

全国高等教育自学考试

# 作物栽培生理自学辅导

(2001 年版)

全国高等教育自学考试指导委员会组编

主 编 任昌福  
副主编 王三根 王光明  
参 编 陈国惠

重庆大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

作物栽培生理自学辅导/任昌福主编. —重庆:重庆大学出版社,2001.5

全国高等教育自学考试

ISBN 7-5624-2303-2

.作... 王... 作物-生理学-高等教育-自学考试-自学参考资料 .S311

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 17337 号

全国高等教育自学考试  
作物栽培生理自学辅导  
全国高等教育自学考试指导委员会组编

主 编 任昌福  
副 主 编 王三根 王光明  
参 编 陈国惠  
责任编辑 张永洋  
责任校对 何建云

\*

重庆大学出版社出版发行  
社址:重庆市沙坪坝正街174号  
邮编:400044

网址: <http://www.cqup.com.cn>

新华书店经销  
重庆科情印务有限公司印刷

\*

开本:880×1230 1/32 印张:5.5 字数:158千

2001年12月第1版 2001年12月第1次印刷

印数:1—5000

ISBN 7-5624-2303-2/S·72 定价:7.50元

---

凡购买我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题者,请与当地图书销售部门联系调换。

版权所有 不得翻印

# 出版前言

为了完善高等教育自学考试教育形式,促进高等教育自学考试的发展,我们组织编写了全国高等教育自学考试自学辅导书。

自学辅导书以全国考委公布的课程自学考试大纲为依据,以全国统编自考教材为蓝本,旨在帮助自学者达到学习目标,顺利通过国家考试。

自学辅导书是高等教育自学考试教育媒体的重要组成部分,我们将根据专业的开考情况和考生的实际需要,陆续组织编写、出版文字、音像等多种自学媒体,由此构成与大纲、教材相配套的、完整的自学媒体系统。

全国高等教育自学考试指导委员会

1999年10月

# 绪 论

作物栽培生理是作物栽培学与植物生理学和作物生态学密切结合的一门综合性较强的学科。它从农业生产的实践出发,结合生产中的实际,去研究有关作物的生理生态,反过来又用生理的基础理论去分析解决作物栽培中的问题。因此,作物栽培生理具有综合性、实用性、理论与实践相结合、宏观与微观相结合的特点。

作物栽培生理是全国高等教育自学考试农学专业(本科)必考的课程之一,是作物栽培的生理基础知识,也是为培养和检验考生对大田作物高产、稳产、优质、低耗的生理生态基本理论和应用能力而设置的专业课程。考生在学习了植物学、植物生理学、作物栽培学、种子学、生物化学等的基础上,才学习本门课程。

本书共分7章,从不同的方面和层次较为系统地阐述了作物栽培中重要的生理生态基础知识及其与生产实践的相互关系;从生理角度探讨了作物优质高产的理论问题,为进一步改进作物栽培技术提供科学依据。

从种子的萌发生理和出苗生理入手,了解作物种子收获后的生理生化变化特点,种子成熟中的生理反应,种子萌发过程中的呼吸作用及物质变化规律,影响种子萌发和出苗的内外环境条件,以及培育壮苗、全苗的技术原则和理论基础。

从作物的生育生理入手,了解生长和发育的概念,营养生长和生殖生长的相互关系,作物根、叶、茎生长的特点及生理基础,发育过程中对温、光反应的特性,营养器官与生殖器官的生长和分化进程,内外环境对生长发育的影响以及调控作物发育的方法原理。

从作物光合作用的基本理论入手,了解作物的光合特点及其生产潜力,明确作物叶片、单株和群体光合作用中的变化规律,影响物质生产的内外环境因素,光合性能与作物产量形成的关系,作物产量构成及作物源、流、库的调控原则,从而弄清作物高产稳产的生理基

