

在外界环境影响下 植物性別的轉变

E. Г. 米宁娜 著

學 出

科 學 出 版 社

Q145.1

2

2:

在外界環境影響下植物性別的轉變

E. Γ. 米 寧 娜 著

孫 岱 譯

曹 宗 巽 校

科 學 出 版 社

1957年3月

СМЕЩЕНИЕ ПОЛА У РАСТЕНИЙ
ВОЗДЕЙСТВИЕМ ФАКТОРОВ
ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

內 容 提 要

本書是一本研究用外界環境因素使植物的性別向雌性方向轉變、以提高作物收穫量的著作。書中敘述了礦質營養、環境濕度和氣體處理幾個影響因素的實驗情況和這些因素增強雌性特徵的結果。並對外界因素使植物性別轉變的原因也作了生理學上的分析。書的開頭還概述了歷來的有關研究植物性別的文獻。

在外界環境影響下植物性別的轉變

原著者	[蘇] 米寧娜(Е. Г. МИНИНА)
翻譯者	孫 岱
校訂者	曹 宗 巽
出版者	科 學 出 版 社
	北 京 朝 陽 門 大 街 117 號
	北京市書刊出版業營業許可證出字第 061 號
印刷者	北 京 東 單 印 刷 廠
總經售	新 華 書 店

1957年3月第一版	書號: 0715 印張: 5 13/16
1957年3月第一次印刷	開本: 850×1168 1/32
(京)0001-6,265	字數: 151,000

定價: (10)1.00 元

序 言

植物的性別問題，也和與之密切聯系着的受精問題一樣，具有極其重要的理論與實踐意義。甚至在對植物的生殖過程只能模糊地猜測的古代，人們就為棕櫚的“散粉”枝和結實枝創造着在自然界中接近的條件，以求取得果實的豐收。無怪乎在古代修建的紀念像中有種種想像的半鳥半人的豐產神的形像，他們把戰捷木的雄花和雌花序接觸在一起，在為雌花序授粉。

關於植物有性的差別的科學觀念，是在十八世紀奠定的，並且主要和切里雷脫爾(И. Кельрейтер)和林奈的名字分不開。切里雷脫爾曾在彼得堡科學院植物園進行過他的一部分研究工作，林奈所著“植物的性別”一文獲得過彼得堡科學院徵文獎金。切里雷脫爾及其同道斷定植物有性的差別並有受精過程，他們的著作在一個很長的時期中遭受過大多數西方保守學者的嚴厲批評。

在這方面俄羅斯的學者們較為進步，他們承認了植物性別的發現，並在自己的研究中實際證實了這一點。

達爾文的著作揭開了植物性別問題和受精問題的研究上的新的一頁。這些著作的基礎是這樣一個觀念，即花的繁殖部分的機能發育對於受精過程有巨大意義，同時受精過程對於外界環境的影響極為敏感。

植物的受精問題在米丘林和李森科的著作中才得到應有的發展。李森科指出繁殖過程在植物生命中有巨大意義，他着重說，“生殖細胞和有機體藉以繁殖的任何其他細胞，是由於整個有機體的發育、通過變化、通過新陳代謝而得到的。”(李森科，1949，第573頁)

我們認為植物性別的形成和發育(性別分化)是一種有賴於環境條件的植物體發育特性，因而在我們的研究中力求遵循下述三個原則：

1) 由多種多樣的影響植物性別的因素中，實驗時選用那些能用來有意識地控制植物性別以達到提高收穫量目的的那些因素；

2) 當植物性別在實驗中發生轉變時，調查幾個最重要的生理過程，從而闡明新陳代謝的變化；

3) 研究植物兩種性別以有機體階段狀態為轉移的形成和發育條件。

* * *

我們研究植物的性別開始於 1933 年，是結合着在薩比寧(Д. А. Сабинин) 教授領導下的礦質營養研究在全蘇施肥、農業技術和農業土壤學科學研究所植物生理實驗室進行的。

