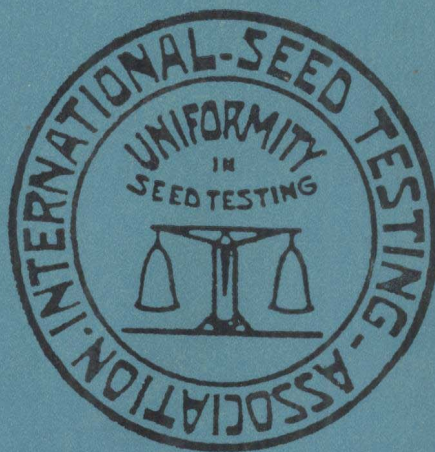


国际种子检验协会(ISTA)

种苗评定与种子 活力测定方法手册

徐本美 韩建国等译 李敏 校



北京农业大学出版社

国际种子检验协会 (ISTA)

种苗评定与种子活力测定方法手册

徐本美 韩建国 等译
李 敏 审校



北京农业大学出版社

(京)第164号

国际种子检验协会(ISTA)
种苗评定与种子测定方法手册

徐本美 韩建国 等译

李 敏 审校

责任编辑 朱长玉

*

北京农业大学出版社出版发行

(北京市海淀区圆明园西路二号)

人大印刷厂印刷

新华书店经销

*

787×1092毫米 16开本 9印张 212千字

1993年1月第1版 1993年1月第1次印刷

印数:1—5000

ISBN 7-81002-428-0/S·216

定 价: 8.00元

内容简介

本手册是国际种子检验协会《种苗评定手册》英文第二版翻译本。全册共分为两个部分。第一部分包括种苗评定的基础知识——种子形态及种苗形态和发育的描述、种苗评定一般原理和标准概述。第二部分包括经过归纳的农业、园艺、花卉、牧草和林木植物各种类型种苗评定的具体内容、特别注释和插图。该手册对各类植物正常和不正常种苗的鉴定制定了严格的标准，是目前世界各地种子发芽检验的指南。

中文译本可作为我国制定和修订农业、园艺、牧草和林木植物种子发芽检验条例的借鉴，也可作为全国性种子培训班发芽试验的培训教程。供种子检验人员、种子科研人员、教学人员和农林院校师生使用和参考。

本手册的翻译出版得到了国际种子检验协会秘书处的正式认可。国际种子检验协会对本手册在我国出版极为支持，协会秘书处并提供了 101 幅照片原图，在此表示衷心的感谢。

绪 言

最近几年中，国际种子检验协会出版的最有实用价值的一本书是《种苗评定手册》，这本书的第一版是英国剑桥 P. S. Wellington 博士和在他领导下的国际种子检验协会发芽委员会的协助下完成的。

有补充意义的插图工作是由布达佩斯匈牙利种子检验站准备的。这本手册已由国际种子检验协会安排在三个国际实验室应用。不仅在发展中国家，而且世界各地的国家种子实验室将本手册用于国际培训教程中。该手册对发芽检验的一致性起了重要的作用。

在国际种子检验协会发芽委员会的不懈努力下，手册被重新修订，原版内容被精简，同时也作了补充扩展。新版还包括了很多热带、亚热带、花卉和林木种。

这次修改是主要作者多年努力的结果，同时也是很多国际种子检验协会会员有益见解的结晶。值得称赞的是不同的国际检验协会技术委员会共同合作精神。

我代表国际种子检验协会表达我对荷兰 J. Bekendam 博士和瑞典 R. Grob 博士的感谢。他们的工作热情激励和鼓舞着整个协会。本书中的照片（除图 101~105, 107~114 是美国乔治亚 Mocon 的 E. Belcher 博士制作的）是 Zürich-Reckenholz 种子检验站制作的。我们对摄影者 M. Hirner 先生的热心合作表示衷心的感谢，我们对本书线条插图制作者 Wageningen 实验站的 L. van der Werfhorst 女士表示感谢。

