

維生素在 植物生活中的作用

K. E. 奥夫恰罗夫 著

科学出版社

維生素在植物生活中的作用

K. E. 奥夫恰罗夫 著

金成忠 王万里 譯

1.

611-

К. Е. ОВЧАРОВ
РОЛЬ ВИТАМИНОВ В ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ

Изд. АН СССР, 1958

內 容 簡 介

本书詳細說明維生素在高等植物生活中的作用。从維生素在植物体内形成的一般途径开始,談到各种环境因素和植物的生理状态 对于它們的生物合成和累积的影响。特別着重地敘述了維生素在植物物質代謝中的作用,指出它在呼吸作用、光合作用、氮素营养、矿质的吸收与轉化等重要生理过程中的巨大意义。通过物質代謝,作者列举大批論据,闡明植物在維生素过多或不足的情况下,对于生长发育包括受精和結实过程在內,产生明显的影响,以及适当地用維生素供应植物,提高农作物产量的各种途径。

本书可供生物学及农业工作者参考之用。

維生素在植物生活中的作用

[苏] K. E. 奥夫恰罗夫 著

金成忠 王万里 譯

*

科学出版社出版

北京朝阳門内大街 117 号

北京市书刊出版业营业許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

*

1962 年 6 月第一版 开本: 850 × 1168 1/32

1965 年 1 月第二次印刷 印张: 8 7/8

印数: 3,501—4,800 字数: 234,000

统一书号: 13031 · 1612

本社书号: 2525 · 13—6

定价: [科六] 1.30 元

目 錄

緒論	1
第一章 植物体内維生素的形成及其参加物質的代謝	5
(一) 植物体内維生素形成的途径和相互作用	5
(二) 矿質营养对于維生素生物合成的影响以及維生素在植物对氮磷的吸收和轉化上的作用	17
1. 矿質营养对于維生素生物合成的影响	20
2. 維生素参加微生物和高等植物之間共生的相互关系	31
3. 維生素参加植物里氮、磷和硫的吸收与轉化	35
(三) 光綫对于維生素生物合成的影响以及維生素参加二氧化碳的同化作用	53
1. 光綫对于維生素形成的影响	53
2. 維生素参加二氧化碳的同化作用	65
(四) 溫度及水分状况对于維生素生物合成的影响	73
(五) 化学葯剂对于維生素生物合成的影响	80
第二章 植物个体发育中維生素含量的变化	87
(一) 种子萌发时維生素的含量	87
(二) 营养生长期內維生素的生物合成	91
(三) 种子和果实里維生素的生物合成	102
第三章 維生素在植物呼吸中的作用	107
(一) 維生素参加氧化-还原过程	107
(二) 維生素对氧化酶活性的影响	125
第四章 維生素参加植物的生长和受精过程	131
(一) 植物維生素缺乏症的实验	131
(二) 植物維生素过多症的实验	149
(三) 补充供給种子以維生素对植物生长与发育的影响	156

(四) 維生素对根的形成和生长的影响	165
(五) 維生素追肥对植物地上部的生长和产量的影响	181
(六) 維生素在受精过程中的作用	203
結論	226
参考文献	235
人名对照表	270

緒 論

維生素的發現，是上世紀末生物科學的巨大成就之一。關於維生素的特性和生物學的作用我們認識得愈多，則 H. И. 盧寧在 1880 年所發現的意義顯示得愈加明顯。維生素學說促進了生物學的許多部門特別是醫學部門的更快發展。A. H. 巴赫院士寫道：“很難找到一個不接觸到維生素學說的生理學和生物化學部門”¹⁾。

必須指出，儘管從維生素的發現以及它們在實踐上的廣泛應用直到現今已度過了相當長的時期，“維生素”卻沒有確切的定義。大家知道，H. И. 盧寧曾說明這一類化合物的特性是營養上不能替換的物質。K. 豐克(1922)首先提出“維生素”這個名詞，他着重指出維生素以驚人的方式控制所有的代謝狀況。

B. H. 布金(1951)給這一類物質這樣的定義：“維生素是具有各種化學特性、對人類和動物營養所必需的、並且對於有機體的正常代謝和生命活動有重大意義的一類有機化合物。維生素在有機體內執行種種催化功能，而且與主要的營養物質相比，有機體所需要的數量甚微。”