揭明在不同環境條件下決定植物性別的生理過程的規律性，就有可能通過使用外界影響的辦法增強雌性特徵，從而提高果實和種子的收穫量。

根據薩比寧的意見，植物的性別問題是和有機體的發育問題融匯在一起的，同時在外界環境的影響下組織的生物化學機制的變化是性特徵變動的基礎。

我們不來敘述決定植物性別的過於專門的問題，我們在本書中的意圖是闡明，那怕是以遠非完備的形式，自己力所能及的研究的結果，這種研究是根據薩比寧的建議進行的。

在進行最後兩章所敘述的實驗時，作者曾從最近一個時候的直接領導人已故的馬克西莫夫(Н. А. Максимов) 院士處得到過很寶貴的意見。

如果這本樸實地反映薩比寧在植物生理學方面的思想的書，對於實踐以及對於植物性別問題的進一步研究有所裨益，我們將認為提出的任務已經達到了。

目 錄

序言.....	i
第一部分 文獻概述.....	1
第二部分 外界環境因素對植物性別的作用.....	20
第一章 礦質營養.....	21
1. 定期的氮營養和鉀營養(盆栽實驗).....	24
2. 硫的缺乏(盆栽實驗).....	30
3. 定期的氮營養和鉀營養(田間實驗).....	33
4. 定期的氮營養(田間實驗).....	36
結論.....	39
第二章 環境濕度.....	40
1. 在不同土壤濕度和空氣濕度下性別的轉變.....	45
2. 在不同土壤濕度和空氣濕度下發育的速度.....	54
3. 結果的討論.....	56
結論.....	64
第三章 用氣體處理植物.....	64
1. 雌雄同株植物的花的性別變化.....	70
2. 生長的抑制.....	76
3. 雌雄異株植物性特徵的變化.....	81
4. 混性植物性特徵的變化.....	82
結論.....	90
第三部分 環境對植物性別的作用的生理分析.....	91
第四章 一氧化碳作用的本質.....	91
1. 生殖細胞的 pH 和氧化能力.....	93
2. 營養細胞的 pH 和氧化能力.....	95
3. 葉中抗壞血酸的含量.....	96

4. 細胞內容物碱化的原因.....	100
5. 呼吸的抑制.....	107
6. 反應的特殊性.....	112
結論.....	119
第五章 葉對於性別的形成和發育的意義.....	110
1. 在局部影響下性別的轉變.....	123
2. 葉對腋枝性別的影響.....	124
3. 在局部影響下葉年齡的意義.....	126
結論.....	131
第六章 植物的年齡對於性別的形成和發育的意義.....	132
1. 草本植物的性別和年齡.....	133
2. 喬木樹種的性別和年齡.....	138
3. 決定性別的過程和決定生長的過程之間的聯系.....	147
結論.....	155
總結.....	156
參攷文獻.....	161
俄中人名對照表.....	177

第一部分 文獻概述

植物性別問題的研究沒有得到足夠的發展，儘管性的差別發現很久了。可是這個問題無論從實踐的觀點還是從理論的觀點來看，都有很重大的意義。只要想起許多農作物、果樹漿果作物和技術作物的開花生物學，就可以明白，優良果實的收穫量在怎樣的程度上取決於奠定的雌花的數目和發育起來的雌花的質量。譬如大家知道，玉蜀黍、黃瓜、甜瓜等的收穫量取決於雌性特徵的發育。草莓和葡萄的收穫量決定於它們的最初的性特徵的生理特性。許多在工業上有價值的植物油料果實的收穫量取決於形成的雌花的數目（油桐、山毛櫸、胡桃、大麻等）。最後，不但是收穫的多寡，就是收穫的質量也取決於性特徵；石榴、柿子和某些別的果樹的優良的大果實也和甜瓜和西瓜一樣，取決於真正的雌花的結構的“純度”，也就是說花中沒有兩性的徵狀，兩性情形在某些條件下是會出現的。還可以舉出許許多多的例子，證明和性別有關的各種現象對於雌雄同株異花植物的果實收穫量有巨大意義。

我們現在所討論的問題雖然有理論上的意義，但是必須承認，在植物有機體方面這個問題還研究得不够。自從確定了植物有性的差別以來，幾乎已過了一百五十年。在卡梅拉利烏斯（Камерариус）和切里雷脫爾（Кельрейтер）論植物性別的著作發表和哥德的名著“植物的變態”出版以後展開的討論終止之時，可以假定算作這個時期的開始（見烏爾夫 Вульф 的總結，1940）。

