iii. 生長環境 白車軸草較紅車軸草及愛爾賽車軸草能耐陰蔽。

4. 愛爾賽車軸草 *Trifolium hybridum* (Alsike, Alsatian, or Swedish clover)

i. 特性概述 愛爾賽車軸草為多年生植物，莖直立，有分枝，較強壯，光滑，高0.3-1公尺，生长期間4-6年有側根，能生長至與主根同大，葉長有淡綠色葉脈，托葉長而尖銳 (圖151A)，小葉側卵形，葉較紅車軸草為多，通常於花盛開時割為乾草，從葉腋抽出身花梗，頂端着頭狀花序，花有柄，白色或淡紅色，莢結種子2-4粒，種子於第二年後迅速失去其生活力。

ii. 地理分佈及用途 愛爾賽車軸草原產於歐洲，以前想像其為白車軸草與紅車軸草間之雜種，與事實不符，栽培目的及方法與紅車軸草相同，惟較紅車軸草能耐寒，故常與梯牧草混合種於

高緯度及高原之地土壤不拘但以水分不充足者為宜。凡紅車軸草生長不良處，愛爾賽車軸草得以代之，尤以缺乏石灰之土壤獨能繁茂，為他種所不及。有蜜源植物之價值。

5. 深紅車軸草 *T. incarnatum* (Crimson or Scarlet clover)

i. 特性概述 深紅車軸草係一年生直立有茸毛之植物，高15-90公分，葉具長柄，托葉潤而有暗紫色邊沿，小葉殆無柄，倒卵形或倒心臟形，花序頂生，密而長，似穗狀之頭狀花序(圖152)，花紫色發亮(罕有白、黃、玫瑰紅及雜色者)，美觀。種子淡紅，新鮮時有光澤。

ii. 地理分佈及用途 深紅車軸草之耐寒力不如其他車軸草，因能耐受蔭蔽，故在果樹園栽培最為適宜。性固喜砂質壤土，而對於各種粘重土亦能適應。

6. 紅車軸草 *Trifolium pratense* (Common red or purple clover)

i. 形態習性

a. 根及莖 紅車軸草為多年生植物，稍具茸毛，分枝匍伏或直立，莖高15-60公分。生存期間變異甚大，平均約三年有一強壯之主根，則根甚發達，主根入土達1-2公尺，深能從較下之土層吸收水分及礦物質。通常地上部有二磅根可有一磅，可見車軸草作物能在地下遺留大量之有機物也。

b. 葉 小葉邊沿有茸毛，中央常有灰色斑點，且有明顯紫色葉脈之托葉。

c. 花序 花序卵形(圖153)，每一花序綴35-150紫紅色花朵，通常每穗之花朵第二作較第一作為多。花具豌豆花形式，惟花瓣於基部與花絲筒連合，形成一長約13公厘之花冠管(Corolla tube)。

d. 果實 子房發育為蒴果(圖153)，結一粒種子。每一子房有二胚珠，但通常只一粒成熟，不實性胚珠(Infertile ovules) 頗見於紅車軸草，其在第一作之百分率較大，此或即通常收穫種子在第二作之主要原因。此外以第二作收穫種子，不取第一作者，亦利於農家在一年中可收穫二次作物，蓋如在第一作收穫，則第二作缺乏養分以發育滋長，且在若干情形下，季節過於短促，不足供第二作之蓬勃生育。又第一作因傳播花粉之昆蟲亦不多，其結實較少，及營養器官之發育，亦為附帶原因。蓋枝葉繁茂之植物，必非良好之種子生產者。

當蒴果成熟時，花柱末端與基部作不規則橫裂而分離，蒴果之上部與花柱同脫去，宛如一莖種子腎臟形，黃色或黃與紫相混。

e. 受粉 紅車軸草係雄蕊先成熟，據 Westgate 及 Coe 二氏之研究結果，紅車軸草從商業立場而言，欲使結種子，必須予以異花授粉。又花粉必須來自不同種科之花粉，因來自同一種科之花粉，其結實百分率甚低。圓花蜂(Bumble bee, *Bombus*) 為紅車軸草傳播花粉之媒介，在一分鐘內能授粉30-35朵花。蜜蜂亦為有效之傳粉者，當圓花蜂息於車軸草花序之上，其吸管狀口器(Proboscis)伸入雄蕊管時，體重壓擠龍骨瓣及翼瓣(由此取得花蜜)，迫使柱頭與花藥露出，接觸蜂之



圖152. 深紅車軸草
(*Trifolium incarnatum*)

頭部於是柱頭遂為其帶來其他花花粉所澆染，同時花葯裂開，沾於蜂頭下部，蜂離去時，花之各部仍回復原來地位，蜂抹去之花蜜係從雄蕊基部必出，而聚集於花絲筒。

ii. 種類 紅車軸草在美國通常有二種，a. 普通紅車軸草 (Common red clover), b. mammoth 紅車軸草 (Mammoth red clover) Piper 氏曾將二者之區別列如下表。

| 普通紅車軸草 | Mammoth紅車軸草 |
|----------------|---------------|
| 1. 開花期較梯牧草早二星期 | 1. 開花期與梯牧草同 |
| 2. 莖中空 | 2. 莖充實 |
| 3. 生存期二年 | 3. 生存期三年或三年以上 |
| 4. 直根分枝少 | 4. 直根分枝多 |
| 5. 花常成對 | 5. 花極少成對 |
| 6. 小花梗短而直 | 6. 小花梗長而彎曲 |

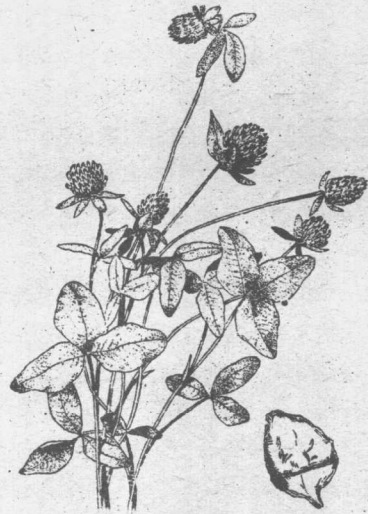


圖153. 紅車軸草 (*T. pratense*) 及其果實

Mammoth 紅車軸草又稱 Sapling clo-

ver, Bull clover, Pea vine, Perennial clover, 在歐洲又稱 Cow grass, 晚熟, 多年生, 常與梯牧草混播。

iii. 地域分佈 此物原種產歐亞洲, 近來歐洲, 非洲, 小亞細亞, 土耳其及西伯利亞等處均有栽培, 美國種植亦廣。

iv. 生長環境 紅車軸草宜於溫和潤濕氣候, 生育習性與紫苜蓿相反, 乾燥環境有碍生育, 但需要多量之石灰則相同, 耐蔭性強而適於灌溉不良之地。通常 mammoth 紅車軸草較普通紅車軸草更耐瘠, 雖砂土及酸性土亦能生育, mammoth 紅車軸草之種子較普通紅車軸草稍大, 惟頗難區別耳。

v. 用途 普通紅車軸草在美國為最有價值之飼料及乾草作物 (Forage and hay crops), 亦有用作綠肥及護土作物 (Green manure and cover crop) 者, 其栽培面積約為紫苜蓿之五倍, 由此可知在美國作物中所佔地位之重要。一般在花盛開前, 可消化物質之百分率最高, 過此則植料堅硬而纖維化。

7. 中型車軸草 *Trifolium medium* (Zigzag, Medium red, White, Meadow clover)

中型車軸草為多年生植物, 類似上述之紅車軸草, 惟植料較大, 莖較展開, 節軸屈曲, 故有 Zigzag clover 之稱, 小葉狹長披針形, 或長橢圓形, 與紅車軸草之有斑點者不同, 托葉長而尖, 花鮮紫色, 原產

於亞比利亞，一說有原產歐洲之可能引進美國後遍生於東部各地。

栽培方法及用途與普通紅車軸草相同。

(七) 苜蓿屬 *Medicago* (Medics)

1. 特性概述 苜蓿屬植物大多數為草本，有時基部木質化，如普通紫苜蓿灌木者甚少(南歐有一物種)。葉為羽狀複葉，由三小葉合成(圖151)，托葉着生於葉柄之上，小葉通常作鋸齒狀羽狀狀，尖端收縮為齒花小形，黃色或紫色，腋生頭狀花序或總狀花序。萼齒(Calyx teeth)短長度約相等，花瓣與花絲筒分離，旗瓣倒卵形，或長橢圓形，翼瓣長橢圓形，龍骨瓣短鈍形，二體雄蕊(九與一)子房無柄或具短柄，胚珠數枚，罕有一枚者，具一突錐形光滑之柱頭莢(圖156)彎曲或作螺旋形，有紋理或刺，不裂開。

2. 地理分佈 苜蓿屬包含多數物種皆產於東半球，天然分佈於東亞細亞以至南亞非利加計有七個多年生生物種及大約37個一年生生物種(其中有一物種天藍 *Medicago lupulina* 具二年生甚或可能為多年生之品系)其非多年生生物種稱“Bur clover”，為冬季一年生植物。

苜蓿屬主要物種檢索表(圖154)

A. 多年生，植科直立，花紫色。紫苜蓿 *Medicago sativa* (Alfalfa)

AA. 一年生，矮生，花黃色。

B. 莢腎臟形，無刺。天藍 *Medicago lupulina* (Hop clover)

BB. 莢圓柱形，無刺。

C. 莢有茸毛，莢直徑3.5-5公厘，小葉中央有紫斑，每莢結2-8粒種子。紫斑苜蓿 *Medicago arabica* (Spotted bur clover)

CC. 莢光滑，莢直徑7-10公厘，小葉中央無紫斑，每莢結五粒種子。 *Medicago hispida* (Toothed bur clover)

* 3. 紫苜蓿 *Medicago sativa* (Alfalfa, hucerne)

i. 紫苜蓿為深根作物，幼小時通常有主根直向土中伸入，僅有少數側根發生，普通側根

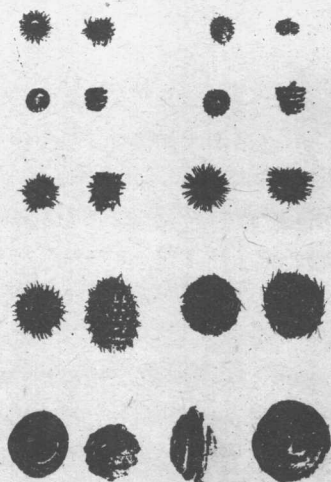


圖154. 苜蓿屬十個物種之莢形
第一行, *M. arabica* and *M. hispida denticulata*
第二行, *M. hispida confinis* and *M. hispida terebellum*
第三行, *M. muricata* and *M. hispida nigra*
第四行, *M. ciliaris* and *M. echinus*.
第五行, *M. scutellata* and *M. orbicularis*

(仿 McKee and Ricker)

長不過 1.2 公尺，但 Headden 氏發現一種科生長僅九個月幼根伸長已超過 2.9 公尺。通常紫苜蓿根之重量大於其地上部。

ii. 莖 紫苜蓿為直立一年生植物其生活期之長短視環境及品種而異，平均 5-7 年，在半乾燥地有活 20-25 年者。近地面處有一短而堅實之莖（即冠部 Crown）約 20-25 公分枝生焉（圖 155）。Blinn 氏曾謂冠部之性質與耐寒性有密切關係，不耐寒之紫苜蓿有一直立生長之冠部，只有少數之芽及枝條自地下發育耐寒性之冠部較開展，從地面下發出之芽及枝條甚多。在後一情形下，幼芽及枝條遂為土壤所保護而免於凍害。如 Grimm 及 Baltic 皆係耐寒品系。紫苜蓿之莖較細長而分枝亦較多，普通紫苜蓿無根莖黃苜蓿（*Medicago falcata*）之若干品種則有之，又間或見於若干斑色品種（Variegated types）。

紫苜蓿之“收割”（Cutting of Alfalfa）紫苜蓿收割次數之多寡與生長季節之長短及水份供給有關。美國大多數紫苜蓿栽植區域通常收割三次，惟在 Imperial valley 及 California 有收割多至九次者。此種作業表示紫

苜蓿冠部發生枝條之能力甚強。第二作或第三作之枝條於植物將開花時開始出現。通常即於此時收割。蓋如是可將正常作為發育果實及種子之養料移以促進次一作幼株之生長。普通播種後第一年生長甚慢，幾不可收穫。由第二年始方逐漸增加收量。每一個月至一個半月可收割一次。紫苜蓿之葉在開花時含營養物質最富，約佔全株蛋白質量 80%，故宜研究收穫方法，以防止葉之損失。不同時期收穫對於紫苜蓿品質及化學成分稍有差異，但目下尚乏充分數字，以決定其相對飼料價值耳。

紫苜蓿為損耗土肥之作物（Heavy feeder），據 Ames 及 Boltz 二氏之研究，三噸之乾草產量含氮 163 磅，磷 17 磅，鉀 99 磅及鈣 90 磅。

iii. 葉 葉由三小葉組成，交互排列（圖 151E），小葉長橢圓形，緣邊有銳利之齒，尖端係由突出中肋收縮而成，托葉明顯。

iv. 花序 密集總狀花序，從分枝之葉腋抽出。

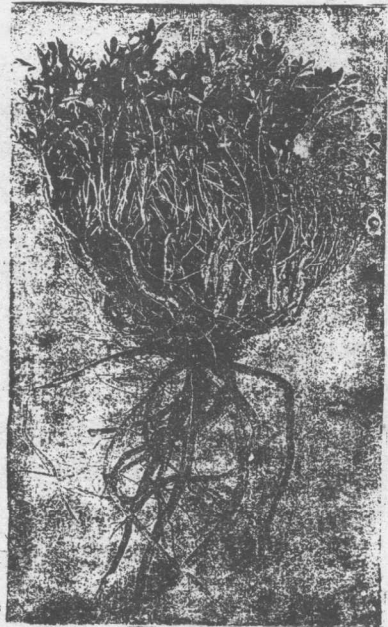


圖 155. 紫苜蓿之植株示根冠上生出極多之枝條 (Shoots) (仿 Headden)

v. 花 通常紫色,但在斑色品種可有藍色,青色或黃色者,萼齒較萼管長,旗瓣稍長於翼瓣,翼瓣又長於龍骨瓣,花絲筒為龍骨瓣內面二相向之側生突出物(Lateral projections)所包握(圖156).

vi. 授粉(圖156) 紫苜蓿具有一種擴散花粉之機械作用,當龍骨瓣兩邊緣展開時,花絲筒解放雌蕊與雄蕊及龍骨瓣相撞,花粉因以散佈,此種作用稱為“解鉤”(Tripping),通常龍骨瓣之析離,多為昆蟲吸吻從其兩緣間伸入所引起,惟紫苜蓿之花可不受昆蟲之採探而自行張開,特名之曰自動解鉤(Automatic tripping),溫度與溫度或為自動解鉤之原因。

自花與他花授粉對於紫苜蓿均為有效,自花授粉乃自動解鉤之結果,在授粉昆蟲稀少之區域,因亦有多量種子之收穫,但他花授粉可以增加莢之數目與每莢結子之數目,則為確定之事實。

vii. 影响種子產量之因素 紫苜蓿之他花授粉較自花授粉能增加種子之收穫量,前已述及,是故授粉昆蟲繁多者,可以增加種子之產量,但昆蟲稀少之地方,亦有得豐滿之收穫者,在濕潤區域,通常種子產量減少,又當花期灌溉水過多,對於種子之生產量有碍,美國紫苜蓿最高種子生產地,乃在 Kansas, Colorado, Utah 及 Idaho 之乾燥區域,疏播之種子產量較密播區為多,陽光對於自動解鉤有助。

Martin 氏發現紫苜蓿子莢之形成,視花粉能否發揮通常功能而定,極粉需要某種水量以發芽,當花粉粒落於柱頭時,其所獲水分與柱頭水分之供給及空氣濕度有關,惟其發芽所需水分供給量,可由增加土中水分或植物附近之空氣濕度而改變之。

viii. 果實 果實為不裂開之莢,卷繞二次或三次(圖157),每莢結種子1-8粒,腎臟形,長約0.3公分,能保持生活力多年。

發芽與幼苗 幼苗包含二短子葉,一胚軸(幼莖)及一主根,第一葉為單葉,至第二第三葉及以後各葉,則皆為羽狀三小葉(Trifoliate),幼苗初形成一直立而僅有少數分枝之莖,故在初期生長甚慢,迨後從最下部之節及子葉腋內發生多數分枝,卒成複雜之冠部。

ix. 地域分佈 普通紫苜蓿原產於西亞細亞,或發源於西印度,至地中海區域,乾燥之熱帶與亞熱帶皆適合其繁殖,惟熱而多雨之地則非所宜。

x. 紫苜蓿之品種 現一般認紫苜蓿為一雜種植物種(Heterogeneous species),由多數品系品種甚至於亞種(Subspecies)組合而成,Westgate 氏謂若干耐寒品系(例如 Grimm)之具有耐寒性,即含有抗寒黃花苜蓿(Hardy yellow flowered or Sickie alfalfa, Medicago falcata)

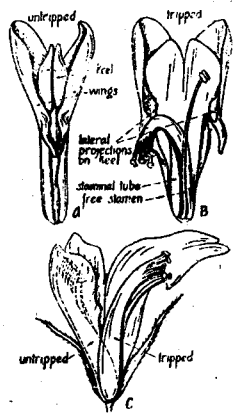


圖156. 紫苜蓿之授粉
A. 未解鉤之花(花萼及旗瓣移去)
B. 已解鉤之花
C. 解鉤與未解鉤雌蕊管之位置
(U. S. Dept. Agri.)