許多維生素生理機能和本質的確定，迫使我們重新審查它們的名稱。如所周知，維生素的命名，或者按照新發現維生素的開頭拉丁字母，或者按照維生素參與某種疾病的治療而定。當然，這是正確的而且是必需的階段，但是以後的研究顯著地擴大了我們關於維生素特性和功能的觀念，因此舊有的名稱已不能符合現在的要求。而且，同一維生素的幾種名稱也使人很難確定所指的是那種維生素。讓我們列舉這些名稱的例子：維生素 B₁——抗神經炎維生素，抗神經炎素，抗腳氣病維生素，硫胺素，腳氣病維生素；維

1) A. H. 巴赫對 B. H. 布金著作的序言。

生素 B₂——維生素 G, 乳黃素, 核黃素; 維生素 B₆——抗皮炎素, Y 因素, 吡哆醇; 維生素 C——抗坏血病維生素, 抗坏血酸; 維生素 PP——抗癩皮病維生素, 尼克酸, 烟酸; 維生素 H——酵母活素 II, 抗卵白毒性因素, 維生素 B_w, 促生素。

自然地, 这种維生素的命名是不可能滿足研究者們的要求的, 因为許多名称已經完全过时了。

目前, 維生素的命名采用保留某些維生素的字母符号, 并在它的后面安上化学結構(寇尔托伊斯, 1956), 例如:

維生素 B₁——硫胺素

維生素 B₂——核黃素

維生素 B₆——吡哆醇

維生素 B₁₂——鈷維生素

維生素 B_C——叶酸

維生素 C——抗坏血酸

維生素 PP——烟酸或烟酰胺

維生素 H——促生素

泛酸

对-氨基苯甲酸

肌醇

維生素 P——橘皮甙

維生素 A

維生素 D₂——麦角骨化醇 (эргокальциферол)

維生素 D₃——胆骨化醇 (холекальциферол)

E 类維生素—— α -, β -, γ -, σ -生育醇

K 类維生素

胆碱

这本著作里我們就采用这样的維生素的命名。

假如在維生素这一名詞的定义上, 以及維生素与动物有机体激素的相互关系方面, 还没有完全弄清楚, 那么在植物方面我們会碰到不同的、时而是矛盾的意見。

維生素对于植物的生长和繁殖有利影响事实的确立, 迫使一

些作者們把这一类物质归属于植物激素。

H. 菲丁(1910)認為在植物生理學里,必須用“激素”名詞來表示與動物有機體激素功能相類似的那些物質。H. Γ. 霍洛得尼(1939)指出:在近代科學里使用業已扎了根的“植物激素”名詞時,不應該忘記其中尚包涵一些“激素”名詞之外的其他內容。從他所命名的定義出發,植物激素一般包括除酶以外的植物有機體生命現象的全部“化學調節劑”。以後霍洛得尼(1956)把維生素歸之于植物激素,因為“大多數植物與動物不同的特點是它們能在自己的細胞和組織中獨立製造維生素,而不從外界營養介質中取用。”(131 頁) 把維生素歸屬於植物激素時,霍洛得尼不承認維生素以動物激素相類似的功能。他強調指出(霍洛得尼,1939)維生素“與任何胚胎生長所必需的基本營養及同化過程有最密切的關係”(131 頁)。

儘管相當數量的工作花在不保證供應某種維生素對動物有機體變化的研究上,直到目前尚不能完全鑑定這些病狀的變化。可是這一點是清楚的:不同有機體患病的过程不一樣,產生生理的改變因而也不同。因為多數綠色植物能完全供應自己以維生素,闡明植物維生素缺乏症的特征更其困難。

由於利用醫學、生理學和生物化學在研究維生素作用上的成就,以及碳水化合物、蛋白質、和其他動植物中極重要化合物許多轉化的共同特性所指出的無數資料,本書的作者關於闡明維生素在高等植物的物質代謝方面,進行了相應的研究。