第二版“种苗评定手册”是成功的！

1978 年 11 月 1 日

Lennart Kähre

引 言

回顾在国际种子检验协会规程 (Wellington, 1968) 的指导下发芽检验的发展表明, 从 1931 年规程的首次发行起, 逐渐增加了对种苗全面检验的重视, 以便探索良好田间条件下有形成正常植株潜力的种苗 (正常种苗) 和没有种植价值的种苗 (不正常种苗)。根据对单株植物的观察和比较实验确定了种苗的缺陷类型和意义。规程中对各类种苗缺陷进行了详细描述, 其目的是精减对各种种苗的单独解释, 获得种苗评定与实际发芽更加一致的结果。这一实践的一个重要阶段是《种苗评定手册》的制定 (Wellington, 1968), 它已成为世界各地发芽分析的重要指南。但该手册仅仅包含了有限个植物科的种, 假若手册要有普遍的实用性, 那么随着更多新种引入规程, 必须扩充版本。

尽管 1974 年华沙会议采纳国际种子检验协会规程到现在已对确定正常种苗和不正常种苗作了大量的描述, 但一本能提供详细注释和插图的《种苗评定手册》, 对种苗评定原则的统一应用将具有极大的帮助。为了出一本能够广泛和迅速适应于所有实验室的手册, 我们考虑应引入各种有价值的材料。因而, 新手册决定除农业、园艺植物种外增加林木 (双子叶树, 灌木和针叶植物) 植物种。

这种情况下, 手册的内容分为两部分:

第一部分: 种子和种苗形态及发芽检验期内种苗发育的描述。种苗评定的一般原理和标准概述, 以及本手册运用的技术词汇注释。

第二部分: 包括实际种苗的评定。根据形态特征和评定标准将不同属的种苗分成若干易于确定的组, 每一组通过一个或几个代表性的种对种苗进行了详细的描述, 这些代表性种是根据其经济意义选择的, 或在不正常种苗方面有广泛的代表性。代表性种的特殊问题或特殊形态学特征都作了特别注释。规程记载的属的综合索引列于手册之后, 并指出了其在种苗评定中所属的组。

目 录

种苗评定手册

绪言

引言

第一部分 种苗生长发育的一般特征及种苗评定	(1)
一、种子	(1)
二、发芽及种苗发育	(1)
三、种苗结构	(3)
A. 双子叶植物及针叶植物	(3)
B. 单子叶植物	(3)
四、正常种苗	(7)
A. 完整种苗	(7)
B. 轻微缺陷种苗	(9)
C. 二次感染种苗	(9)
五、不正常种苗	(10)
A. 损伤种苗	(10)
B. 畸形种苗	(10)
C. 腐烂种苗	(10)
六、种苗评定	(10)
A. 种苗发育阶段	(10)
B. 二次感染	(11)
C. 沙或土中重新检验	(11)
D. 发芽床水分	(11)
E. 负向地性	(12)
F. 复粒种子单位	(12)
G. 50%规则	(12)
七、名词注释	(12)
第二部分 控制及标准实验条件下种苗的评定	(15)
一、种属分类	(15)
二、根据不同组评定种苗	(15)
A类 农业和园艺植物	(16)
B类 乔木和灌木	(71)
三、种苗缺陷表	(82)
四、植物属索引	(83)
五、插图索引	(91)
六、植物代表属插图索引	(93)

种子活力测定方法手册

作者姓名及通讯处	(98)
序言	(99)
一、引言	(101)
二、活力测定方法及其应用	(102)
三、种苗生长和评价测定	(103)
四、希氏砖砾测定	(108)
五、冷冻测定	(111)
六、电导率测定	(114)
七、加速老化测定	(117)
八、控制劣变测定	(121)
九、四唑图形测定	(124)
十、糊粉层四唑测定	(126)
参考文献	(129)

第一部分 种苗生长发育的一般特征及种苗评定

一、种子 (图 1)

植物学上定义种子为受精作用和胚发育的产物,它是由胚、营养组织和起保护作用的种皮组成。胚在发芽时发育为种苗,种皮包被着胚和营养组织。但通常的检验单位和普遍称之为的“种子”还包括其它结构的残余,如子房和花的其它部分。在下面的论述中植物学概念中的“真”种子与带残余附加结构的单位间没有差别。

