

04544



全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教学指导委员会审定

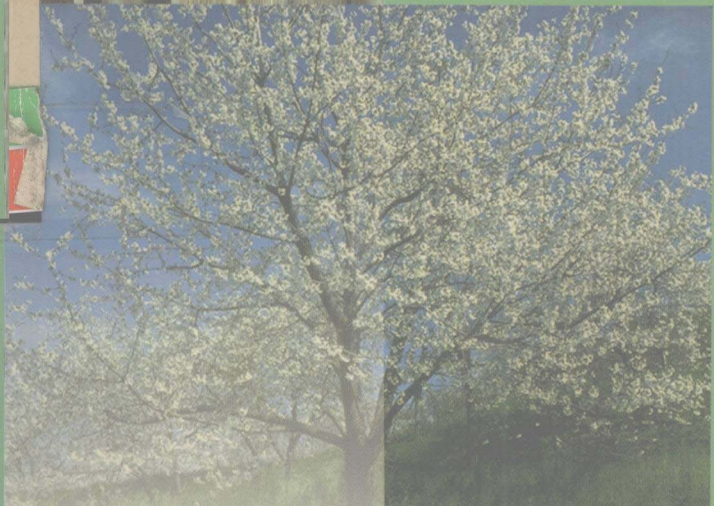
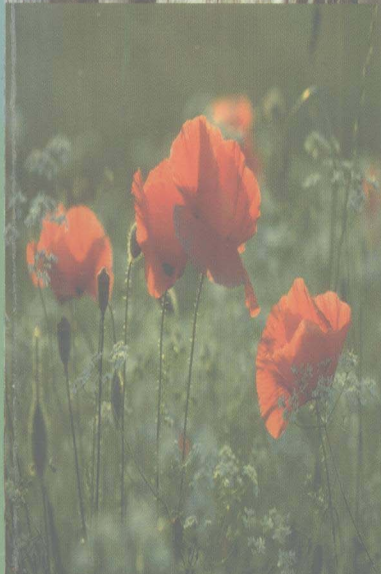
植物生理学

复习思考题答案



王忠 顾蕴洁等 编

农学 园艺 植保 土壤等专业用



中国农业出版社

全国高等农业院校教材

植物生理学复习思考题答案

王 忠 顾蕴洁等 编

农学、园艺、植保、土壤等专业用

中 国 农 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

植物生理学复习思考题答案/王忠等编.-北京: 中国农业出版社, 2000.7

全国高等农业院校教材·农学、园艺、植保、土壤等专业用

ISBN 7-109-06323-2

I. 植… II. 王… III. 植物生理学-高等学校-解题
IV. Q945-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 17313 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
(邮政编码 100026)
出版人: 沈镇昭
责任编辑 舒 薇

北京市密云县印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2000 年 10 月第 1 版 2000 年 10 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 6.5

字数: 142 千字 印数: 1~3 000 册

定价: 9.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

编 者 的 话

《植物生理学复习思考题答案》是为了配合由中国农业出版社新出版（2000年）的普通高等教育“九五”国家级重点教材《植物生理学》的使用而编写的。依教材的目录次序，《植物生理学复习思考题答案》也分为绪论与十一章，逐一解答教材各章后所附的习题。题型包括：名词解释、英文符号的中文名称以及问答题等。答案尽量依据教材中的原意释文，或略作一点扩充，力求做到正确、切题和条理化。这项工作得到了中国农业出版社的大力支持，使这本《植物生理学复习思考题答案》与《植物生理学》教材同时出版。

与原教材相比，重编的《植物生理学》教材篇幅大，内容新，有一定深度，开始使用时也许会给教师的备课和学生的学习带来一些困难。这本《植物生理学复习思考题答案》可作为农业院校植物生理学的教学参考书，使有关教师能较好较快地适应新教材的使用，从而有益于植物生理学教学工作的进展。同时，该教材对学生的自学，尤其是对函授生、成教生以及报考专科升本科和研究生的同学的学习有很大的帮助。

参加本书编写的人员有：王忠、顾蕴洁、宋平、陈刚和吕冰，他们都是扬州大学农学院植物生理教研室的教师，由于时间仓促，这次仅就配套教材中的复习思考题进行了解答，内容显得比较单薄。若以后有机会再版时，我们想在这个基础上再增加些题型，比如填充题、选择题、判断题、试卷以及其他附录等，出版一本内容较丰富、适应性更强的《植物生理学复习思考题集》。

本书中定会存在不少缺点和错误，恳请科教界同仁和广大读者提出宝贵意见，以便更好地修正。

编 者
2000年1月

目 录

绪 论	复习思考题与答案	1
第一章	植物细胞的结构和功能复习思考题与答案	3
第二章	植物的水分生理复习思考题与答案	10
第三章	植物的矿质与氮素营养复习思考题与答案	18
第四章	植物的光合作用复习思考题与答案	27
第五章	植物的呼吸作用复习思考题与答案	39
第六章	同化物的运输、分配及信号的传导复习思考题与答案	46
第七章	植物生长物质复习思考题与答案	54
第八章	植物的生长生理复习思考题与答案	64
第九章	植物的成花生理复习思考题与答案	75
第十章	植物的生殖和衰老复习思考题与答案	82
第十一章	植物的抗逆生理复习思考题与答案	90

