植物生理学

全国园林技工学校教材

植物生理学

城乡建设环境保护部
城市建设管理局审定

2945
59

北京科学技术出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

植物生理学

武汉市园林技工学校　主编

*

北京科学技术出版社出版

（北京西直门外南路19号）

新华书店首都发行所发行　各地新华书店经售

通县马驹桥印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 5.125印张 110千字

1988年2月第一版　1988年2月第一次印刷

印数1—6,100　册

ISBN7-5304-0096-1/S.10　定价1.20元

China

内 容 提 要

全书共分七章。内容包括植物生理活动的特性，植物生命活动与外界环境的代谢作用及其规律，植物体内有机物的转化与运输。书中各章之后有复习思考题，书末附实验指导。

本书可供园艺、林业、园林绿化专业中专教材及有关专业自学辅导之用。

China

出 版 说 明

这套全国园林技工学校教材，是在1983年9月由城乡建设环境保护部市容园林局组织编写的试用教材基础上，经过修订而公开出版。全套教材包括：植物学、植物生理学、土壤肥料学、园林气象、园林测量、园林规划设计、园林树木学、园林苗圃学、花卉栽培学、园林植物育种、园林植物保护、园林机具、绿化施工养护、盆景与制作等14册。

参加教材编写、审稿工作的有，北京市园林技工学校、武汉市园林技工学校、无锡市园林技工学校、西安市园林技工学校、长春市城建技工学校、杭州市园林技工学校、上海市园林技工学校以及有关大专院校的教师、技术人员。这次出版，有关同志参加了修订工作。

本教材可供各地园林技工学校教学，园林绿化系统进行职工技术教育用，也可供职业中学的园林、园艺或花卉班教学，工矿企业、部队、学校、机关等单位的绿化工、育苗工、花卉工学习用；还可作园艺、林业、城建、规划、建筑、环保、旅游等部门的有关专业工作者和广大业余爱好者自学参考。

由于编者水平所限，加上我国疆域辽阔，自然条件差异很大，园林植物种类繁多，很难照顾周全，因此教材中难免出现错误和不足之处，欢迎各校师生及广大读者予以指正。

城乡建设环境保护部城市建设管理局

1986年11月

China

绪　　言

植物生理学是研究植物生命活动规律及机理的科学。

植物生命活动的最基本特征是和环境能进行新陈代谢作用，如水分代谢、矿物质营养，光合作用和呼吸作用等基本代谢过程。表现为种子的萌发、营养器官的生长和运动，开花、受精，果实和种子的成熟等生长发育过程。植物的生长发育受光、温度、水分、空气、土壤等各种环境因子的影响。所以，植物生理学的任务就是研究和了解植物在各种环境条件下进行生命活动的规律，从而利用这些规律，人为地控制植物的生长和发育，提高园林植物的产量，改进品质，丰富观赏特征和效果，最大限度地满足园林综合功能的需求。

园林生产的对象是花卉和观赏树木，它们都是植物，因而要想了解和掌握园林植物栽培和养护知识，必须有植物生理学的基础。植物生理学与气象、土壤肥料、植物、遗传与育种学等共同组成了植物栽培学的基础理论。所以，植物生理学是园林树木学、园林苗圃学、花卉栽培学、绿化施工养护等学科的理论基础。几乎所有的栽培和养护措施，都会影响植物的生理活动和功能。例如，要想对园林植物进行合理的水肥管理，必须了解植物对水肥的需求规律及影响因素，才能根据需要，创造适宜的环境条件，有利于植物的生长和发育。又如，要想促进和控制植物的开花，必须对植物的成花因素有所了解，才能采取适当的栽培措施，达到控制花期