所有种苗的结构都来自种子内胚发育过程中分化的组织。分化过程中,细胞的内外结构和功能发生变化,由细胞群形成特化的组织或器官。某些成熟的种子中胚分化程度较小(如,胡萝卜属 *Daucus*),但另一些种子(如,菜豆属 *Phaseolus*)中胚高度分化。一个形态完整的胚常常由一个胚轴以及着生在其顶端侧面的一个(单子叶)、两个(双子叶)或多个(大多数针叶植物)子叶组成。胚轴的顶端常以胚芽而结束,高度分化的胚(如,菜豆属 *Phaseolus*)中,胚芽顶端由初生叶所包被。胚轴下方形成胚根,胚根以及其分生组织由根冠包被。

成熟种子的胚通常被特殊的贮藏组织所包被。依植物种不同,贮藏组织可能是胚乳、外胚乳或配子体组织。

双子叶和单子叶植物中受精作用不仅仅发生在胚的发育过程中,同时也发生在胚乳的发育过程中,胚乳作为营养组织在胚的生长过程中逐渐被消耗。种子中的胚发育成熟后,胚乳或完全消失或转为贮藏组织作为种子的营养贮藏物(如,葱属 *Allium*,图 1a;玉蜀黍属 *Zea*,图 1b)。大多数种子的珠心,受精前是胚珠的主要组成部分,受精后只有少数植物(如,甜菜属 *Beta*)保留其作为贮藏营养的贮藏组织,我们称之为外胚乳(图 1d)。针叶植物(如,松属 *Pinus*)的贮藏组织是已受精的配子体组织(图 1c)。然而许多营养物质贮藏在胚中,通常是子叶中(如,菜豆属 *Phaseolus* 图 1e;栎属 *Quercus*,图 1f)或偶尔在其它部分(如,胚下轴)。可以发现胚乳和子叶、内胚乳和外胚乳同时起贮藏的作用。贮藏营养物质以满足种苗早期的营养需要,直到其自身合成的营养物质能够满足其生长的需要,种苗开始独立生活。

胚及贮藏组织为种皮所包被,以保护种子抵御损伤和渗透作用,种皮通常是坚硬的,但真种子往往被其它结构所包被,这种结构可能是隔膜。

二、发芽及种苗发育

有活力的种子通常在适宜的湿度、温度、充足的氧气条件下开始发芽,个别情况需光照条件。种子首先吸水,组织膨胀,种皮变软并富有弹性。初生根突破种皮快速伸长,根毛从早期阶段就很丰富。之后,次生根产生,接着幼枝系统开始发育。子叶或者露出土面(子叶出土发芽)或者留在土壤中的种皮内(子叶出土发芽)。

许多农业、园艺和林木植物属子叶出土发芽(图 2)的植物,初生根出现之后下胚轴伸长,

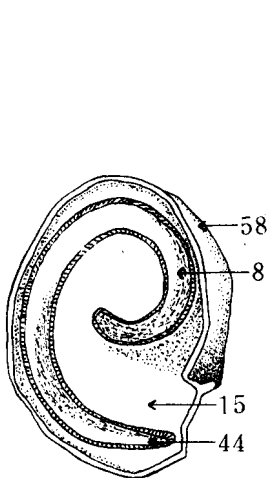


图 1a 胚乳贮藏养分的种子
(葱 *Allium* sp.)

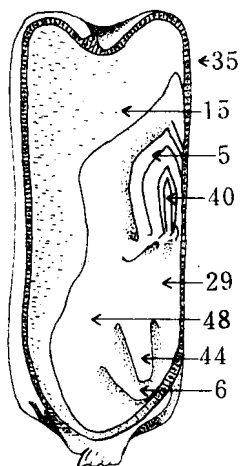


图 1b 胚乳贮藏养分的种子
(玉米 *Zea mays*)

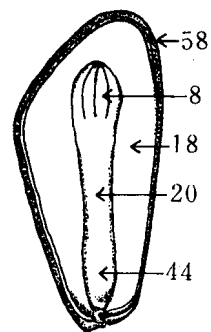


图 1c 配子体组织贮藏养分的种子
(松 *Pinus* sp.)