圖157. 紫苜蓿之果實及種子

之幾分血統如普通紫苜蓿(*M. sativa*)與黃花苜蓿(*M. falcata*)種植一處則各種形式發生此等雜種形式皆不固定嘗以與普通紫苜蓿重行雜交或彼此間互配多次如斯即產生所謂斑色苜蓿("Variegated alfalfa")若干植物學者認Sand lucerne (*Medicago medio*)係 *M. sativa* 與 *M. falcata* 間之天然雜種其他植物學者則認為一不同物種。Sand lucerne 花之顏色自藍紫至黃均有並具各種中間色度其種子較普通紫苜蓿為輕為耐寒形式前述之 Grimm alfalfa 確具雜種特性其親本係普通紫苜蓿及黃花苜蓿其他知名紫苜蓿形式有土耳其斯坦德國美國阿拉伯秘魯等品系。

土耳其斯坦(Turkestan)品系於1898年得自俄屬土耳其斯坦植科通常較其他普通種為小葉亦狹而多毛需水量不多且能抵抗極低溫度德國紫苜蓿與土耳其斯坦紫苜蓿相似但其耐寒力較小且其產量遜於美國品系美國品系為美國西部最普遍之紫苜蓿阿拉伯品系不能耐寒故其在美國之栽培只限於溫暖之各州如 Arizona, New Mexico, Texas 以及 California。秘魯品系生長繁茂適宜栽培於冬天氣候溫和且便灌溉之美國西部, Brand 氏提議將其列為一不同之品種 *Medicago sativa* var. *polia* 植科較高分枝較少其在種植之後生長與復原亦較普通栽培之紫苜蓿為快花稍長花苞較萼齒或萼管均長。

Xi. 生長環境 紫苜蓿能抵抗空氣乾燥之高溫但高溫如伴以潮濕之空氣則將受致命之損害因此特別適合種植於乾燥之熱帶或亞熱帶其對於低溫之耐力因品種而異與耕種方法畧有關聯, Grimm 及 Baltic 品系即較普通紫苜蓿受害為輕。

下列數字表示紫苜蓿與其他作物需水量之比較。(材料來自 Briggs 及 Shantz)

| 作物名稱 | 需水量(磅) | 作物名稱 | 需水量(磅) | |
|------|--------|-----------------------------|--------|-----|
| 粟 | 310 | 燕 | 麥 | 597 |
| 高粱 | 322 | 馬鈴薯 | 薯 | 636 |
| 玉蜀黍 | 368 | 苜蓿 Peruvian S.P.I. (30,203) | | 651 |
| 小麥 | 513 | 紫苜蓿 Grimm S.P.I. (25,695) | | 963 |

紫苜蓿雖比較需要多量水分,但亦能抵抗早熱,此乃其根系深長能吸收較下土層之水分也。

紫苜蓿不能耐鹼若土壤排水不良便將受害土中若有石灰則生長茂盛我國西北部及北方諸省雨量少,土壤富石灰質,紫苜蓿之栽培甚為普遍南部雨量多,土壤大部為酸性栽培較不適宜然排水佳良之旱地施以相當之石灰亦未嘗不可以栽培,土壤種類對於根系形式影響甚大,堅滯之土壤妨礙根部之發展支根殊少,若土質鬆軟則直根非常發達。

XII. 用途及生產 紫苜蓿在美國西部為一種重要之乾易作物,1909年美國紫苜蓿栽培總面積為 40,707,146 英畝其中西部各州之栽培面積即佔 4,523,513 英畝主要為 Kansas, Nebraska, Colorado, California 及 Idaho 五州法德非洲及遠東各國均有栽培。

4. 天藍 *Medicago lupulina* (Hop clover, Black medic, Yellow trefoil) 天藍為一年生植物,間有多年生,莖四角,有毛,基部發生分枝,分枝匍伏而展開紫有柄,由卵形卵形或球形或有錘

齒之小葉組成花小形黃色，密生於長方形或圓柱形之頭狀花序上，莢黑色，呈螺旋形，種子有紋理單粒。

原產於歐亞洲，現廣佈於美國大部份及其他溫暖區域之田野，時或栽植於瘠瘠地區充綠肥用。

5. 紫斑苜蓿 *Medicago arabica* (Spotted bur clover) 紫斑苜蓿為一年生莖光滑，偃伏，小葉中央有暗斑點(圖154)長球形，纏繞3-5次作為螺旋形，邊緣有密生交叉之小刺，種子腎臟形，約25公厘。*Medicago arabica inermis* 為一無刺莢品系。

原產於歐洲及西亞，細亞，美國沿海各州多栽培之充牧草用。

6. 棘苜蓿 *Medicago hispida* (Toothed bur clover) 棘苜蓿係一年生植物，莖光滑，葉橫臥，叢生於小葉葉面之白色或深紅斑點隨年齡增加而逐漸減退，花黃色，葉具網狀脈紋，作螺旋轉，有刺，種子自淡黃色至褐黃色，腎臟形，長約3公厘。*Medicago hispida reticulata* 及 *M. hispida confinis* 係無刺形式。有刺之 *M. hispida denticulata* 原產地地中海北部，中日歐洲南部均有野生，美國加州栽培非常普遍，宜於壤土，抗濕力弱，充牧草乾草，覆土及綠肥作物用。

除上述紫斑苜蓿及棘苜蓿二物種外，一年生之苜蓿尚有35物種，其栽培範圍不廣，皆屬原產地中海之溫帶植物。

(八) 香草木樨屬 *Melilotus* (香草木樨 Sweet clover)

1. 特性概述 香草木樨屬植物一年生或二年生植物，高，直立，有香味，葉由羽狀三小葉組成，有柄，葉大邊緣有鋸齒，葉脈即於齒端收縮，花梗從葉腋抽出，花排列成纖長之總狀花序，綴於花序之一側，花形小，白色或黃色，萼齒短，大小約相等，旗瓣倒卵形，或長方形，翼瓣長方形，龍骨瓣短而鈍，兩龍雄蕊(九與一)，子房無柄或有柄，具一線形花柱，莢小，橢圓形或球形，不裂開或最後裂開為二瓣，通常僅有種子一粒，常年收穫之全部種子通常於第一季節均為“硬實”而不能發芽。

香草木樨有15-20物種，原產歐洲、非洲及亞洲，英文名稱有 Wild alfalfa, Melilot, Giant clover, Bokhara 及 Sweet clover 等。

幼植物類似紫苜蓿，而可由其葉帶苦味及小葉較厚而與紫苜蓿識別。

2. 香草木樨屬之物種 香草木樨屬有二普通物種，即白香草木樨 *Melilotus alba* (White sweet clover) 及黃香草木樨 *M. officinalis* (Yellow sweet clover)，此外尚有若干其他物種，亦有栽培，惟範圍不廣，如 *M. indica* ("Sour clover")，*M. altissima*, *M. gracilis*, 及 *M. speciosa*。

茲將白香草木樨與香草木樨二物種之性狀分別於右：

| | |
|---------|---------------|
| 白香草木樨 | 黃香草木樨 |
| 普通二年生 | 普通一年生，有時為二年生。 |
| 花白色 | 花黃色 |
| 旗瓣略大於翼瓣 | 旗瓣與翼瓣約相等。 |
| 莢卵形光滑 | 莢卵形，常有微毛。 |

3. 白香草木樨 *Melilotus alba* (White sweet clover)

1. 概述 白香草木樨係直立，光滑，二年生之植物，播種後第一季節高可達0.9-1.2公尺，第二

季節生長較速，美國北部收穫二次，南方則可收穫三次，新芽於植科每次刈割後即自其近地面基部伸長，因此刈割不可過近地面，葉厚，長方形，小葉有細齒，基部較狹，尖端平截，缺刻或圓整，總狀花序，花梗纖長，花簇數多，花常綴於梗之一側，白色旗瓣較翼瓣稍長，莢卵形，有網狀脈紋，光滑。

ii. 分佈 原產歐亞洲，東亞及我國西藏均有少量栽培，美國及加拿大則甚盛，多用為飼料。

4. 黃香草木樨 *Melilotus officinalis* (Yellow sweet clover) 黃香草木樨與白香草木樨甚相似，惟植科生長不及後者之高大，花黃色，開花期較早，普通為一年生，二年生者較少，原產歐亞洲，與白花香草木樨均已在我國馴化，現分佈於南北各州。

5. 生長環境 香草木樨宜於半乾燥或潮溼氣候，對於各種土壤——黏重或輕鬆土，肥土或瘠土，灌溉良好或不良之地——均可適應，又能抵抗旱魃，凡車軸草及紫苜蓿不能栽培之地，亦可生長。

6. 香草木樨之用途 香草木樨與其他豆科植物相同，其根部能予根腐菌以營養，植科翻入土中充作綠肥，其更新土壤之價值，實可與紫苜蓿比擬，通常用乾芻及牧草，在紫苜蓿及紅車軸草種植不能成功之地，可為代替之飼料作物，花開後，植科組織即變粗糙，不通動物胃口，故應於開花前刈割，因其帶有一種苦味物質 (Cumarin)，牲畜最初常因不習慣而拒食，終成嗜好品。

白香草木樨生長及植科較黃香草木樨健壯，因此栽培前一作物之希望更大。

(九) 大豆屬 *Soja* (大豆 Soybean)

1. 特性概述 植科偃伏或直立，草本羽狀複葉，由三枚小葉組成，間有四枚五枚或七枚者，花有白紫二種，聚生於從葉腋抽出之花梗，排列成短總狀花序，莢線形或彎曲鐮刀形，由二瓣合成，種子有圓形、橢圓形及長圓形等形式。

2. 分佈 大豆屬有 15-20 物種，原產於東半球諸洲之熱帶區，其中只有大豆 (*Glycine max.*) 一物種有甚大之經濟價值。

3. 大豆 *Glycine max.** (Soybean, Soja bean, Coffee bean)

i. 特性概述 大豆為直立或蔓生一年生草本，莖葉密生茸毛（亦有無茸毛品種），高 0.3-1 公尺（圖 158）莖稍帶圓形，紫色或綠色，直立者（圖 158 大豆（仿 Piper）莖之下部分枝間或作平行生長，但向上者居多，通常節間較長，至蔓生者，主莖與分枝持長，質柔弱，伏地成纏繞狀，節間較短，結實習性據孫醒東氏之記載，有有限習性及無限習性兩種，惟大多數品種為有限生長 (Definite growth)，而與豇豆不同，即前者植科生長達某一程度，其種子便行成熟，而所有豆莢皆在同時成熟，非如後者在植科生存時即能產生新莢花（圖 159）莖生於從葉腋抽出之花梗上，形小，白色或紫色，蝶形，兩體雄蕊（九與一），雌蕊一枚，長與雄蕊齊平，柱頭球狀，子房周圍密生茸毛，一室合胚珠 1-4 枚，自花授粉，天然雜交率在 1% 左右，葉互生，普通由三枚小葉組成，小葉橢圓形，尖端作



圖 158 大豆 (仿 Piper)

* 大豆學名非常混雜，有 *Soja officinarum*, *Soja japonica*, *Glycine hispida*, *Glycine soja*,

Soja max. 經 1917 年萬國植物名詞考證會通過，採用 *Glycine Max.*

鎗鋒狀或狹鎗鋒狀聚生於長葉柄上。葉柄基部有三角形托葉二片。葉長2.5-5公分，黃色或褐色，外被茸毛(光滑種則無毛)，一植株可結豆莢多至300-400個。每莢含種子1-4粒，通常二粒。在溫暖氣候下大豆為豆科植物中種子生產最多之植物。莢殼由二片合成，其縫線之一為胎座，種子以珠柄附着其上，初為運輸養分通路，另一縫線為合口，成熟時合口開裂，種子躍出，其開裂性小者為佳種。種子顏色有黃、褐、青、黑及兩合色等，形狀在品種間亦有差異，自圓形、橢圓形以至長圓形，子粒更有大小之不同。種子生活力之保持至多五年或六年。從種子外表觀察可見其合點、臍、臍接處及珠孔(圖160)。胚有子葉二片，無胚乳，發芽時由珠孔生出幼根，然後幼莖延長以生幼芽，即成幼苗。幼芽與子葉皆在地下，非如豌豆發芽之後子葉埋於地下，幼莖光滑無毛，赤紫色或灰白色，與花色為正相關。據此可以推測將來之花瓣顏色，根有主根與側根之別，主根短而強，根入土深度隨土壤種類而不同。

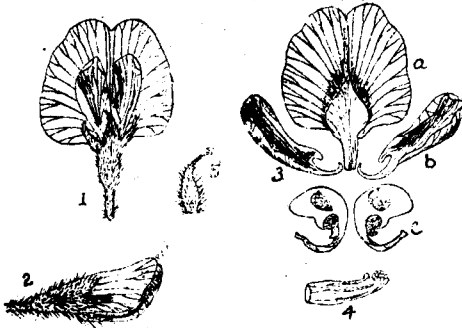


圖159. 大豆之花
 1. 正面
 2. 側面
 3. 花冠之各部
 4. 雄蕊
 5. 雌蕊
 a. 旗瓣
 b. 翼瓣
 c. 龍骨瓣
 (仿 Piper and Morse)

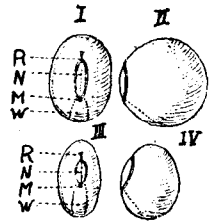


圖160. 大豆之種子
 I. II. 日本之黃色品種
 III. IV. 其他品種
 N. 臍 (Hilum)
 R. 合點 (Chalaza)
 M. 珠孔 (Micropyle)
 W. 透過種皮所見之幼莖
 (仿 Kondo)

大豆根莖葉及種子之內部組織詳見圖161-163。

大豆原產東亞栽培面積亦以東亞為最廣，尤以我國出產最為豐富。近百年來以其用途日新，各國莫不競相引進。大豆生長之氣候為在生長期平均有15°C以上之氣溫，全生育所需積溫最高3000°C，平均為2700°C。其對水濕之需要因生長期之不同而有差異，花前宜雨，花期宜乾燥，結莢期又宜潤濕。大豆對土壤不甚選擇，就一般而言，其在比較寒冷區域以輕鬆砂質壤土為佳，在溫暖地帶黏土亦能適宜。任何土壤若含有較多之石灰質而帶鹼性，排水良好，以之栽培大豆生長必優。

ii. 用途 大豆用途至大，豆粒可製糖、酒、醬、豆乳、豆腐、豆芽、醬油、豆粉、點心類及酪素(Casein)等。大豆餅為主要之有機氮肥料，與植料相同，可充牲畜飼料。豆油除直接供食用點燈外，今日工業上多利用之以製肥皂、甘油、硬化油、防水劑、塗料(Paint, Varnish, Linoleum)、樹膠代用品、人造石油、蠟、機械用油、印刷墨、橡皮代用品、不透水物品、黃油、汽車機件與鋪公路。

近來利用大豆之尿素分解酵素，以便人尿腐熟，可減少氮素損失，對於農業有莫大利益，其法特

圖162. 大豆根莖葉內部組織 (仿Bell)

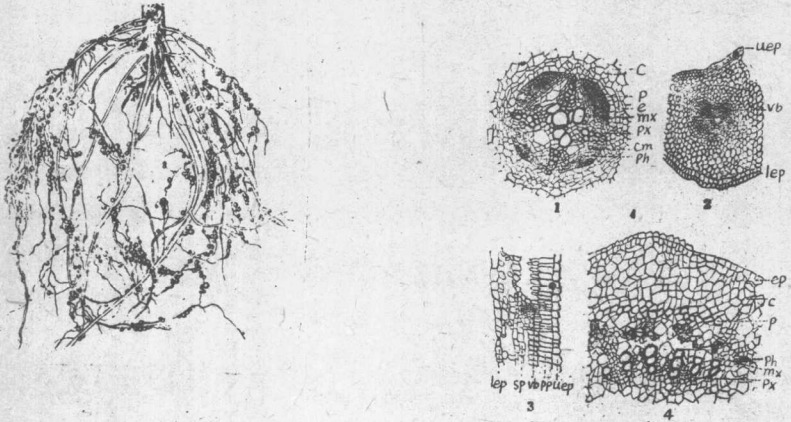


圖161. 大豆之根瘤 (仿Piper and Morse)

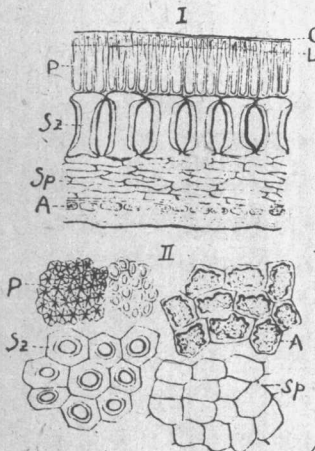
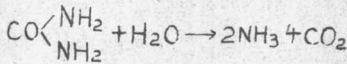


圖163.

- I. 黃大豆種皮之橫斷面
- II. 黃大豆種皮之水平切面
- C. 表皮
- L. 明線
- P. 柵狀細胞
- Sz. 柱狀細胞
- Sp. 海綿狀細胞
- A. 蛋白質層 (仿Kondo)

1. 大豆幼根全部成長後之橫切面
 2. 子葉之橫切面
 3. 葉之橫切面
 4. 大豆第一節(即將來之莖)全部長成後之橫切面
 C. Ph. mx. px. 與 1 同

新鮮尿子中加入大豆粉二份再用蓋蓋好,在20°C經過半日尿中尿素能完全分解為氨(NH₃)及二氧化碳其反應式可書如次:



大豆含蛋白質甚高,而含炭水化合物則甚低大豆餅之炭水化合物含量為33.85%,小麥粉則為75.35%大豆餅之蛋白質含量計為47.3%,小麥粉則僅含11.0%據Henry及Morrison(1920)對於各種作物蛋白質含量之分析結果如下表:

| | 大豆 | 豌豆 | 蠶豆 | 菜豆 | 小麥 | 燕麥 | 高粱 | 玉米 | 稻米 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 蛋白質% | 40.6 | 24.6 | 22.5 | 18.1 | 13.0 | 12.4 | 11.6 | 10.1 | 6.3 |

雖然大豆蛋白質之含量,乃因品種而異,品種間之差異由28-56%,含量高低相差一倍,又其油分含量亦依品種而大異,不同品種

之含油量可自12-26%。

(十) 豇豆屬 *Vigna* (豇豆及其有關物種)

1. 特性概述 豇豆屬植物通常為攀緣或蔓生草本間有直立者，亦有介於直立與蔓性之間者，其習性與菜豆甚類似不同之點為此屬植物莖面概生小縱槽龍骨瓣短而彎曲，不呈螺旋形，葉為單數羽狀複葉，由三小葉組成，花梗頗長自葉腋抽出於其先端排成頭狀花序或總狀花序，萼具五齒，二體雄蕊(九與一)，子房無柄胚珠多，花柱沿內側之邊有茸毛，莢細長線形或微曲，由二瓣合成種子與菜豆甚相像。

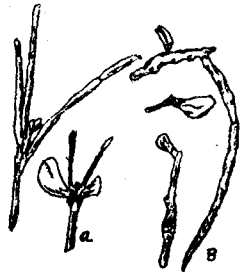


圖164
a. 短莢豇豆之花與果實
b. 普通豇豆之花與果實

2. 物種 所有豇豆屬物種皆原產熱帶及溫帶，其經馴化栽培者僅長莢豇豆 *Vigna sesquipedalis* (Asparagus bean)，短莢豇豆 *Vigna catjang* (Catjang) 及普通豇豆 *Vigna sinensis* (Cowpea)，長莢豇豆有懸垂之莢莢長30-90公分，種子腎臟形，長8-12公厘，短莢豇豆莢小形，長7.5-12.5公分，通常直立或向上，普通豇豆長20-30公分，成熟時下垂(圖164)，三者之中，以普通豇豆最有經濟價值。