China 需要全本请访问 www.ertongbook.com

的目的等。

植物的生命活动非常复杂，它与外界环境的联系非常紧密。因此，学习植物生理学时，不应当用孤立的、静止的、片面的观点去分析问题。如吸水与失水、光合与呼吸、同化与异化等过程，既是矛盾的，又是统一的。植物的这些生命活动不仅受环境条件的影响，而且也与植物本身的特性有关。这些生命活动，既相互联系，又相互制约。只有用辩证唯物主义的观点去观察和分析，才能掌握其特点及规律。另外，在学习植物生理学的过程中，还应有实践的观点，加强实验观察，只有对生命活动有了丰富的感性认识，才能在理论上掌握其规律，从而帮助人们更好地掌握园林植物的栽培技术，为搞好园林绿化建设打下坚实的理论基础。

China

目　录

绪言 …… (1)

第一章　植物细胞的原生质特性及其催化系统 …… (1)

第一节　原生质的特性 …… (1)

第二节　酶及其特性 …… (6)

复习思考题 …… (10)

第二章　植物的水分代谢 …… (11)

第一节　水在植物生活中的意义 …… (11)

第二节　植物对水分的吸收和运输 …… (12)

第三节　植物的蒸腾作用 …… (23)

第四节　旱、涝对植物的危害及植物的抗性 …… (30)

第五节　合理灌溉的生理基础 …… (33)

复习思考题 …… (35)

第三章　植物的矿质营养 …… (36)

第一节　植物的必需元素及其生理作用 …… (36)

第二节　矿质元素的吸收和运输 …… (40)

第三节　合理施肥的生理基础 …… (45)

第四节　植物的抗盐性 …… (48)

复习思考题 …… (51)

第四章　植物的光合作用 …… (52)

第一节　光合作用的意义 …… (52)

第二节　叶绿体及叶绿素 …… (53)

第三节　光合作用的过程和产物 …… (58)

第四节　光合作用的指标及观测光合作用的方法 …… (61)

第五节　影响光合作用的因素 …… (63)

复习思考题 …… (67)

China

第五章　植物的呼吸作用 …… (68)
第一节　呼吸作用的过程及其意义 …… (68)
第二节　呼吸强度及其测定方法 …… (73)
第三节　影响呼吸作用的外界因素 …… (76)
第四节　调节呼吸作用与园林生产的关系 …… (79)
复习思考题 …… (82)
第六章　植物体内有机物的转化与运输 …… (83)
第一节　植物体内有机物的转化 …… (83)
第二节　植物体内有机物的运输 …… (90)
复习思考题 …… (94)
第七章　植物的生长和发育 …… (96)
第一节　植物的生长 …… (96)
第二节　植物的成花因素 …… (113)
第三节　植物激素及其应用 …… (121)
第四节　植物的抗寒性 …… (126)
第五节　环境污染对植物的影响 …… (129)
复习思考题 …… (134)
实验一　植物细胞死活的鉴定 …… (134)
实验二　显微镜下观察气孔运动 …… (135)
实验三　蒸腾强度的测定（快速称重法） …… (136)
实验四　植物体内水分传导途径（染料法） …… (138)
实验五　溶液培养和砂基培养 …… (138)
实验六　叶绿体色素的分离及其吸收光谱的观察 …… (141)
实验七　植物光合强度的测定（改良半叶法） …… (144)
实验八　呼吸强度的测定（滴定法） …… (146)
实验九　生长素对根、芽生长的不同影响 …… (148)
附表：植物必需元素的生理作用与缺乏症状 …… (151)
编后记 …… (155)

China

第一章　植物细胞的原生质特性及其催化系统——酶

第一节　原生质的特性

原生质体是细胞中有生命的部分，它是由细胞核、细胞质、质体、线粒体，核蛋白体等构成的。组成原生质体的物质统称为原生质，因此，要研究植物的生命现象，必须对原生质的特性有所了解。

一、原生质的化学成分

原生质的化学成分很复杂，由于生命活动的结果，其组成物质经常有变动。它是各种有机物和无机物的复合体，占比例最大的是水分（一般约占鲜重的80～95%），其次为有机物（约占干重的90～95%），另外还有少量的无机物（只占干重的5～10%）。