图 1 种子类型

- 5. 胚芽鞘
- 6. 胚根鞘
- 8. 子叶
- 15. 胚乳
- 18. 配子体组织
- 20. 下胚轴
- 29. 中胚轴
- 35. 果皮
- 36. 外胚乳
- 40. 胚芽
- 42. 初生叶
- 44. 胚根
- 48. 盾片
- 58. 种皮

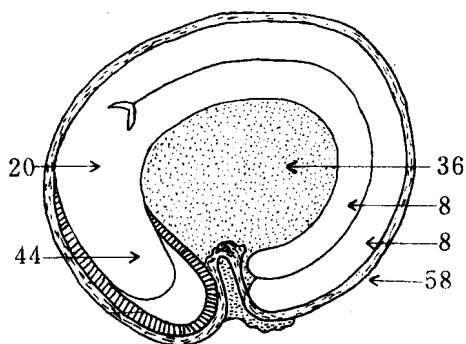


图 1d 外胚乳贮藏养分的种子 (甜菜 *Beta vulgaris*)

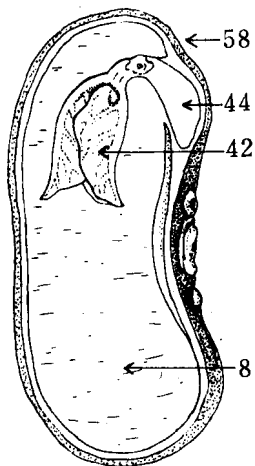


图 1e 子叶贮藏养分的种子 (菜豆 *phaseolus vulgaris*)

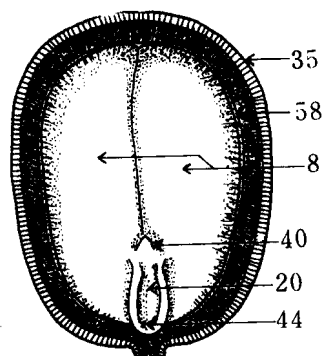


图 1f 子叶贮藏养分的种子 (栎 *Quercus* sp.)

成拱形，最终推子叶和幼枝出土。子叶变绿，伸展并成为种苗的第一光合器官。随之上胚轴和顶芽开始发育。

子叶留土发芽（图 3）发生在大部分单子叶植物（如，禾本科 *Gramineae*）、豆科大粒种子植物（如，豌豆属 *Pisum*）和一些林木植物（如，栎属 *Quercus*）种子。下胚轴略有伸长，子叶留于土壤中的种皮内。双子叶植物及某些单子叶植物（如，天门冬属 *Asparagus*）上胚轴伸长，常呈拱形并推幼枝出土。很多其它单子叶植物（如，禾本科 *Gramineae*）上胚轴似乎不伸长。与子叶出土植物不同，第一光合器官是由胚叶发育的初生叶或第一真叶。

三、种苗结构

A. 双子叶植物及针叶植物（图 4）

根 根系的主要功能是固着植物于土壤中、吸收土壤水分和可溶性矿物质并将其输送到子叶和幼枝。根还可能特化以贮藏营养物质。

种苗发育的第一条根即初生根，通常为白色、细长、并且伸长迅速，表面有大量根毛，以增加吸收面积。

稍后产生次生根（不同属有很大差异），即从初生根上生出侧根，或从种苗的其它部位生出不定根（如，下胚轴）。

下胚轴 初生根之上，子叶与中轴汇合点之下的种苗中轴部分为下胚轴。初生根与下胚轴之间的过渡处外部很难分辨，但可观察到内部变化。子叶出土的植物下胚轴伸长，带着子叶出土。子叶留土的植物中下胚轴稍有伸长或不伸长，但常常难于辨认。下胚轴的输导组织充当下部根系与上部子叶、幼枝系统上部的连接体，向上输送水和矿物质盐，向下输送营养物质。