植物的空氣和根系營養是植物有機體內所進行的全部過程的物質基礎。它對於維生素的生物合成自然也發生重大的影響。同時,在植物里所形成的維生素,又以某種方式對光合作用強度及植物同化土壤中的營養物質發生影響。所以,在這本書里也探討了這些問題,特別注意到說明維生素在生長過程和受精中的作用,這些過程是在維生素參與下所進行的無數複雜代謝過程的綜合表現。

在研究植物的生長發育、光合作用和根系營養、植物對不良的

外界环境和疾病的抵抗性方面，生理学已获得了巨大的成就。关于碳水化合物、脂肪、含氮物质、有机酸和氨基酸以及其他生理上的重要化合物在绿色植物生活中的作用，也获得了十分宝贵的材料，然而，几乎还未触及到维生素的问题。维生素在高等植物生活中的作用非常巨大，因为它们直接参加有机体内几乎全部的过程。在阐明某些维生素的生理作用时，我们也熟悉有维生素直接参加的那些过程，并且更能全面地揭露有机体内各过程的相互联系和相互依赖。

1939年出版的霍洛得尼的卓越专著“植物激素”，主要阐明生长素在植物生活中的意义。在 W. H. 紹普費尔(1943)和 M. H. 麦謝尔(1950)的报告里探讨了低等植物生活中维生素的生理作用。在 C. H. 列別捷娃(1953)和 A. Д. 叶戈罗夫(1954)的专著里，仅分析了胡萝卜素和抗坏血酸的意义。

我们认为在目前这一著作里，特别注意阐明维生素在新陈代谢中的作用、研究维生素对于植物的生长过程和受精过程的作用、以及维生素在植物里的形成和累积，是合乎时宜的。

本书是首次企图详细分析维生素在高等植物生活中的生理作用的专著。可以有把握地说，研究维生素在植物生活中的作用，可能开创关于生理过程思路的全新观点和指出合理控制这些生理过程的途径。医学生理学上的无数事实证明了这一点。

第一章 植物体内维生素的形成及其 参加物质的代谢

近代已证明了植物有机体能合成全部水溶性维生素及部分脂溶性维生素——维生素E及K(庫德里亞紹夫,1953)。然而,关于阐明植物体内促进或阻碍维生素形成的条件,以及关于研究个体发育不同时期里维生素的含量方面,依然有大量的工作摆在面前。

为了更全面地了解维生素在植物生活中的生理作用,我們以为,不仅需要说明它們在物质代谢中、在植物生长和发育过程中的作用;而且研究外界环境对于维生素的生物合成、对于这些生活必需物质在植物体内不同部分和器官里含量的影响,也是很重要的。这种材料对于了解维生素生物合成的条件,以及对于認識生长在不同外界环境条件下的植物的物质代谢特异性,都会具有重大的意义。 阐明光线、温度、各种肥料、湿度和化学作用对于植物个体发育过程里维生素形成的影响,具有特別巨大的趣味。

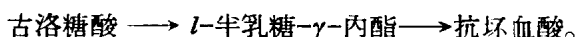
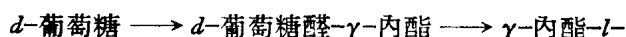
(一) 植物体内维生素形成的途径和相互作用

为了較完全地提出植物体内维生素的生物合成依靠它們的生理状态和外界条件,談談这些不可缺少的营养要素形成的途径,虽然簡略些也有必要。

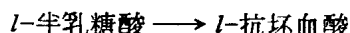
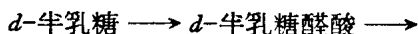
大家知道,在实验室条件下维生素的合成,較之在植物和动物细胞里完全是另外一回事。在实验室里采取高温的作用,利用浓碱或浓酸溶液,使用活有机体組織中完全碰不到的物质。因此,許多维生素合成的途径,截然不同于生活細胞中的情况,并不是偶然的。然而生物学家在自己的研究里,还是广泛地利用有机化学家

們的成就。由噻唑及嘧啶較易合成維生素 B₁ 這一事實的確定，被用來闡明植物合成的可能性。看來，如果在介質里用維生素 B₁ 的組成部分——噻唑和嘧啶代替維生素 B₁，那麼若干有機體能利用它們合成硫胺素。