绪 论

复习思考题与答案

1. 什么是植物生理学？主要研究哪些内容？结合本教材内容谈谈章节的安排。

答：植物生理学 (plant physiology) 是研究植物生命活动规律、揭示植物生命现象本质的科学。植物的生命活动是在水分代谢、矿质营养、光合作用、呼吸作用、物质的运输与分配以及信息传递和信号转导等代谢基础上表现出的种子萌发、生长、运动、开花、结实等生长发育过程。植物的生命活动虽然十分复杂，但大致可区分为物质与能量代谢、信息传递和信号转导、生长发育与形态建成等方面。植物生理学除研究上述的代谢生理和发育生理等生命活动规律外，还要研究与之有关的植物细胞的结构与功能，以及外界环境因素对植物生命活动的影响。

本植物生理学教材的基本内容由四个部分所组成：

(1) 细胞结构与功能 (见教材的第一章)，它是各种生理活动与代谢过程的组织基础。

(2) 代谢生理 (见教材的第二章至第六章)，即水分生理、矿质与氮素营养、光合作用、呼吸作用、同化物的运输分配以及信息传递和信号转导等。

(3) 发育生理 (见教材的第七章至第十章)，它是各种功能与代谢活动的综合反应，包含植物的生长物质、植物的生长、分化、发育、生殖与衰老等。

(4) 环境生理 (见教材的第十一章)，主要介绍影响植物生理代谢的环境因素以及植物对不良环境的反应。

这四个部分内容相互联系，构成了植物生理学的整体。

2. 植物生理学的发展大致经历了哪三个阶段？

答：第一阶段为植物生理学的孕育阶段，从 1627 年荷兰人凡·海尔蒙 (J.B. van Helmont) 做柳枝实验开始，直到 1840 年德国化学家李比希 (J. von Liebig) 创立植物矿质营养学说为止，前后共经历了 200 多年的时间。这一阶段人们注意到了水和溶于水的物质与植物生长的关系，发现了植物的光合作用，并开始对光合作用和呼吸作用吸收或释放的气体进行定量分析。

第二阶段为植物生理学诞生与成长的阶段，从 1840 年到 19 世纪末德国植物生理学家萨克斯 (J. Sachs) 和他的学生费弗尔 (W. Pfeffer) 所著的两部植物生理学专著问世为止，经过了约半个世纪的时间。这一阶段在创立了植物矿质营养理论的基础上，建立了无土培养的基本方法，奠定了农作物施肥的理论；研究了渗透现象，阐明了细胞吸水的原理；观察了植物的运动，并开始寻找植物激素；植物生理学教科书问世。

第三阶段为植物生理学发展、分化与壮大阶段，从 20 世纪初至今，约经过整整 1 个世纪，这是科学技术突飞猛进的世纪，也是植物生理学快速壮大发展的世纪。在这一阶段中，更多的科学家投入到了植物生理学的研究，植物生理学的各个领域都取得了进展。例如阐明了叶绿素、多种生物大分子、生物膜和各种细胞器的结构与功能；探明了光合碳同化（ C_3 途径）、 C_4 途径、CAM 途径、光呼吸、糖酵解、三羧酸循环、磷酸戊糖循环、光合电子传递、呼吸电子传递、光合磷酸化、氧化磷酸化、同化物运输和信息传导等途径以及调节机制；相继发现了生长素、赤霉素、细胞分裂素、脱落酸、乙烯、油菜素内酯、茉莉酸等激素，研制出众多的植物生长调节剂并应用于生产；发现了光周期现象以及控制光形态建成的光敏色素和其它光受体；提出了植物细胞的全能性，发展了组织培养，转基因植物不断获得成功；大多数国家都有植物生理学的出版物，在世界范围内召开有关植物生理学的专业会议等。

3. 植物生理学对农业生产的指导作用可表现在哪些方面？

答：“植物生理学是合理农业的基础”，植物矿质营养学说的创立为无机肥料的施用奠定了理论基础，由于化肥的大量施用促使世界粮食产量急增；植物激素的陆续发现导致了植物生长调节剂和除草剂的普遍应用，给农业生产带来革命性的变革；在光合作用与产量关系的理论指导下，植物生理学家与育种学家相结合，开创了以培育矮秆、耐肥、抗倒、叶片直立、株型紧凑的水稻、小麦品种为主要内容的“绿色革命”，使稻、麦产量获得了新的突破；植物细胞全能性理论的确立，不但使人们掌握了如组织培养、细胞及原生质体培养等高效快速的植物无性繁殖新技术，而且为植物基因工程的开展和新种质的创造提供了先决条件。

按照我国农业生产发展的趋势，以下几方面可能成为今后植物生理学与农业生产相结合的重要研究领域：

- (1) 作物产量形成与高产理论。
- (2) 环境生理与作物抗逆性。
- (3) 设施农业中的作物生理学。
- (4) 植物生理学与育种学相结合——作物生理育种等。

