

植物生理學的 栽培學汎論

安田貞雄 著
陶 秉 珍 譯

大學教本

植物生理學的 栽培學汎論

安田貞雄 著
陶 秉 珍 譯

新農叢書

新農出版社印行

北京
中原書店經售
丹桂商場

植物生
理學的

栽培學汎論

著	作
權	證

原著者 安 田 貞 雄

譯者 陶 秉 珍

發行人 邵霖生 余松烈 鄭廣華
高順濤 林子琦

發行者 上海(0)虎丘路14號315室
新 農 出 版 社

印刷者 上海梧州路309弄32號
光 裕 華 記 印 刷 廠

基本定價 三 十 三 元 五 角

公曆一九四八年十二月初版600冊

公曆一九五〇年九月再版1000冊

再 版 譯 序

本書自從前年十二月出版以來，未到兩年，已經再版了，這是譯者非常感到快慰的。在這兩年裏，經濟上開始了很大的變動，正由把半殖民半封建的經濟，改造為新民主主義經濟，並向着社會主義經濟發展。在這轉變期中，提高和普及農業知識，有着十分重要的意義。本書正在這時再版，希望它能够更廣泛地接近讀者，打算在這裏再介紹幾句。

解放後，農民政治地位提高，於是農民向來習用的老式耕種方法，受着大家的注意和重視；報紙上也常常把各地的老農經驗介紹着。農學界裏，有些人對這種古老傳下來的東西，認為毫無道理，一脚踢開；有些人認為是家傳祕法，要比書本上的理論，切合實際，應該全盤接受。其實好多代傳下來的農法；有些的確適乎當地應用，並且和科學原理相合；有些把因果纏錯了，或說不出所以然；也有些還含着迷信成分。我們必須把這些老經驗收集起來，用科學知識來整理一下，「去其糟粕，存其精華」，再拿來發展推廣，使它起更大的效用，這就叫新知識和老經驗結合，理論和實踐結合。在這種工作上，我相信本書是有相當用處的。

本書再版前，又經過詳細校訂，勘誤了不少地方；但錯誤一定還有留着，希望讀者指正。插圖本來集中排在卷頭，為了查閱方便起見，適當地排在文中，以求閱讀時的方便。

1950年9月1日陶秉珍序於浙江大學湘湖農場

第一版原序

栽培的研究有二方面：一方調查應該如何做的方法，屬實際的方面，一方研究為什麼這樣做的理由，屬理論的方面；前者由經驗爲之，後者靠科學之力解決之，正確的經驗固可貴，但科學之力更偉大，“現今栽培學已經碰壁了”，一部分人在高唱着，這是過於重視經驗輕視理論的結果。今後使栽培學進步發展，開拓新方向，必須借植物生理學以及物理學、化學等的助力，作科學的研究法。著者承受恩師安藤廣太郎博士和額理一郎博士之說，從學生時代起，就有這樣主張，後供職於盛岡高等農林學校，擔任栽培學汎論之講述，到戰後，恰巧校長照着我的期望囑託，因此大喜，但着手起稿最感困難的，是所謂講義的藍本沒有；記述栽培方法的，不論汎論或各論，良書不少，但理論方面的書，差不多沒有。Molisch 氏的名著“作爲園藝術理論之植物生理學(Pflanzenphysiologie als Theorie der Gartnerei)”是這時最重要的參考書；栽培學的講義，這樣還有不少缺點。而且理論雖說是普遍的，日本的栽培學講義，當然不能不是日本的；因此收集種種雜誌上揭載的論文和報告，再加貧弱的著者的研究；因此體裁特別，不能當講義看。著者學生時代起，受恩師田中義磨博士之勸誘，把各雜誌所載重要的和有興味的論文，一一筆記它的要點，在這時是最有用的了，但淺學的悲哀，深感不能勝任。本校的圖書館不用說；常利用假期，向東京帝大植物學教室，九州帝大農學部，西開原農事試驗場，東京植物學會等的圖書室搜求，雖不完全，骨格已經成功了。此後，年年附加筋肉，而成本稿。成功後，若以努力爲比例仍是非常貧弱；但在這種工作中，著者狹隘的頭腦，已多少擴大了。著者現在研究的東西，在作物學全體上佔如何位置，可以客觀地看出來，是很覺可喜的。