3. 普通豇豆 *Vigna sinensis* (Cowpea)



圖165. 豇豆 (仿Piper)

普通豇豆(圖165)為茂生之一年生草本，具堅強之立根，再由主根伸出將近水平長約30-60公分之側根，大部分之根系分佈於地面下30公分範圍內，品種習性從匍伏之蔓生草本以至高而半叢生形式，普通豇豆能無限生長(Indeterminate growth)即在環境適合時，其生長可以無限繼續，多量之水分及濕熱對於大多數豇豆營養器官之生長甚為有利，而不佳環境則可以刺戟種子之生殖，如美國早熟品種之初次莢可在70或90日內成熟，但在墨西哥各州則若干品種在同一時限內竟猶未開花。

花白色或淡紫色，每一花柄之基部有三片花苞(Bracts)通常為自花受精，但以花器具有蜜腺分泌蜜汁誘致蜜蜂及圓花蜂等昆蟲之採探，故雜交終不能免，莢長圓柱形，略彎曲，種子間隙通常收縮，結子多，種子形狀有腎臟形與球形之不同，顏色亦有黑白赤褐紫及黑斑種種差別，又或有圍圍繞白膜，以莢及種子形狀可將豇豆分為球形種(Crowder group)及腎形種(Kidney group)二大類前者種子球形，莢壁較厚圓柱形，後者種子腎狀，莢薄壓緊縮。

4. 生長環境 豇豆原產熱帶，凡有暖熱夏季之地方均可栽培，能耐熱抗旱，忌霜，在事實上其所需濕熱較玉蜀黍尤甚，而夜間之不宜寒冷，則與玉蜀黍同，土壤不拘種類，如排水良好，便可生長。

5.用途 豇豆之經濟價值甚大莖葉富營養分用作乾草青料均宜固含有機物質甚豐故為綠肥中之最佳者嫩莢可充蔬菜種子可製餅餌並為家禽飼料又種子烤製後可為咖啡代用品。

(十一) 落花生 *Arachis hypogaea*, L. (Peanut goober)

1.形態及習性 落花生為一年生夏季草本植物不耐霜害而抵抗風雨之力甚強。

i.根 主根頗發達旁生多數側根後者多深入土中,但亦偶有接近地面者根上有圓形根瘤(Root nodule)能固定空中游離氮素據Pettit(1935)Richter(1899)與Hector(1938)諸氏報告謂其根無根毛而據Waldron(1919)氏之報告近側根之頂端有少數根毛犬狹根毛之有無因品種與環境而異。

ii.莖 高30-60公分,主幹直立則枝多俯伏地面故抗風力大若匍匐型(Procumbent type)側枝始終偃伏地面叢生型(Fastigiata type)側枝幼時多少具直立性後乃有偃伏之傾向嫩莖圓柱形有毛節間短,老莖則稍帶稜角,中空匍匐種產量較多,但收穫不易,且成熟較遲

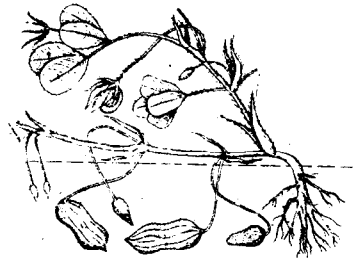


圖166. 落花生

叢生種則反是莖在未成熟時為濃綠

色成熟後變為暗色,且莖上附有褐色小斑,為成熟特徵之一若干品種由分枝復生分枝而若干則否(圖166)。

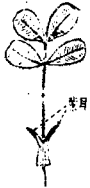


圖167. 落花生之根與葉
上: 果實及根瘤
下: 葉

iii.葉 葉為羽狀複葉(圖167)互生托葉二片長約2.5公分,尖細如三角形,基部與狹長之葉柄相融合,此部分稱為葉枕(Pulvinus),該處水分之含量與葉之張開有關花生之葉在晚間或雨天其葉柄向下彎曲,小葉向上移動,以至小葉腹面接觸摺合為止,下部一對小葉畧圍摺於頂部兩小葉之外此種現象即為睡眠運動(Nyctitropic movement)葉柄扁圓,頗長,生茸毛,中有小溝,小葉柄(Petiole)甚短約0.3公分長多毛,小葉四枚列成兩對,長4-6公分,全緣卵形,或長倒卵形,先端鈍形或有小突出葉面光滑,葉背灰白,具茸毛,葉脈為羽狀網脈,小葉主脈有紅色素或無之,葉柄茸毛之多少與環境有關,凡乾燥之地毛茸多於濕潤之處。

iv.花(圖168) 蝶形花多單生,或二花簇生於葉腋長梗,長3公分許,花冠呈黃色或淡黃色,極少為白色者,Stokes, Hull

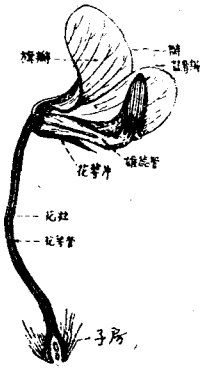


圖168 落花生花之解剖圖(仿Tanberl)

二氏(1930)與Bentham氏(1839)認花生為兩型花(Dimorphic flower),一為雄性花不結實,一為雌性花可結實。但Poiteau氏(1905)與Hector氏(1938)則謂其並無兩型花之別,因生在莖下部之花為可孕性,居上部者為不孕性,僅以生長部位之不同而已。花柄短但其長度亦有變異。一般有茸毛,花萼五裂,色有淡綠與濃綠之別,萼片下部連合而成細長之花萼管(Calyx tube),長約3公分,花冠生於花萼管之邊緣,使萼管宛如花柄,故落花生為上位花(Superior flower),子房下位,花冠分瓣,兩體雄蕊(九與一),有時雄蕊僅有九個,則成單體雄蕊,十枚之中有二枚多為不孕,其他八枚則有授粉能力,八枚之中有四枚花藥延長約二室,縱裂,其餘四枚花藥長圓,一部分花粉不能成熟,雌蕊具無柄心皮與一頂生柱頭(Terminal stigma),花柱細長,包在雄蕊管內,向上彎曲,頂端有柱頭面(Stigma surface),未成熟之柱頭常在雌蕊管之中,成熟時則伸長與花藥接觸,昆蟲除刺馬(Thrips)外,鮮能侵入花中,反常不孕花之花柱不能伸長,達雄蕊管之半,子房單室內有胚珠1-5個,子房之下連有子房柄(Gynophore),成熟之子房柄乃為莖之典型組織,內約有13個維管束,維管束中有形成層,木質部頗狹,據Waidron(1919),Winton, Pettit(1805)與Richter(1899)報告,在地下之幼嫩子房柄與正在發育之莢果具有單細胞之毛,其功用一如根毛,能吸收水分與養料,以供植料與莢果之需。但Reed氏(1924)謂在正常情形下,此種毛茸發生甚少,授粉後子房與花托間之部分,即子房柄隨即中長,彎向地面,使尖銳之子房插入土中,或謂落花生子房柄向地下生長成熟之理由係由於背光性,若干學者認為係向地性,但究竟受何種刺激至今未能確定,伸入後子房橫臥土中,漸形膨大,不克伸入者則否。

V. 果 果為莢果(Pod or Nut),長橢圓形,不開裂,表面呈10條或10條以上之凸起縱紋,其間復有較細之橫紋,致莢果之表面呈網狀凹凸不平狀態,殼色及表面特性因品種及栽培土質而不同,如大英洋花生之莢果,表面較為平滑,而蜂腰花生小英花生則表面凹紋甚深,呈粗槎狀,又如大英洋花生之殼在沙質土壤者,色淡黃而光潔,然種於腐植質多之土壤則殼帶斑點,每果具種子通常1-3個,多者1-6個,但以2個為普通。

殼之內部構造分外果皮(Epicarp)中果皮(Mesocarp)及內果皮(Endocarp)三部,其表皮有與柵狀柔軟組織相當之一種特質細胞,中果皮具有多數之螺旋狀纖維及黃色之海綿狀組織,內果皮甚薄,無色。

vi. 種子 成熟之種子呈長圓形,長卵形或圓形,着生胚之一端外圍如短喙,另一端則斜平,具直生胚珠(Orthopous ovule),種皮薄,色由赤至褐紫,變異頗多,種柄(Funicle)短小,帶白色臍,亦為灰白色之小點,種皮甚薄,似為五六邊形,細胞構成子葉(花生仁)則為上皮與中葉層兩部分所組成。

上壁厚狀係由皮膜細胞變成，內含微細澱粉粒，空胞之側細胞，則含有膠質粒，中葉層形成柔軟組織，中含澱粉粒與脂肪。

種子之胚芽有三，疊摺如紙，萌發時胚軸伸長，將子葉帶至地面，頂芽先發育形成主軸，其後二側芽迅速繼續生長，形成側軸，因是幼芽有三軸。

2. 分類 Waldron (1919) 依花生之形態分為叢生型與匍匐型兩亞種，Cheuallian (1929) 亦分花生為蔓生型 (*Arachis africans*) 與叢生型 (*Arachis asiatica*)，與 Waldron 氏之分類法名異而實同，Robbins 則按果莢之大小，分為下列二類。

大粒種 概為晚熟 (130-150日)，有叢生於蔓生之別，前者莖直立，高約三寸許，後者偃伏地面，莖葉均大，帶淡綠色，莢大而長，殼光滑，種粒大，種皮赤褐色，每莢含種子 1-2 粒，油分不過 40% 許，收量比小粒種多，同時收穫之勞費亦少，大洋花生屬之。

小粒種 為早中熟種 (100-130日)，如浙江之小落花生，廣東之黃蜂腰均屬之，莖葉細小而堅直，帶濃綠色，莢形細長，皺曲不正，呈灰褐色，含淡紅色種子 1-3 粒，種子小，油分特多，達 50% 許，收量比大粒少，可為榨油原料，此外有一種名珍珠花生，莖葉不甚葉茂，莢較短，種子近圓形，亦屬於小粒種。

3. 來源 落花生之原產地迄今尚未明瞭，一說為非洲，一說為北美洲西印度群島之 Santo Domingo，依世界產額言，以非洲之說較為近情，然據史載，美國南北戰爭時，曾以 Virginia 州之落花生產地為交戰區域，散伍後有攜帶之歸故鄉以種植者，以此推之，則西印度群島為原產地之說亦有理，在自美國南北戰爭後，感種落花生，遂漸次傳播至南美洲、亞洲南部、夏威夷、意大利、西班牙等地。

關於落花生之輸入我國，亦不知始自何年，或說自明神宗萬曆年間 (1576-1619) 傳入我國，沿海福建、廣東等省，至清咸豐年間 (1851) 則漸次廣佈於中部各省。

4. 生長環境 花生性喜溫暖，懼霜，以南北緯 36° 最為適宜，暖地產者含油量高，雨量以年均 1050-1350 公厘為最適宜，如於 550 公厘則生長不良，花期至收成均忌雨量過多，否則莢不肥大，光澤劣，收量少，收穫期降雨多，則莢色變黑，生黴，土壤不均，但以輕鬆之砂質壤土最為適宜，排水不良或酸性土壤均不宜種植，紅色或黑色黏重土壤有時固可增產量，而雌蕊柱頭不易入土，所生莢果表面常生污點，品質低下為其缺點，至於淺色輕鬆之砂質壤土，易於收成，子房柄易入土，莢殼潔淨，利於早熟，落花生最宜石灰質土，而施用石灰，有使土中鉀素易為其利用之功效。

5. 用途及化學成分 非洲東印度及西印度等處，以花生為尋常食物，我國多以炒而制食，或製糖果及糕餅以供食用，歐美則用以製花生奶油、花生醬、麵包及咖啡代用品等，近數十年來，工業化學發達，油脂工業隨之勃興，花生以富蛋白質及脂肪，故其用途益廣，莖為良好之綠肥，亦可飼畜，乾燥之莖可作燃料。

落花生之蛋白質及脂肪含量，冠於豆類，據 Montgomery (1922) 之記載，蛋白質百分率，莖含 12，全株體含 13-18，花生仁 24-26，碳水化合物百分率，莖含 24-48，全株體含 36-40，花生仁 16-18，脂肪百分率，莖部 2-4，全株體 15-21，花生仁 42-50。

(十二)次要豆科植物(Less important legumes)

下為若干在農業上次要之豆科植物,

1.羽扇豆屬 *Lupinus* (扇葉豆 *Lupines*) 一年生或多年生草本栽培為綠肥者多數係一年生葉為7-15小葉羽扇狀之掌狀複葉穗狀花序開白黃或藍色美麗之花在疏瘠之砂質土可以生長可用為綠肥。

2.雜眼草 *Lespedeza striata* (Japan clover 圖169) 一年生,分枝甚多,展開複葉由長橢圓形之小葉三枚組成葉柄短葉腋開小蝶形花我國南方各省甚為普遍野生於路旁及原野對於黏土能適應在瘠地生長優良美國近日本及我國引進大量栽植於沿大西洋之東南諸州作為牧草及乾草。

3.紅豆草 *Onobrychis viciaefolia* (Sainfoin 圖170) 多年生深根莖直立粗大高30-45公分達60公分者殊少羽狀複葉由13-15小葉組成花灰淡紅色綴於挺直之密總狀花序上莢褐色結一粒種子,成熟時裂

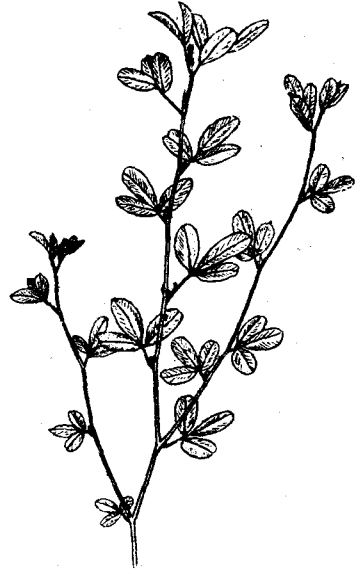


圖169. 雜眼草 (仿Hutcheson and Walfle)



圖170. 紅豆草



圖171. 賽黎地黎 (仿Stebler)



五葉草 (仿Stebler)

開種子甚易失去其生活力發芽率低，性喜石灰質土壤，凡乾燥地不宜於紫苜蓿及車軸草栽植者，獨能生長其間，可為飼料用。

4. 寒地紫荊 *Ornithopus sativus* (Serradella 圖171) 一年生植物，莖高約30-45公分，分枝多，羽狀複葉，繖形花序，花紅色或淡紫色，莢扁，縮為數節，植株可充良好之乾草，能繁殖於不乾燥之瘠土，在寒冷氣候下生長優良，惟耐寒性不甚強。

5. 五葉草 *Lotus corniculatus* (Birds foot trefoil 圖171) 又名百脈草，宿根性，高12-45公分，形狀類似車軸草，莖細長，分枝多，主根長，花黃色或紅色，3-5個簇生於莖之末端，花味苦，莢狹而下垂 (Pedant)，葉由五小葉組成，宜濕潤之地，可用為牧草及飼料，原產歐亞二洲。

6. 小紫豆 *Cicer arietinum* (Chick-pea) 又名雞豆，叢生有毛，一年生，高30-60公分，奇數羽狀複葉，花小，形白色或淡紅色，單花，莢短而細，種子近臍處具一突出之喙狀物，歐亞二洲及墨西哥均有栽植，種子供牲畜飼料及吾人食用，且可為咖啡代用品，植株含有毒素，不適作牲畜飼料。

7. 葫蘆巴 *Trigonella faenum-Graecum* (Fenugreek) 植株直立，葉與車軸草相似，莢長而尖，栽植多利用其種子作醫藥，亦充果園綠肥。

參考書

- (1) 吳耕民，蔬菜園藝學。
- (2) 孫醒東，中國食用作物 第十一章至第十九章。
- (3) 步疏森，應用豆科植物概論。
- (4) 松田秀雄，食用作物學 383頁至396頁 昭和九年。
- (5) 牧野富太郎，日本植物圖鑑 410頁至433頁。
- (6) L.H. Bailey: The Standard Cyclopedia of Horticulture.
- (7) Jone and Rosa: Truck Crop Plants P.P. 185-207.
- (8) Robbins: Botany of Crop Plants Chapter XXXVII.
- (9) Piper and Morse: The Soybean.

第二十二章 旋花科植物 Convolvulaceae (Morning Glory Family)

(一) 通性

本科植物大部分生長於溫暖地帶共含40屬,1100物種若干物種具有經濟價值其中以甘藷俗人(Man of the earth, Ipomoea pandurata 印第安人用為食料),滿月草(Moon-flower, Ipomoea bananox)牽牛(Morning glory, Ipomoea purpurea), 蔦蘿(Cypress vine, Quamoclit quamoclit)及旋花(Bind weeds, Convolvulus spp)為著通常為纏繞(多左旋纏繞)或匍匐習性之草本常含乳狀液惟若干熱帶物種則為灌木喬木。

1. 葉 互生不具托葉(Exstipulate)全緣

鋸齒形裂片或分割。

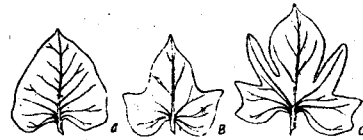


圖172. 甘藷葉形之種類
A. 圓葉 B. 角葉 C. 切葉 (仿Price)

2. 花序及花 為雌雄具備整齊之合瓣(Sympetalosu)花,集生於葉腋為腋生聚繖花序(Axillary cyme)間或單生,等着生子房下部

五片或四片,或基部零連合通常宿存,當蒴果時

作互疊狀花冠在芽時作疊攏回旋或捲繞狀後發育為五裂四裂或全緣之漏斗狀盤狀鐘狀或管狀(圖173)。雄蕊五枚或四枚生於筒狀花冠內而與其裂片互生,各具花藥花絲線形或於基部擴大等長或不等長花藥二室縱裂雌蕊成自2-5個結合心皮各心皮生二個倒生胚珠,子房上位,一室或二室(罕有三室者),或因假隔膜而分成數室(四室或六室),各具一胚珠,花柱單體,間或二三枚柱頭單體或與花柱同數。

3. 果實 蒴果或肉果種子含胚乳。

4. 主要物種之檢索表

A. 頭狀柱頭(似腐)。

B. 雄蕊及花柱裸出於花冠口外, Quamoclit.

BB. 雄蕊及花柱不突出於花冠口外, Ipomoea.

AA. 二個線形或長方形柱頭, Convolvulus.