础。

从作物与水分的关系入手,了解作物体内水分的状态和分布特点,作物对水分的吸收、传导、分配和散失的基本规律,内外环境条件对作物水分生理的影响,以及作物的需水规律,合理灌溉和排水的依据、方法、原则等。

从作物的矿质营养和氮素营养的基本理论入手,了解作物必需的矿质元素、大量元素、微量元素、有益元素等的概念及其主要生理作用,作物必需元素的缺素症及其诊断,作物的养分状况与生长的关系,作物对矿质元素的吸收、运输和分配规律特点,进而明确作物的需肥规律和提高肥效的栽培措施及管理原则。

从作物的成熟生理和衰老生理入手,了解作物成熟的基本概念,产品器官建成的规律,营养物质积累的特点,作物的生理过程及内外环境条件对产品器官建成的影响,生殖器官脱落与败育的生理原因,作物衰老的表现及其机理,从而探讨作物成熟过程中优质高产的调控原则。

从作物的逆境生理入手,了解各种逆境因素对作物的影响,作物在干旱、水涝、低温、盐渍和环境污染等条件下的生理生态表现和变化规律,从而提出合理的防御原则和抗灾措施,以及提高作物抗逆性的技术途径和方法。

由此可见,作物栽培生理是以农业生产实践,特别是大田作物栽培与耕作实践为基础,反过来又服务于生产和指导生产,理论和实践相结合的一门综合性较强的课程。本门课程的任务,决不是消极地认识作物生长发育的特点和规律,也决不仅仅是了解作物生长发育的生理特点,而是要掌握作物生理的理论和知识,主动地指导农业生产,为合理栽培服务,为高产、优质、高效农业作出贡献。

学习作物栽培生理也同学习其他课程一样,没有捷径可走,必须踏实认真,循序渐进地深入学习。在自学中要注意如下几点:

首先,认真阅读教材。从宏观与微观的内在联系中把握教材的知识结构,要善于归纳总结,提纲挈领,将各章节中的局部和整体、个性和共性,进行分析综合并有机联系起来,抓住要点。

其次,与以前学习的相关课程相结合。注意其与植物学、种子

学、生物化学、生态学等课程,特别是与作物栽培学和植物生理学的区别与联系,找出本书的特点,达到知识的融会贯通,举一反三。

第三,密切联系生产实际。作物栽培生理就是从栽培实际中提出来的生理现象,用生理的理论去解决栽培中的实际问题。因而,生产实践中的周密观察、调查研究、丰富的感性知识对学习作物栽培生理是很有帮助的。

最后,结合自学辅导书。了解全书的重点难点,理解各章节的主要内容,多作练习,熟悉题型,学会正确地回答问题。

本自学辅导书的编写就是希望通过归纳总结,并让考生通过适当的习题训练,达到理解规律、弄清原理、灵活应用和掌握知识的目的。

# 目 录

绪论	1
第一章	作物种子萌发与出苗生理..... 4
	第一节 作物种子的贮藏与后熟生理 ..... 4
	第二节 种子的萌发与出苗 ..... 6
	第三节 种子萌发过程中的生理生化变化 ..... 8
	复习思考题 ..... 11
第二章	作物的生育生理与调控 ..... 16
	第一节 作物的生长发育..... 16
	第二节 作物的生长生理..... 17
	第三节 作物的发育生理..... 19
	第四节 作物生育的一般进程及器官间生长 关系 ..... 22
	第五节 作物生育规律的调控 ..... 23
	复习思考题 ..... 26
第三章	作物光合作用与产量形成 ..... 31
	第一节 作物对光能的利用 ..... 31
	第二节 作物的光合器官及其功能 ..... 36
	第三节 作物群体及其生产结构 ..... 38
	第四节 作物的产量及产量形成 ..... 40
	复习思考题 ..... 42
第四章	作物的水分生理与合理排灌 ..... 46
	第一节 作物体水分系统与特性 ..... 46