著者並沒有把它出版的意思。所以當養賢堂主人來勸寫一本理論的栽培學汎論時，以“另有適任者吧”相答。此後，因本校畢業生來信請求出版，頗爲動心。後來養賢堂又以公開本稿相勸，就訂立了出版契約。自問十分僭越，而且像產了未足月的孩子般，時感不安。但決盡我全力，健康地撫育這未足月的孩子。由讀者諸君的指正，以協助著者，這是迫切地希望着的。

昭和 5 年 3 月 著者

第 二 版 序

未足月孩子似的本書，也不知不覺長大了，在這裏再版了。產生弱子的責任，爲親者不能不完全負擔。著者就趁這機會，努力改善本書的內容。在這種工作的進行中，對賜以激勵和指正的恩師、先輩、學友諸賢，著者敬表滿腔的謝意。如果本書內容，多少比前版長進了些，這不外是諸賢好意之賜。而且剛纔將第一版售罄，本書內容又有不少改變，破壞多數紙版，以追加本文；養賢堂主人及川氏，對著者這種無禮的要求，毫不顧到自己的損失，而予以快諾，這完全是他的出版良心使然；著者以一學徒而敬佩之，同時以本書的著者，特表感謝之意。

最後，所希望於讀者諸賢：著者不能不將這未足月孩子，健康地撫育；但自顧淺學，本版中尚有留着不少缺點，切希由諸賢指正，以鞭撻著者。

昭和 5 年 9 月 著者

第 三 版 序

本書現在已發行增訂三版了。不問它的內容價值如何，著者感到十分欣慰。著者趁此機會，在頗大部份中，加以增訂；務使勿在學術界中落伍。但以著者的淺學和公務繁忙，尚留着若干不滿之點。希望由先輩及讀者諸賢予以指正，俾得在以後的機會更改。

昭和 8 年 4 月 著者

改 版 原 序

本書的第一版，內容頗不完全，但受熱心研究家之歡迎，現已發行到第四版。

第一版發行以來，已滿六年，雖是比較短的歲月，但這期間我國農業界之進步，却非常顯著。例如當第一版發行時，只一部份學界稍稍注意的日長效果和 C—N 比率，現在已是我農學界的流行語了；那時我農學界差不多毫不注意的促成法、超短電波、生長賀爾蒙、T—R 率等，現在成爲農學上重要的研究問題了。

著者，因發行所養賢堂的好意，每次再版，均儘可能的增訂，努力使本書內容不致落伍，但到底不勝追加，現乘四版發行的機會，行全體的改版。

改版告成，要追加的記述項目多起不少，插圖也增加；又新讀到的文獻的引用，也盡可能地擴充。這樣本文頁數應該增加到五成左右。但不願增加讀者諸君的負擔，所以每頁字數各增一百餘，而且增加六號鉛字的部分，務使全部頁數增加不多。因為每頁字數的增加，所以排印不免密了一些，這是要請原諒的。

本書的改版，正值著者調任不久，公務繁忙的時候，加以著者的淺學和疏忽，不完備之處一定很多。希望讀者諸君加以指正。

昭和十一年盛夏 著者

第九版（增加附錄）序

本書自六年前第四版增訂改版以來，每次重版，均有若干改正，務使在進步無疆之學術界中，不致落後。但新研究之發表，日增月加，部分修改已覺無法追及；且自前次改版以來，已滿六年，因即計劃再度增訂改版，從事整理材料，但目下排字工資高昂，若行改版而全部重排，則本書售價，必驟然提高，使讀者感到困難，殊非著者與發行所所願，暫緩改版，利用原來紙型，雖事非得已，但任其一切照舊，又覺於心不安。