(二) 甘藷 Ipomoea batatas, Poir

(sweet potato)

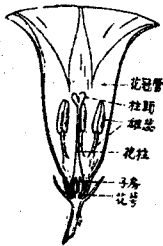


圖173. 甘藷之花

1. 根及莖 甘藷為蔓性草本,在熱帶及亞熱帶為常綠性,溫帶以北地上部於冬季枯死,以一年生草本栽培中軸恰在土面上終止,發生若干匍匐側枝,側枝不再分枝,莖左旋纏繞,長短隨品種而異,最短者叢生(無論有莖或無莖品種其節數皆相等,後者節間甚短),莖色亦隨品種而不同,常生茸毛,但亦有無毛者如 Ipomoea batatas, Lam. var. edulis, Makina 變種是根着生於莖地下部各節

或葉痕(Leaf scar)之對側或由地上莖與濕潤土壤相接觸之節上發生之初皆由細小之纖維根但在生長期中大都逐漸變大其中少數與主莖接近者特加肥大而形成可供食用之根。Turpin (1630) 首先證明地下之肥大部分乃真正之根而非塊莖若干植物學者(Kamerling氏等)對此曾持異議但 Artschwager (1924) 謂僅由原始木質部(Protoxylem)之外原型位置(Exarch position)*一點即足判定根構造說之真理。

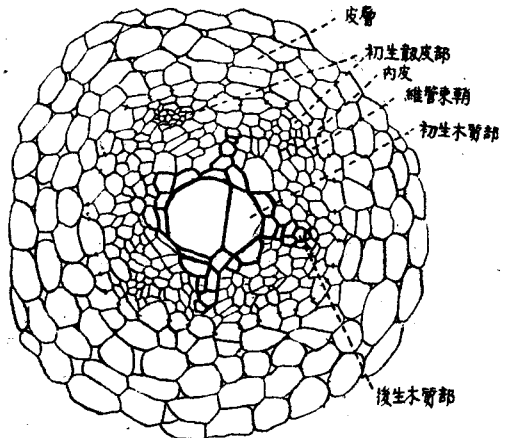


圖174. 甘藷幼塊根之橫斷面 (仿Artschwager)

McCormick女士(1916)及Artschwager氏(1924)描述根之解剖云成熟肥大之根與幼根之主要異點，乃在肥大時體積增加而成歪曲不正之狀耳(圖174)幼根具有較厚之皮層皮層與維管束組織為內皮層與維管束鞘所隔維管束之木質部與韌皮部交互排列，成幅射狀，形成層之組成極早，呈不規則之圓筒形，隔離木質與韌皮二部迨根增大時，木質間之形成層加速其新細胞之產生漸使形成層之圓筒成為對稱若有副根構成，即在初生木質部直對之形成層發生破裂，此種破裂頗似擴大之髓線，在副根接觸處之兩側伸引若干距離，副根由初生木質部相對之維管束鞘之分生細胞發生，其行數與初生木質部之群數相等，其數雖略有出入，但大致為5-6行，即在成熟根上仍見副根之縱行遺跡。

塊根(肉質根)之增大始於與莖連接點距離不遠之處，由其中薄壁細胞迅速分裂而起，薄壁細胞數量之增加使木質部分離而成若干束，每束含有一條或數條導管，在導管之四周發生後生形成層(Secondary cambium)可在根之生長期中使分散之維管束產生木質部及韌皮部，而每束復為一新形成層所圍繞，肥大根之橫切面，其木質部各別為分離之獨立群，圍以有活力之生長細胞，同時皮層細胞數目增加，藉以調節根部周圍之擴大，有間隙之薄壁組織(Interstitial parenchyma)與形成層細胞充滿於粉粒，有時若干木質部集合而成一束，穿過皮層，直通表面而行成縱脊，即所謂脈，通常發生於根增大時，周皮細胞(Peripheral cells)為根之表皮層所覆，惟表皮層不久即破裂，崩壞而代以出栓皮層(Periderm)即周皮層，此出栓皮層當根自土中取出後，厚度增加，在成熟肉質根之橫切面(圖175, 176)可見為出栓皮層被覆之極狹皮層與貯藏食料之薄壁細胞所形成之中柱，維管束即埋藏於此薄壁細胞之中心柱內，隔離此皮層與中心柱之形成層，常為副根痕跡所破壞。

塊根之形狀有橢圓形、紡錘形、球形及長短種種，其大小及色澤亦隨品種而異，橫斷後有乳汁泌

*原始木質部之自外側向中心發達的方向。

出皮部含單寧與空氣接觸後能變色，切開後之新鮮甘藷，放置片刻，肉變污色者，即因所含單寧與刀上之鐵化合物而呈黑色之故。

2. 葉 葉互生有葉柄，適在葉片基部有二小突起位於葉柄二側，即葉柄蜜腺 (Petiolar nectaries)。葉形隨品種而異，有圓形、全緣、角形、全緣、淺缺刻及深缺刻之分。中肋基部着色或不着色，着色者又有濃淡之不同。葉脈及葉柄亦復如是。嫩葉有全面着色、邊緣着色及無色三種。葉柄之細毛或現或隱，或多或少，皆為品種特性。

3. 花 甘藷之花序為腋生聚繖花序，有時單生。花梗由葉腋內生出，長3-6公分。小花梗長1.5公分左右。一花梗生2-10個分梗，普通3-7。花冠由五片摺疊而成，合瓣呈漏斗狀，酷似牽牛花。其大小隨品種而異，長約5公分，先端直徑3-5公分左右。花普通呈淡紅色，先端多為白色。美國種花筒皆為紫色，邊緣為白色。

花瓣之合着部內面隆起呈綫狀，色澤較他部稍濃。有若干品種之花冠先端於花瓣合着部凹入。花瓣之內面下端黑紫色部分，上生白色細毛。雌蕊之下部沿花瓣與子房之間有蜜槽，呈黃色柱頭球形，兩側稍壓扁，表面有無數突起。及成熟時分泌粘液。

花柱絲狀，呈白色，長約1.5公分。子房上位，略大，成卵形，二室（罕有三室者），各室有二個胚珠。受精以後子房次第膨大成蒴果。在雌蕊周圍有雄蕊五本，自花瓣之基部生出。花絲白色，纖細，下部稍膨脹，呈黑紫色，其上生細毛。五本雄蕊之長度各異，且隨品種不同，異其形式。約長0.4公分，幅0.2公分，由內外二約合成，中藏多量花粉。

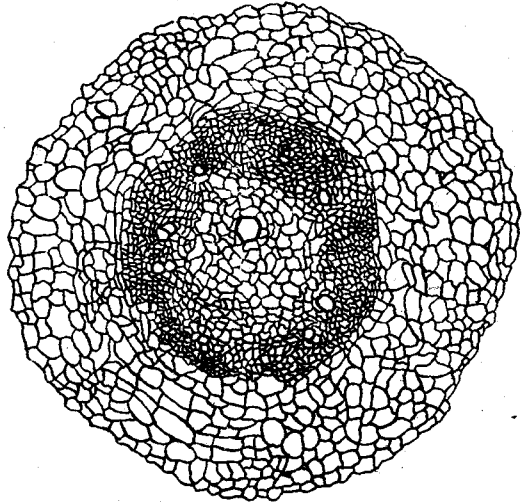


圖175. 甘藷塊根(直徑4mm)之橫斷面
(仿 Artschwager)

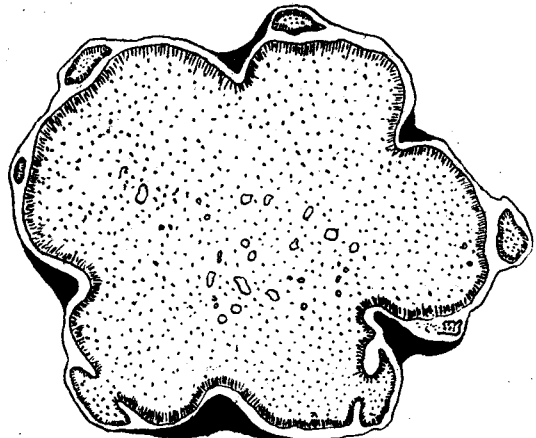


圖176. 甘藷成熟塊根之橫斷面示其突出之脊
(仿 Artschwager)

花粉粒白色球形表面粗糙而有多數小突起等位於子房之下，由五片組成呈綠色，披針形，先端呈細鈎狀內面彎曲。

4.種子 在受精後1.5-2個月成熟。一蒴果普通生1-2個種子，3個成熟者甚少。黑褐色，多呈球形，但有呈三角形、半圓形、多角形者。在溫帶極少開花呈輪結實。Hand及Cockerham二氏曾用人工延長其生育期而得種子。又Bernegg氏謂在土質瘠薄之所曾見有開花但頗易脫落，一日即凋謝。

5.分類與品種 甘藷在植物學上僅有一物種，但據日人牧野氏之研究分出如下二變種。

(1) Ipovea Batatas Poir. Var. Batatas, Makino.

(2) Ipovea Batatas Poir. Var. edulis, Makino.

第一變種牧野氏稱之謂“美洲薯”，莖較細，茸毛少，通常綠色，其中有數品種莖頗短，葉柄較細，葉綠色，缺刻頗深，葉片分離甚顯，塊根較多，形大，表皮白或淡紅色，較光滑，肉紅色或紫色者較少，白色者較多，質地細密，富水分及粘液。此一種類在世界各地栽培已久。

第二變種即稱為“薩摩芋”者，莖較粗，茸毛多，莖帶紫色者較多，尤其在嫩時常呈鮮紫色，葉柄短，葉大部全緣，具缺刻者頗少，稍有鋸齒，塊根之成熟稍晚，表皮紅色或紫色，粗糙，肉黃色，水分少而富粉質（根據日野岩氏）。

又日野岩氏謂英語之Sweet potatoes，德語之Bataten, Suss Kartoffel，西班牙語之Camote等，均係美洲薯。薩摩芋之英語名稱為Mallow-leaved-potatoes, Wild potatoes, 德語名稱為Essbarwinde。

欲將品種截然分作如上述之兩類變種殊不可能，因有不少品種介乎其間，據日野岩氏云，此等品種係由上述二變種間之雜交及變異而產生者。

甘藷之品種為數甚夥，分類頗為困難，未有完全者，今將用於分類之主要項目列舉如下。

(1) 莖之長度 (2) 葉之形態——缺刻形、三角形、圓形等 (3) 葉之色澤（莖色亦包括在內）——紫紅色、淡紫色、青綠色等 (4) 塊根表皮之色——白色、黃色、淡紅色、赤紫色等 (5) 塊根內部之色——黃色、白色、淡赤色、紫色等 (6) 塊根之形狀——球形、橢圓形、錘形等 (7) 肉之品質——粘質、粉質、中間質等 (8) 熟期——早、中、晚。

至較為完善之分類方法，當推Thompson及Beattie二氏者，茲譯述如下。

A. 葉為深缺刻，各裂片分離。

B. 葉片之基部為濃紫色。----- Ticotea群。

BB. 葉片之基部非濃紫色。----- Belmont群。

C. 莖長匍匐狀。----- Belmont組。

CC. 莖極短叢狀。----- Bunch組。

AA. 葉之缺刻不甚深，各裂片並不顯著分離。

B. 葉片之基部為紫色。

- C. 莖紫色或帶紫綠色,----- Spanish 群.
 D. 塊根淡黃色,或帶黃赤褐色,----- Yellow Spanish 組.
 DD. 塊根淡黃色,常有淡紅色乃至濃紅色之橫走條斑,----- Bermuda 組.
 DDD. 塊根暗赤色乃至紫色,----- Red Spanish 組.
- CC. 莖為綠色,
 D. 葉全緣葉尖平張根部白色,----- Shanghai 群.
 DD. 葉有6-10個淺缺刻或全緣根赤黃色或黃色稍帶赤黃色,----- Florida 群.
- BB. 葉片基部非紫色,
 C. 莖綠色,
 D. 莖粗或中等根紡錘形,黃色帶有赤黃色,並有淡黃色之脈紋,----- Pumpkin 群.
 DD. 莖細根黃褐色或赤色,卵圓形或紡錘形,----- Jersey 群.
 E. 塊根赤色,----- Red Jersey 組.
 EE. 塊根帶黃赤褐色,莖短且叢狀,----- Bush 組.
 EEE. 莖長,----- Big-stem Jersey 組.
 EEEE. 莖細長,----- Yellow Jersey 組.

6. 自家不稔 自家不授精之植物在植物界中分佈頗廣,甘藷亦有自家不稔性品種之存在,日人寺尾博(1933)氏曾將日本沖繩縣農事試驗場供試51品種分為三組之交配不稔群即A群內及B群內各品種間之交配大多只示1%以下之結實率,其中僅二三品種示百分率較此數高而已,至AXB, BXA, AXC及CXA之各種組合,多數示1%以上之結實率,最高者超過60%,僅有少數組合為例外,而示甚低之結實率,此種現象不但在遺傳學上有深厚之趣味,即於實際育種上亦堪注意。

7. 分佈及環境

i. 分佈 甘藷原產熱帶,由於栽培方法之進步及品種之改良,漸次移至溫帶,現在其栽培之極北限度如美國之聖保羅城(St. Paul)在北緯45°,我國東北之關原在北緯43°,日本則在北緯38°,福島縣為經濟栽培之極北限度。

ii. 溫度及濕度 甘藷為需要溫熱之作物,據Hand與Cockerham二氏之研究,在生長期間有適當之雨量,晚間溫暖,日間日照充分,成熟前之二個月稍乾燥為最理想,云成熟期雨量過多時,塊根口味不佳,且易於腐敗,不耐貯藏及運輸,甚至有在田間腐敗或易生龜裂而受損害者,然此時期若過分乾燥時則收穫頗困難,Hand及Cockerham二氏謂夏季生長期中之溫度在70°-100°F間時,收量最多,甘藷對霜害之抵抗力頗弱,溫度不足時即不能栽植,總之甘藷需要相當之溫度,據Semler氏稱日光及溫度對甘藷之糖分稍有關係,例如西印度所產者糖分與澱粉之比為10:9,又美國南部產者為8:10,北方種植於邊疆附近者為3:14乃至3:15。

8. 土質 甘藷對於土性之要求視氣候而異,暖度充足之地,各種土壤均屬相宜,氣溫不足之處,

則以輕鬆之砂質土壤為宜，又降雨多之地，輕土宜多，較乾燥之地則以保持水力稍強之土壤為佳。其塊根係由於同化作用所製成之澱粉蓄積而肥大者，故欲收量增多，則製造澱粉之葉部必須十分繁茂，適惟根部之能得充足水分亦屬必要。若土中水分不足，則根部因求水分而特形伸長，輸送水分之木質部亦較發達，以致積蓄澱粉之柔組織及發育不良。故在相當深度之土壤中，須不使其乾燥。Bernegg氏謂在下層土粗鬆之情形下結果不佳，而在表土輕鬆，下層土有相當硬度具有保水力時，結果良好(圖177)。土壤過分肥沃或粘滯時，每使莖葉徒然茂盛而收量減少，且塊根形狀每不規則。

9 來源及原產地 甘藷之原產地分

亞洲及美洲二學說。前說乃根據梵語 Ruktaloo 即甘藷之稱呼而起。但 Bernegg 氏謂此字係由孟加拉語 Rukta 及梵語 Alu 二部合併而成者，而 Alu 並非甘藷而係 *Arum campanulatum*，許多語言學者亦稱不能於梵語中見得甘藷一語。同時現在印度所種之甘藷，其品種並不甚多，由此非誠亞洲說者更以之為根據。De Candolle 氏之美洲原產說其所根據之理由如下。

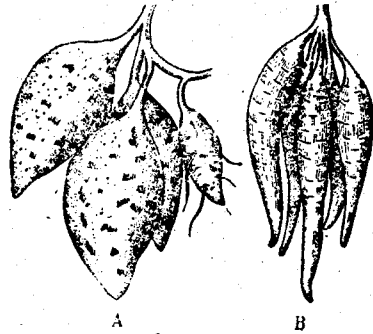


圖177 耕土之深度對甘藷塊根之影響示圖

A. 底土硬，上層耕土深度 20-30 公分
B. 同上而底土鬆軟 (仿 Bernegg)

(1) Batata 一字顯然係美洲語 (2)

美洲甘藷之近緣種存在最多，尤其在巴西。

(3) 美洲栽培甘藷時期極早，秘魯之 Anc-

on 古墳發掘時曾發現其中有甘藷。(4) 美洲之甘藷品種最多。(5) 早期之南美探險家及學者等均有記及土人將甘藷作為食料，又南美各地對甘藷之稱呼均頗相似。

氏又謂古代之希臘人及羅馬人不知甘藷一物，其輸入歐洲始於西班牙人由美洲帶歸。1600年 Clucius 氏所著之西班牙人食物記載有甘藷一物，此係其在歐洲文獻上出現之始。又歷史家記載哥倫布由美洲回，曾獻於女皇依莎貝拉，或為輸入歐洲之始。其後再由西班牙人傳入摩洛哥及馬尼刺等地，葡萄牙人傳入馬來半島云。

我國在明萬曆二十二年由華僑鄭芝龍氏由呂宋攜歸，初在福建試種後漸次廣佈遍及全國，今成為主要食用作物之一。

10. 繁殖 甘藷即在熱帶地方除行品種改良外，均僅以營養部繁殖。其方法有三：(一) 置種藷於溫床，在三四星期內即見幼芽抽出（在纖維狀側根基部有分生組織），俟出莖後移植之。(二) 種植塊根，俟出莖後截成短節移植之。(三) 切種藷為小塊，直接插種田間。

種藷在種植時在近頭部約 3 公分處切去，以木灰或硫磺塗抹種後，可得良好結果。此因頭部有數芽存在而大多纖弱之故。美國為預防病害起見，用稀薄之昇永水 (水 1 Gallon 加昇永 1 Ounce)

浸漬5-8分鐘然後取出用水洗清種植之種法有水平及斜植二種此係視頭部之是否切斷而定切斷者宜斜植否則宜水平種植宜淺通常以塊根之一部分露出土面為宜過深時則發芽遲緩而苗有軟弱之虞。

苗莖之剪取據日本農事試驗場九州分場之試驗結果在長度2公尺以內之幼莖以剪取其莖部時之產量假定為100時則剪取中部者產量可有154先端者達170。故莖長時以剪取先端為佳。一般之苗以節間短而粗無病蟲害強健良好者為佳苗採取後不宜立即插植以莖2-3日以至7日之貯藏於日陰處然後插植之成活數多生育亦較良好插植方法有(1)斜插(2)全底插(3)釣針插(4)凸面插(5)波形插(6)水平插(7)改良水平插七種作法如圖178所示。

11)用途 甘藷用途甚廣可充人類食品及家畜飼料我國有若干缺乏米糧省份幾賴以為生蒸煮或煎均可福建連城馳名之“番薯乾”乃蒸後壓平晒乾製成味香甜而軟非常可口塊根含有多量澱粉為製造澱粉及酒精原料且富糖分可作糖餡我國農家多用以製造燒酒熱帶地方以與可拉(Cola)混合製成一種啤酒而印度群島用作製造Mobby酒

葉含有敗血病之抗毒素在我國北方多用莖葉為牛馬羊駱駝之飼料。Keitts氏謂甘藷之乾莖葉較諸豆科牧草所含養分尤為豐富。

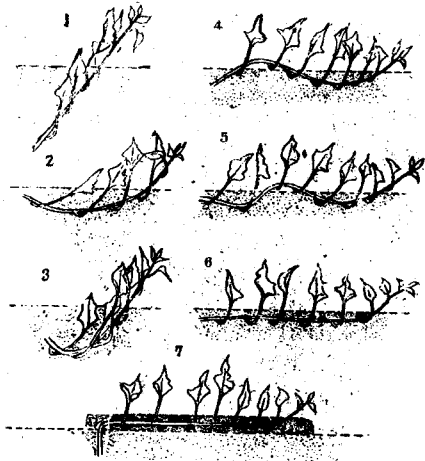


圖178. 甘藷苗之插植法

1. 斜插 2. 全底插 3. 釣針插 4. 凸面插 5. 波形插
6. 水平插 7. 改良水平插 (仿松田秀雄)

參考書

- (1) 松田秀雄 食用作物學, P.P. 275-295 (昭和十六年十月一日第九版)。
- (2) 野田幸緒 台灣甘藷品種之分類及其開花生理之研究, (台北農林學會報第一號), (昭和十一年十二月)。
- (3) Jones and Rosa. Truck crop Plants, P.P. 263-291.
- (4) Robbins. The Botany of Crop Plants, Chapter XXXVII P.P. 552-556.