S. 賴伊(1934)首先進行抗壞血酸生物合成的研究工作，她指出把蔗糖引進植物體內便加強體內形成這種維生素。儘管從那時起到現在已經過去了許多時期，蔗糖如何直接參加形成維生素 C 這一問題並未解決。一些研究者們認為抗壞血酸的合成在同樣程度上為單糖和二糖所加強(波沃洛茨卡婭, 1937); 另一些研究者們認為葡萄糖是這個過程所需要的(圖爾欽斯卡婭, 1940); 第三類研究者們以為在甘露糖參加下產生維生素 C 的形成(顧哈和戈什, 1934)。按照 B. A. 杰維亞廷(1950)的資料，含有六個碳原子的分子並且具有與 *l*-抗壞血酸 C₅ 和 C₆ 位置排列相似的化合物，參加抗壞血酸的生物合成，同時抗壞血酸的生物合成是在酶的參與下進行的(杰維亞廷, 1953)。根據 L. W. 馬普松(1953)的概念，從葡萄糖形成維生素 C 按照下列方式進行：



同時，確定了 *l*-半乳糖- γ -內酯轉變成抗壞血酸在細胞色素氧化酶參與下實現。*l*-半乳糖- γ -內酯變成 *l*-抗壞血酸的酶促轉變，由豌豆和菜豆種子內的綫粒體在需氧條件下執行，然而半乳糖酸在這些條件下則不能轉變成維生素 C (馬普松、伊舍爾伍德和陳友端, 1954)。人們推想到(伊舍爾伍德、陳友端和馬普松, 1953) 從 *d*-半乳糖也可能形成抗壞血酸：



植物體中形成維生素 C 尚有其他假說。研究葡萄糖，乙酰乙酸，或它們的縮合物——2-四羥丁基-5-甲基-4-乙酯呋喃(2-тетраоксибутил-5-метил-4-карбэтоксифуран)——對於玉米種子裡抗壞血酸生物合成的影響，証明了這一物質對於形成維生素 C 產

生最大的影响(納斯、貝拉瓦迪、薩胡和切塔尔, 1953)。这一事实使可能假設: 具有与抗坏血酸相似结构的 2-四羥丁基-5-甲基-4-乙酯呋喃是抗坏血酸形成时的中間产物。

所以, 关于抗坏血酸的生物合成, 已經积累了許多事实, 証明其在植物体中形成的可能途径。

关于肌醇在植物体内的形成也有一定的資料。已經查明把葡萄糖、果糖和甘露糖引进茶叶叶子, 大約在相同的程度上加强这一維生素的形成(庫尔薩諾夫、沃罗比耶娃和維斯克列契婭娃, 1949)。可是通过这样的方式肌醇的生物合成十分緩慢。以蔗糖、水楊甙、熊果叶甙(арбутин)和葡萄糖-1-磷酸酯渗透到叶里, 則肌醇的形成強烈地加强起来。例如, 間-肌醇在 1 小时內由 1 克干物质形成的数量是: 渗透水楊甙时为 4.4 毫克, 蔗糖——3.0 毫克, 葡萄糖-1-磷酸酯——2.9 毫克, 熊果叶甙——2.3 毫克, 葡萄糖——0.9 毫克。

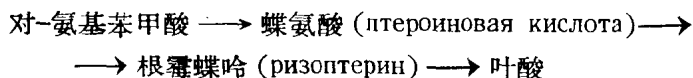
作者們得出結論說, 蔗糖比其他物质形成間-肌醇的优越性看来在于其分子內存有联結两个己糖的葡萄糖甙-果糖甙鍵。

这些研究的意义不仅在于被他們首先詳尽地研究了肌醇在植物里形成的途径, 而且更进一步闡明了蔗糖在酚类特性化合物生物合成上的作用。这时, 肌醇是蔗糖与多元酚的中間环节。根据庫尔薩諾夫和克柳科娃(1950)的資料, 茶叶里形成的同化产物总量約36%消耗于肌醇的生物合成。形成的肌醇又对于其他維生素的生物合成以及酶的活性予以重大的影响。例如, 业已証明肌醇促进 α -淀粉酶和維生素 B_2 的形成, 而其时作为肌醇的拮抗者——666 杀虫剂則抑制这些物质的形成(蒂魯納拉雅南和薩尔馬, 1954)。在培养基里添加促生素, 阻止所指出的抑制作用; 相反地, 加入叶酸則加强 α -淀粉酶及核黄素形成的停滯現象。促生素衍生的促生素碱和 γ -3, 4-(脲酰环己基, урейленциклогексил)-丁酸, 如同叶酸一样, 抑制核黄素的形成(蒂魯納拉雅南、拉达克里什納木錫和薩尔馬, 1954)。