原生质中的有机物种类繁多，其中主要的是蛋白质、核酸、脂类和糖类四大类。简述如下：

（一）蛋白质　蛋白质是构成原生质的主要成分，占原生质中有机物的80%。它是由碳、氢、氧、氮、硫、五种元素组成的，有些蛋白质还含有磷。

蛋白质由多种氨基酸组成，目前已经知道生物体内组成蛋白质的氨基酸有20种。一个蛋白质分子的氨基酸数目少的有几十个，多的有成千上万个。由于氨基酸种类和排列次序的不同，形成了各种各样的蛋白质，所以蛋白质的种类非常

China

多。蛋白质的多样性，是生物界多样性的基础。

原生质中的蛋白质，一部分是形成各种细胞微细结构的物质基础，另一部分起生物催化剂酶的作用。

目前，已经了解的生命现象的各种特征，几乎都和蛋白质分子的特征有关。

（二）核酸　核酸也是原生质的主要组成成分，它是由碳、氢、氧、氮和磷五种元素组成。它的结构单位是核苷酸。核酸是由许多核苷酸连接而成的多核苷酸。较小的核酸分子约含核苷酸80个左右，较大的核酸分子由几万个核苷酸组成。

根据组成成分的不同，通常核酸分为两大类，即核糖核酸（RNA）和脱氧核糖核酸（DNA）。核糖核酸主要在细胞质中，而脱氧核糖核酸主要在细胞核中。

核酸是植物体内遗传信息的载体，与植物的遗传和变异有密切关系。

（三）脂类　脂类主要由碳、氢、氧三种元素组成。有的脂还含有氮和磷。在原生质中，脂类有真脂和类脂两大类。真脂是植物的主要贮藏物质之一；而类脂如磷脂和糖脂常与蛋白质相结合，构成各种膜的结构，成为膜的成分。

（四）糖类　糖类又叫碳水化合物，由碳、氢、氧三种元素组成。糖类的种类很多，有单糖、双糖和多糖。最简单的单糖含有三个碳原子，叫三碳糖，是碳链最短的糖。单糖中还有五碳糖和六碳糖。植物体中的单糖主要是五碳糖（核糖）和六碳糖（葡萄糖和果糖等）。双糖是由两个单糖脱水缩合而成的，植物体内的双糖有蔗糖和麦芽糖等。多糖是由许多单糖分子脱水缩合而成的，植物体中最重要的多糖是淀粉和纤维素。

China

二、原生质的胶体性质

原生质是一种半透明的胶体。因为组成原生质的蛋白质、核酸和类脂都是大分子颗粒，直径与胶体相当（胶体颗粒直径为0.001～0.1微米）。此外，这些大分子的表面有许多亲水集团（如羧基、氨基、羟基等），具有很强的亲水性，因此原生质是一种复杂的亲水胶体。这些胶体具有流动性，粘性和弹性及很大的表面张力，并能产生吸附力。

原生质的胶体中，胶粒外表的水有两种状态。一种是，亲水胶体的每个胶体粒子表面所吸附的水分，是不能自由活动的水，叫束缚水，这些水分与原生质的结构物质相结合。另一种是，离胶粒较远（胶粒之间），可以自由流动，容易失去的水，称为自由水。这两种水的比例大小，会影响原生质的粘性，例如在干旱或寒冷的环境下，植物细胞的自由水就会减少，而束缚水的比例会相对的增加，因此原生质的粘性也增强，这时细胞的生活力减低，对不良环境的抵抗力增强。

原生质中的胶体通常有两种状态：凡原生质中胶粒各自分离，胶体具有流动性时，称为溶胶；而胶粒互相连接成网状，而在网眼中保持水分，胶体失去流动性时，称为凝胶。在生理作用正常及生命活动旺盛的细胞中，原生质呈溶胶状态；而在不良环境中，亲水胶体会由溶胶变成凝胶，以加强对外界环境条件的抵抗力。