子叶 子叶是种子中胚的一部分，是子叶出土发芽植物种苗的第一光合器官。多数情况下，子叶露出土面之后体积要增大。子叶着生在柄上或无柄，通常较后来形成的营养叶简单。偶有三片子叶的植物，除针叶植物之外，还有某些属的植物为三子叶植物（如，石竹属 *Dianthus*）。子叶的功能是维持早期种苗的生命，为种苗提供已贮藏的或光合合成的营养物质，之后其功能被发育的营养叶所替代。

上胚轴 子叶与中轴汇合点之上，第一营养叶（或一对叶片）之下的幼苗中轴部分为上胚轴。子叶留土发芽的植物，子叶残留在土壤中的种皮内，上胚轴伸长，将带第一营养叶的幼枝推出土面感受光照。偶有某些子叶留土发芽的植物在第一真叶之下的上胚轴上具有少数鳞片状叶。子叶出土发芽的植物，检验期内上胚轴很少伸长。上胚轴内的输导组织起连接上部的幼枝系统之上部分与下部的子叶、下胚轴和根系的作用。

苗端 种苗中轴的顶端称苗端。苗端是种苗中轴主枝的生长点，由顶端分生组织和叶原体组成。正在发育的叶片包被并保护着苗端，形成顶芽。

B. 单子叶植物（图 5）

单子叶植物种苗的结构与双子叶植物种苗的结构不尽相同，它们常常发生高度特化和变



图2 子叶出土发芽：菜豆 (*Phaseolus vulgaris*,

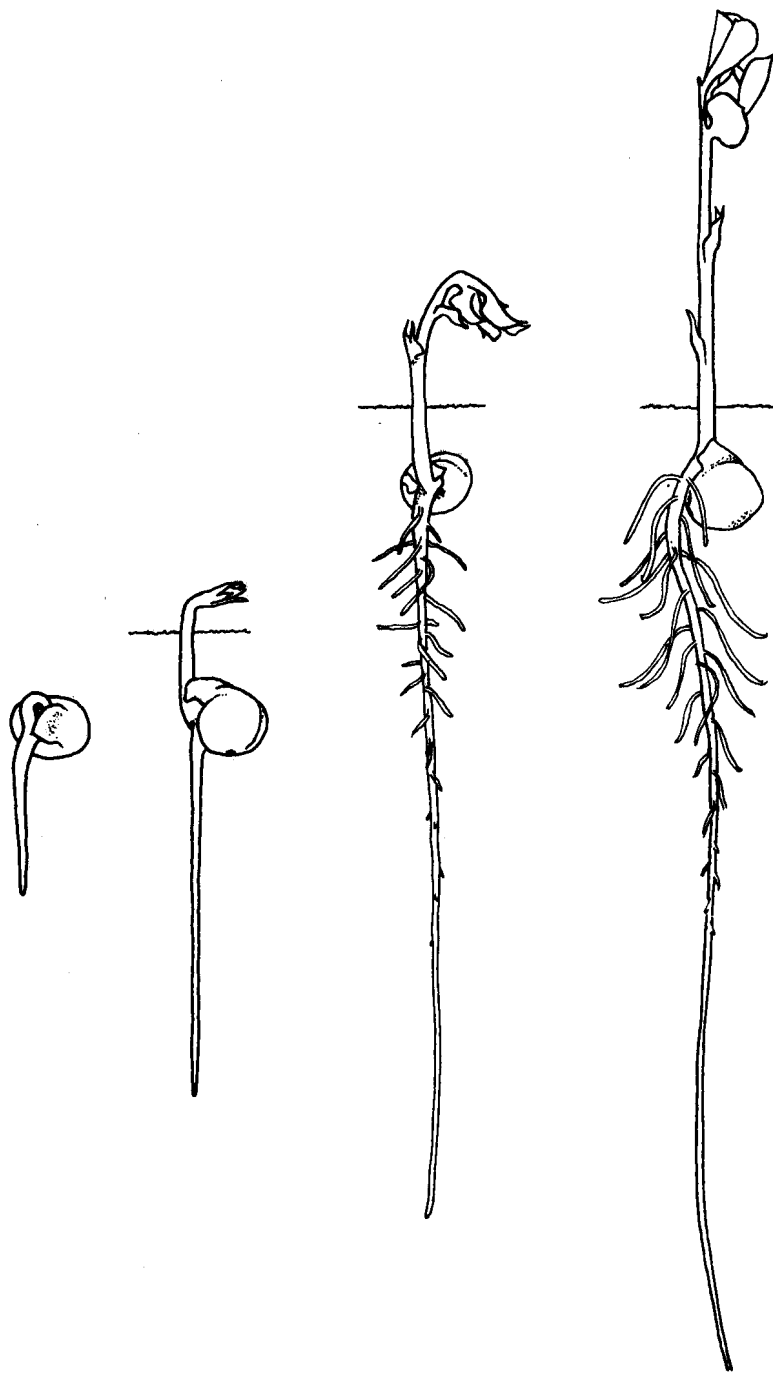


图 3 子叶留土发芽：豌豆 (*Pisum sativum*)