植物性別問題的研究起初主要是記述的性質。研究在自然環境中生長的植物的性特徵，表明植物的性別是不穩定的，異性花的數字對比能够因生長條件的不同而有改變。

文獻中最早的這一類的意見，我們發現是俄羅斯學者莫斯科大學教授德維古布斯基（И. Двигубский）發表的。關於這一點他寫

道：“植物在其性別上並非永遠不變，不同的氣候可以使其由單性變為雙性以及發生其他等等變化……花園裏由兩性植物繁殖的一部分植物，可以使其僅成為雄性或雌性。不同的氣候對於這種變化也有很大的影響。以 *Ceratonia siliqua* L. 為例，在歐洲的花園裏，雄蕊和雌蕊永遠是單獨生長在開在不同幹上的花中；而在埃及，雄蕊和雌蕊則一起生在同一的花裏。許多種剪秋羅、苧麻、薑等等，雄蕊和雌蕊單獨生長，而別的品種，雄蕊和雌蕊則長在同一的花裏面……因為土壤、位置、嚴寒、熾熱、乾旱和潮濕往往能够改變植物的外形並且實際上也在改變它，所以在論述植物時，必須說明（一）氣候，（二）地點和土壤。”（德維古布斯基，1823，第 12—13, 208—209 及 251 頁）

德維古布斯基的觀察結果證明這位學者有非凡的觀察能力和智慧。還在關於植物性別的新學說問世之初，德維古布斯基便建立了一些原理（他的書第一版發行在 1801 年），這些原理的正確性以後曾被別的研究家不只一次地證實。後來發表的為數極多的文章，指出植物的性別確實是以外界環境的影響為轉移的。例如，性別的比例可以因植物生長地的地理位置和一般生長條件的不同而起變化（熱列茲諾夫 Железнов, 1851; Sorauer, 1886; Försberg, 1888; Haring, 1894; Gräbner, 1908 等）。

在某些植物方面，特別是在喬木樹種方面，曾收集到大量材料，證明它們的性形態的多樣性（Schulze, 1892; Wehrli, 1892）。研究許多植物的性形態的結構，證明在形態學的細節上有各式各樣的偏向，也有部分雄蕊羣變為雌蕊羣和部分雌蕊羣變為雄蕊羣的情形（De Candolle, 1827）。這些現象曾被歸之於反常或“畸形”之例，並且後來載在植物畸形學的專門著作中（Master, 1886; Penzig, 1921）。支持植物性別不穩定觀念的著作，可以舉出很多。

達爾文的天才發現有力地推進了植物性別問題方面的研究思想。雖然他的各種著作早在七十年代就已初次出版，其中有許多就是現在也依然令人發生很大興趣。達爾文對於花的構造、花的形態和顏色以及對於受精作用的卓越研究，不但在當時提供了開花生物

學方面的觀念基礎，並且也指出了以後研究的方向（達爾文，1839，1848）。

達爾文在這一方面提出的材料的全部總和，季米里亞捷夫稱之為花的生理學說。這個定義就達爾文研究植物體的受精過程的著作說來格外正確。大家知道，這些研究的成績是普遍公認的。

此外，達爾文舉出過植物因生長條件的不同發生自交不孕和自花結實變化的大量例子。我們來看一看黃色加里佛尼亞罌粟(*Eschscholzia Californica* Cham.)所發生的情形。在巴西南部的氣候條件下，這種植物在自花授粉時從來不結種。把該罌粟花運到英國以後，在新條件下生長的第一年，它就有了自花授粉的能力。達爾文認為發生這種現象的原因是英國的氣溫較低。這個意見得到了證實：當把該罌粟花由英國運回巴西時，它的自花結實性便完全消失了；同時這一植物僅僅在兩個季節的期間即由自花結實變為自交不孕——氣候對於它的性結構的影響是如此地迅速。

達爾文把任何一個外界因素，譬如說光、溫度狀況、營養狀況、生長地的濕度、土壤的鬆軟程度等都看作作用於有機體同時也影響它的性成分的因素。這個結論完全證實了我們在上面引述的德維古布斯基早在十九世紀初所發表的意見。