凝胶的粘性很强，弹性也很大，抗性较强。

溶胶和凝胶因不同的条件能发生可逆的转变。如降低温度，原先流动的溶胶可转变为不流动的凝胶；温度升高，凝胶又可逆转为溶胶。

植物在不同的生育时期和外界环境改变时，原生质的胶

China需要全本请访问 www.ertongbook.com

体特性也随着发生改变。如植物在开花和生长旺盛期，原生质的粘性较小，呈溶胶状态；成熟的种子，原生质的粘性增高；种子干燥时，原生质成为凝胶，弹性大，适应性强，能忍受不良环境。凝胶的吸胀力也很大，吸胀力是凝胶吸水膨张的力量，这种吸胀力决定于构成凝胶物质的亲水性及外界条件（温度、溶液浓度等）的影响。

原生质不单是亲水胶体，而且含有多种复杂的微粒，在水中还溶有无机盐、糖和氨基酸等。所以原生质是一种复杂的、含有多种微粒的胶体。每个微粒的表面能吸附各种酶和其他物质，并进行物质的转化。不同的胶粒表面可以发生不同的物质和能量转化，也因为如此，原生质才可能产生复杂的生命现象。

原生质的胶体粒子如遇高温或脱水物质如酒精、丙酮的影响，以及胶体的自然衰老，会发生凝聚现象。原生质胶体的凝聚会使胶体粒子与所吸附的水分子分开，粒子相聚而沉淀，胶体因而被破坏。原生质的凝聚会影响细胞的生命活动。在正常情况下，原生质的凝聚是可以复原的，但如果在过高或过低的温度下，以及铅、汞、银等重金属的处理下，原生质就会变性，变性的凝聚是不会复原的，这时候细胞就会死亡。严寒、酷暑以及使用农药不当时，植物死亡的原因可能是这样引起的。

三、原生质的膜结构

用电子显微镜观察细胞的原生质体，可以看到有许多膜的结构。在细胞质的表面有一层质膜，在细胞质和液泡间有一层液泡膜，在细胞质内的许多细胞器，如内质网、叶绿体，线粒体以及细胞核中也都有膜，这些膜占的比例很大，约占原生质干重的70～80%。这些膜的基本化学成分相似，

China

是由类脂和蛋白质组成的，他们的基本结构也相似，称为单位膜或生物膜。

原生质的膜结构中，磷脂是膜的主要成分。磷脂在膜内以平行的双分子层排列，极性的头部排列在双分子层的表面，非极性的脂肪酸向着内部，两侧是蛋白质。但蛋白质不是平铺在双脂层两面，而是镶嵌在类脂层中，有的一头露在膜的外边；有的贯穿在双脂层中，两端伸出膜外；有的附着在膜的表面。如图1-1，图1-2所示。其中磷脂分子就像一个蝌蚪，黑色的头部是它的极性基团，而两条细长的尾巴是非极性的脂肪酸，两侧的蛋白质以波浪曲线表示。膜的结构随植物的年龄和环境的变化也在变化。

原生质体的膜结构对植物的生活有重要的意义。首先膜对物质的透过有选择能力，即能让一些物质透过而另一些物质不能透过，并能允许一些物质进入细胞而不让它出来，质膜和液泡膜就具有这种性质。这就保证了生活细胞能正常的与外界交换物质。但细胞死亡后，膜的这种选择透性也就随着消失了。