已确定了抗坏血酸对于蝶酰谷氨酸轉化成更活跃的衍生物

——蝕橙因素 (цитроворум-фактор)* 显示良好的影响(阳德尔和加博茨达,1953)。

谷氨酸在叶酸的形成中起着重要的作用(伍茨,1952)。这个维生素的生物合成是把谷氨酸残基和蝶啶基(птеридиновая группировка)连接到对-氨基苯甲酸上。根据伍茨(1952)的概念,从对-氨基苯甲酸形成叶酸按下列方式进行:



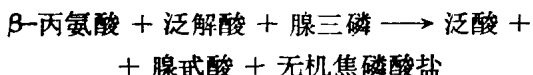
叶酸进一步再轉化成蝕橙因素(安德列耶娃,1954)。后者又紧密地与维生素 B_{12} 的生理活性相联系。

不少的研究放在闡明胡蘿卜素形成的途径上。許多情况下,胡蘿卜素的累积曲綫是叶綠素分解过程象鏡子一般反映的曲綫,以及后者分子中存有叶綠醇的事实,用作植物体里类胡蘿卜素由叶綠素形成这一假設的基础(威廉斯,1946)。

氧的存在对于胡蘿卜素的必要性,說明叶綠醇轉变成叶綠醛是氧化过程。在自然界胡蘿卜素的形成未必只有一条道路。大家知道,微生物里沒有叶綠素,照样可以形成类胡蘿卜素。其他类胡蘿卜素可能是胡蘿卜素的直接前身,是很明白的事。例如,以 β -紫蘿兰香酮处理的須霉菌培养液,經過 60—100 小时,主要累积成 β -胡蘿卜素;加入檸檬醛,則引向番茄紅素的形成,并且減少 β -胡蘿卜素的累积;加入甲基庚烯酮时,也获得同样产物(馬金尼、契車斯特尔和汪,1953)。有一切根据認為胡蘿卜素和其他类胡蘿卜素的合成在磷酸化过程参与下实现。特別是那一事实表明这一点,2,4-二硝基酚在 $10^{-9} M$ 浓度时引起刺激,然在高浓度 ($10^{-2} M$) 則強烈抑制小麦黃化幼苗中类胡蘿卜素的形成(倍克曼,1953)。三羧酸在这一过程中作用的資料,同样說明磷酸化过程参与类胡蘿卜素的生物合成(施勒克,1956)。已經确定氟乙酸 ($10^{-3} M$) 抑制植物中类胡蘿卜素的合成,加檸檬酸 ($10^{-3} M$) 能消除这作用。丙二酸加

* 系四羧叶酸。最初发现是蝕橙明串珠菌 (*Leuconostoc citrovorum*) 生长所必需的因素,因而得名蝕橙因素——譯者注。

入幼苗內，同样加强形成类胡萝卜素（倍克曼，1953）。洋葱黄化幼苗引进含有 C^{14} 的示踪蔗糖时，查明了也增高胡萝卜素和花青素的生物合成（戈德涅夫和施勒克，1953）。这方面同样表明三羧酸在胡萝卜素生物合成过程中的意义。最后，下列资料说明在磷酸化过程参与之下，有利于胡萝卜素的形成：培养基里引进泛酸、双泛酰硫乙胺（пантетин）及磷酸化双泛酰硫乙胺，显著地加强冻土毛霉（*Mucor hiemalis*）胡萝卜素的合成（格罗卜，格隆德巴契尔和紹普費尔，1954）。泛酸的酶促合成依靠从腺三磷（ATP）分解焦磷酸盐时释放出的能量。推测其反应如下方式（馬斯及諾維里，1953）：