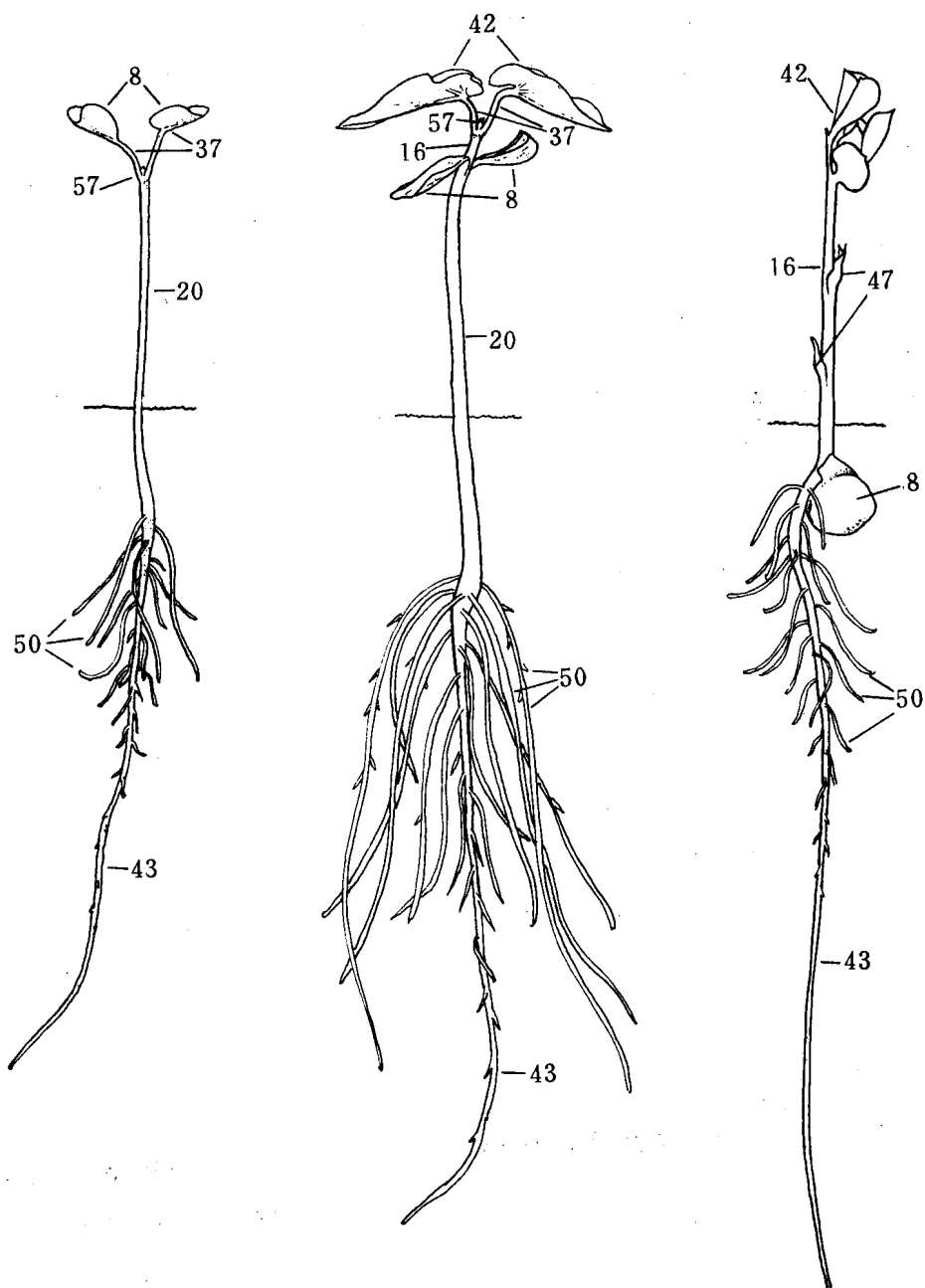


图4 双子叶植物种苗主要结构

8. 子叶 16. 上胚轴 20. 下胚轴 37. 柄 42. 初生叶
 43. 初生根 47. 鳞片状叶 50. 次生根 57. 顶芽

形。

某些种的初生根寿命很短（如，葱属 *Allium*），之后被次生根所代替（尽管不在检验期内），所以初生根多不产生侧根。有些禾本科植物（如，小麦属 *Triticum*）初生根与多条次生根很难区分，它们共同形成种子根系。

经过检验可知单子叶植物下胚轴非常短，并且难于辨认，仅于少数种内（如，天门冬属 *Asparagus*）有清晰的上胚轴。某些高度分化的禾本科植物中，可辨认的种苗中胚称为中胚轴。某些种中（如，玉蜀黍属 *Zea*；蜀黍属 *Sorghum*）中胚轴特别长，并发育良好。形态学上认为中胚轴是一复合结构，即部分子叶与下胚轴的合生体。

单子叶常常变异并且很难辨认，种子中遗留的整个子叶或部分子叶充当吸收器官，从胚乳中获得营养物质供种苗生长。在许多子叶的特殊结构中禾本科植物的子叶被分成两个功能不同的独立部分，盾形结构的盾片吸收贮藏的营养物质，鞘状结构的胚芽鞘在种苗出土时保护苗端。

像双子叶植物一样，单子叶植物同样分子叶出土发芽（如，葱属 *Allium*）和子叶留土发芽植物（如，天门冬属 *Asparagus*，禾本科 *Gramineae*）。