其次，细胞中膜的结构可以增加原生质体内部的表面

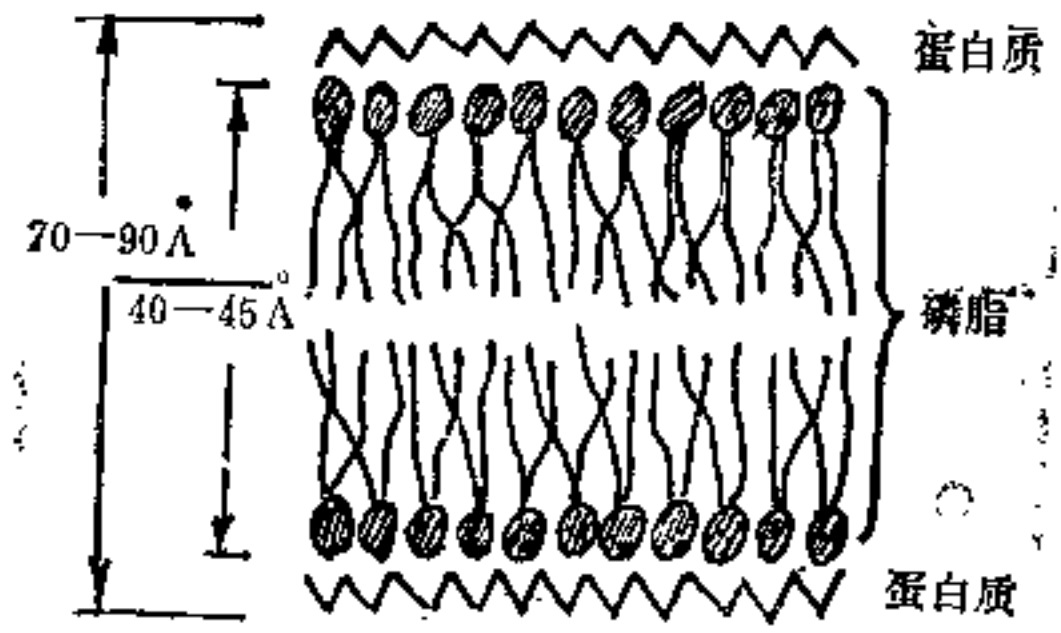


图 1-1　单位膜模型图

China

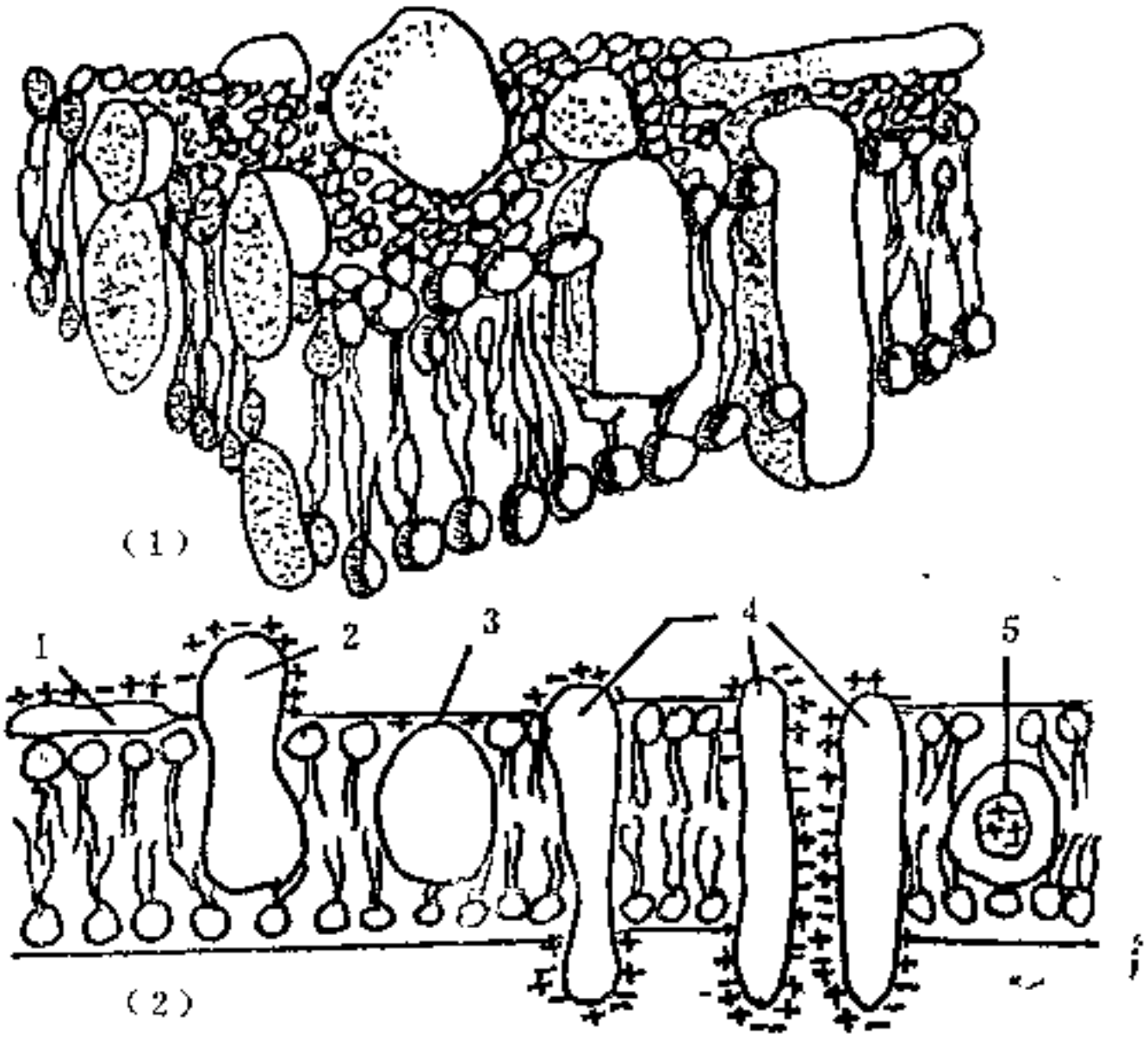


图 1-2　流动镶嵌模型图

(1) 立体　　(2) 模切面

1,2,3,4,5.各种类型的嵌入蛋白质

积，并把原生质体分隔成许多区域，使各种酶能在膜上分区定位，在不同的区域中可以同时进行各种性质完全不同的生理生化变化。这样，就能使细胞有条不紊地进行复杂的生命活动。

第二节　酶及其特性

酶是生活细胞新陈代谢的产物，是一种高分子的蛋白质，它能促进植物体内许多代谢过程的进行。例如，光合作用、

China

呼吸作用、蛋白质、脂肪及碳水化合物等的合成与分解过程，都有酶的参与。但在反应过程中，酶本身并没有被消耗掉，反应终了时，酶又被分离出来。所以，酶又称为生物催化剂。

一、酶的作用特点