第一章

植物细胞的结构和功能复习思考题与答案

(一) 名词解释

原核细胞 (prokaryotic cell) 无典型细胞核的细胞, 其核质外面无核膜, 细胞质中缺少复杂的内膜系统和细胞器。由原核细胞构成的生物称原核生物 (prokaryote)。细菌、蓝藻等低等生物属原核生物。

真核细胞 (eukaryotic cell) 具有真正细胞核的细胞, 其核质被两层核膜包裹, 细胞内有结构与功能不同的细胞器, 多种细胞器之间有内膜系统联络。由真核细胞构成的生物称为真核生物 (eukaryote)。高等动物与植物属真核生物。

原生质体 (protoplast) 除细胞壁以外的细胞部分。包括细胞核、细胞器、细胞质基质以及其外围的细胞质膜。原生质体失去了细胞的固有形态, 通常呈球状。

细胞壁 (cell wall) 细胞外围的一层壁, 是植物细胞所特有的, 具有一定弹性和硬度, 界定细胞的形状和大小。典型的细胞壁由胞间层、初生壁以及次生壁组成。

生物膜 (biomembrane) 构成细胞的所有膜的总称。它由脂类和蛋白质等组成, 具有特定的结构和生理功能。按其所处的位置可分为质膜和内膜。

共质体 (symplast) 由胞间连丝把原生质 (包含质膜, 不含液泡) 连成一体的体系。

质外体 (apoplast) 由细胞壁及细胞间隙等空间 (包含导管与管胞) 组成的体系。

内膜系统 (endomembrane system) 是那些处在细胞质中, 在结构上连续、功能上相关, 由膜组成的细胞器的总称。主要指核膜、内质网、高尔基体以及高尔基体小泡和液泡等。

细胞骨架 (cytoskeleton) 指真核细胞中的蛋白质纤维网架体系, 包括微管、微丝和中间纤维等, 它们都由蛋白质组成, 没有膜的结构, 互相联结成立体的网络, 也称为细胞内的微梁系统 (microtrabecular system)。

细胞器 (cell organelle) 细胞质中具有一定形态结构和特定生理功能的细微结构。依被膜的多少可把细胞器分为:

- (1) 双层膜细胞器, 如细胞核、线粒体、质体等。
- (2) 单层膜细胞器, 如内质网、液泡、高尔基体、蛋白体等。
- (3) 无膜细胞器, 如核糖体、微管、微丝等。

质体 (plastid) 植物细胞所特有的细胞器, 具有双层被膜, 由前质体分化发育而成, 包括淀粉体、叶绿体和杂色体等。

线粒体 (mitochondria) 真核细胞质内进行三羧酸循环和氧化磷酸化作用的细胞器。

呈球状、棒状或细丝状等，具有双层膜。线粒体能自行分裂，并含有 DNA、RNA 和核糖体，能进行遗传信息的复制、转录与翻译，但由于遗传信息量不足，大部分蛋白质仍需由细胞核遗传系统提供，故其只具有遗传的半自主性。

微管 (microtubule) 存在于动植物细胞质内的由微管蛋白组成的中空管状结构。其主要功能除起细胞的支架作用和参与细胞器与细胞运动外，还与细胞壁、纺锤丝、中心粒的形成有关。

微丝 (microfilament) 由丝状收缩蛋白所组成的纤维状结构，类似于肌肉中的肌动蛋白，可以聚集成束状，参与胞质运动、物质运输，并与细胞感应有关。

高尔基体 (Golgi body) 由若干个由膜包围的扁平盘状的液囊垛叠而成的细胞器。它能向细胞质中分泌囊泡 (高尔基体小泡)，与物质集运和分泌、细胞壁形成、大分子装配等有关。

核小体 (nucleosome) 构成染色质的基本单位。每个核小体包括 200bp 的 DNA 片断和 8 个组蛋白分子。

液泡 (vacuole) 植物细胞特有的，由单层膜包裹的囊泡。它起源于内质网或高尔基体小泡。在分生组织细胞中液泡较小且分散，而在成熟植物细胞中小液泡融合成大液泡。液泡在转运物质、调节细胞水势、吸收与积累物质方面有重要作用。

溶酶体 (lysosome) 是由单层膜包围，内含多种酸性水解酶类的囊泡状细胞器，具有消化生物大分子、溶解细胞器等作用。若溶酶体破裂，酸性水解酶进入细胞质，会引起细胞的自溶。

核糖体 (ribosome) 细胞内参与合成蛋白质的颗粒状结构，亦称核糖核蛋白体。无膜包裹，大致由等量的 RNA 和蛋白质组成，大多分布于胞基质中，呈游离状态或附于粗糙型内质网上，少数存在于叶绿体、线粒体及细胞核中。核糖体是蛋白质合成的场所，游离于胞基质的核糖体往往成串排列在 mRNA 上，组成多聚核糖体 (polysome)，这样一条 mRNA 链上的信息可以同时用来合成多条同样的多肽链。

胞间连丝 (plasmodesma) 穿越细胞壁，连接相邻细胞原生质 (体) 的管状通道。它可由质膜或内质网膜或连丝微管所构成。通过胞间连丝，细胞与细胞之间可以进行物质与信息的交换。