本書內容，對目下學術界之進步，使著者深感不滿者有二：一為關於近來漸成重大問題之微量元素之研究介紹尚嫌簡單；一為關於生長內分泌似之刺激物之實驗，介紹亦未充分。故在此版中，就此二點，稍加詳述，附列卷末。

濁茶敬客，萬分抱歉，但時值非常，事出無奈，請剪下附錄部分貼在本文中。

昭和17年盛夏 著者

譯 者 序

栽培學原是汎論一切作物的種植方法和學理的。但我國坊間所見，多偏重於方法之介紹而忽視了學理的說明。要知道方法由經驗累積而成，帶地方性的居多，所以甲地的種植法，乙地未必適用，惟有經過學理的闡明，永得一貫法則後，方可廣汎地活用。本書的內容，恰像書名所示，是以栽培原理的說明為主，正可補救過重方法之弊。

後編的栽培學實驗法，除記述各種實驗器械及方法外，連攝影、繪圖、整理實驗結果等研究方法，都詳述無遺，真有晤對良師益友之感，在從事實驗的讀者，更可以得到不少的幫助。

遂譯時最感困難的，是度量衡的單位名詞；若全部折合我國市制，便均帶小數，頗覺零碎。所以仍用日本名詞而把萬國公制，附在後面。

本書最初根據 1936 年第四版增訂本譯的，其後又參照最新本第九版，把附錄中增訂部份分別插入本文。至本文中有成段刪改的，想係遷就紙型的關係，所以將刪除部份依舊並存，以資充實。對近年來最新研究，亦擇要略附一二，不過遺漏之處，或所難免，尚希作者讀者都能見諒。

原書羅列參考文獻達 1334 種之多，茲為節省成本減輕讀者負擔起見，不得已全部刪除。插圖亦集中影印，附在正文的前面。

本書文稿承鄭廣華先生詳為核對修正，第九版中新材料除附錄二篇外，亦承代為加入；日文譯名中，承萬雄先生代查者亦不少，並此誌謝。

民國三十七年十月一日陶秉珍序於上海

凡 例

1. 本書出版的目的，希望它做研究栽培學的學生、技術者及篤農家等的伴侶。

2. 本書雖是程度較低的小冊子，但關於現在比較惹起學界興味的問題，都有相當詳細的記載。

3. 巧妙地利用作物和外界間的關係，使它適當，就是栽培，所以本書對於所謂「栽培有關的外界條件」方面，著力記述。

4. 外界條件中，最可以人為地左右的，是水和作物的關係，所以本書關於水的問題，特別記得詳細。

5. 就說研究外界條件：關於土壤，有土壤學和肥料學；關於病菌，有植物病理學；關於害蟲，有害蟲學；這等的詳細記述，不是本書的性質，而且也不是門外漢的著者所能為；所以祇記着大要。

6. 記栽培方法的單行本，為數不少；本書對於一般的栽培方法，只簡單記述，而置重於它的理論。

7. 實驗之部，是記述栽培實驗之基礎方法，就是：最初，為種種實驗之準備行為及一般的實驗法；其次，為各種實驗中主要的；最後，為關於實驗結果之整理；各記其大要。

8. 實驗之部最後所記的「生理學研究之一般方法」，是著者為了供初學者多少參考起見的一點婆心而附記的。

9. 文獻，著者雖努力廣為搜集，但重要的，一定尚有不少遺漏，幸讀者諸君指正之。

10. 插圖的引用，一一記明它的出處；不記的是原圖。

植物生理學的栽培學論

目 次

原序 譯者序 凡例 插圖

前編 栽培之理論及方法

第一章 緒 論

1. 栽培法及栽培學(1), 2. 栽培的意義(1), 3. 作物或栽培植物(1), 4. 日本作物的種類(2)。

第二章 有關栽培的外界條件及栽培的處置

I. 水 5. 植物和水(3), 6. 吸收(3), 7. 蒸騰作用(6), 8. 根壓(8), 9. 植物體內水的上昇(10), 10. 光合作用和水(11), 11. 光合物質的輸送和水(11), 12. 生長和水(12), 13. 種子的發芽和水(13), 14. 植物的形態和水(14), 15. 植物的運動和水(16), 16. 土壤溫度(17), 17. 空中濕度(19), 18. 雲(20), 19. 雨及雪(20), 20. 雹(21), 21. 萎凋(22), 22. 植物的耐旱性(23), 23. 旱災的防禦(23), 24. 乾燥耕作(26), 25. 灌溉(26), 26. 土壤的過濕(28), 27. 浸水(28), 28. 排水(29)。