	第二节 作物对水分的吸收与散失 .....	49
	第三节 合理灌溉和排水的生理基础 .....	52
	复习思考题 .....	54
第五章	作用的矿质营养生理与合理运筹 .....	58
	第一节 作物必需的矿质元素 .....	58
	第二节 作物对矿质元素的吸收 .....	62
	第三节 作物对矿质元素的运输和分配 .....	64
	第四节 作物优质高产施肥的生理基础 .....	65
	复习思考题 .....	66
第六章	作物的成熟与衰老生理 .....	70
	第一节 作物成熟的基本概念 .....	70
	第二节 产品器官的形态建成 .....	71
	第三节 产品器官营养物质积累 .....	71
	第四节 生殖器官的脱落与败育 .....	73
	第五节 作物衰老及其机理 .....	74
	复习思考题 .....	76
第七章	作物的逆境生理及防御原则 .....	79
	第一节 作物的旱害和涝害 .....	79
	第二节 作物的冷冻害与适应性 .....	83
	第三节 作物盐害及其适应性 .....	88
	第四节 环境污染与作物生长 .....	90
	复习思考题 .....	93
各章参考答案	.....	99
应试指导	.....	156
综合自测题及其参考答案	.....	160
后记	.....	168

# 第一章 作物种子萌发与出苗生理

## 【学习目的与要求】

通过本章的学习,考生在了解作物种子贮藏与后熟生理的基础上,重点掌握种子萌发与出苗过程,以及影响种子萌发与出苗的内外环境条件,以便较好地理解种子萌发过程中的生理生化变化,为培育壮苗、保证全苗打下坚实的基础。

## 【内容提要】

### 第一节 作物种子的贮藏与后熟生理

农业生产上的种子 { 第一类:真种子,由胚珠发育而成  
第二类:果实,由子房壁或花蕾的其他部分发育而成  
第三类:营养器官

#### 一、收后种子的生物学特点

1. 种皮较疏松,孔隙增多
2. 酶类钝化  
酶类钝化的原因:
  - (1)底物减少,酶与底物隔离;
  - (2)酸度增加;
  - (3)离子浓度增加。
3. RNA 水解酶类增加
4. 长寿命 mRNA 和酶原形成
5. 解偶联呼吸

## 二、种子的后熟生理

种子的后熟作用,其狭义是指种子本身还未完全通过生理成熟阶段,即使给予适当的发芽条件,也仍不能发芽,需要在一定条件下经过一段时间贮藏,使种子进行发芽的各种准备,当完成了这些变化以后,种子才能获得发芽能力;其广义是指种子在收获以后发生的各种变化,这些变化与种子品质,其中包括发芽率的提高,食用及工艺品质等有关,也影响到贮藏条件和贮藏的稳定性。因此,必须对其现象和生理生化过程有所了解。

1. 种子后熟中的生理生化特点
- 低分子的可溶性物质继续合成高分子贮藏物质
  - 种子含水量降低,自由水显著减少,种子硬度提高
  - 种子酸度或酸价降低,脂类物质转化为中性脂肪
  - 种子内酶的活性降低
  - 种子发芽率提高