流动镶嵌模型 (fluid mosaic model) 由辛格尔 (S.L.Singer) 和尼柯尔森 (G.L.Nicolson) 在 1972 年提出的用于解释生物膜结构的模型，认为液态的脂质双分子层中镶嵌着可移动的蛋白质，使膜具有不对称性和流动性。

细胞全能性 (totipotency) 每一个细胞中都包含着产生一个完整机体的全套基因，在适宜条件下能形成一个新的个体。细胞的全能性是组织培养的理论基础。

细胞周期 (cell cycle) 从一次细胞分裂结束形成子细胞到下一次分裂结束形成新的子细胞所经历的时期。可以分为 G₁ 期、S 期、G₂ 期、M 期四个时期。

周期时间 (time of cycle) 完成一个细胞周期所需的时间。

(二) 写出下列符号的中文名称，并简述其主要功能或作用

ER 内质网 (endoplasmic reticulum)，交织分布于细胞质中的膜层系统，内与细胞核

外被膜相连，外与质膜相连，并通过胞间连丝与邻近细胞的内质网相连。内质网是蛋白质、脂类、糖类等物质合成的场所，参与细胞器和细胞间物质和信息的传递。

RER 粗糙型内质网 (rough endoplasmic reticulum)，富含核糖体的内质网，参与蛋白质的合成。

RNA 核糖核酸 (ribose nucleic acid)，即含核糖的核酸。它由多个核苷酸通过磷酸二酯键连接而成，大部分存在于细胞质中，少量存在于细胞核中。细胞内的核糖核酸因其功能和性质的不同分为三种：

(1) 转移核糖核酸 (tRNA) 分子量较小，在蛋白质生物合成过程中，起着携带和转移活化氨基酸的作用。

(2) 信使核糖核酸 (mRNA) 以 DNA 为模板转录的一种单链核糖核酸分子，是合成蛋白质的模板。

(3) 核糖体核糖核酸 (rRNA) 分子量较大，同蛋白质一起构成核糖体，核糖体是蛋白质合成的场所。

mtDNA 线粒体 DNA (mitochondrial DNA)，线粒体内遗传信息的载体。

cpDNA 叶绿体 DNA (chloroplast DNA)，叶绿体内遗传信息的载体。

TAG 甘油三酯 (triacylglycerols)，圆球体中主要含有的一种脂类。

HRGP 富含羟脯氨酸的糖蛋白 (hydroxyproline-rich glycoprotein)，细胞壁结构成分，在细胞防御和抗病性中起作用。

PCD 细胞程序化死亡 (programmed cell death)，受细胞自身基因调控的衰老死亡过程。它有利于生物自身的发育，或有利于抵抗不良环境。

G₁ 期 第一间隙期 (gap₁)，又称 DNA 合成前期 (pre-synthetic phase)，从有丝分裂完成到 DNA 复制之前的时期，进行 RNA 与蛋白质的合成，为 DNA 复制作准备。

S 期 DNA 复制期 (synthetic phase)，主要进行 DNA 及有关组蛋白的合成。

G₂ 期 第二间隙期 (gap₂)，又称 DNA 合成后期 (post-synthetic phase)，指 DNA 复制完到有丝分裂开始的一段间隙，主要进行染色体的精确复制，为有丝分裂作准备。

M 期 有丝分裂期 (mitosis)，按前期 (prophase)、中期 (metaphase)、后期 (anaphase) 和末期 (telophase) 的次序进行细胞分裂。

(三) 问答题

1. 为什么说真核细胞比原核细胞进化？

答：原核细胞没有明显的由核膜包裹的细胞核，只有由若干条线型 DNA 构成的拟核体，细胞体积一般很小，质膜与细胞质的分化简单，除核糖体外，没有其它亚细胞结构，主要以无丝分裂方式繁殖。而真核细胞有明显的由两层核膜包裹的细胞核，细胞体积较大，细胞质高度分化形成了各种大小不一和功能各异的细胞器，各种细胞器之间通过膜的联络形成了一个复杂的内膜系统，细胞分裂以有丝分裂为主。由于真核细胞出现复杂的内膜系统和高度分化的细胞器，使细胞结构区域化，代谢效率提高，遗传物质稳定，使它能组成高等的真核生物体。

2. 典型的植物细胞与动物细胞在结构上差异是什么？这些差异对植物生理活动有什么影响？

答：典型的植物细胞中存在大液泡、质体和细胞壁，这是与动物细胞在结构上的最主要差异。植物特有的细胞结构对植物的生理活动以及适应外界环境具有重要的作用。例如大液泡的存在使植物细胞与外界环境构成一个渗透系统，调节细胞的吸水机能，维持细胞的坚挺，此外液泡也是吸收和积累各种物质的场所。质体中的叶绿体使植物能进行光合作用；而淀粉体能合成并贮藏淀粉。细胞壁不仅使植物细胞维持了固有的形态，而且在物质运输、信息传递、抗逆防病等方面都起着重要作用。