II. 空氣 29. 植物和空氣(29), 30. 氣體的吸收和運送(30), 31. 呼吸作用(30), 32. 發酵(35), 33. 植物的屈氣性(35), 34. 光合作用(35), 35. 碳酸氣肥料(38), 36. 特殊的光合作用(39), 37. 種子的發芽和碳酸氣(40), 38. 植物和氮素(40), 39. 氮素同化(40), 40. 氮發酵(43), 41. 硝酸還元作用(43), 42. 硝化作用(44), 43. 煙害(44), 44. 風(46)。

III. 光 45. 作物和日光(48), 46. 光合作用和日光(48), 47. 光和收量(49), 48. 葉面積和收量(50), 49. 使通光良好的方法(51), 50. 電光栽培(51), 51. 霓虹光栽培(52), 52. 生長和光(53), 53. 植物的形態和光(54), 54. 日光和氣孔的開閉及蒸散作用(55), 55. 呼吸作用和日光(56), 56. 離類的流轉和日光(56), 57. 植物的色和日光(56), 58. 種子的發芽和日光(57), 59. 開花和光(59), 60. 日長效果(59), 61. 植物的運動和光(64)。

IV. 溫度 62. 作物和溫度(65), 63. 光合作用和溫度(66), 64. 積溫(67), 65. 溫度和收量(67), 66. 改變氣溫的方法(68), 67. 地溫及水溫(68), 68. 根的吸水和溫度(73), 69. 植物的耐寒性(73), 70. 所謂霜害(77), 71. 凍害預防(78),

72. 鉀鹽對耐寒性的效果(78), 73. 種子發芽和溫度(79), 74. 種子發芽和變溫(80), 75. 發芽和寒冷(人工越冬法)(81), 76. 促成法(82), 77. 溫浴法(83), 78. 植物的運動和溫度(84)。

V. 土壤 79. 土壤(85), 80. 養分(85), 81. 有機物(85), 82. 灰分(86), 83. 生長素(89), 84. 土壤的性質和根的生長(89), 85. 植物對於土中養分的吸收(90), 86. 土壤中的有效養分(91), 87. 土層(92), 88. 土壤的內部組織(92), 89. 土壤的理學性質(92), 90. 土壤的機械成分(93), 91. 土壤的化學成分(96), 92. 土壤的養分吸收力(98), 93. 土壤的反應(99), 94. 土壤中的微生物(99), 95. 地力(100), 96. 土質及地形和作物的關係(101), 97. 肥料(102), 98. 施肥(105), 99. 鹽類的毒作用和相殺作用(107), 100. 礦素(108), 101. 客土(103), 102. 燒土(103)。

VI. 刺激 103. 刺激的意義(109)。

【甲】物理的刺激 104. 重力的刺激(109), 105. 壓力的刺激(110), 106. 接觸刺激(110), 107. 感覺刺激(111), 108. 機械的刺激(111), 109. 電氣刺激(112), 110. 電氣栽培(112), 111. 光的刺激(113), 112. x 線的刺激(114), 113. 超短電波的刺激(114)。

【乙】化學的刺激 114. 化學的刺激(115), 115. 屈化性(115), 116. 對於呼吸的化學刺激(116), 117. 對光合作用的化學刺激(116), 118. 對生長及休眠芽的發芽的化學刺激(116), 119. 對於種子發芽的化學刺激(119), 120. 施刺激物於土壤的效果(121)。

VII. 生物 【甲】植物與植物的關係 121. 羣落(122), 122. 着生(123), 123. 領所寄生(123), 124. 寄生(123), 125. 由下等植物寄生而起的病害(124), 126. 病害的驅除和預防(127), 127. 共棲(133), 128. 高等植物間的拮抗作用(134), 129. 害草(134), 13. 除草(135)。