第二十三章 山茶科植物 Theaceae

(一) 通性概述

本科植物為喬木，多數常綠單葉，不具托葉，互生，多少帶革質，花通常兩性，雌雄異花或雌雄異株者甚少，花數1-3，或三朵以上，着生於葉腋，排列成圓錐花序或總狀花序，萼下生，萼片5-7枚，花冠5-9瓣，分離或基部結合，在花芽時作覆瓦狀排列，雄蕊多數，至少五個，分離或作各種結合形式，往往着生於花瓣，雌蕊由2-5或多數心皮結合而成，各心皮着多數至一箇，倒生，懸生或半倒生，胚珠，子房上位，2-10室，花柱與子房之室同數，分離或結合，果實為蒴果或不裂開，種子含胚乳或否，本科共含16屬，二百餘種，多產於熱帶及亞熱帶地方，或供觀賞，或以種子榨油，或以嫩葉製茶，經濟價值頗大。

(二) 茶 *Thea sinensis* (Tea)

1. 習性 宿根性木根，野生種為常綠小喬木，有時為喬木，高可達6-7公尺，栽培者為常綠灌木，單生或叢生，高1-2.5公尺。

2. 根 茶子成熟經相當時期之休眠，遇適當環境即開始發芽，其進行程序初由種皮吸進水分，供子葉內部理化變化，一方面種皮因漲大而開裂，近胚乳處伸出一白色小柱體，直向下伸，即成他日之主根。

主根形體粗壯，棕色，尖端垂直向下伸，長鑽進土壤之力強，雖在石縫中亦能伸入，枝根由主根分出，四散土中，分生細根，細根之外層細胞壁較薄，根毛附着其上，根毛呈白色，可吸取養分與分泌酸液，主根之長度因品種與環境而異，通常約一公尺，若在適宜環境下，可達2-3公尺或3公尺以上。

茶子在春間播種，歷時半月或一月方產生主根，二月後生長枝根，約經四月之久，枝根長可達3公尺，至於插條者發根能力頗強，插條發根性之強弱，因品種特性而不同，通常結實少者發根強，蓋因結實少者，其養分多輸於枝條，此外如枝條年齡、插條時期、土壤性質、水分含量、氣溫與土壤中病蟲害及插條技術等，亦有連帶關係，惟生葉之良否，須視細根之多少而定，不在主根之長短也。

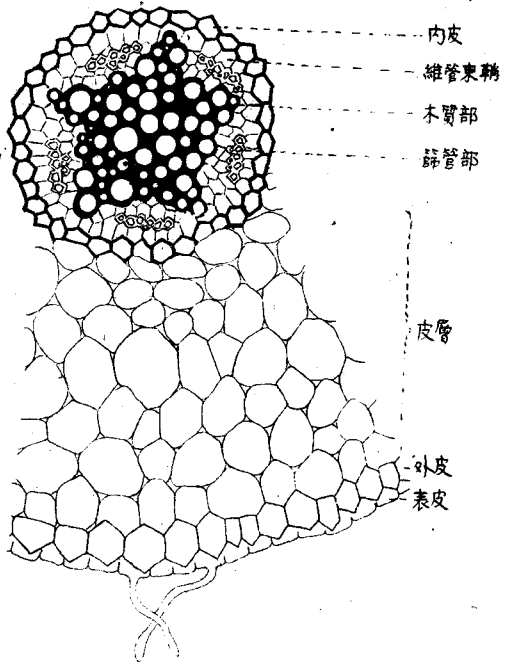


圖179. 茶 (*Thea sinensis*) 根之橫斷面圖

取茶幼根之橫切面觀之(圖179)最外一層為表皮內有一層細胞膜稍加厚之外皮次為六七層大形之薄膜細胞是為木層最內一層為內皮細胞膜概加厚在中柱部分木質部之導管形小成五列射出篩管節交互排列其間其與內皮相鄰者為一層維管束鞘在老根中表皮木栓化內可見三四層扁平之木栓形成層薄膜組織已不甚發達木質部則充塞中部佔全根之大部分篩管不明顯始退化。

3. 莖 茶樹分枝甚多密而叢生枝幹曲折狀極嶙峋故少明顯之主莖其分枝以多為貴惟幼齡二三年有明顯主莖枝條直徑約2.4-2.8公厘節間長約18.1-46.0公厘枝條大小與節間長短成正比莖木質十分柔軟其表皮在幼枝上呈青綠色逐漸變成棕灰色老幹則呈灰色其後皮孔漸大木質亦變硬脆。

茶樹莖之內部組織最外部為角膜角膜內側有一列表皮細胞成規則排列表皮細胞之內部如幼嫩新梢尚未綠化即在生長期間者具柔組織9-10餘層此層薄膜細胞生長後變成木栓化便成扁平之木栓層在木栓層內部有細胞膜變厚之韌皮纖維1-4層再內為一層內細胞層內細胞層之內部有3-4層之厚膜細胞層(但在幼莖中內細胞層及厚膜細胞層缺如)此層之內係篩管部篩管部之內有形成層再內為木質部其範圍隨莖之成長而增大在接近形成層之木質部可見直徑甚小之細胞此係由形成層初分化之細胞尚未向外延生此後小型細胞即逐漸長大成大型細胞茶樹之特點即一般導管係沿放射線方向並列導管列與列之間有射出髓成均等有規則之射出導管如由其橫斷面觀察其放射線之方向較切線之方向為長篩管由橫斷面觀察則稍近圓形木質部之內為髓髓部細胞內向者較大近木質部者較小髓部細胞較其他部分之細胞為大(圖180)。

4. 芽 冬芽頂生外具鱗葉以防嚴寒春暖逐漸開放芽長約1.5-5.5公厘普通為4.0公厘芽之長短疏密與其大小有關通常以芽長而密者較大反之則小芽有紫黃綠三色中以綠色最多紫芽之葉常作淡紫色黃芽之葉多作黃綠色。

5. 葉 葉互生幼葉之葉序為1/2開度成長後有1/2或2/3等開度茶樹發芽後初生之幼葉邊緣平滑無鋸齒形小長橢圓形先端鈍色較淡即為魚葉(Fish leaf)。(俗稱腳葉托葉或稱魚鱗葉)以後在側枝上常每隔五葉而生一魚葉魚葉製紅茶不易釀成茶中有此品質大減成長之葉其外形或長狹如披針形或稍潤而為橢圓形或倒卵形葉先端多呈鈍形尖銳者少惟嫩葉多尖銳

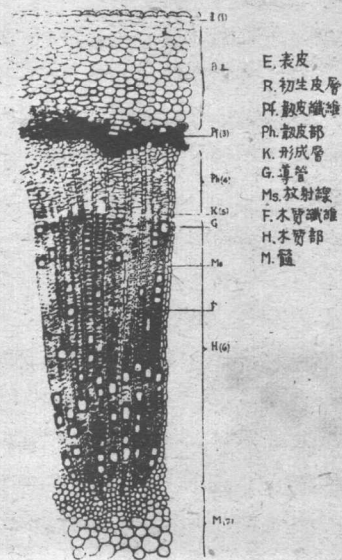


圖180. 茶幼莖之橫斷面圖

在成長中漸變為鈍形葉，表面平滑無毛，背面有短柔之毛，長度為500-700 μ ，近基部成直角彎曲，故始平貼於葉表，其壁厚由一長形細胞而成，邊緣有鋸齒，鋸齒深淺隨品種而異，其數為18-24對，多為24對，數目多寡與葉之長度成正比。每一鋸齒由一群薄膜細胞集成圓錐形，表面附有一層膠質細胞，此一群細胞脫落後在葉上留一褐色疤痕。葉幅多為26公厘，長60-70公厘，厚0.16-0.3公厘，以0.24公厘居多。葉之外形頗似梔子葉，嫩葉質柔軟，老葉堅硬如革質。葉具短柄，柄長約1.5-5.5公厘，多為3.5公厘，柄小者葉角度大而下垂，柄之基部肥大，腋芽即附着其間。無托葉，葉脈為羽狀網脈，支脈8-15對，多為11對。

葉背面外表皮之細胞排列成波狀，氣孔分佈葉表為數甚夥，闊卵形，有三或四狹長而作切線狀排列之伴細胞圍繞氣孔，其開口甚狹小，亦為茶葉特徵。

從葉面之橫切面觀之，葉面外表皮之下有柵狀薄膜細胞(Palisade parenchyma)二或三四層，此柵狀薄膜細胞自表面觀為圓形，葉背外表皮之下乃海綿薄膜細胞(Spongy parenchyma)中有甚大之空氣間隙，葉之中部有無數含有草酸鈣(Calcium oxalate)結晶體之細胞。茶葉最顯著之特徵乃其葉肉(Mesophyll)具有大而無色且形狀特別之厚膜細胞或異形細胞(Idioblasts)隨之成長而增大，常作星狀形，有時起枝角，支持上下表皮葉柄與中肋有厚膜組織之存在(圖181)。



圖181. 茶葉之橫切面
(中有異形細胞)

E. 表皮
P. 柵狀薄膜組織
S. 海綿薄膜組織
(仿 Gassner)

6. 花

A. 花芽之發育與着生部位 花芽由富芽分化而成，大抵生於當年生之枝條上。六七月之間副芽分化成小蕾，狀如小球，八月間逐漸膨大，形類小豆而下垂，至九月間花蕾由綠色漸變為淡綠色，再由淡綠色變為微白而全白，逐漸膨大，花芽着生於葉腋之腋芽旁邊，其花序為單頂花序或短總狀花序。花芽與葉芽着生之形態有三：

- (1) 僅有花芽者，花梗大，苞葉之葉腋間互生花芽，此種形態常見於枝梢頂端之葉腋間。
- (2) 葉芽之二則互生花序一二對，有時花梗伸長，互生多數之花芽，常見於一般之葉腋間。
- (3) 為以上兩種之混合狀態，常見於枝梢之頂端。

B. 花之形態 花芽多着生於當年生之春梢及夏梢葉腋間，若氣候溫和，秋梢發育良好，亦能發生花芽。發育完全後，逐漸開放，花梗長度與花芽發育程度成正比，梗之基部附生兩三片小苞(Bracteole)，形小，茶為兩性花，直徑約3公分，大者可達5公分。花之外層為花萼，萼片數目5-7枚，多為5枚，色淡綠或濃綠，成覆瓦狀疊合，光滑，革質，在每花中大小亦不等，有漸次變成小苞及花瓣者。萼為宿存，花冠生於萼片之內，離瓣，有單瓣與複瓣之別。單瓣者，花瓣5-7枚，複瓣者，花瓣重疊二、三圍，花瓣為卵圓形，無毛，外凸基部連合，且與外輪雄蕊相合着，白色或淡綠色。雄蕊分內外二輪，數目自百餘至四百餘，多在二百左右，外輪為單體雄蕊，下半癒合，花絲密而多，細長，內輪為5-15單本，彼此分離短而壯。花藥為丁字形，着生於二室內，貯黃色花粉。雌蕊位居中央，花柱基部合一柱頭，通常三裂，成熟時分

泌白色粘液，以便粘着花粉，子房上位，長卵形，外被絨毛，內分1-5室，多3室，每室有胚珠一二枚垂懸(圖182)。

茶花具有蜜腺，發芳香氣味，引誘昆蟲傳粉，屬異交作物，且有自花不實現象，故茶樹繁殖多用無性繁殖，以保持其品系之純正。

茶花開放為九月中旬至霜期前，每日開花時間，上午4-11時，以6時最多，但季節晚者則開花期延長。自初放至全開需時50-310分，平均186.8分，其開放次序以中下部為中心，向上下移動。茶花脫落與氣溫無關，氣溫降低則每日開花時間延遲，適宜溫度為20°C，相對濕度為70%。

7. 果實及種子 果實成熟時沿心皮及中肋而裂開，故為蒴果。初呈綠色，成熟時變為棕褐色。果皮分外中內三層，外果皮質堅而薄，中果皮質較而厚，內果皮為白色薄膜。每果實有種子1-5粒，普通3粒居多，2粒次之，1粒又次之，4、5粒者甚罕見。自開花至果實成熟約需340天左右(圖182)。

種子幼小時充滿液汁，成熟時呈乳白色，種皮內包子葉(二片)與胚芽。子葉淡黃色，含多量油分，單寧及植物性蛋白質，無胚乳。胚直立。果內所含種子數與種子形狀有關。一粒者多為圓形，二粒者多呈橢圓形，三粒者呈三角形，四粒者呈四角形。外種皮質硬呈褐色，內種皮薄呈棕紅色。

8. 分類 L. H. Bailey及陳懌民分茶樹為下列四亞種。

a. 鈍葉茶 *Bohea*, Pierre (*T. bohea*, L.), 分枝直立，葉長橢圓形，尖端鈍，暗綠色，花常頂生，花柱基部連合，花瓣5-6片。

b. 尖葉茶 *Viridis*, Pierre (*T. viridis*, L.), 分枝四散，葉長橢圓形或倒卵形，尖端銳形，淡綠色，花1-4枚簇生，萼片有短柔毛，花瓣5-9片，花柱離生。

c. 毛萼茶 *Canloniensis*, Pierre (*T. canloniensis*, L.), 葉長橢圓形或倒卵形，通常花單生於頂端，萼片內部有短柔毛，花瓣7-9片，花柱基部連合，頂端分離。

d. 普洱茶 *Assamica*, Pierre (*T. assamica*, Mast.), 印度阿薩姆(Assam)之原產，葉長橢圓形或倒卵形，尖端銳形，花1-4朵，萼片內部無毛，花瓣7-9枚。

日人 Yamashita 氏研究台灣栽培茶樹二種及野生茶樹一種，發現茶樹根尖細胞之染色體為30。Subba M. H. 氏研究印度南方茶樹之種子，二元體(2n)為30，又在 Chappleton Bonaccard 及中國變種中發現單元體(n)為15。



圖 182 茶

9.來源 茶之原產地之屬何處論說紛紛莫衷一是綜合各學者對於茶樹原產地之意見可概括為四說：

a. 印度原產 1823年R. Bruce氏在印度阿薩姆之Sadiya山中發現有似野生狀態之茶樹後1833年其弟C.A. Bruce再次發現又有英人Albbetson, Edith A. Brown與John Black等均在其著作上謂世界僅有印度阿薩姆發現野生種又茶樹之生育在印度比中國為繁茂斷定茶樹原產於印度中國所栽培者乃阿薩姆之變種三氏均非植物學者其著作多帶有宣傳推銷印度茶之性質不足徵信。

b. 原產西藏高原諸山系 多數植物學者主張茶樹原產於西藏高原諸山系即中國之雲南四川印度之阿薩姆緬甸之薩爾溫(Salween)與伊拉瓦底(Irawadi)江雲南與暹羅之湄公河(Mekong)印度之雅魯藏布江(Brahmaputra)此數河皆發源於西藏高原東端之複雜山系。

c. 茶樹之原產地有二 一在西藏高原諸山系一在中國東部與東南部Cohen Stuart為著名茶樹分類學家曾就茶樹形態上之不同分為二大類一為大葉種原產於西藏高原之東南部一帶地方包括四川雲南安南暹羅與印度阿薩姆等處一為小葉種原產我國中部及東南部。

d. 中國原產 茶在我國歷史上之記載為時甚早漢宣帝時王褒僅約有“武陽買茶”之句武陽乃王褒之故鄉即現今四川眉州彭山縣故茶或原產四川雲南一帶一方面向東移徙成為中國現在普通栽培之小葉種一方面向西及西南移徙成為印度阿薩姆者及上部緬甸安南等處之大葉種至於大葉種與中國典型茶樹形態上雖不同亦可以地理環境氣候之不同所致而解釋之在福建安溪有一土種名曰佛手種其葉大為廣卵狀橢圓形與普通種之橢圓狀披針形顯然不同又福建有一品種“水仙種”葉長通常在10公分以上比普通品種幾大一倍此可為Stuart氏中國普通種與大葉種不同源學說之有力打擊再數年前中國茶葉公司於雲南順寧發現有大葉種其葉之大長達23公分許則茶樹原產中國之說益覺有據。

10. 生長環境 茶樹喜溫暖潮濕分佈於北緯38°—南緯30°之間優良之葉多產於高山印度錫蘭之平地茶區茶樹固能生長產量亦豐而品質不如我國及大菩薩等高山茶區是其別証在年平均30—17°C間之溫度即可栽植冬季若過-12°C之低溫則易凍死惟品種對於氣候之適應力亦各不同如蘇聯外高加索(Transcassia)之Georgia茶區中國茶樹能越冬而印度常被凍死為明顯之例全年雨量在1000公厘以上在採摘時期尤宜多雨日光照射強弱及時數多寡與品質亦有關係宜於雲霧瀰漫向陽之高山以所受日照較短而弱嫩芽不易硬化茶色佳而茶味厚也。

凡排水適宜不失於過燥之地除粘重土外均可栽培其最適宜者為砂質壤土或砂質土在山麓岡陵種茶以山坡坡度20度為限過大則土中養分易於流失有碍茶樹之生育。

11. 化學成分及用途 茶葉富茶精單寧酸及酒精浸出物茶精係一種植物鹼化合物在生理上生刺激反應其純粹者味苦為綉綠結晶微溶於水飲之神賜單寧酸味混亦溶於水茶汁之有澀味即含此物可助消化酒精浸出物為溶解之葉綠質樹脂蠟揮發油茶精單寧酸等類揮發油當製茶時因