3. 原生质的胶体状态与其生理代谢有什么联系？

答：原生质胶体有溶胶与凝胶两种状态，当原生质处于溶胶状态时，粘性较小，细胞代谢活跃，分裂与生长旺盛，但抗逆性较弱。当原生质呈凝胶状态时，细胞生理活性降低，但对低温、干旱等不良环境的抵抗能力提高，有利于植物度过逆境。当植物进入休眠时，原生质胶体从溶胶状态转变为凝胶状态。

4. 高等植物细胞有哪些主要细胞器？这些细胞器的结构特点与生理功能有何联系？

答：高等植物细胞内含有叶绿体、线粒体、微管、微丝、内质网、高尔基体和液泡等细胞器。这些细胞器在结构与功能上有密切的联系。

(1) 叶绿体 具有双层被膜，其中内膜为选择透性膜，这对控制光合作用的底物与产物输出叶绿体以及维持光合作用的环境起重要作用。叶绿体中的类囊体是由封闭的扁平小泡组成，膜上含有叶绿体色素和光合电子传递体，这与其具有的光能吸收、电子传递与光合磷酸化等功能相适应。而 CO_2 同化的全部酶类存在于叶绿体间质，从而使间质成为 CO_2 固定与同化物生成的场所。由于叶绿体具有上述特性，使它能成为植物进行光合作用的细胞器。

(2) 线粒体 是进行呼吸作用的细胞器，也含有双层膜，外膜蛋白质含量低，透性较大，内膜蛋白质含量高，且含有电子传递体和 ATP 酶复合体，保证了在其上能进行电子传递和氧化磷酸化。

(3) 微管 是由微管蛋白组装成的中空的管状结构，在细胞中能聚集与分散，组成早前期带、纺锤体等多种结构，因而它能在保持细胞形状、细胞内的物质运输、细胞分裂和细胞壁的合成中起重要作用。

(4) 微丝 主要由两种球形收缩蛋白聚合成的细丝彼此缠绕而成，呈丝状，由于收缩蛋白可利用 ATP 所提供的能量推动原生质运动，因而微丝在胞质运动、胞内物质运输等方面能起重要作用。

(5) 内质网 大部分呈膜片状，由两层平行排列的单位膜组成。内质网相互联通成网状结构，穿插于整个细胞质中，既提供了细胞空间的支持骨架，又起到了细胞内的分室作用；粗糙内质网上有核糖体，它是合成蛋白质（酶）的场所，光滑内质网是合成脂类和糖类的场所；另外内质网能分泌囊泡，是细胞内物质的运输系统，也是细胞间物质与信息

传递系统。

(6) 高尔基体 它由膜包围的液囊垛叠而成，并能分泌囊泡。它主要是对由内质网运来的蛋白质和多糖进行加工、浓缩、储存和集运，通过分泌囊泡和囊泡与质膜或其它细胞器膜融合的方式，把参与加工或合成的物质集运到壁和其它细胞器中，因而它能参与蛋白体、溶酶体和液泡等细胞器的形成。

(7) 液泡 由多种囊泡融合而成，随着细胞的生长，多个小液泡常融合成一个中央大液泡。液泡内含有糖、酸等溶质，具有渗透势，在细胞中构成一个渗透系统，这对调节水平衡、维持细胞的膨压具有重要作用。另外液泡膜上有 ATP 酶、离子通道和多种载体，使它能选择性地吸收和积累多种物质。

5. 生物膜在结构上的特点与其功能有什么联系？

答：生物膜主要由蛋白质和脂类组成，膜中脂类大多为极性分子，其疏水尾部向内，亲水头部向外，组成双脂层，蛋白质镶嵌在膜中或分布在膜的表面。膜不仅把细胞与外界隔开，而且把细胞内的空间区域化，从而使细胞的代谢活动有条不紊地“按室分工”。膜上的蛋白质有的是酶，有的是载体或通道，还有的是能感应刺激的受体，因而生物膜具有进行代谢反应、控制物质进出以及传导信息等功能。膜中蛋白质和脂类的比值因膜的种类不同而有差异，一般来说，功能多而复杂的生物膜，其蛋白质的种类多，蛋白质与脂类的比值大；反之，功能简单的膜，其所含蛋白质的种类与数量就少。如线粒体内膜以及类囊体膜的功能复杂，要进行电子传递和磷酸化作用，因而其蛋白质种类和数量较多，而且其中许多蛋白质与其它物质组成了超分子复合体。

关于膜的结构有流动镶嵌、板块镶嵌等模型。

(1) 流动镶嵌模型的要点

① 不对称性，即脂类和蛋白质在膜中的分布不对称。

② 流动性，即组成膜的脂类双分子层或蛋白质都是可以流动或运动的。膜不对称性和流动性保证了生物膜能经受一定程度的形变而不致破裂，这也可使膜中各种成分按需要重新组合，使之合理分布，有利于表现膜的多种功能。更重要的是它允许膜互相融合而不失去对通透性的控制，确保膜分子在细胞分裂、膜动运输、原生质体融合等生命活动中起重要的作用。