德維古布斯基的意見的正確性不但由文獻中大量的記述文章所證實，並且主要是由實驗研究各個因素對植物性別的作用所得出的結果證實了的。

在舊的著作中，值得注意的是在十九世紀末所進行的研究外合作用和光照條件對植物性別的影響的實驗。研究前一種作用的效果所用的對象是木瓜；木瓜的特點是性特徵的廣泛的多型性，因而特別適於作實驗。法國學者波爾達士(Bordage)因為對於個別的雄性枝或整棵的雄性樹變為雌性或由雌性變為雄性的情形發生了興趣，曾進行下述的實驗。他把幼小的雄性植物的莖在開花期開始前的某一時期折傷，觀察經過這樣處理以後出現的花芽的發育。所發現的情形是，在最後長出來的葉的腋中出現了幼芽，幼芽後來發育成有雌花

和正常結實的嫩枝。這樣，把莖折傷改變了新奠定起來的組織的性別方向，促成了雌性生殖器官而不是雄性生殖器官的形成（波爾達士，1898）。不久這位作者的實驗結果曾被別的學者的著作證實（Usteri, 1907, 1933; Pritchard, 1916; 列維茨基 Левицкий, 19256; 柴拉杭 Чайлахян, 1937）。

莫里亞爾的研究也同樣令人發生興趣，他曾確定在光照不足的條件下雄花會變成雌花（Molliard, 1898）。在實驗中利用的是一年生植物綿棗兒和大麻。在實驗的條件下，在雄蕊的尖端出現了柱頭狀的生成物，或在花粉囊中出現了類似卵器的體。圖1為具有雌花特徵的雄花。

大麻和綿棗兒是相當容易發生性特徵變化的植物。多半是雄性植物取得雌性特徵，有時子房具有雄蕊的特徵，或者甚至形成正常的兩性花。這種現象曾由莫里亞爾同時代的人們（Giard, 1898）和以後的研究家們證實，這我們以後再談。

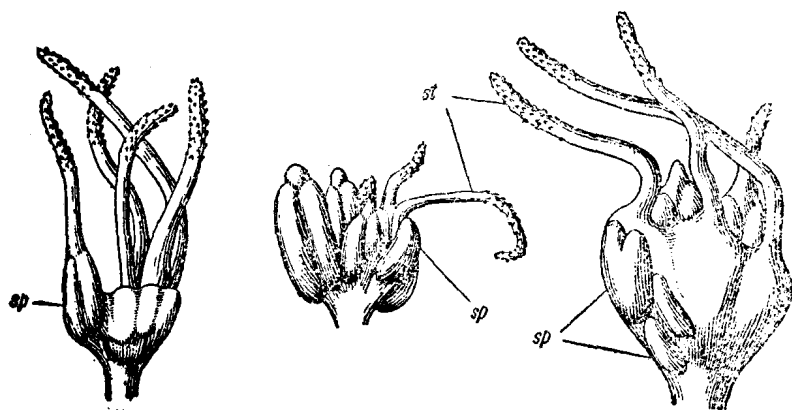


圖 1. 具有雌性特徵的大麻雄花。

放大三十倍，取自莫里亞爾的著作。

sp—花藥原始體； st—有柱頭的花柱。

但是除了說明性特徵有可能發生很大的變化的著作以外，也有其他的著作表明某些植物對於外界環境影響的感應能力小得多。譬

如翦秋羅就是這類植物。在沃赫丁的實驗中 (Vöchting, 1893), 光照不足造成了齊蘿 (*Silene noctiflora* L.) 性成分發育的變化, 而對女婁 (*Melandrium album* Garcke, *M. rubrum* Garcke) 一類的植物則幾乎毫無影響。

植物是養在房間的深處的, 離開西向的窗戶很遠。在光線不足的情形下, 夜齊蘿 (ночная смолёвка) 的花的結構全被破壞。柱頭由花冠伸出很多, 花藥大為縮短, 花粉發育不全。只有很少數的個別的幾株產生了正常的花粉粒。萼片和花冠也發育不全。至於女婁和翦秋羅, 這兩種植物在光照不足的情形下只有花的大小和花冠的形狀有所變化, 而生殖器官則依然如舊, 人工受精產生了數目正常的種子。顯然, 這些植物的生理特性中有某些特點, 使其性組織對外界影響有穩定性。