【乙】植物和動物的關係 131. 植物和動物的關係(138), 132. 花粉的媒介(138), 133. 種子的散布(139), 134. 防禦敵害(139), 135. 害蟲(139), 136. 害蟲的防除(140), 137. 野鼠和螻蛄的防除(147)。

第三章 有關栽培的內在條件及栽培的裝置

138. 植物生育的內在條件(149), 139. 各器官的相對關係(149), 140. T-R 率(150), 141. 植物的兩極性(150), 142. 內分泌; 賀爾蒙(151), 143. 催分裂幅射線(156)。

第四章 作物的一代及其間栽培的處理

I. 作物的一代 144. 種子的發芽 (159), 145. 生長 (160), 146. 物質的轉化 (163), 147. 物質的貯藏 (165), 148. 物質的排出 (166), 149. 成熟 (附C—N比率) (166), 150. 生殖 (168), 151. 植物的壽命 (174).

II. 栽培的處理 152. 採種及選種 (175), 153. 種子的貯藏 (180), 154. 種子交換 (183), 155. 種子的預措 (183), 156. 耕鋤及整地 (187), 157. 播種 (189), 158. 苗床及苗的養成 (192), 159. 移植 (194), 160. 營養繁殖 (196), 161. 接木 (200), 162. 插穗及接穗的預措 (205), 163. 剪定及整枝 (207), 164. 管理 (210), 165. 花粉的交配 (211), 166. 收穫及貯藏 (213), 167. 種作制度 (214).

後編 栽培學實驗法

第一章 一般的實驗

168. 定溫裝置 (217), 169. 蒸餾水 (218), 170. 溫度的測定 (219), 171. 濕度的測定 (223), 172. 光度的測定 (225), 173. 時間記錄法 (226), 174. 顯微鏡實驗 (227), 175. 鏡檢技術 (229), 176. 實驗材料的染色 (235), 177. 由顯微鏡寫生及攝影 (239), 178. 顯微鏡下的化學分析 (顯微鏡化學) (240), 179. 長度的測定 (245), 180. 重量的測定 (247), 181. 面積的測定 (249), 182. pH值的測定 (249).

第二章 各個的實驗

183. 種子清潔程度檢定 (253), 184. 種子比重的測定 (258), 185. 種子的發芽試驗 (259), 186. 子質的新陳鑑別 (263), 187. 花粉的發芽試驗 (264), 188. 交配試驗 (266), 189. 呼吸試驗 (267), 190. 光合作用試驗 (269), 191. 細胞液的濃度測定 (271), 192. 種子吸水力的測定 (272), 193. 含水量檢定 (273), 194. 組織粉末法 (275), 195. 蒸騰作用試驗 (277), 196. 氣孔的機能試驗 (281), 197. 用水量試驗 (282), 198. 伸長生長試驗 (283), 199. 分生試驗 (287), 200. 雌蕊的接替實驗 (287), 201. 水耕法 (288), 202. 砂耕法 (290), 203. 地力試驗及肥料試驗 (290), 204. 微量栽培試驗 (293), 205. 場圃試驗 (293), 206. 坪刈法 (296), 207. 米麥的特性調查 (299).

第三章 實驗結果的整理

208. 實驗結果的整理 (302), 209. 計算機 (304), 210. 計算尺 (305), 211. 實驗記錄攝影 (311), 212. 實驗記錄圖 (316), 213. 生理學研究的一般方法 (317).