(2) 板块镶嵌模型的要点

① 整个生物膜是由不同组织结构、不同大小、不同性质、不同流动性的可移动的膜块所组成。

② 不同流动性的区域可同时存在，各膜块能随生理状态和环境条件的改变而改变。板块镶嵌模型有利于说明膜功能的多样性及调节机制的复杂性。

6. 细胞内部的区域化对其生命活动有何重要意义？

答：细胞内的区域化是指由生物膜把细胞内的空间分隔，形成各种细胞器，这样不仅使各区域内具有的 pH、电位、离子强度、酶系和反应物不同，而且能使细胞的代谢活动“按室进行”，各自执行不同的功能。同时由于内膜系统的存在又将多种细胞器联系起来，

使得各细胞器之间能协调地进行物质、能量交换与信息传递，有序地进行各种生命活动。

7. 你怎样看待细胞质基质与其功能的关系？

答：细胞质基质也称为细胞浆，是富含蛋白质（酶）、具有一定粘度、能流动的、半透明的胶状物质。它是细胞重要的组分，具有以下功能：

(1) 代谢场所 很多代谢反应如糖酵解、磷酸戊糖途径、脂肪酸合成、蔗糖的合成等都在细胞质基质中进行，而且这些反应所需的底物与能量都由基质提供。

(2) 维持细胞器的结构与功能 细胞质基质不仅为细胞器的实体完整性提供所需要的离子环境，供给细胞器行使功能所必需的底物与能量，而且流动的细胞基质十分有利于各细胞器与基质间进行物质与能量的交换。

8. 从细胞壁中的蛋白质和酶的发现，谈谈对细胞壁功能的认识。

答：长期以来细胞壁被认为是界定原生质体的僵死的“木头盒子”，只起被动的防御作用。但随着研究的深入，大量蛋白质尤其是几十种酶蛋白在细胞壁中被发现，人们改变了传统观念，认识到细胞壁是植物进行生命活动不可缺少的部分。它至少具有以下生理功能：

(1) 维持细胞形状，控制细胞生长 细胞壁增加了细胞的机械强度，这不仅有保护原生质体的作用，而且维持了器官与植株的固有形态。

(2) 运输物质与传递信息 细胞壁涉及了物质运输，参与植物水势调节，另外细胞壁也是化学信号（激素等）、物理信号（电波、压力等）传递的介质与通路。

(3) 代谢功能 细胞壁中的酶类广泛参与细胞壁高分子的合成、转移与水解等生化反应。

(4) 防御与抗性 细胞壁中的寡糖素能诱导植物抗毒素的形成；壁中的伸展蛋白除了作为结构成分外，还有防御和抗病抗逆的功能。

9. 植物细胞的胞间连丝有哪些功能？

答：植物细胞胞间连丝的主要生理功能有两方面：

(1) 进行物质交换 相邻细胞的原生质可通过胞间连丝进行交换，使可溶性物质（如电解质和小分子有机物）、生物大分子物质（如蛋白质、核酸、蛋白—核酸复合物）甚至细胞核发生胞间运输。

(2) 进行信号传递 物理信号（电、压力等）和化学信号（植物激素、生长调节剂等）都可通过胞间连丝进行共质体传递。

10. 细胞周期的各期有何特点？

答：细胞周期可分 G_1 期、S 期、 G_2 期和 M 期四个时期，各期特点如下：

(1) G_1 期 是从有丝分裂完成到 DNA 复制之前的时期，主要进行 mRNA、tRNA、rRNA 和蛋白质的合成，为 DNA 复制作准备。

(2) S 期 是 DNA 复制时期，主要进行 DNA 及有关组蛋白的合成。此期中 DNA 的

含量增加 1 倍。

(3) G_2 期 为 DNA 复制完毕到有丝分裂开始的一段间隙，主要进行染色体的精确复制，为有丝分裂作准备。

(4) M 期 是细胞进行有丝分裂的时期，此期染色体发生凝缩、分离并平均分配到两个子细胞中。细胞分裂按前期、中期、后期和末期的次序进行，分裂后子细胞中的 DNA 含量减半。

11. 植物细胞的基因表达有何特点？

答：

(1) 植物是真核生物，其细胞的 DNA 含量和基因数目远远多于原核生物细胞，蛋白质或 RNA 的编码基因序列往往是不连续的，大多数基因都含有内含子。DNA 与组蛋白结合，以核小体为基本单位，形成染色体或染色质，遗传物质分散到多个 DNA 分子上。

(2) 植物细胞的基因为单顺反子，无操纵子结构，有各自的调控序列，而且基因表达有明显的“时”与“空”的特性。另外，植物基因表达比动物更容易受环境因子（如光、温、水分）的影响，环境因子会引起植物基因表达的改变。

(3) 植物细胞中有三种 RNA 聚合酶参与基因的表达，RNA 聚合酶 I 负责 rRNA 的合成，RNA 聚合酶 II 负责形成 mRNA，RNA 聚合酶 III 负责 tRNA 和小分子 RNA 的合成。植物细胞中的 DNA 通过组蛋白阻遏等机制，使大部分基因不能表达，又加上在转录等水平上的各级复杂调节机制，使得在特定组织和特定发育阶段中有相应基因进行适度表达，产生与组织结构和代谢功能相适应的蛋白质或酶。