但是經發現, 這種穩定性在某些條件下可以被破壞。譬如, 我們在斯特拉斯伯格的著作中發現有這種植物的雌蕊羣變為花藥的有趣材料 (Strasburger, 1900)。如果幼小的女婁害了黑穗病 (*Ustilago violacea*), 則子房逐漸退化, 而具有了類似雄蕊的生成物的形狀。在這種生成物的末端往往可以發現有和花粉囊相似之處, 甚至還有少量花粉粒。而平常退化的花藥, 則發育得很好。

花藥這樣加強了的發育, 是因為黑穗病感染了它的可溶性弱的壁, 在富有果膠質的培養基中迅速繁殖起來。一方面, 女婁雌花裏的真菌雖然不損害原生質, 却影響花裏的形態形成過程; 這種影響表現在花藥原始體發育成真正的大花藥。另一方面, 由於有利的營養條件, 真菌有了毒力, 於是開始破壞花藥的內含物 (庫爾薩諾夫, 1940)。可惜這個問題沒有繼續研究下去, 到現在不論是黑穗病的作用機制, 還是在這種真菌對形態形成的影響下花組織變化的特點, 都是不知道的。

這樣, 由於在自然環境中和在實驗條件下觀察的結果, 積累起證明植物的性特徵不穩定的事實; 變異既以影響因素為轉移, 也以植物本身的本性為轉移。

隨着這些事實的積累，就有人試圖把它們結合起來，找出觀察出來的現象的一般規律性。這樣也就引起了建立性別的形成和發育學說的多次努力。其中特別流傳的有兩個學說，即形態學的學說（以魏斯曼主義和摩爾根主義的形式遺傳觀念為依據的染色體遺傳學說）和生理學的學說。形態學的學說的許多原理始終是不可解的，使它的擁護者走向了反動性的結論，這種結論要求修正關於決定植物性別的過程的舊有觀念。對生物界進行研究的魏斯曼主義路線曾在1948年8月至蘇列寧農業科學院會議上遭受殲滅性的批判，已被看作一個反動的、偽科學的、阻礙科學前進的路線而被擯棄了。

因此，從米丘林學說的立場批判地審查性別發育方面的某些遺傳學的著作是完全必要的。這其中首先是科倫斯的著作（Correns, 1920），這篇著作中記述了許多由生理學的觀點來看令人發生興趣的現象，但是這些現象從當時佔統治地位的遺傳學的觀點，被完全不正確地看待了。後一情況使該作者走進了死胡同，因為不考慮外界條件和因之在植物中進行的生理過程，他所收集到的實際材料是無法解釋的。

科倫斯提出一個原理：一切植物——不論是雌雄同株異花的還是具有兩性花的——的胚細胞都具有在以後形成雄的和雌的性器官的同一的能力（Correns, 1920）。這種由細胞的生理特性所決定的能力，該作者稱之為“性潛能”，用這個概念來指細胞奠定兩種性器官的能力。在具有兩性花的植物，這種能力以同一的程度表現出來，因而正常地形成雄蕊也形成雌蕊。

在雌雄同株異花的植物中，由於現在還不知道的生理條件，只有一種細胞發育起來，這種細胞最後只形成雄蕊或只形成雌蕊。另一性的細胞的發育能力則受到阻礙。科倫斯雖然運用了“性潛能”的概念，但是可惜沒有從事於決定性別的生理過程的研究。他把自己的研究導向了不正確的道路，去尋找包含在性染色體之中的“因子”和“基因的實現者”；根據他的意見，性染色體是決定植物性別的形成和遺傳的。

根據這些觀念，科倫斯把整個植物界按性特徵對外界影響的穩定性這個原則分成了組。但是這種區分經發現在實際上是很假定的，因為許多植物在一些條件下表現出性特徵的穩定性，在另一些條件下又失去這種能力。科倫斯發現：性特徵穩定的（在遺傳上說）雌雄異株植物，常常形成兩性的或中性的形態；相反地，兩性植物又分出了性別。所以就連被認為是染色體決定性別的學說的創始人科倫斯也不能把性別分化現象的多樣性安排在遺傳學的觀念範圍以內。