酶在催化作用中主要的特点为如下三方面：

（一）高效性　酶具有极高的催化活性，远远超过一般催化剂，催化效率常比一般催化剂高一千万倍到千亿倍。例如，在0℃时，一分子过氧化氢酶一分钟能催化500万个分子的过氧化氢分解，比铁离子催化效率高一百亿倍；又如一分子淀粉酶在一分钟内可以分解19000个淀粉分子，使它水解为麦芽糖，效率极高。所以，只要有少量的酶就能催化大量物质的转化。

（二）专一性　被酶催化的物质称为酶的底物。酶对底物有严格的选择性，即一种酶只能催化某一类物质的反应，甚至某一种反应。例如，淀粉酶催化淀粉的水解，只能到麦芽糖形式为止。麦芽糖进一步水解成葡萄糖就要由麦芽糖酶来催化了。但也有一些酶，可以作用于两种以上的物质，如蛋白酶就能作用于多种蛋白质。

（三）可逆性与方向性　同一种酶往往能促进某一种物质的分解，又能促进此物质的合成。例如，脂肪酶既能催化脂肪水解为甘油和脂肪酸，又能催化甘油和脂肪酸合成脂肪。但也有许多酶只能催化物质的分解，如淀粉酶只能催化淀粉的水解而不能催化淀粉的合成。