12. 你怎样理解植物细胞的程序化死亡？

答：细胞程序化死亡（programmed cell death, PCD）是一种主动的受细胞自身基因调控的衰老死亡过程，与通常意义上的细胞衰老死亡不同，在 PCD 发生过程中，通常伴随有特定的形态变化和生化反应，如细胞核和细胞质浓缩、DNA 降解等。它是多细胞生物中某些细胞所采取的主动死亡方式，在细胞分化、过敏性反应和抗病抗逆中有特殊作用，如维管束中导管的形成、性别分化过程中单性花的形成、感染区域及其周围病斑的形成等，这些都是细胞程序化死亡的表现。

第二章

植物的水分生理复习思考题与答案

(一) 名词解释

束缚水 (bound water) 与细胞组分紧密结合不能自由移动、不易蒸发散失的水。

自由水 (free water) 与细胞组分之间吸附力较弱,可以自由移动的水。

化学势 (chemical potential) 偏摩尔自由能被称为化学势,以希腊字母 μ 表示,组分 j 的化学势 (μ_j) 为: $\mu_j = (G/n_j)_{T,p,n_i}$, $n_i \neq n_j$, 其含义是:在等温、等压以及保持其它组分不变时,体系自由能随组分 j 的摩尔变化率。换句话说,在一个庞大的体系中,在等温、等压以及保持其他各组分浓度不变时,加入 1 摩尔 j 物质所引起体系自由能的增量。

体系内 j 组分的化学势 μ_j 则用下式各项之和表示:

$$\mu_j = \mu_j^0 + R_T \ln a_j + Z_j FE + V_{j,m} P + m_j gh$$

式中 μ_j^0 ——标准状态下体系内 j 组分的化学势,即 $a_j = 1$, $Z_j = 0$, 且体系处于参比状态的压力和高度时的化学势,单位为 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;

R ——摩尔气体常数 ($8.314 \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$);

T ——绝对温度 (K);

a_j ——物质 j 的相对活度,为无量纲的纯数,可以取对数;

Z_j ——物质 j 所带电荷数 (阳离子为正,阴离子为负);

F ——法拉第常数 ($96.5 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{V}^{-1}$);

E ——物质 j 所处体系的电势 (V);

$V_{j,m}$ ——物质 j 的偏摩尔体积 ($\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$);

P ——体系的压力相对于参比状态压力 (0.1013MPa) 的差值,对水溶液而言, P 是溶液静水压力与大气压力的差值;

m_j ——物质 j 的摩尔质量 ($\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$);

g ——重力加速度,即质量转换成力的系数 ($9.8 \text{m} \cdot \text{s}^{-2} = 9.8 \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} = 9.8 \text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$);

h ——相对于参比状态的高度 (m)。

通常将包括电项 $Z_j FE$ 的 μ_j 称为电势 (electrochemical potential); 而将不包括电项,即物质 j 不带电荷或电势 E 为 0, 即 $Z_j FE = 0$ 的 μ_j 称为化学势。

水势 (water potential) 每偏摩尔体积的水的化学势差称为水势, 用 ψ_w 表示。 $a_w = (\mu_w - \mu_w^0) / V_{w,m}$, 即水势为体系中水的化学势与处于等温、等压条件下纯水的化学势之差, 再除以水的偏摩尔体积的商。用两地间的水势差可判别它们间水流的方向和限度, 即水分总是从水势高处流向水势低处, 直到两处水势差为 0 为止。

溶质势 (solute potential, ψ_s) 由于溶质颗粒的存在而引起体系水势降低的数值。溶质势表示溶液中水分潜在的渗透能力的大小, 因此, 溶质势又可称为渗透势 (osmotic potential, ψ_π)。溶质势可用 $\psi_s = RT \ln N_w / V_{w,m}$ 公式计算, 也可按范特霍夫公式 $\psi_\pi = -\pi$ (渗透压) = $-iCRT$ 计算。

衬质势 (matrix potential, ψ_m) 由于衬质 (表面能吸附水分的物质, 如纤维素、蛋白质、淀粉等) 的存在而使体系水势降低的数值。

压力势 (pressure potential, ψ_p) 由于压力的存在而使体系水势改变的数值。若加正压力, 使体系水势增加, 加负压力, 使体系水势下降。

重力势 (gravitational potential, ψ_g) 由于重力的存在而使体系水势增加的数值。

集流 (mass flow 或 bulk flow) 指液体中成群的原子或分子 (例如组成水溶液的各种物质的分子) 在压力梯度 (水势梯度) 作用下共同移动的现象。

渗透作用 (osmosis) 溶液中的溶剂分子通过半透膜扩散的现象。对于水溶液而言, 是指水分子从水势高处通过半透膜向水势低处扩散的现象。

水通道蛋白 (water channel protein) 存在于生物膜上的具有通透水分功能的内在蛋白。水通道蛋白亦称水孔蛋白 (aquaporins, AQP)。

吸胀吸水 (imbibing absorption of water) 依赖于低的衬质势而引起的吸水。干种子的吸水为典型的吸胀吸水。

吸胀作用 (imbibition) 亲水胶体物质吸水膨胀的现象称为吸胀作用。胶体物质吸引水分子的力量称为吸胀力。蛋白质类物质吸胀力最大, 淀粉次之, 纤维素较小。