審閱研究植物體的與性別有關的生理過程的著作，可以發現研究工作走了幾條路線。它們並不是都有深刻的科學意義，但是可以作為例子舉出來，以證明性特徵的突出的不穩定性。例如，研究動物來源的激素對植物的作用的著作就屬於這一類。這些著作的基礎是認為決定動物和植物性別的生理過程能夠完全等量齊觀的十分錯誤的觀念。特別要一提的是，曾經有人假定在植物中存在有動物所具有的雌性激素或與其近似的物質（Blotevogel、Dohrn u. Poll, 1926; Loewe、Lange u. Spohr, 1927; Butennandt, 1933）。

因此產生了一種錯誤的觀念，認為動物來源的性激素對於植物的花的形成和發育能夠發生特殊作用。在這個問題上進行了大量研究工作，但是其結果不能使我們作出肯定結論。

雖然這方面的工作是完全失敗了的，但是某些學者認為失敗的原因不是問題的提法錯誤，而是施加影響的方法不正確。通常的推測是，當把激素物質的溶液施入培養基或土壤時——當時是這樣作的——，根和營養鹽類在一起將吸收這種物質，並以不變的狀態把它送給地上的部分。但是在這裏完全沒有注意到根系的積極作用。在尤勒和宗德克的實驗中（Euler u. Zondek, 1934）曾表明，施入植物營養液的性激素（卵胞素）在營養液中很快就消失了。

在不久以前瑞典學者所作的實驗中，曾應用另一種施加影響的方法（Hylmö, 1940; A. u. D. Löve, 1945）。被試驗物質的施入方法是把它和羊毛脂膏塗在植物形成某一性花芽的部位。

在廖威（Löve）的實驗中，曾試驗了以下幾種方法來施加製劑對

植物的影響：施入土壤，注射進莖裏去，以浸入盆中的方法用溶液處理植物的頂端，處理種子，把膏劑塗在各個葉上，把膏劑施入葉腋。所有這些辦法，只有最後一種發生了影響。這一次是把幼小的翦秋羅的頂端切除，向留下的裏面有分生組織原始體的各對生頂葉的腋中，施入1克用相當的物質調製的膏劑。分生組織原始體發芽後，通過膏劑層長出來，隨着用激素調製的膏劑的成分的不同形成了長有雄花或雌花的嫩枝。

雖然最後這種實驗看來是有效的，我們在出版物中既找不到證實它的資料，也找不到繼續進行它的資料。大概，重複的實驗沒有得出同樣的結果。在這個問題上提出的關於植物形成性別的內部過程的進行情形過於簡單，所以不能不認為所得到的材料是偶然的。此外，實驗方法本身也是大有毛病的。因為大家知道，任何外科方法都會造成植物性特徵發育的很大的變化。在我們現在研究的實驗中，採用了很複雜的施加影響的方法——由於除去了葉子和頂端，組織的幾個大的部位遭受破壞，並且又往這些部位施用了濃度相當高的化學物質。這樣施加影響的結果，自然是發生很複雜的內部反應，甚至可能發生壞死現象類型的反應。毫無疑問，這種反應和在自然條件下性別奠定和形成時發生於植物組織中的反應，性質遠遠不同。

看一看在這以後的在決定性別的生理過程方面的研究工作，還可以發現兩條研究路線：對於外界環境因素的作用的實驗研究，和不同性別的個體的生物化學差別的確定。這兩條研究路線所得的結果，提供了在最後結論上很相近的材料，使我們能夠總結出形成植物性別的生理條件的一般情況。

第一條路線，即對作用於性別的外界環境因素的研究，一部分是十九世紀所進行的工作的繼續。但是現代的工作，不論是在所用的研究方法上，還是在關於決定性別的生理過程的理論觀念方面，都和以往的工作大不相同。在這裏我們將不提研究某幾個因素的影響的工作，因為這幾個因素的作用是本書的研究對象，它們將在本書的有關各章中提到。

探求光照條件對植物性別的的作用的研究，提供了很大的興趣。在本國文獻和外國文獻中都有許多著作討論這個問題（柳比門科 Любименко 及謝格洛娃 Щеглова, 1933; 華爾特 Вальтер 及李連士特恩 Лилленштерн, 1934; Schaffner, 1923; McPhee, 1924; 前川 Maekawa, 1929, 及其他）。