### 2. 种子后熟中的“出汗”现象

- (1) 概念;
- (2) “出汗”现象的生理原因及危害;
- (3) 种子表面凝结水分现象的原因:一是“出汗”,二是“结露”。

3. 种子后熟中贮藏物质的变化
- 酶活性的变化
  - 主要化合物的变化
  - 维生素的变化

## 第二节 种子的萌发与出苗

### 一、种子萌发、出苗过程

#### 1. 种子萌发过程

##### (1) 吸胀：

分 3 个阶段

{	迅速吸水过程：属纯物理过程
	吸水滞后过程：酶的活化阶段
	胚根伸长过程：胚部器官的生长是其基本特征

(2) 萌动：种子吸胀后，胚部细胞开始分裂、伸长，胚的体积增大，胚根胚芽向外生长，达一定程度就突破种皮，这种现象称为萌动，俗称“露白”。

种子在萌动阶段，内部生理生化变化异常旺盛，一是各种酶活性迅速提高；二是各种激素含量的变化对种子发芽进行调节。环境条件对种子萌动影响较大。

(3) 发芽：胚根、胚芽迅速伸长，当达到一定长度时称为发芽。环境条件对发芽有影响。

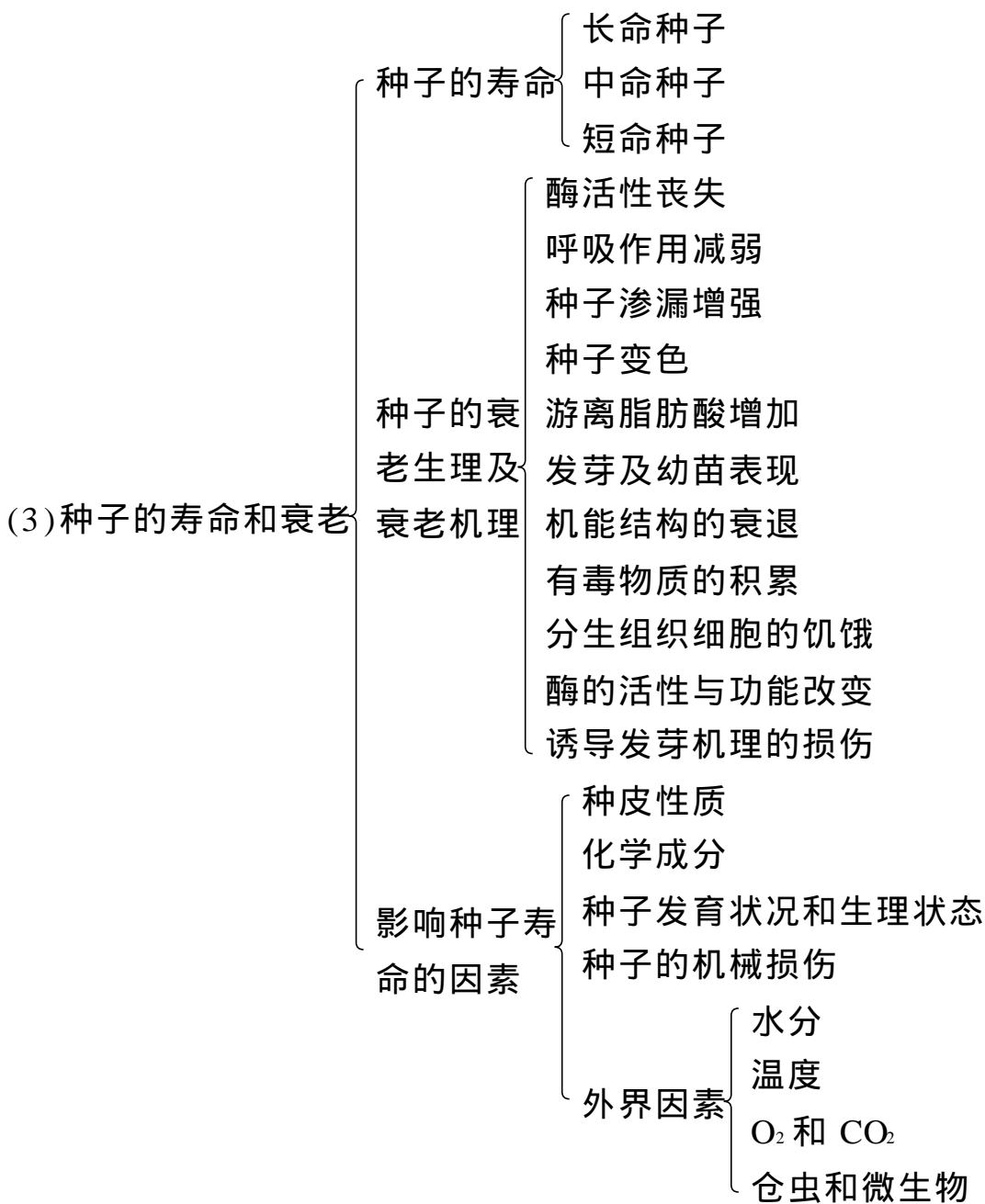
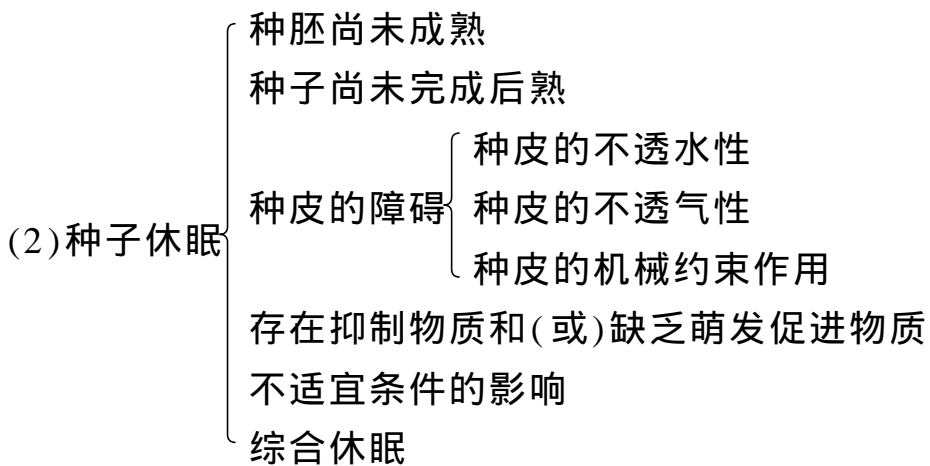
#### 2. 出苗