熱力分解而發芳香氣味又茶之灰分中含鎂及鐵甚多，為其特點有刺激神經恢復疲勞之效。茶葉之化學成分如下：

| | 乾燥物 | 茶精 | 單寧酸 | 可溶解於沸水物質 | 粗蛋白質 | 酒精浸出物 | 粗纖維 | 他種無氮素浸出物 | 灰分 | 全氮素 | 蛋白質氮素 | 茶精氮素 | 氨基酸氮素 |
|----|--------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|----------|------|-------|-------|-------|-------|
| 生葉 | 100.00 | 3.304 | 12.91 | 50.97 | 29.33 | 6.49 | 10.44 | 27.86 | 4.97 | 5.973 | 4.107 | 0.956 | 0.910 |
| 綠茶 | 98.64 | 3.156 | 10.50 | 53.01 | 26.29 | 5.44 | 9.92 | 31.01 | 4.85 | 5.908 | 3.878 | 0.913 | 1.117 |
| 紅茶 | 95.47 | 3.141 | 4.67 | 45.09 | 37.15 | 5.56 | 9.61 | 33.77 | 4.67 | 5.942 | 2.919 | 0.909 | 1.114 |

此等成分在茶樹生長中恆先變化。茶葉之水分與茶精幼芽較多，隨其成長逐漸減少。至粗纖維與單寧酸之含量則反是。粗蛋白質在嫩葉之乾物質約含30%。老葉僅含16%。因老葉之蛋白質移放於枝幹之故。酒精浸出物逐漸增加。礦物質全量固無變化。然各別成分之變化極大。如鉀磷漸減少。鈣鐵則增多。至於茶葉經製造後揮發性香味物質乃因加熱而起分解。並非氧化。茶葉發酵係一種微生物之作用。若過度醱酵則揮發性有機酸乃為氧化酵素(Oxidase)生葉製茶後其乾物質無甚減少。而單寧酸則分解而成 Phlobaphene (C₃₆H₂₆O₁₇)。茶精與粗蛋白質譽為損失。酒精浸出物減量較多。紅茶製造醱酵步驟。單寧酸與粗蛋白質氮素均較綠茶為少。

茶樹之種子之內容為子葉。子葉富有油脂。單寧及植物性蛋白質。故茶籽可榨油。每百斤可得五斤之油。其粕可代肥皂。其成分依 Krumeru 博士及鈴木博士之分析列舉於下：

| 成 分 | 粗蛋白質 | 粗脂肪 | 粗纖維 | 炭水化合物 | 粗灰分 | 可溶性無氮物 | 全氮素 | 蛋白質氮素 | 非蛋白質氮素 |
|--------------|-------|-------|------|-------|------|--------|------|-------|--------|
| Krumeru 氏之分析 | 11.00 | 37.40 | 2.81 | — | 2.90 | 45.89 | 1.73 | 1.50 | 0.23 |
| 鈴木博士之分析 | 10.68 | 32.70 | 5.90 | 31.00 | 3.30 | 47.42 | 1.71 | 1.48 | 0.23 |

12 茶葉之製造 茶葉製法大別分為紅茶、烏龍茶、綠茶及磚茶四類。紅茶須經充分醱酵。亦稱醱茶。至磚茶則係利用製造紅綠茶所留之茶末或品質較差者。經蒸熟後於當末冷卻時投入特製之型內。經壓緊而成之茶塊。

紅綠茶及烏龍茶之製法因時地不同。其製法亦有差異。因之常各自成成品名之多。達數十餘種。其品質風味則又迥然不同。茲僅概述我國茶區通常之製法。藉供研究改良之參考。讀者如欲知其詳。應請其他有關書冊。

甲 紅茶製造法 紅茶製造之主要過程分為凋萎、揉捻、醱酵、乾燥四步驟。

凋萎 凋萎之目的在於蒸發生葉之水分。使其軟化。以便揉捻。法將採收之茶葉鋪於蓆等上。置於凋萎室內。或曝於日光下。進行凋萎。葉之攤鋪須力求均勻。厚薄一致。攤鋪量以在每方丈面積內。用生葉 10-12 兩為最佳。凋萎所需時間視日光之強弱。或凋萎室內溫濕度之高低而定。凡葉之主脈與嫩葉力折不斷。柔軟以線。以手握之不發聲音。展開之後不能恢復原狀。嗅之有悅鼻之清香。擠出之茶汁有黏性能黏附於手指之間者。是為凋萎適度之徵。即可開始揉捻。

揉捻 揉捻之主要目的為使葉中細胞組織破碎。俾茶汁外流。凝集於葉面上。易溶於水。同時揉

捻可使葉呈捲曲之形以增美觀揉捻或用揉捻機惟小規模之民間製作多採手揉或腳捻。

手揉者乃利用雙手握緊茶葉借腕力及上身之體重，在筭上或木板上反覆團團揉揉，其手勢由輕而重揉到完全成條汁液溢出為度。揉捻過程中應解開團塊二三次，以通空氣，並散熱氣。至每次揉茶葉重視人力大小及方法為轉移，大概每人每次能揉攤萎茶2-2.5斤。

腳捻乃以雙足立於揉板上或木桶中，木桶底部直徑約2.5-3尺，高與胸齊。揉時以手持桶沿利用腳力與體重行之。未揉之前，先將雙腳洗淨，穿上新製之軟布套鞋，然後取凋萎茶4-5斤置於桶內，以右腳踏緊茶葉，向後揉轉，至茶葉流出，葉身捲曲，乃取出解塊。如葉較大，可達2-3次，但每捻一次，宜分篩一次，以取出細嫩之葉芽。

醱酵 醱酵為製造紅茶之最主要手續，對於品質優劣影響至大，宜具有良好設備之醱酵室。普通將適度揉捻之茶葉勻攤於筭筐，置於醱酵架上，覆以白布，噴水保持濕度，促其醱酵。醱酵所需時間視葉之厚薄及室內溫度之不同而異。若發生清爽悅鼻之香氣，是為醱酵適度之表示，即可開始烘培。

烘培 烘培之目的有二，一為藉高溫以破壞酵素，終止醱酵作用，以免醱酵之過度，另一為去其水分，使耐貯藏，以保香味。烘培宜分二次進行，如以高溫行一次，急速烘乾，其結果必使茶葉外乾而內濕，終使茶質變壞而生霉。烘培通常用竹製蜂腰籠置完全燒透炭火之焙窟上，緩火烘培，其法如下。

第一次烘培 法取醱酵適度之葉均勻鋪於烘籠內，每方尺面積約用醱酵葉4-8兩，用180°F左右之高溫烘培15分鐘，攪拌二三次，使附着葉面之水分全行蒸發，乃併三籠茶葉為二籠，用140°F左右之溫度平均和緩烘培，常常翻拌至葉部水分減去全部四分之三，乃停止烘培，取出攤冷。

第二次烘培 茶葉經過第一次烘培後，取出攤冷，折之不斷，暑帶軟性，手捏不成團，手開茶亦鬆散，此時可進行第二次烘培。攤茶可較第一次稍厚，每方尺以20兩為度，用110°-120°F烘培之時，時翻拌，至葉乾燥達於九成左右，以手折之發聲立斷，則可取出攤冷，即成粗茶。

茶廠或行大規模紅茶製造而以貿易為目標者，尚須將此粗茶加以篩分，選揀，打堆，覆火，包裝等精製工作。

乙綠茶製造法 採製綠茶之葉宜在清晨採後，置於陰處，避日光之直射，防止醱酵，而保存其綠色。其製造方法大別為炒製及蒸製二種。我國多用炒製法，日本及印度則多用蒸製法。茲分述如下。

炒製法 取葉入鍋，用烈火炒之，每鍋生葉約一斤，約炒3-5分鐘，以去生葉過多之水分，並防止其醱酵。是日殺青既畢，即行揉捻，至葉汁透出，粘手為止，乃行上烘。烘籠溫度約為200°F左右，經3-4分鐘，取出稍攤涼，入鍋行二次炒，此時鍋之溫度宜為170°F左右，每鍋葉量約為生葉四斤，約經半小時炒至半乾，取出攤放十分鐘，俟稍涼後，乃用篩分離粗細茶葉。先以粗者入溫度160°F之鍋內，炒五六分鐘後，再加入細茶葉，合炒，約25分鐘後，已炒至七八成乾，時將溫度減至140°F左右，乃行第四炒（以燒炭為佳），約炒30分鐘，見茶葉呈淡綠色而稍帶白色時，即告成功。

上述製成之粗茶，經茶商用各種不同直徑篩孔之篩篩之，並揀選優劣，是為精製綠茶。精製畢，再行補炒，每種茶葉2-3.5斤，入130°F之鍋內炒之，約炒一小時，見茶葉上霜，呈灰白色，發生濃香，為

止冷後即可打堆裝箱。

蒸製法 以煎茶為例述其手續如下。

蒸葉 置採取之葉於直徑約50-55公分，深約10餘公分之蒸籠中蒸之，至蒸氣沖蓋有聲，生葉青氣減除，有甘美香氣發出，而呈藍色，以候撥之能附着時為適度之象，倏速為取下，放置清潔之籃上，用扇扇之，使迅即冷卻。

揉捻 蒸透冷卻後之葉置於焙爐上，隨揉漸乾，焙爐高寬各一公尺，長二公尺，中央用磚砌，以便放置炭火，外圍用板製爐上，覆鉛板一塊，板上附有紙能自由折卸，烘時先將綠葉用手指輕散於紙面，以去其濕氣，反覆操作約經25分鐘，乃反覆將葉揉捻，逐漸增加壓力，捏成飯團樣，此種作業約需30餘分鐘，隨將揉成之團塊碎於爐上，用手解開，並取出放冷10-15分鐘，是為下揉，下揉既畢，乃行上揉，法將放冷之葉再置焙爐上，初時用手將茶葉鬆輕揉，其後合於手中揉之，約經十分鐘為止，此時茶已變色，可置葉於爐之中央，以兩手迅速揉捻，使成條索之形，再以兩手握葉，左右揉捻，以整其形，然後稀薄散於爐上，俟八九成乾燥時，再移於乾燥器中，十分乾燥之，乃可揀選裝箱矣。

丙烏龍茶製造法 介於紅綠茶之間，需經萎青、篩青、炒青、焙青等各手續，分述如下。

萎青 將採取之葉行日光萎凋，俟葉已四五分柔軟，即停止日晒，移入室內候冷，加篩，若採取之葉已達四五分柔軟，則無須萎青，即可加篩。

篩青 篩之直徑約1.3公尺左右，篩孔大約0.4公分，繫於槓上，左右立一人，各執其一邊，然後將發軟之茶葉傾入篩內，前後振動，篩至葉由柔軟而硬脆，呈活躍狀態為止，是為第一次返菁，乃傾入若干小籃內，置於茶架上，俟其柔軟退菁，復如上法行第二次篩青，至茶葉發青，茶味葉脈發青，脈中水分減少時為止，乃再傾入籃內，俟其柔軟退菁，復作第三次篩青法，如上，至葉之邊緣現朱紅色，佔全葉十分之三為止，旋傾入籃內，任其自然發軟，又自退菁，此時茶梗消瘦，葉肉肥厚，乃可作第四次篩青法，如上，至葉現朱紅色，佔全葉邊緣十分之四，且發青香為止，至此篩青手續乃告完畢，然後傾葉入大籃，上蓋白布，約經片刻，茶葉發黃綠色，香味益濃，即可入鼎炒之。

炒青 將已炒完竣之茶青，倒於釜內，釜之熱度以葉初下炒時能發爆聲為準，葉入釜後，以手不斷翻炒，務使均勻，至葉失去黃綠色時，倒出置籃上，趁熱加以揉捻，至捲曲為度。

揉後之葉，傾入焙籠，烘焙至四分乾燥，取下傾入布巾中，緊加包紮，以手揉之，至十分捲曲為度，旋以手解去，再入籠焙之，約至六七分乾燥，即告完畢，經稍減去粗大之葉片，即成毛茶。

毛茶經篩分擇選後，復以火焙之，至茶發青味，乃即移放籃內，以手迅速翻攪，務使葉條疏鬆，而不實，然後再烘乾，乃可包裝出售矣。

參考書

- (1) 財政部貿易委員會茶葉研究所三十一年度工作報告。
- (2) 張天福，茶作學，協和大學講義，第三～五章。

- (3) 陳 懌: 中國樹木分類學。
- (4) 賈祖璋 賈祖珊, 中國植物圖鑑, PP. 417。
- (5) 葉如水, 茶樹開花習性之初步觀察, 科學世界。
- (6) 楊仕農, 茶之栽培及製法, 科學世界。
- (7) 劉 幹 陳龍馨: 茶樹植物學, 閩茶季刊創刊號, 二十九年十一月。
- (8) 顏綸澤, 四十五大作物論, 第一章。
- (9) 顧華孫: 茶作學, 協和大學講義, 未發表。
- (10) G. Gassner: Mikroskopische Untersuchung Pflanzlicher Nahrungs- und Genussmittel VII Genussmittel PP. 199-212。
- (11) Sprether von Bernegg: Tropische Und Subtropische Weltwirtschaftspflanzen III/3 Tee und Mate.
- (12) H. Ukers William: All About Tea Vol. Chapter XXIV. Botany and Histology of Tea PP. 497-507.

第二十四章 桑科植物 Moraceae (Mulberry Family)

本科計有55屬,包括1000物種,產兩半球之溫帶及熱帶,具有經濟價值者頗屬不少,如若干亞洲產之榕樹屬(*Ficus*)物種,產生一種樹液可製橡皮,我國中南部均有栽之無花果(*Ficus carica*)可作果品,東印度原產之印度橡皮樹(*India rubber plant, Ficus elastica*)除幹部含有乳液為製造橡皮原料外,且可點綴園景, *Artocarpus communis* (*Artocarpus incisa* Hinn. f.) 為熱帶週知之麵包樹(*Bread-fruit*),其果實為該地之重要食品, *Toxylon pomiferum* (*Osage orange*)之木材可製橡膠車輪傢具等,並為製木猪(*Papyrus papyrifera, Broussonetia papyrifera* L'Her.) 原產亞洲樹皮可製紙,其他如桑屬(*Morus*),蛇麻屬(*Humulus, Hop*),大麻屬(*Humulus, Hemp*) 在農藝上尤有重要之經濟價值

(一) 性狀描述

喬木或灌木,罕為草本,通常有乳汁,芽裸露,或有鱗片覆被,葉有柄,互生或對生,常綠或落葉,全緣或邊緣具有疏生缺齒或裂片,托葉宿存,花單性,雌雄同株或雌雄異株,着生於從葉腋伸出之葉芽狀花穗(*Ament like spike*)所謂葉芽花序者,乃每花包於一顯著花苞內之似穗狀花序,如為雄花則花萼作3-6淺裂或深裂,花瓣缺如,雄蕊1-4本附着於萼片基部,花絲線形,在花蕾中曲或直立,至雌花之花萼3-5枚彼此部分連結,子房上位以至下位,1-2室,每室有一倒生或半倒生之胚珠,花柱1-2。果實在桑屬為椹果,在蛇麻屬及大麻屬為瘦果,而在無花果屬則為隱頭果(*Synconium*)。

主要屬之檢索表

- A. 喬木或灌木。
 - B. 花不着生於花托內,芽具有鱗片,桑屬(*Morus*)。
 - BB. 花着生於中空之花托內,芽裸露,榕樹屬(*Ficus*)。
- AA. 草本。
 - B. 直立,大麻屬(*Cannabis*)。
 - BB. 纏繞,蛇麻屬(*Humulus*)。

(二) 桑屬 *Morus* (Mulberry)*

1. 習性及莖 喬木或灌木,含乳汁及具鱗狀樹皮,分枝纖細而帶圓筒形,冬芽有鱗片被覆。

2. 葉 葉在芽中為摺合狀(圖183)或向內旋卷,互生鋸齒狀,主脈3-5,常深裂,具落葉性,托葉於發芽後即脫落,葉在此一枝條上為全緣,而在他一枝條上作不規則之淺裂或深裂。

3. 花序 花在下部葉腋內者,開放較早,雌雄同株而異枝或雌



圖183. 桑葉花芽中三種主要摺合型式 (仿Robbin)
 迴旋式 (*Convolute*)
 摺疊式 (*Plicate*)
 雙疊式 (*Conduplicate*)

*本節材料大部取材於陳嶸之中國樹木分類學。

雄異株雄花序為圓筒形柔荑花序，花開後即凋謝，無梗或具短梗，萼片四枚，近於全裂或覆瓦狀雄蕊三或四本著生於花萼基部，花絲線形，在花瓣中內曲，當花藥裂開時則因彈力而伸長，花藥二室，向內縱裂，雌花序則為短而緊密之柔荑花序，萼片亦四枚，深裂，外側之二裂片較闊，各萼片均宿存，漸變肉質，在果實中包裹子房，子房無柄，一室，花柱分裂為二纖長軟毛，柱頭作乳頭狀突起，胚珠半倒生。

4. 果實 每一子房發育為一小瘦果，瘦果尖端存有花柱遺跡，外部被有肥厚萼片，相集而為椹果（或稱桑果），每一瘦果具一粒種子（圖184）。



圖184 桑之花與椹
一、雌穗 二、一個雌花
三、雄穗 四、一個雄花
五、桑椹

5. 其他桑樹 豬莢名 Paper mulberry, 原產東亞細亞，分佈於我國冀、魯、蘇、浙、鄂、川、滇、粵等地，樹皮供給製紙原料，或栽以點綴庭園風景，以其球形果實不堪食用，及雌花生於頭狀花序，殊易與真正之桑樹識別，又美國若干地方常呼“花藜”(Rubus odoratus, "flowering raspberry" 為 "Mulberry" 而與真正之桑樹混淆，前者之果實固頗似桑椹，但其真核果 (True drupes) 乃生於花托上，非如後者之沿花軸而生，桑樹之果實乃發育自一緊接花序上許多單粒種子之果實接合體，而花萼之果實係代表屬於一花若干雌蕊之成熟子房也。

本屬產北半球溫帶及熱帶，木質佳，葉可飼蠶，果實可食。

主要物種檢索表

A. 葉背平滑無毛，或僅疏生短柔毛。

BB. 柱頭下無花柱或近之葉表面平滑無毛，背面脈葉上生有簇毛，邊緣疏生有單錐齒……白桑 *M. alba*.