前編 栽培之理論及方法

第一章 緒論

1. 栽培法及栽培學

栽培作物的最後目的，是要用最小的勞力資本獲得最大的收益。栽培法就是教人怎樣做，怎樣去達到這目的，這是一種技術 (Art)，理由 (Reason) 可不問。要探究它的理由的是科學 (Science)，就是栽培學的使命。技術是由經驗和熟練得到，進步遲緩；而且在甲地得到的技術（至少在栽培方面），未必在乙地有用。反之，科學的進步急速而普遍，而且向目的而進，絕少徒勞無功的。也有就技術講已認為最好的了，但加科學的研究，發見更好的方法；也有技術方面認為已碰壁的了，因科學的探究而又發現新途徑的。

2. 栽培的意義

植物及動物，因外界的條件（例如光、熱、水、空氣、食物等）受到多大的影響，像這樣對於生物有大關係的周圍一切事情，稱為環境 (Environment)。由環境如何，植物有時可以表現適合我們的性質形態的；有時相反，努力使植物得到能够產生最能滿足我們欲望的形態性質的環境的，稱為栽培 (Plant culture)。例如土中養分不足就給與肥料，水分不足就灌溉，過多時排水。有時為了使植物病化，故意給它生理不適宜的環境，軟化法便是一個例子。所以要完全地行栽培，必需研究植物和環境的關係。

3. 作物或栽培植物

作物 (Crop) 或栽培植物 (Cultivated plant) 是栽培狀態中的植物。在自然狀態中，多數植物因場所養分等，相互間行生存競爭。故野生植物 (Wild Plant)，祇有最適應於這環境的，就是生存競爭的優勝者，才能生存。因此野生植物是強健的。反之，作物是代代在栽培狀態中 (State of culture)，就是在人們保護之下，普通對於環境的抵抗力很弱。而且，我們常常要求作物超出它生理上所必要的，例如貯藏養分的作物，要使它貯藏超出生理方面所必要的養分（圖1），開美麗花朵的作物，使它開植物受精必要以上的大花，有時喜歡雄蕊雌蕊花瓣化，在受精上反不適宜的形態（圖2）。結果，作物在生理方面，在形態方面，失去平衡，多數成為殘廢

者：所謂已被改良的品種中，多屬此類。而且，給與它不自然的環境，使他成為更殘廢者，也是常常有的（圖3）。

大凡植物的生理作用，是極端經濟的。但對於作物，人為地強使行很不經濟的生理作用的也不少，如以上結果，這些植物益發衰弱，益發要人為的保護了。

4. 日本作物的種類

全世界被栽培的作物種類有多少種，那是不容易調查。就是在日本所栽培的，要加以調查，也相當困難。明峯氏曾經編過下表，但此表中作物的總數，並不能就作為日本的作物總數。理由是這樣，用途非一的作物也不少，同一作物有被列入二類或以上而重複著的，若把這些整理起來，作物的種類還要減少。

而且本表是示日本本土、台灣、朝鮮，所栽培的作物數，南洋委任統治地部分不包括在內。

日本作物的種類

類	別	作物數	種或變 種數	類	別	作物數	種或變 種數
I	食用作物	218	236	1.	禾草類	21	21
	1. 需實類	30	30	2.	豆草類	10	10
	a 禾穀類	12	12	3.	雜類	14	18
	b 豆菽類	14	14	IV	藥用作物	70	72
	c 雜類	4	4	V	纖維料作物	13	14
	2. 需根類	17	17	VI	刷帚料作物	5	5
	3. 需地下莖類	15	15	VII	筵席料作物	9	9
	4. 需地上莖類	13	13	VIII	眞田及技工料作物	2	2
	5. 需葉類	51	52	IX	油料作物	14	15
	6. 需花類	8	7	X	蠟料作物	1	1
	7. 需果類	89	108	XI	漆料作物	1	1
	a 草本類	28	32	XII	單糞料作物	1	1
	b 非草本類	61	76	XIII	紙料作物	8	8
	8. 需菌體類	4	4	XIV	糊料作物	5	5
II	調味料作物	36	37	XV	染料作物	13	15
	1. 香味料類	21	21	XVI	刺戟及麻醉料作物	7	7
	2. 辛味料類	9	10	XVII	香料作物	1	1
	3. 酸味料類	3	3	XVIII	蜜造料作物	8	9
	4. 甘味料類	3	3	XIX	肥料作物	24	24
III	飼料作物	45	49				