种子发芽后，根据幼苗出土时的子叶发展趋向，将出苗过程分为子叶出土、子叶留土和子叶半留土 3 种类型，前 2 种为基本类型。

### 二、影响种子萌发出苗的内外条件

#### 1. 内因

##### (1) 种子的成熟度



## 2. 外界环境条件

### (1) 土壤水分

- (2) 温度 { 种子发芽要求的温度  
温度对发芽速率、发芽率和物质效率的影响  
变温对种子发芽的影响

### (3) 氧气

- (4) 其他外界条件 { CO<sub>2</sub>  
光  
土壤坚实度  
土壤盐分和肥料  
播种深度

## 第三节 种子萌发过程中的生理生化变化

### 一、种子萌发过程中的代谢特点

种子在发芽期间不需要外来营养, 虽增加了体积, 却并没有增加质量; 不仅没有储积物质, 反而还在消耗物质; 只有物质的转变, 没有物质的同化。其代谢特点如下:

1. 活化和修复 { 细胞膜的修复  
线粒体的修复  
DNA 的修复

### 2. 水解作用

种子萌发过程中, 各种大分子贮藏物质如蛋白质、脂肪、淀粉等在酶的作用下水解为小分子有机物, 作为萌发的基质。

### 3. 合成代谢

(1) 在预存种子中的长寿命 mRNA 作用下, 首先合成蛋白质和各种酶, 供各种生化作用的需要;

(2) 接着是合成 RNA, 以合成各种蛋白质;

(3) 形成各种细胞器, 如多聚核糖体、线粒体等;