BB. 柱頭下具有顯著花序。

C. 葉緣有刺，尖頭之粗錐齒，枝直立，小枝粗肥……嵯桑 *M. mongolica*.

CC. 葉緣錐齒不為刺，尖狀枝開張，小枝下垂……小葉桑 *M. acidosa*.

AA. 葉背面有短柔毛，表面粗糙，葉形通常大而不分裂。

B. 葉基部截形或心臟形，全緣或三深裂……葫蘆桑 *M. cathiana*.

BB. 葉基部全心臟形，通常不分裂，先端尖或短而漸尖……黑桑 *M. nigra*.

6. 白桑 *Morus alba*, Linn. (White mulberry) 白桑即普通之桑樹為落葉喬木，高約13-16公尺，樹皮縱裂，枝條細長，疏生葉圓筒形，以至廣卵形，長6-16公分，裂片型式變異至多，基部心臟形，尖端突出，葉緣呈鋸齒狀，葉片平滑，背面無顯著之毛茸，葉柄長1-3公分，上面有細溝，雌雄同株或異株。雌花幾無花柱，柱頭作二分枝，向外招展，先端則向內鈎曲，內面有微細小疣狀突起，萼片倒卵形，邊有細毛，雄花序較雌花序為長，雄蕊四枚，內有一小疣狀之退化雌蕊，萼片長卵形，先端尖銳，表面有毛，果實集成橢圓形之短穗狀，成熟時呈白色、淡紅色或紫黑色。

分佈於我國之蘇、浙、鄂、川、粵、滇等省，栽植旱田中，亦見野生於森林中，嫩葉飼蠶，果味甘可食，又可釀酒，嫩枝之韌皮纖維可製紙，木材堅緻，用以製器具及樂器。

本物種栽培日久，變種頗多，茲列舉主要如下：

1. 大葉桑 (*M. alba*, var. *macrophylla*, Loud.) 葉形大，葉片不分裂，果實紅色。
2. 花葉桑 (*M. alba*, var. *Skeletoniana*, Schneid.) 葉具整齊而狹長之深片。
3. 白脈桑 (*M. alba*, var. *venosa*, Oelile) 葉通常為菱狀卵形，基部楔形，先端尖或漸尖，或為圓形，邊緣有整齊鋸齒，具白色粗葉脈。
4. 塔桑 (*M. alba*, var. *pyramidalis*, Ser.) 喬木，樹枝塔形，葉通常分裂。
5. 垂枝桑 (*M. alba*, var. *pendula*, Dipp.) 枝細長而下垂，葉通常分裂。
6. 魯桑 (*M. alba*, var. *multicaulis*, Loud.) 灌木，或為灌木狀喬木，葉身潤大，常為圓葉，葉面光滑，葉內部作波狀起伏，葉腋非常顯著，葉尖微短，鋸齒呈乳頭狀，基部彎入稍深，椹果大，近於紅色。

7. 蠟桑 *Morus mongolica*, Schneid. 小喬木或灌木，葉卵形而至長橢圓狀卵形，先端伸引作尾狀，基部心臟形，邊緣鋸齒粗銳，罕有分裂，葉面平滑，背面無毛茸，花柱長，椹果紅或黑色，產溫寒之地，分佈我國河北、湖北、四川、雲南等省，木材帶黃褐色，用途與白桑同。山桑 (*M. mongolica*, var. *diabolica*, Koidz.) 乃其變種。

8. 黑桑 *Morus nigra*, Linn. 英名 Black mulberry，喬木，高達13-20公尺，直徑0.3-0.6公尺，枝條多纖細，初具細毛，後變平滑，而呈褐灰色，葉大，暗綠色，先端尖銳，基部圓形或心臟形，邊緣鋸齒較小，甚接近，雄花序長約1-2公分，雌花序約5-8公分，果實黑色，長1-2公分，有深紅色之汁，產亞洲西部，山東烟台栽培之。

(三) 蛇麻屬 *Humulus* (Hop)

蛇麻 *Humulus lupulus* (Common hop)

1. 根 蛇麻幼株之根系，較其地上部為大，成長後亦如是，入土甚深，且於表層水平伸引，小根佈成細緻根網，對旱魃之抵抗力強，較老之根被有紅棕外皮。

2. 莖 蛇麻之多年生纏繞草本，從地下莖（根莖）發出，此項地下莖或完全木質化，其切條（Cutting）易生多數不定根，通常用以無性繁殖，近地面處發生之匍莖，莖伸長可達數呎，如切成之切條，每條具二芽或三芽以上，即可繁殖。一般誤認蛇麻以根繁殖，實則非根而為莖。

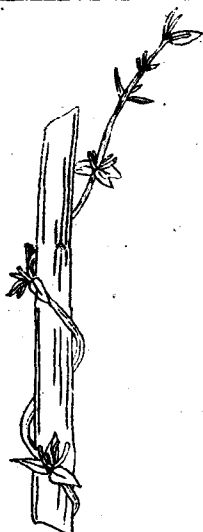


圖 185. 蛇麻之右旋纏繞莖 (仿Robbin)

地下莖屬草本, 中空有稜角, 有纏繞習性, 通常稱為莖 (Bine), 秋季枯死, 惟各枝之地下部分活存, 成為根莖之附加部分, 莖色自淺綠以至紫紅或綠色, 具有紫色條紋而變異, 常對支柱作向右旋轉 (圖 185) 由其與支柱所成之角度可畧知其生長情形及速率, 如成垂直狀態, 則示生長迅速而勻, 一節間特長, 莖之六個邊緣與葉柄及葉脈具有鈎狀旋毛, 輔助其纏繞及固着於支柱, 主幹發生對生側枝, 側枝在近主幹中部生長者伸長最大, 為雌花序 (蛇麻球果) 之所出, 故務求其多。

3. 葉 對生, 三裂之掌狀脈葉 (有時 5-7 裂或頂葉分裂), 所謂掌狀脈葉 (Palmately veined leaves) 者, 乃具有自葉柄射出之若干主脈之葉也, 托葉對生者相連合。

4. 花序 通常雌雄異株, 偶為雌雄同株, 間亦有雌雄同花, 若干學者以此項反常現象由於傷害所致, Stockberger 氏當以實驗證明其不確, 如刈割修剪主根或部分之冠根被移去, 均未見有雌雄同花發生, 故可知與傷害無關, 惟如行無性繁殖, 此一反常性質能遺傳於後裔, 又兩性花僅在雌花序發現之。

雄花序 (圖 186B) 為複總狀 (Panicle), 生於主幹或側枝之葉腋內, 雌花序 (圖 186A), 形似穗狀花序, “松球果” (Burr or “Strobiles”), 即商業上所謂“忽布”, 大多自側枝之葉腋發生。

雌花序有一着毛中軸 (圖 186C), 其上着生多數甚短側枝, 每側枝基部有一對苞狀構造物, 乃相當於托葉 (不正常發育之葉), 每一側枝着四雌花, 各花之下有一小苞 (Bracteole), 故如將側枝加以考察, 則可由下而上得見下列各部分: (1) 二枚似苞之托葉, (2) 小苞之第一花, (3) 小苞及第二花, (4) 小苞及第三花, (5) 小苞及第四花。

5. 花 雄花直徑約六公厘, 花萼五裂, 無花冠, 雄蕊五枚, 各與花萼裂片對生, 每一雌花 (圖 187B), 生於一小苞 (圖 188A) 之腋內, 此小苞於完全發育時, 局部包裹雌



圖 186. 蛇麻 (*Humulus lupulus*)
A. 蛇麻之雌花序
B. 雄花序
C. 雌花序之穗軸 (仿Robbin)

花雌花具單子房為一酒杯形之花被所圍繞花柱一柱頭作二長分枝其上密佈乳頭狀小突起。

6.授粉授精及球果("hops")之發育 蛇麻之長形毛刷狀之柱頭適於風媒之授粉作用當雌花序尚幼其柱頭即由小苞間伸出故異常明顯其後僅花序之基部花苞(Basal bracts)呈現迨一旦受精柱頭行脫落同時花苞迅即增大。

蛇麻之受精為其球果發育佳良所必需已為若干學者所公認球果之得適當發育僅限於某一數量之花苞產生種子時若幼雌花序(球果)被密閉於紙袋內阻其受精結果必無種子而球果發育極差在未經受精之胚珠其小苞固亦能發育但正常發育種子所附着之小苞終較附着於退化子實上者大而鮮黃再者未受精之蛇麻花其開放時間亦較已受精者為長Howard 氏曾示人工授粉之球果立即開始發育至未授粉者則遲緩7-10日而謂受精有刺激生長促進成熟改善色澤並加強植物微菌抵抗力之功效英國通常栽植200-300雌株中栽植一雄株美國則約為110株對1株但歐洲大陸有全不植雄株者一般以雌株種植理由有二(1)雄株混植時雌花着生種子球果重量約增10%(2)授精之球果苦味素之生產量多關於後一點日人松田秀雄以為並非事實而謂種子之形成反耗去養分以致苦味素之量及芬香減少品質低下甚為明顯結實種子之蛇麻價廉與重量增加之利點相抵銷故重品質之德國其種Spalter 品種時不許有種子之產生事實上結實之蛇麻亦有若干缺點如須栽植確



圖187. 蛇麻(Humulus lupulus)
A. 一個雌花
B. 二個雌花具有小苞(Bractiole)及花苞狀之托葉 (仿 Wossidlo)

株之額外空間與易於損耗

地力是也。

7.成熟果實 果實(圖188 E)係一細小瘦果為不脫落之杯狀花被包圍內含種子一粒種子具一彎曲之胚之周圍有極少量之花序。

8.苦味素腺(Lupulin glands) 成熟球果之小苞花被乃位於苞狀托葉基部處之一小部分等之外表面有黃色花粉狀之顆粒稱蛇麻粉("Hop meal")或苦味素腺此項黃色顆粒均呈杯形多細胞內部充滿樹脂分泌物外被腺質之毛此乃表皮細胞向外伸長由一短柄及一層之柱狀細胞組成每一細胞有一厚角質層細胞分泌物集積於角質層底下後新隆起終使杯狀凹陷部充滿分泌物而後止其上乃為表皮所覆蓋在未成熟之球果苦味素腺鮮黃而透明成熟後變為灰黃而不透明蛇麻在商業上之價值全視苦味素腺之量與質而定此腺約佔球果全重之15-30%。

9.蛇麻之地理分佈 蛇麻野生於英國歐洲北部亞細亞以至西伯

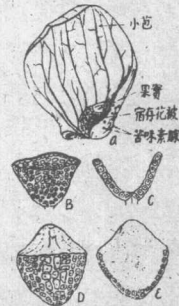


圖188. 蛇麻(Humulus lupulus)
A. 小苞 B. 未成熟之苦味素腺 C. 未成熟苦味素腺之縱斷面 D. 成熟之苦味素腺 E. 成熟苦味素腺之縱斷面 (仿 Robbin + Percival)

利亞之東部與伊朗南部，北美及加拿大亦有發現，喜溼潤冷涼之氣候，以遂其佳良之發育，其栽培中心為美國俄勒岡(Oregon)，加利福尼亞紐約及華盛頓諸州，我國栽植尚少。

10. 近緣物種 日本蛇麻(Humulus japonicus)為觀賞植物，一年生，其雌花序並不擴大為球果，此外美國Wyoming至Utah新墨西哥及Arizona之河谷有一蛇麻亞種Humulus lupulus neomexicanus，其深裂之葉與極尖銳之花苞，故易與栽培種識別。

11. 品種 依葉之色澤與長度，球果之大小形狀及色澤，小苞及托葉狀花苞(Stipular bract)之形狀香味，苦味素**含量及成熟期等而分類，則蛇麻之品種為數頗多，美國加州主要品種為Large Gray American，紐約州較普通之品種有English cluster, Pompey, Humphrey seeding及Canada等。

12. 成分 蛇麻球果因其為植株最有價值之部分，其主要者在苦味素腺中，故其成分之質量均極重要，苦味素腺含有下列四種主要活動成分(Active ingredients)：

i. 揮發油類(Essential oil) 蛇麻球果之油分帶揮性而芳香，其分量自0.2-0.8%不等。

ii. 非樹脂之苦味素(Non-resinous bitter principle) 大概為一種醮類，即Lupuline。

iii. 樹脂(Resins) 主要者有二，一為硬樹脂，又一為軟樹脂，前者稍帶苦味，在麥芽汁中無防腐力，後者味較苦，能使麥芽汁發生苦味，阻止細菌在麥芽汁生長，故具有防腐之効力，球果之樹脂總含量由10-18%不等。

iv. 單寧(Tannin) 含量約佔球果之4-5%，有謂麥芽中蛋白質之沉澱乃由單寧使然。

13. 用途 歐洲若干地方常以蛇麻之幼芽作為早春蔬菜，而以去冬埋於土中之芽，最幼嫩可口。在酵母餅(Yeast cakes)猶無釀製時，歐西人民每將野生酵母菌培養蛇麻球果之熱汁中，以與麩粉混和而充製造麵包之酵母，由是製成之麵包風味較佳，且不易腐敗。

蛇麻之主要用途為釀造，其在應用之先必須須以一番處理，先將球果置於烘爐烘乾，然後以硫磺之薰煙漂白，且作防腐劑，在釀造過程中，在麥芽糖汁製就後，使與蛇麻球果混煮，以發生如次之作用：(1)由於球果中活動成分之析出，而增加麥芽汁之風味。(2)苦味素腺中之揮發油于啤酒以香味。(3)非樹脂苦味素及樹脂于啤酒以極微之苦味。(4)單寧通常可使蛋白質沉澱。(5)蛇麻中之林檎酸及檸檬酸能增加啤酒之酸度，又灰分能增加其礦物成分。

(四) 榕樹屬 Ficus (Fig)

1. 習性根及莖 本屬有喬木灌木，或木本攀緣植物(如葛藤)，其中若干物種寄生於他樹，寄生者，乃某一生物自其他生物吸收養分之謂，營完全寄生之植物無葉綠素，故不能藉光合作用自行製造養分，黃金無花果(Golden Fig, Ficus aurea)為一種附生食物(Epiphyte)，其種子在他樹之罅隙中發芽，先發生氣根，俟氣根伸入土中始生真根，因此外形甚似樹幹，氣根亦能由枝條生出，下垂入土，生根後亦如樹幹，又如榕樹(Banyan tree, Ficus benghalensis)在他樹之樹枝開始其生命，吸收其

* 由於Humulen及Myrcen等油精之存在。

** 由於Humulon (C₂₁H₃₀O₅)及Lupulon (C₉₆H₃₈O₄)二種結晶物質之存在。

樹皮中可利用之物質以作為養料，因此在早期生命過程中亦為一附生植物，迨根伸長入土始成獨立之植物。榕樹在東印度(East Indies)稱為“活大廈”，由葉組成平坦而展開之屋頂，由樹枝垂生多數莖狀支柱根(Schimper's plant Geography)。

2. 葉 葉互生，有時對生，厚而呈角質狀，落葉或常綠。昔日釋迦牟尼佛坐畢羅羅樹下，成等正覺之畢羅羅樹，即菩提樹(*Ficus religiosa*)，係熱帶多雨森林中之一種植物，其葉端具長尾，由此雨水極易流瀉，托葉着生於葉柄基部處，包圍頂芽，脫落極早，留一環狀葉痕。

3. 花序 花着生於葉腋內，形大肉質，中空之花托中(圖189)。雌雄花生於同一花托中，或分生於不同花托中。若干熱帶無花果為莖生花("Cauliflorous")，即花托與其數目極多之小花，生於主幹或枝條之上，惟此種情形極為罕見，蓋一般木本植物之花及果實，僅生於幼枝之上也。

雄花具有2-6裂之花被(間或不分裂)，雄蕊二本(罕有3-6本)，花絲互相聯合，在雄花內未見有子房之痕跡。雌花亦具2-6裂之花被(有時不分裂)，一單子房及一花柱，小堅果密閉於厚而多汁之花托中，成一種“隱頭果”(Syconium)。

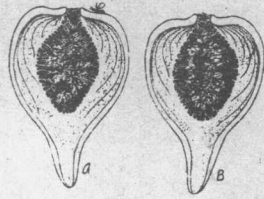


圖189. 無花果(*Ficus carica*)之授粉

- a. 具有可孕花隱頭果之中部縱斷面(注意無花果孔口附近及已進入隱頭果之小蜂)
b. 隱頭果之縱斷面示其瘤狀花(仿Kerner)

4. 普通無花果(*Ficus carica*, Common Fig)

i. 習性及莖 灌木或小喬木，高度罕有超7.5公尺，主幹短分枝頗不規則，形成一圓頂，樹皮灰或淡紅色，光滑，貼木質部，嫩根強壯，初器具毛茸，後變光滑，而顯灰棕色，繁殖多用插條法。

ii. 葉 葉厚，成革質狀，長5-15公分，卵形，偶或圓形，葉基作截頭狀或帶心臟形，具5-7深裂片，各裂復作粗齒狀，或微有裂缺，裂片之尖端圓鈍，葉呈淡綠色，上表皮粗糙有毛，下表皮色較淡，亦有毛茸，葉脈明顯。

iii. 花序及花 除具有鱗片或小葉之處有小孔“眼 Eye”外，許多小花均成行排列於凹形花托之內壁。

在無花果中有四種極顯著不同之花器，即雄性花、雌性花、瘤狀花(Gall flower)及間生花(Mule flower)，茲分述於次。

a. 雄性花(圖190E) 多見於野生無花果(Caprifig)中，栽培者極少發生，位於花托之鱗被下方，而與後者密接，每一雄性花通常具一較雄蕊為短之四裂片之花被，雄蕊1-5枚，以4枚為多。

b. 雌性花(圖190D) 間見於教會無花果(Common Mission fig)，為士麥拿(Smyrna)之唯一花式，又在San Pedro之第二期作，Adriatic fig之第一期作，Erinoeyee及Caprifigs(野生無花果)之第二期作亦有發現，其在野生無花果者，位於花托中於雄性花之下方，每花具有3-5裂片之肉質花被子房單一，上位，具有一彎曲而較子房長約數倍之花柱，並常分二不等裂片。

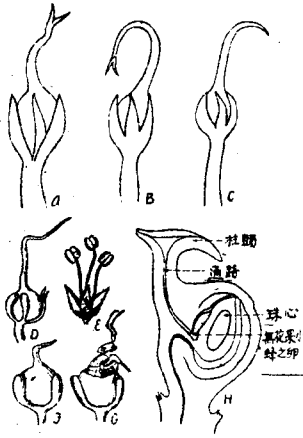


圖 190. 無花果 (*Ficus carica*) 之花

A, B. 及 C. 間生花, D. 具長花柱之雌性花, E. 雄性花, F. 由短花柱之瘤狀花所生之瘤, G. 無花果小蜂由瘤內外爬之狀態, H. 瘤狀花. (A, B, C. 仿 Eisen, D, E, F, G. 仿 Kerner, H. 仿 Salms-Laubach)