第 二 章 有 關 栽 培 之 外 的 條 件 及 栽 培 的 處 置

I. 水

5. 植 物 和 水

把植物作定量分析時，知道含有極多的水分，木質部約 50%，多汁植物為 70—80%，多肉植物或果實為 85—95%，藻類含有 95—98%。這等水，多數乃以水的狀態，從地中或水中取得，在植物體內不僅導管內及細胞間隙內有，也有作為細胞液而存在細胞內，細胞膜也被水浸着，原形質也含有 75% 以上的水，而且常從植物體表面，以水滴或水蒸汽狀態被排出或發散的。植物是在水被吸收，流轉體內，排出體外的一段期間內，進行生理作用的，就是不僅吸收養分要成水溶液的狀態；像搬運養分，運送同化物質，行新陳代謝，生長等活動，水都是必要的。在生理方面需要水分，連動物也是同樣，所以不妨說：無水之處即無生命。

植物體內有有機物分解而生水，這是因為水作為化合物存在體內的，植物體內又含有種種結晶體，這種結晶體也都含有結晶水。

6. 吸 收

除特殊植物外，一般植物是不能取固形的養分，必以水溶液的狀態被吸收的。

液體是由擴散 (Diffusion) 及滲透 (Osmosis) 入植物體內；由擴散的場合較少，普通是由滲透的。可是滲透作用是很緩慢的，要把物質運到遠處，很不方便。所以物質一進體內，便入導管，因蒸騰作用 (Transpiration) 由水流而上昇。

A. 滲透作用 兩種液體用障害膜界分時，雙方分子便會通過界而混合。這種現象，常因兩液及界的種類而異其速度。現在把酒精和水，用素燒為界時，酒精入水，比水入酒精遲緩，用橡皮為界時，便得反對結果。這界若是動物性的膜，那末祇溶媒通過而溶質差不多不通過。這種現象進行時，就是分子小的溶液，溶質也完全通不過的膜，稱為半透性膜 (Semipermeable membrane)，鐵氰化鉀和硫酸銅的沉澱鐵氰化銅是半透性膜。Pfeffer 氏所設計的滲透細胞 (Osmotic cell) 是在素燒筒上沉澱一層鐵氰化銅，像圖 4 所示，筒中放入蔗糖液，將這筒立在水中時，砂糖被膜所阻不能外出，水入筒中，把水銀推上；後來成平衡狀態。這時水銀的壓力是指示這砂糖液的滲透壓 (Osmotic pressure)。嚴密地根據 Findley 氏定

義講來：滲透壓是溶液和溶液被半透性膜界分時，爲了要成平衡狀態而生的液壓。

要造滲透細胞時，先在素燒筒裏裝滿硫酸銅液，再把它放在鐵氰化鉀液中，便可沉澱入素燒的細孔中。

據 Van't Hoff 氏，滲透壓和溶液的克分子量，即在溶液中溶質的分子數成正比。

植物的細胞 (Cell) 和這種滲透細胞很相類似，就是外部素燒部分，和細胞壁 (Cell wall) 相當。鐵氰化銅相當於細胞質 (Cytoplasm)，內部的砂糖液和細胞液 (Cell sap) 相當。細胞質完全是半透性膜。

細胞質是半透性這句話，可以這樣證明，試把細胞液裏有色素的組織，投入水中，這種色素也不會外出的。如其把這種細胞質殺死，色素便外出。就是細胞質的半透性，祇以活著的時候爲限。

小小的蒸發皿裏，放入 0.2 的鐵氰化鉀 (黃血鹽) 的水溶液，再靜靜地放入硫酸銅的飽和水溶液 1 滴時，其周圍便生鐵氰化銅膜，這種硫酸銅液被膜包着的東西，稱爲 Traube 氏細胞。這細胞由外部吸收水而逐漸膨大，倘若反一面，加濃黃血鹽，稀薄硫酸銅，細胞就要縮小。