(4) 重新合成 DNA。

## 二、种子萌发过程中的呼吸作用和能量利用

### 1 种子萌发过程的呼吸作用

种子吸水后,含水量逐渐提高,呼吸作用显著增强,当到达一定程度后趋于停顿,经若干小时后重新增强,最后又减弱并趋于停顿。呼吸出现停滞期的原因,可能是需要一段时间使效率较高的呼吸系统在线粒体的修复和合成,也可能是种子暂时缺氧。种子发芽过程中的呼吸途径有3种:糖酵解作用、磷酸戊糖途径和柠檬酸循环。糖酵解作用是通过酶的催化,在需氧和厌氧条件下均产生丙酮酸,缺氧时进一步还原为乙醇和 $\text{CO}_2$ 。每分子葡萄糖经无氧呼吸产生2分子ATP。有氧时形成的丙酮酸经脱羧产生乙酰CoA,在线粒体内经柠檬酸循环产生更多的ATP。磷酸戊糖途径是产生NADPH的重要途径,在还原性生物合成中起氢和电子供体作用。种子发芽过程中的呼吸作用包括以下几个阶段:

(1)开始时耗氧明显增多,这可能与线粒体内酶的激活和水合作用有关。呼吸作用随组织水合程度的提高而直线增高。该过程与柠檬酸循环和电子传递有关。

(2)氧的吸收趋于稳定或缓慢增加,呼吸作用处于滞后状态。其主要原因:一是种皮或其他覆盖组织抑制吸水的胚或贮藏组织对氧的吸收,导致暂时缺氧;二是糖酵解途径的作用远快于线粒体的发育。

(3)新合成的线粒体和呼吸酶活性增强,贮藏器官中的线粒体数增加,呼吸作用增强。

(4)贮藏组织的呼吸作用随贮藏物质逐渐耗尽而减弱。

### 2 种子萌发过程中的能量利用

$$\text{能量效率} = \frac{\text{幼苗燃烧的热量}}{\text{种子中全部耗用的热量}} \times 100\% =$$

$$\frac{\text{幼苗燃烧的热量}}{\text{萌发前燃烧的热量} - \text{种子残余物燃烧的热量}} \times 100\%$$

$$\text{物质效率} = \frac{\text{幼苗干物质质量}}{\text{种子被消耗的干物质质量}} \times 100\% =$$

$$\frac{\text{幼苗干物质质量}}{\text{萌发前的种子干物质质量} - \text{种子残余物的干物质质量}} \times 100\%$$

### 三、种子萌发过程的物质代谢

种子在萌发期间,所需的养料和能量来自贮藏物质的转化。种子吸胀过程中,贮藏的高分子物质,在各自酶系的作用下,经水合作用后而分解、转移,为幼胚的根芽生长提供新细胞所需的物质和维持其生命活动所需的能量。将淀粉、脂肪和蛋白质等大分子物质转变为胚容易利用的简单形态的物质,必须要有酶的作用。种子发芽时的酶,一部分与其他化合物结合,以非活性状态存在,或作为酶的前体,在一定条件下转变成活性酶。种子在发芽期间,首先被利用的是单糖、游离脂肪酸和氨基酸,其次是淀粉、蛋白质和脂类。

#### 1. 碳水化合物的分解代谢

淀粉是种子中最普遍存在的高分子贮藏碳水化合物。淀粉的分解代谢途径:一是水解途径;二是磷酸解途径。淀粉通过水解,在双子叶植物体内产生较多的葡萄糖和麦芽三糖,禾谷类作物则以麦芽糖居多。淀粉中的直链淀粉和支链淀粉,首先由  $\alpha$ -淀粉酶进行水解,将释放的低聚糖再由  $\beta$ -淀粉酶进一步水解为葡萄糖和麦芽糖。淀粉经完全磷酸解,支链淀粉可以被降解为不超过 2~3 个带有 1,6 分枝的葡萄糖残基。在种子萌发初始阶段,磷酸化酶起主要作用,它不消耗 ATP,同时还产生 ATP,但分解效率低。当能量积累到一定程度时就转入效率较高的主要由淀粉酶水解的第二阶段。