在這些實驗中，觀察對象主要是大麻和玉蜀黍。結果是，只有在白晝足夠長的時候，才正常地形成雄性植物和雌性植物。如光照時間縮短，則長成中性。植物上形成了有另一性的特徵的單性花或者外表正常但生理上不結實的花。在慕克非的實驗中，甚至有性別完全改變的情形。

在自然光照條件下，當把植物培養在溫室裏面時，如在 12 月播種，也就是說植物的發芽和早期發育是在白晝最短的時候，則雌性花和雄性花變成兩性花的情形最多（雌性花達 88%，雄性花達 93%）。

不同的晝長對於性別變動的作用可能因植物性別分化的不同而有量的差別。這個結論是台金斯觀察各種不同性族的黃瓜的性特徵的變化得出來的。這種變化這位作者曾根據不同性別的花的數量對比加以確定。在雄族植物發育的情形下，在晝短時，雄花數對雌花數的比例是 25:1，而雌族植物的比例則是 1.8:1。當晝長時，這種比例在第一類植物增加了一倍半，等於 64:1，而在第二類植物則等於 10.8:1 (Tiedjens, 1928)。可見，在長時間光照的條件下，雌族黃瓜的性特徵的變化比雄族植物強得多。

研究植物性別以白晝長短為轉移的發育的一切工作，只能由植物階段發育學說的觀點來看。

由上面提到的實驗工作中結果來看，可見光的因素主要對於雌性的發育有特別大的意義。看來，在某種晝長時，植物的組織中發生決定形成相應性別的花的階段變異。

植物性別分化的過程是以有機體中發生的階段變異為轉移的，這種情形一部分將在下面談起。

在斯徒的著作中 (Stow, 1930, 1933)，曾經提出雄性細胞變為

雌性細胞的胚胎學情形。這位作者曾觀察到胚囊母細胞在風信子花粉母細胞之間形成，這是由於溫度的影響發生的。令人發生興趣的是，活體染色指出改變了的花粉較之正常的花粉有更高的還原能力。這樣，用精細的顯微鏡分析方法可以發現，在外界因素的影響下，組織在花的胚胎發育過程中發生多末巨大的變化。

上述各作者研究出來的性特徵的變化，解釋的意見不同。有的人，如柳比門科和謝格洛娃，認為這是年齡變化的結果；另一些人認為是細胞的物理化學均衡失調；最後還有一些人把它歸之於原生質中所含的控制植物性別的一種特別的“胞漿”（Плазмон）的作用（Yampolsky, 1920）。但是這些假設哪一個也不曾用實際的材料給予應有的論據，所以都沒有得到進一步的發展。

研究不同性別的組織的生物化學特點的工作，在展開和性別發育有關的生理過程的觀念上，是一個重要階段。

這些工作提供了探討鑑別動物和植物性別的方法的根據。在這方面值得特別注意的是蘇聯研究家馬諾依洛夫（Е. О. Манойлов）的工作（1923a, б）；他提出的確定胚胎性別的簡單辦法，是加入適當的試劑把紅血球懸浮液染色或脫色。這個方法也曾對植物對象應用（馬諾依洛夫，1924；格倫堡 Грюнберг，1924；米寧科夫 Миненков，1924；別爾納茨基 Бернадский，1924）。在此以後曾研究過被試材料的抽出液和所用的試劑溶液兩者之間的相互作用的化學反應。研究表明，抽出液不同的還原能力是這種反應的基礎。由此可見，反應的結果主要決定於在組織中發生的和性別有關的氧化還原過程的強度（Schratz, 1926）。

原來雌性組織的還原能力比雄性組織強。這可能部分是由於較高的單寧含量，這一點乃是雌性組織所具有的特性。此外，反應的結果在頗大的程度上決定於取抽出液的葉子的年齡。幼小葉子的抽出液，其反應和雄性組織浸出液的反應相似；而老葉的抽出液則和雌性組織的抽出液一樣地反應。所以，根據馬諾依洛夫反應可以作出結論說：幼小組織和雄性組織的生物化學特點相同，老組織和雌性組織