二、外界条件对酶活动的影响

酶和无机催化剂不同，它很灵敏地受温度、水分、酸碱度以及化学物质等条件的影响。现分别叙述如下：

China

（一）温度　象所有的化学反应一样，酶催化的反应也受温度的影响，在一定的温度范围内，温度升高，反应速度也加快。

温度对酶促反应的影响也表现出有三基点：即最低点、最适点和最高点的影响。最低点一般在0℃左右，是反应可以开始进行的最低温度；最适点是酶作用最强的温度，约为25～45℃，高的可达50℃，但最适温度常因作用时间的延长而降低；最高温度是指温度再升高，反应便停止的温度，一般在60℃上就速迅失去活性。

由于温度对酶促反应的影响，一般植物在低温时，代谢活动微弱，所以冬季植物的生长发育变得极为缓慢，甚至呈冬眠状态。但低温一般不破坏酶，只是酶的催化性大为降低，温度回升后，酶的催化活性恢复，代谢加强，生长发育旺盛。一般在体外的酶最适温度较体内的酶高一些。

（二）酸碱度（pH值）　酶的活性随介质的酸碱度而改变，不同的酶都有各自不同的最适pH值范围。在最适的pH范围内，反应速度加快，无论酸性或碱性稍为增加，酶的活性都大为降低。在过酸和过碱的条件下，酶完全失去活性。

植物体内的酶，最适pH值为4～6.5。如淀粉酶最适pH值为4.0～5.2；蔗糖酶（转化酶）为4.6～5.0等。

（三）水分　植物体内含水量的变化对酶活性有较大的影响。一般水分增加酶的活性也加大，如干燥种子吸水后，酶的活性显著增加；成熟后的种子愈干燥，酶的活性愈弱。但叶片萎蔫时，有些分解酶的活性会反常的升高，合成酶的活性明显的降低。

（四）化学物质

China

激活剂：可使酶活性加强的物质叫激活剂。例如，钾离子可以激活许多与呼吸作用，能量积累和蛋白质合成等有关的酶类，如丙酮酸酶，淀粉酶等。其他金属离子如Fe^{2+}、Mg^{2+}、Mn^{2+}、Co^{2+}、Zn^{2+}等，也可使许多酶活化，原因之一是这些金属离子就是酶的成分。

抑制剂：凡是能抑制酶活性的物质，叫酶的抑制剂。如强酸、强碱、重金属、CO^{2+}、CN^{-}、H_2S等都可以抑制酶的活性。

三、酶在细胞内的分布与活动特点

细胞内酶的种类很多，但它们不是杂乱无章的分布在原生质内，而是定位在细胞的某些区域内。有的分布在基质中，有的吸附在膜上，有的在细胞器内。例如，叶绿体内含有催化光合作用全过程的酶类；催化呼吸作用的酶类都集中在线粒体内；催化脂肪合成的酶类较多的集中在造油体中；细胞核含有较多的合成核酸的酶类；内质网和核糖体上附有许多催化合成蛋白质的酶类；溶酶体中含有许多可以水解核酸、蛋白质和碳水化合物的酶类，这些酶类一旦释放出来，细胞内的许多物质都会水解，并导致细胞解体而死亡。

在细胞内，各类酶的催化活动是彼此密切配合，相互制约的，这样保证了复杂的代谢过程能够有条不紊地进行。

最近实验证明，酶还能在特定条件、外来因素的诱导下形成。例如在没有硝酸还原酶的水稻秧苗里，当施用硝酸盐配料后，植株中能合成硝酸还原酶，这种酶叫诱导酶（或适应酶）。适应酶或诱导酶的发现，对植物的引种、适应新环境有重要意义。

近来还发现，在植物体内还有一些酶，它们的结构不同，但催化的反应相同，称为同功酶。例如，在玉米细胞中

China需要全本请访问 www.ertongbook.com