#### 2. 贮藏蛋白质的分解代谢

发芽过程中的贮藏蛋白质水解产生的氨基酸,运转到胚部重新合成新的蛋白质,或被去氨基后为呼吸氧化提供碳架。发芽种子中氨基酸的重新形成,必然导致种子中氨基酸的种类差异,以及氨基酸比例和种子蛋白的组成变化。分解蛋白质的各种酶,一些预存于干种子中,另一些则在种子发芽期间才开始出现。通常,有水解活性的蛋白酶是可溶性的,其存在或产生于贮藏器官(子叶或胚乳)。

#### 3. 贮藏脂类的分解代谢

发芽种子贮藏组织内的脂肪代谢,首先是油滴内的脂肪水解为

脂肪酸和甘油,然后脂肪酸在乙醛酸循环体内被氧化,并合成琥珀酸,接着琥珀酸在线粒体内被转化为苹果酸,或草酰乙酸,再进一步转化为蔗糖。在永久贮藏器官中的甘油,部分用于合成脂肪,部分用于呼吸消耗,其余被转化为糖;在非永久性贮藏组织中的甘油,大部分被转化为蔗糖外运,很少被再结合到脂类中,而其余部分则用于呼吸消耗。在种子萌发中,脂肪的利用晚于碳水化合物和蛋白质。

#### 4. 贮藏物质的动员调节

种子发芽过程中,酶在增强贮藏物质活化作用中起调节作用。当胚乳是贮藏器官时,活化作用来自胚轴,调节物质由胚轴转移到贮藏器官或组织,并在该处合成酶。胚通过 GA 的作用在糊粉层中调节酶的产生。

### 【复习思考题】

#### 一、解释下列名词

- |           |            |           |
|-----------|------------|-----------|
| 1. 农业上的种子 | 2. 种子的后熟   | 3. “出汗”现象 |
| 4. 结露     | 5. 萌动      | 6. 发芽     |
| 7. 种子综合休眠 | 8. 种子寿命    | 9. 能量效率   |
| 10. 物质效率  | 11. 广义后熟作用 | 12. 留株后熟  |

#### 二、填空

1. 农业生产上的种子包括 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 3 类。
2. 种子萌发代表作物个体 \_\_\_\_\_ 过程的起点,代谢上由 \_\_\_\_\_ 的转变过程,是种子形成后中断生长的 \_\_\_\_\_。
3. 成熟的种子中,mRNA 包括 \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 两类。
4. 种子后熟作用进行的速率主要取决于 \_\_\_\_\_。
5. 种子表面凝结水分可由 \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 导致。
6. 种子萌芽过程可分为 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 3 个过程。
7. 在正常条件下,种子吸水过程可分为 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_

和\_\_\_\_\_ 3 个阶段。

8 种子发芽时,根据子叶发展趋向,将出苗分为\_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 2 种类型。

9 影响种子萌发的内因主要有 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 3 类。

10 作物种子按其寿命大致分为 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 3 类。

11 根据种子发芽时对光线反应的情况,可把种子分为 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

12 种子发芽的基本生理过程包括 2 个方面:一是 \_\_\_\_\_; 二是 \_\_\_\_\_。

13 种子吸水后,主要进行的是 \_\_\_\_\_ 修复,使细胞恢复正常的功能。

14 种子萌发过程中的 3 种呼吸途径是 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_。

15 幼苗燃烧的热量占种子中全部耗用的热量的百分比称为 \_\_\_\_\_。

16 淀粉的分解代谢途径主要有 \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 2 种。

17 贮藏蛋白质水解产生的氨基酸,可被再用于 \_\_\_\_\_ 的合成,或被去 \_\_\_\_\_ 后为 \_\_\_\_\_ 提供碳架。

18 需要低温层积处理通过休眠的种子类型有 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 3 类。

19 发芽种子贮藏组织内脂肪经水解作用变为 \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_。

20 种子综合休眠的 3 个主要原因是 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_。

### 三、是非题

1 酶原具有较强的催化作用。( )

2 凡与贮藏蛋白质的翻译作用有关,且在种子干燥时不被破坏的 mRNA 都属于长寿命 mRNA。( )