从 β -丙氨酸及其衍生物的生物合成泛酸，已經在实验条件下完成（麦謝尔、波莫什科娃和特罗菲莫娃，1949）。

关于維生素生物合成最大量的研究工作，属于維生素 B_1 和 PP。业已确定这样的事实，由嘧啶和嘌呤能合成硫胺素分子的一些有机体，带来了新酶的发现——执行这一过程的硫胺素酶。硫胺素酶也参与維生素 B_1 的分解。酶的分解作用可以加入維生素 K 于培养基而消除，由于这样，硫胺素的形成显著增加。植物体里所形成的硫胺素与各种物质相结合，开始产生新的化合物。有证据表明（松川、柚木和松岡，1953），洋葱和大蒜里硫胺素和其他化合物结合，形成了蒜硫胺素（аллитиамин）以及另外两个具有烷基（ $R=CH_3$ ； $R=C_3H_7$ ）的化合物。試驗表明，硫胺素可以容易与半胱氨酸相化合，形成硫胺素半胱氨酸（тиаминцистеин）（松川和柚木，1953）。由于这个原因，硫胺素可能具有直到目前还不知道的一个生理作用：作为硫胺素半胱氨酸—硫胺素氧化还原系统的成員。

显著的生理作用属于磷酸化維生素。这个过程在腺三磷存在之下，由未萌发的蚕豆获得的酶来执行，并且加入錳能活化此反应。在萌发大豆的磷酸化酶作用下，硫胺素同样能被磷酸化。为

什么在种子萌发时,磷酸化酶和呼吸能量加强,辅羧酶的含量也发生增长这一问题,由此也变得更为清楚。但是并非任何磷酸化作用都引起形成辅羧酶。K. H. 契斯林(1953)利用早经知道的烤面包酵母在有葡萄糖存在时能使硫胺素磷酸化的特性,确定了不仅形成二磷酸硫胺素,还同时形成一和三磷酸硫胺素。从腺三磷把磷酸基直接转移于硫胺素而形成二和三磷酸硫胺素,业已得到实验的证明(波西法内里、西里普兰迪、法塞拉、西里普兰迪和索尔维蒂,1954)。

关于烟酸由色氨酸形成这一普遍承认的观念,已被 F. 克兰(1954)的研究所动摇。*l*-色氨酸、*dl*-色氨酸及 3-羟基邻氨基苯甲酸渗入番茄叶的圆片里,作者查不出维生素 PP 含量的增加。

维生素 PP 的进一步转化,特别是其酰胺化作用,与腺三磷参与下所发生的磷酸化过程相联系(考里阿里洛和波塞拉蒂,1953)。维生素 B₆ 和 B₂ 加强烟酸的形成。例如,已经查明,当有机体得不到维生素 B₆ 供应时,由于遭受到黄尿酸循环的 3-羟基犬尿氨酸原的分解受到阻碍,因而隔断了烟酸的生物合成(勃隆什坦,1949)。

C. 米勒尔和 E. A. 阿德尔堡(1953)指出了邻氨基苯甲酸及丙氨酸能从犬尿氨酸原形成,而不作为丙酮酸的中间产物。

关于促生素的生物合成,已经证明如果在培养基里分别加入庚二酸、尿素、和胱氨酸,这一维生素的合成不能加强;如果同时加入上述物质,则加强了这一维生素的合成,犹如在有硫促生素时加强维生素的生物合成一样(戈索斯卡尔和斯列尼瓦桑,1953)。下一事实说明去硫促生素是促生素的前身:培养黑麴霉(*Asp. niger*)时,主要培养基里加进去硫促生素,从而形成了促生素(拉伊特和德里斯科尔,1954)。

关于核黄素的生物合成,已经确定 *l*-谷氨酸和 *l*-天门冬氨酸、*l*-天门冬酰胺、腺嘌呤、黄尿酸、腺甙、尿素、*l*-苏氨酸和 *l*-丝氨酸有良好作用(戈德温和品德林顿,1954)。作者们认为 *l*-苏氨酸和 *l*-丝氨酸直接参加核黄素芳香环的形成;其他化合物象 *l*-半胱氨酸、*d*-氨基葡萄糖、四氧嘧啶和尿嘧啶阻碍这种维生素的形成。