把植物的細胞，投入水中，細胞便由細胞液的滲透壓而吸收水分而膨大，因爲外面有細胞壁裹着，所以也與 Traube 氏細胞同樣，不能胡亂大起來的，到了某程度便停止，細胞是漲滿的了。這種細胞的張力，稱爲膨壓 (Turgor tension)，這種壓力，對於水的上昇，植物的成長運動等，都有重大的意味；就是對於植物體形的保持上，也是重要的。細胞吸水越多，膨壓越高，成脹滿狀態時，膨壓最高。

其次，如其把植物的細胞放入比細胞液更濃的溶液中時，細胞液中的水便外出。可是細胞壁大部是由纖維素構成的，不能收縮到某程度以上。這時細胞質離壁而縮，呈原形質分離 (Plasmolysis) (圖 5)，原形質分離過甚時，原形質因奪去水分過多而體制破壞。又原形質從相鄰細胞間的細胞壁上的細孔互相連絡，這等連絡絲，也因原形質分離而被拉斷而且原形質被勉強從細胞壁拉開，機械地使原形質受到障害，不久細胞就死了，可是把已起原形質分離的細胞，趕快放入水中，便會復原。

究竟細胞質全體是半透性呢？還是祇特殊部分有這種性質呢？據 Pfeffer 氏說：細胞質祇界分細胞壁和細胞液的部分有這種性質，特別把這部分稱爲原形質膜 (Plosma - Membrane)。

原形質的半透性不是對一切物質都是絕對的，是由物質而異，有些比較容易通過。現在試用種種物質的水溶液，使起原形質分離，多數是原形質雖暫時分離，若這樣放置着，不久復原。原形質分離激烈，致細胞死亡的也有，因原形質失去半透性，而物質侵入，但原形質並未死亡的也有。就是物質不殺死細胞而通過原形質膜的。Fitting氏用紫萁年青的表皮作實驗時，鉀鹽和鈉鹽等，頗迅速地侵入。可是，這些鹽類中硝酸鹽最快，氯化物次之，他還把浸入最快的硝酸鉀，舉行實驗，紫萁年青的表皮細胞，浸入這種水溶液後，過了十五分鐘，經過最大原形質分離期，而開始復原。這樣鹽類能殺死細胞而侵入細胞內的一件事，在根的吸收養分上，有重大的意味。

普通植物細胞的滲透壓，有 5—10 氣壓。就是在飢餓狀態中，也少有降到 3 氣壓以下的，像嬰糖蘿蔔洋葱等多含砂糖的植物，有達 20 氣壓的。海岸植物也有達 100 氣壓以上的。生長在北美 Salt 湖附近含鹽甚多的土壤中之 *Atriplex Confertifolia*，據說示 153.1 氣壓。

將同一植物，放置在乾燥狀態中，滲透壓便高昇。這是生理上重要的現象，不論就防止水分從植物體失去講，或就吸收土中僅有的水分講。著者把水稻作水耕試驗時，使用濃厚的養液，使在生理上的旱魃狀態，便可看到細胞液的濃度增高。鈴木氏也把植物體接觸濃厚液體而放着，看到細胞液的濃度逐漸增高。榎本氏發現旱天降雨後稻的葉汁的濃度，驟然降低。

就是同一個體上，細胞液的濃度也因植物體部分異。據 Harris 氏等研究：葉的細胞液，因葉的着生位置越高越濃厚。這是對於水的重力及導管內抵抗的調節作用。

細胞雖藉滲透壓從外部吸收水分，而膨壓也隨着吸收而增加，這是把水分向外面壓出的力，所以細胞的吸收力 (Suction power) 或吸收壓 (Suction pressure)，就是從滲透壓減去膨壓後的差數。

B. 根的養分吸收 養分是以水溶液的狀態，由根毛 (Root hair) 用吸收壓吸收的。如其細胞質是半透性，溶液中的溶質絕對不能透過的話，那末植物祇吸收水而不能吸收鹽類了。據 Trondle 氏等研究，原形質膜能夠臨時起變化，這時鹽類就浸入。可是這種浸入的速度，因植物的種類，外界的條件，尤其是刺戟物之存在與否，而有顯著的差異。

由根吸收養分，如前所述，由滲透作用行之，所以給與濃厚的溶液，根非特不