根压 (root pressure) 由于植物根系生理活动而促使液流从根部上升的压力。它是根系与外液水势差的表现和量度。根系活力强、土壤供水力高、叶的蒸腾量低时, 根压较大。伤流和吐水现象是根压存在的证据。

伤流 (bleeding) 从受伤或折断的植物组织伤口处溢出液体的现象。伤流是由根压引起的, 是从伤口的输导组织中溢出的。伤流液的数量和成分可作为根系生理活性高低的指标。

吐水 (guttation) 从未受伤的叶片尖端或边缘的水孔向外溢出液滴的现象。吐水也是由根压引起的。作物生长健壮, 根系活动较强, 吐水量也较多, 所以, 吐水现象可以作为根系生理活动的指标, 并能用以判断苗长势的好坏。

暂时萎蔫 (temporary wilting) 植物在水分亏缺严重时, 细胞失去膨压, 茎叶下垂的现象称为萎蔫 (wilting)。萎蔫植株如果当蒸腾速率降低后, 可恢复正常, 则这种萎蔫称为暂时萎蔫。暂时萎蔫是由于蒸腾失水量一时大于根系吸水量而引起的。

永久萎蔫 (permanent wilting) 萎蔫植物若在蒸腾速率降低以后仍不能恢复正常, 这样的萎蔫就称为永久萎蔫。永久萎蔫是由于土壤缺乏可利用的水分引起的。只有向土壤供水才能消除植株的萎蔫现象。发生永久萎蔫时的土壤中小含量占干土重的百分率称 (永

久) 萎蔫系数, 它代表土壤中植物可利用水的极限。

蒸腾作用 (transpiration) 植物体内的水分以气态散失到大气中去的过程。蒸腾作用可以促进水分的吸收和运转, 降低植物体的温度, 促进盐类的运转和分布。但有时也因蒸腾作用过于强烈而引起植株的水分亏缺。

小孔扩散律 (small pore diffusion law) 指气体通过多孔表面扩散的速率, 不与小孔的面积成正比, 而与小孔的周长或直径成正比的规律。气孔蒸腾速率符合小孔扩散律。

蒸腾速率 (transpiration rate) 又称蒸腾强度或蒸腾率, 指植物在单位时间内、单位叶面积上通过蒸腾作用散失的水量。

蒸腾效率 (transpiration ratio) 植物每蒸腾 1kg 水时所形成的干物质的克数。

蒸腾系数 (transpiration coefficient) 植物每制造 1g 干物质所消耗水分的千克数, 它是蒸腾效率的倒数, 又称需水量 (water requirement)。

内聚力学说 (cohesion theory) 该学说由狄克逊 (H. H. Dixon,) 等人, 在 20 世纪初提出, 即是因水分子的内聚力 (相同分子间相互吸引的力量) 大于张力, 而保证水分在植物体内向上运输的学说。

该学说认为植物体内水分上升的动力主要是蒸腾拉力, 尽管输导组织内的水柱自身存在重力及水流阻力, 当受到上部蒸腾拉力牵引时, 水柱即受到一种张力作用。由于水的内聚力大于张力, 还由于水与输导组织间有强的附着力, 所以水柱不会中断而使水分向上运输。内聚力学说也称蒸腾流—内聚力—张力学说 (transpiration cohesion tension theory)。

水分临界期 (critical period of water) 植物在生命周期中, 对缺水最敏感、最易受害的时期。一般而言, 植物的水分临界期多处于花粉母细胞四分体形成期。这个时期一旦缺水, 就使性器官发育不正常。作物的水分临界期可作为合理灌溉的一种依据。

(二) 写出下列符号的中文名称, 并简述其主要功能或作用

μ_w 水的化学势 (water chemical potential), 水的化学势的热力学含义是: 当温度、压力及物质数量 (水分以外) 一定时, 由水 (摩尔) 量变化引起的体系自由能的改变量。水的化学势之差, 可用来判断水分参加化学反应的本领或两相间移动的方向和限度。

ψ_w 水势 (water potential), 每偏摩尔体积的水的化学势差, 即体系中水的化学势与处于等温、等压条件下纯水的化学势之差 ($\mu_w - \mu_w^\circ$), 再除以水的偏摩尔体积 ($V_{w,m}$)。用两地间的水势差可判别它们间水流的方向和限度, 可以用来分析土壤—植物—大气水分连续体 (SPAC) 中的水分移动情况。

MPa 兆帕, 表示水势的单位, $1\text{MPa} = 10^6\text{Pa} = 10\text{bar} = 9.87\text{atm}$ 。

N_w 水的摩尔分数 (molar numeric of water), $N_w = \text{水的摩尔数} / (\text{水的摩尔数} + \text{溶质的摩尔数})$, 它表示水在水溶液中的含量, N_w 大表示水溶液中水分含量高, 溶质含量少, 水势高。纯水的 $N_w \approx 55.1\text{mol}/\text{dm}^3$ 。

RH 相对湿度 (relative humidity), 在一定温度下气相中的蒸气压与纯水的饱和蒸气压的百分数, RH 高表示气相中的水分剪含量高, 水势高。