因此,所引用材料表明維生素的生物合成,有不同来源的原料和执行这一过程的不同酶系統。很自然地維生素生物合成所必需的物质和系統,其形成的正常过程被破坏时的条件下,会造成植物維生素的不足。

闡明个别維生素間联系的問題却十分有趣(穆尔,1950),因为可使得更全面地弄明白种种維生素的机能和生理作用机制,并且可以指出合理利用維生素与稳定維生素的途径。可惜直到目前,虽則对它的解决具有理論上的意义,可是这一問題研究得极其薄弱。

例如,大家知道一类維生素对另外一类是有拮抗作用的。象維生素K便是維生素PP的拮抗者(紹普菲尔,1950)。加1微克烟酸或40微克烟酰胺,則減低200微克維生素K₃的毒害作用。用烟酸或它的酰胺消除維生素K₃的抑制作用的可能性,已經在細菌和根上加以証明(紹普菲尔,1950)。

已有的材料(斯莫特罗夫,1946)同样指出,維生素的机能相互之間有紧密的联系,一类維生素的不足,会引起其他一类同化作用的破坏。尤其已經証明了(日加洛夫,1949; 格尔謝諾維奇和明基娜,1951)硫胺素具有明显地抗氧化特性,減低抗坏血酸的氧化作用。硫胺素对于抗坏血酸的这一防护作用,从它在植物体里生物合成的那一刻即已表現出来。曾經被我們确定,如果棉花种子放在維生素B₁里(0.01%)一昼夜,比起浸于水里的棉花种子,其中还原型的抗坏血酸要超过氧化型的(表1)。

表1 硫胺素对于棉花里不同类型的維生素C含量(%)的影响

試 驗 处 理	萌 发 天 数							
	3		5		7		9	
	还原型	氧化型	还原型	氧化型	还原型	氧化型	还原型	氧化型
对 照	24.0	76.0	80.0	20.0	88.0	11.2	83.3	16.7
硫胺素	44.4	55.6	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0

表1資料看出,在萌发后第三天有維生素B₁存在时,即已剧烈

地減低抗坏血酸氧化型的含量,幼芽进一步生长时,氧化型抗坏血酸完全消失。对照处理里,虽則其数量也随着种子的萌发程度而減低,去氢型的含量在第九天仍旧較大。

抗坏血酸的氧化作用也会被其他維生素所抑制。已經确定这一过程受叶酸所阻碍。

我們所获得的資料表明,維生素 PP 阻碍抗坏血酸的氧化作用。棉叶在維生素 PP 溶液里保持 20 小时,其中还原型抗坏血酸的含量增加 40%,而总含量則增加 30%。类似的結果也为另外研究者們所指出。已經确定(巴拉尼、薩和斯列尼瓦桑,1953),菜豆种子浸于維生素 PP、B₁ 和 B₂ 溶液里,增加抗坏血酸的生物合成。萵苣以烟酸作根外追肥时,也获得了这一維生素含量的提高(柳科娃,1958)。棉叶引进烟酸和硫胺素,則依靠增加与蛋白質相結合形式的維生素 C,而提高了維生素 C 的含量。其实在引进結晶抗坏血酸时,結合形式和游离形式的維生素 C 含量都同时增加(表 2)。

表 2 放在不同維生素溶液里的棉叶內游离的和結合的
抗坏血酸含量(毫克-%)

試 驗 处 理	抗 坏 血 酸 类 型		总 共
	結 合 的	游 离 的	
对照(水)	0	216.6	216.6
烟酸(0.01%)	34.2	205.2	239.4
硫胺素(0.01%)	22.8	216.6	239.4
抗坏血酸(0.01%)	45.6	273.6	319.2

众所周知,植物体里存在游离的去氢类型的抗坏血酸长期被認為是值得爭論的事。

恩格利加尔特和布金(1937, 1937a)在詳細地研究維生素 C 的氧化过程以后,証明了仅在第一阶段——氧化成去氢抗坏血酸——是可逆的,以后轉变成二酮古洛糖酸則是不可逆的。

近年来的研究沒有疑义的証明了,游离的去氢型維生素 C 几