C. 瘤狀花 (圖 190 H) 僅見於 Caprifigs 及 Erinocycos 無花果中, 係一種退化而變形之雌花不能結實, 子房之內常潛伏無花果小蜂 (*Blastophaga*) 之卵及幼蟲, 此項畸形狀態並非由於正常雌花之為小蜂寄生所形成, 與小蜂無涉, 僅小蜂擇其為產卵處所耳, 發生於花托之基部, 其花被小於真正雌花者, 花柱極短或付缺如, 胚不完全, 柱頭無受粉乳頭突起。

d. 間生花 (圖 190 ABC) 普通食用之無花果除尚有雌性花外, 間生花為其唯一之花式, 在 San Pedro 無花果第一期作及 Adriatic 無花果之第二期作則僅有此種花色, 惟於 Caprifigs 則無之, 間生花係一種不完全之雌性花, 無結實能力, 亦非無花果小蜂之生育場所, 花柱長度介於瘤狀花及真正雌花之間, 柱頭無受粉之性能, 胚不完全, 故不能產生種子。

5. 授粉 一般供食用之無花果無須人工授

粉, 或他授粉即能達到成熟, 在其他品型之無花果, 其各期作或至少有一期作必需無花果小蜂之媒介, 方克形成果實, 此種與昆蟲間之密切關係, 已被植物學者認為極有興趣之研究題目, 茲述野生無花果之授粉, 以觀其梗概。

6. 結實之期作性 野生無花果 (Caprifigs) 每年結實三次, 經過情形如下:

第一期作 (Profichi) 本期作無花果在秋季形成於植株上越冬, 翌年 6-7 月成熟, 此果具有雄花及瘤狀花, 但無雌花, 果長大達四分之一時, 雌蜂鑽入果內產卵於瘤狀花中, 約經兩月後, 孵化成蟲, 出現後雌蜂帶着花粉飛出, 鑽入另一無花果產卵, 此時約值第二期作無花果果長大達四分之一時。

第二期作 (Mammoni) 本期作果實有雄花, 雌花及瘤狀花, 由來自第一期作無花果之蜂, 自花托頂部狹小之孔進入果內 (第二期內); 沿內壁向下爬行, 首先越過雄花, 再雌花, 最後達花托基部之瘤狀花, 乃產卵, 其中蜂體附着之花粉粒, 擦落於具有授粉機能之柱頭, 此柱頭原高聳於長而彎曲之花柱上, 由此而得授粉, 結果 Caprifigs 之第二期作能發育完全之種子, 至 8-9 月時, 產於第二期作瘤狀花之卵孵化而出, 成熟之雌蜂由花托飛出, 尋覓其他無花果產卵, 此時又適值第三期作無花果果長至四分之一時。

第三期作 (Mamme) 本期作無花果具有雄花及瘤狀花, 而無雌花, 俟其長大及四分之一時, 約在八九月間, 第二期羽化之蜂即進入果中產卵, 此無花果與蜂卵同時冬眠, 至明年三四月幼蜂孵

化後再入第一期作果實，故僅第三期無花果始有此蜂之長期潛伏。

7. 接條移植法 (Caprification) 供食用之無花果其果實未授精而成熟前已提及，但在他型無花果尤其在士麥拿 (Smyrna) 無花果並不如此，此種無花果僅有雌花，如不授精則花托將不克完全成熟，因此欲栽培士麥拿無花果必須藉人工授精。

無花果之人工授精法稱為接條移植法，在此園藝方法中先取多數 Caprifigs 之第一期作無花果懸掛於士麥拿之樹枝上，雌蜂由前者之瘤狀花化出後，足纏花粉自果頂小孔進入葉經部分成熟之士麥拿無花果中，覓探產卵處，於是遺花粉於柱頭上，胚珠隨之而受精，士麥拿無花果之雌花不似瘤狀花，並無適當長度之花柱，故此蜂不能得適宜之產卵地位，遂終老於果內，其遺體為成長中之細胞所吸收，瘤狀花為其唯一適於產卵及孵化之場所。

美國加州行此種接條移植法於 6-7 月之間，San Pedro 無花果之第二期作及 Adriatic 無花果之第一期作及 Adriatic 無花果之第一期作亦須行此法以受精。

8. 受精之影響 Caprifigs 之花托通常有二種型式，前已述及，即一為具有雌性花者 (第二期作) 又一為無雌性花者 (第一期作及第三期作)，故受精後之影響可由應用接條移植法之第二期作果實與未經接條移植法之第一、第三期作或第二期作果實之情形加以比較。

在受精以前兩型之大小相似，移植後其經處理者較未受精之果實為大，對樹幹之附貼亦較緊密，脈致明顯，其果實着生之枝條生長亦較富活力。

前已述及士麥拿無花果必經接條移植始能使子房及種子發育，花托成熟，而此種無花果之所以特優即由種子之芬香，而具有特殊之風味也。

9. 成熟之果實 無花果之果實 (圖 189) 稱曰“隱頭果”，為一着於短梗上之梨形花托，如有小堅果 (真正果實) 時則埋藏於肉質花內壁，在無花果之頂部有一眼或稱托孔，果實之頸 (“Neck”) 與頸 (“Checks”) 有許多環紋，果實依其大小、形式、頸柄、眼、皮色、果實色澤、子實品質及生長情形而有極大之變異。

10. 地理分佈 無花果 *F. Carica* 一般咸認原產於阿剌伯南部若干不同型式或更多之型式在熱帶及亞熱帶皆有生長，首先傳入美洲者為一種食用無花果，由 Franciscan 派之教會神父引入加利福尼亞，再由加利福尼亞分發各地，現美國南部諸州皆有此樹之栽培，其在冷涼地帶之栽培極屬有限，且必特別留意以免冬害。

11. 美國之近緣物種 美國 Florida 有兩土種，即 *F. aurea* 及 *F. brevifolia*，其完全無缺而光滑之葉與形小而不能食用之果實與普通無花果 *F. carica* 迥異。

12. 品種 Eisen 氏曾描述下列各品種。

(1) 普通無花果或教會無花果 (Common figs or Mission figs) 此種無花果不須人工授粉或受精，在美國每年結實兩次，具有間生花及少數雌花，除少數例外，皆無瘤狀花及雄花，第一期作無花果稱“勃利巴斯” (“Brebass”)，生於老枝上面，第二期作稱“夏無花果” (“Summer figs”)，着生於新

枝樹液生長最旺之葉腋內前者為大型無花果，含糖分不豐，適於鮮食，後者果形小，較甜適於乾製。

(2) *Smyrna* 無花果 (加州所著稱之“Bulletin *Smyrna*”或“Lobfigs”) 本品種僅有雌花，人工授精者始能結果，所生種子極為完全，且具芬香之特性，*Smyrna* 之所以優良即由於此，本種在加州仍繼續栽培。

(3) *San Pedro* 無花果 本品種之第一期作無花果僅有開生花，不需人工授粉可結實，第二期作僅有雌花，果實必在受精後始成熟。

(4) *Adriatic* 無花果 本品種之第一期作需人工授粉，第二期作則否。

(5) *Erinocyeae* 無花果 此為極罕有之無花果，其第一期果實不能供食用，具有雄花及瘤狀花，而第二期作則有雌花及瘤狀花。

(6) *Crodelia* 無花果 此品種果實亦極罕見，不可供食用，僅具雌花。

(7) *Caprifigs* 無花果 此為無花果之原始型，由此而發生上列諸不同型之野生於歐洲南部、北非洲及亞洲西部，每年有結實三次，第一期作有雄花及瘤狀花，而無雌花，花托在秋季形成，翌年6-7月成熟，第二期雄花、雌花及瘤狀花均有發生，於8-9月成熟，第三期僅有雄花及瘤狀花，越冬至3-4月時成熟。

13. 用途 無花果之栽培主要目的為取用其果實，果實可供鮮食，但常用以乾製而利運輸，勃利巴期較“夏無花果”富果汁，因此宜於青食，然“夏無花果”及士麥拿無花果則富含糖分，因此宜於乾製，美洲附近士麥拿之某區域乾製無花果之產量極高，不過乾製工業之中心則在加州，法將無花果用鹽水洗滌，分級然後包裝，無花果汁為無花果中藥用產物，無花果樹有時栽植作為觀賞及蔽蔭，又其軟輕而有彈性之木材，亦有極大用途。

(五) 大麻 *Cannabis sativa*, L. (Hemp)

1. 性狀概述 直立一年生草本，在溫帶長三公尺左右，熱帶則高達六公尺內外，主幹中空，疏植時分枝較多，密植則僅頂部有若干分枝，莖之外表有縱形凹溝，其韌皮部即採用纖維之部分，地下部隨莖之伸長而伸長，具強壯直根，深入土底，達數公尺長，葉為掌狀複葉，5-9裂，在莖上部互生，下部對生，小葉尖端為線狀鎗鐮形，邊緣作尖銳之鋸齒狀，雌雄異株 (圖191)，雄花生於枝梢腋生，形成狹而疏鬆之複總狀花序，花着於細瘦花柄上，其下有一小苞，每花具五片明顯之萼片，雄蕊短小，五枚，雌花序則生於近梢處，直立莖葉形之穗狀花序，亦腋生，無柄或小到不為人注意之程度，其下有一葉狀花苞，具一薄而充實之萼片，以包裹子房，子房具有二線形之羽狀花柱，柱頭伸到萼外，圓錐形，子房成熟而成卵形，堅硬，瘦果胚彎曲，埋藏於多肉質之胚乳中，生長於濕潤處之果實較在乾燥處者大而重。

大麻之纖維長者約10公分，普通3-4公分，中空，數個合成一束，在纖維分解時必須使密接纖維之物質除去。

Prjanischnikov 氏曾將大麻之莖長與莖之平均直徑作比較，列成如下表，而示其與纖維收量為正相關。

大麻莖長與莖之平均直徑對纖維收量之關係表

| 莖號 | 莖之長度(公分) | 莖之平均直徑(公厘) | 莖長:平均直徑 | 纖維百分率 |
|----|----------|------------|---------|-------|
| 1 | 154 | 6.7 | 229 | 23.7 |
| 3 | 150 | 8.6 | 174 | 20.4 |
| 5 | 158 | 9.5 | 166 | 19.3 |
| 7 | 152 | 9.3 | 163 | 18.9 |
| 9 | 158 | 10.0 | 158 | 18.7 |
| 11 | 155 | 10.5 | 142 | 18.5 |
| 13 | 152 | 10.6 | 143 | 18.4 |
| 15 | 150 | 12.6 | 118 | 16.1 |

2大麻之雌雄 大麻雌雄株之性質略有不同通常雌株較雄株高大而分歧少節間長據 Malloch 氏稱此種雌雄株之特徵在不同環境下生長尤為明顯氏曾栽培大麻於淺海中冬季在天幕覆蓋下見有雌雄特性之差異頗為顯著。

就一般言雌株較雄株生活期長雄株於開花飛散花粉間即行枯死而雌株則不易凋萎據 M. Fesca 氏在德國之調查二者生命長短相差有一個月之久松田秀雄氏曾就 192 株大麻內雄株 90 雌株 102 自九月二十四日至十二月七日調查其生存與枯死數目以觀其生命之差異結果如下表所示。

大麻雌雄株生存期間之調查表

| 性別 | 月日 | 9:24 | 10:1 | 10:10 | 10:25 | 10:31 | 11:6 | 11:19 | 11:29 | 12:1 | 12:7 |
|----|----|------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|
| 雌 | 生存 | 102 | 102 | 102 | 93 | 49 | 40 | 7 | 3 | 2 | 0 |
| | 枯死 | 0 | 0 | 0 | 9 | 53 | 62 | 95 | 99 | 100 | 102 |
| 雄 | 生存 | 24 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 枯死 | 66 | 85 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |

據上表在十月十日雌者尚全部生存雄者已全部枯死此後約經 50 日(十二月一日)雌株中尚有二株生存迨至十二月七日始全部死亡又一般之雌株有較雄株早熟之傾向。

又日人吉野氏曾調查有關在大麻雌雄株間纖維品質及收量之相差結果示如下表。

| | 雌 | 雄 |
|----------|---------|----------|
| 乾莖對纖維之比例 | 10 | 9 |
| 纖維之強度 | 1754 公斤 | 190.1 公斤 |
| 纖維之伸張力 | 109 公分 | 12.1 公分 |

由收量言雌者較雄者為優但品質則後者勝於前者。

大麻之雌雄株既有如上所述之差異若能在種子時期將性別加以檢定則在農藝上頗為有利但

此種方法迄今尚未發現惟依日人新莊氏之實驗結果在幼苗時代多少對分別兩性方面有要之



圖 191. 大麻 (Cannabis sativa)
a. 雌株之分枝
b. 一個雌花
(仿 Wossidlo)

方法可資應用氏謂雌株葉柄互生，掌狀葉，小葉細長，雌株則葉柄對生，各小葉短圓而闊（所謂互生並非真互生，乃在葉柄附着之處高低有多少出入），此種區分法固非有百分之百精確，但小葉短圓者，十九株中雌株僅佔一株，大體依此標準行間拔時，可得性別淘汰之效果。又大麻偶有雌雄同株之事實，發現倘能將其固定成一系統，則在實用上甚為有益，蓋如此可以避免前述雌雄之種種變異，生產物得以齊一，而於育種上亦便利甚多。

3. 來源及主要產地 大麻之原產地議論紛紛，而以源於中央亞細亞之說為最多。近來在黑海之北及喜馬拉雅山之西部有發現野生種之事實。大麻栽培歷史頗早，Herodotus氏有400年古。Seythia人在伏爾加（Volga）河流域栽培大麻之記載，大麻開始傳入南歐約在紀元前1500年左右，由Seythia人帶去我國栽培亦早，三代以前已加利用。其主要產地歐洲為蘇聯、意大利及法國。在東亞則我國首屈一指，他如英、美、德、日亦有出產，但尚難自給。

4. 種類 大麻栽培之範圍固甚廣，而其種類則無多。此因其係雌雄異株，發見異型後難以固定之故。印度在古代採用樹脂之大麻，或另列一種名之為*Cannabis indica*，實則稱為*Cannabis sativa*之一栽培型較為妥當。普通作纖維用之大麻種類頗少，尚不達稱為品種之程度。通常僅就其原產地分為比利時種、意大利種、俄國種、波倫亞（Bologna）種、士麥拿（Smyrna）種等。主要由於植株長短、成熟早晚、種子大小等區別之。鴛海氏就日本大麻觀察結果分赤木、青木及白木三個基本型，各型之特徵如次：

(1) 赤木型 發芽植物之胚軸呈濃紫色，莖之稜角及稍端部帶紫色，葉濃綠色，一般為晚熟，生長緩慢，纖維粗硬，帶褐色，品質不良，惟以其強韌而富彈力，宜製鈎絲及魚網等。

(2) 青木型 發芽植物之胚軸呈紫色或淡紫色，成長後之莖呈綠色，僅稍端帶紫色，葉綠色，生長稍速，纖維淡褐色，富光澤及彈力，供各種用途。

(3) 白木型 發芽植物之胚軸淡綠，伸長頗速，早熟，纖維銀白色，細美而富光澤，品質最優良，但較前者稍欠強韌，是其缺點，適於紡織。

普通之栽培種大抵為上述三基本型之混合種，僅由淘汰而示何型佔優勢耳。自古認大麻有赤木、青木之分，但此區分法並不固定，隨外界環境而相互變化。據鴛海氏之研究，所謂青木、赤木者，由於莖葉含葉青素分量不同，而致花青素含量因外界情形而發生變異，故有赤木變青木，或青木變赤木之現象。一般土地肥沃，日光照射少，又施肥量多者為淡色，反之則有濃色之傾向，但白木型則絕對不受環境影響，而變為青木或赤木，故考其遺傳特性時，應分赤木與白木二型方為得當。

5. 氣候及土質 大麻栽培區域甚廣，自熱帶迄溫帶北部均可栽培。對於氣候之適應力至強，但欲得優良之品質與豐多之收量，則在生長期內之溫度及溼度宜高，進入成熟時又宜乾燥而高溫。若在成熟時間溼度尚高者，則纖維粗而不實，缺乏彈性，品質低落，不宜種植於強風之所，因受機械之損傷，莖之生長不良。故日本及印度等處多植於山谷間，以避大風。大麻為一深根作物，宜於耕土較深之處，適宜之土質隨地方而不同，就一般言，宜於排水佳良之砂質壤土或壤質粘土，生於粘土者生育

雖良但纖維柔弱尤澤失潤品質不佳。

6用途 栽培大麻之主要目的為利用其莖部之韌皮纖維主要用途為製上等麻布帆布麻絨等精細織物及漁網包裝布繩索等粗糙織物種子可供食用或作小鳥飼料此外尚含有25%之油可作假漆及洋漆原料與食用及點燈用其渣則可作肥料製紙時所剩之殘滓稱為苧粕為製紙原料在印度栽培另一種大麻 *Cannabis indica* 其莖葉及花能分泌一種樹脂此種樹脂有催眠之功效土人將其花採收用作煙草吸食將其莖葉之樹脂作催眠劑飲用而稱為 Hasheesh 或 Haschisch。

7纖維製造法 法有多種現今通用者有林製金塊製蒸製水製及機械製五種所得纖維品質以林製及機械製最佳水製次之餘二則纖維惡劣各法之作業顏翰澤氏編纂之四十大作物論第四章第二節均有記載學者欲知其詳可取參考。

松田秀雄氏另將纖維分解法別為露分解冷水分解溫湯分解熱湯分解化學分解及熱湯藥品混合等其實名目雖多方法固亦因地域而有若干差異然論其過程不外先予醱酵或由藥品等處理分解莖之膠質物及柔組織然後將莖加以機械破壞或剝脫外皮而使纖維分離日本多採用高溫及混用法詳細情形請閱松田秀雄工藝作物學第三章第十三節。

參考書

- (1) 陳嶸 中國植物分類學。
- (2) 顏翰澤 四十大作物論, PP.10-36.
- (3) 松田秀雄 工藝作物學, 第一編 第三章 大麻 PP.42-62.
第三編 第四章 苧布 PP.262-268.
- (4) 遠藤保太郎 樋口琢磨 日本桑樹栽培論, PP.10-36.
- (5) Condit, I. J. Caprifigs and Caprifigation. Calif. Agr. Exp. Sta. Bull. 319: 341-377, 1922.
- (6) Cook, O. F.: Sexual Inequality in Hemp. Jour. Hered., 5: 203-206, 1914.
- (7) Robbins, W. W.: Botany of Crop Plants. Chapter XXI, PP. 254-282