四、正常种苗（参见国际种子检验协会规程）

国际种子检验规程中正常种苗定义为生长在良好土壤中、适宜湿度、温度及光照条件下能进一步发育为正常植株的种苗。即发芽过程中发育结构的健全功能继续发展的能力。

实验和对比检验表明，不仅各部分健康、完整和均衡的未受损伤的种苗在适宜的条件下能形成正常的植株，而且某些轻微缺陷不影响其它方面健全的种苗也能发育为正常植株。

由于外源感染引起病态或腐烂的种苗例外，属于正常种苗（二次感染）。正常种苗分为三类。

- 完整种苗；
- 轻微缺陷种苗；
- 一次感染种苗。

A. 完整种苗

依所检验种子的种类，完整种苗具有下列结构的特定组合：

1. 发育良好的根系

- 长而细的初生根，常布满大量根毛，末端细尖；
- 检验期内（如，玉蜀黍属 *Zea*，南瓜属 *Cucurbita*）除初生根外还产生次生根；
- 某些属的植物由数条种子根取代一条初生根（如，小麦属 *Triticum*，仙客来属 *Cyclamen*）。

2. 发育良好的种苗中轴

- 子叶出土发芽的植物种苗具细直并伸长的下胚轴；
- 子叶留土发芽植物具短的有时难以分辨的下胚轴，上胚轴发育良好（如，天门冬属 *Asparagus*，豌豆属 *Pisum*）；
- 子叶出土发芽植物的某些属下胚轴和上胚轴都伸长；
- 禾本科植物的某些属具不同伸长程度的中胚轴（如，蜀黍属 *Sorghum*）。

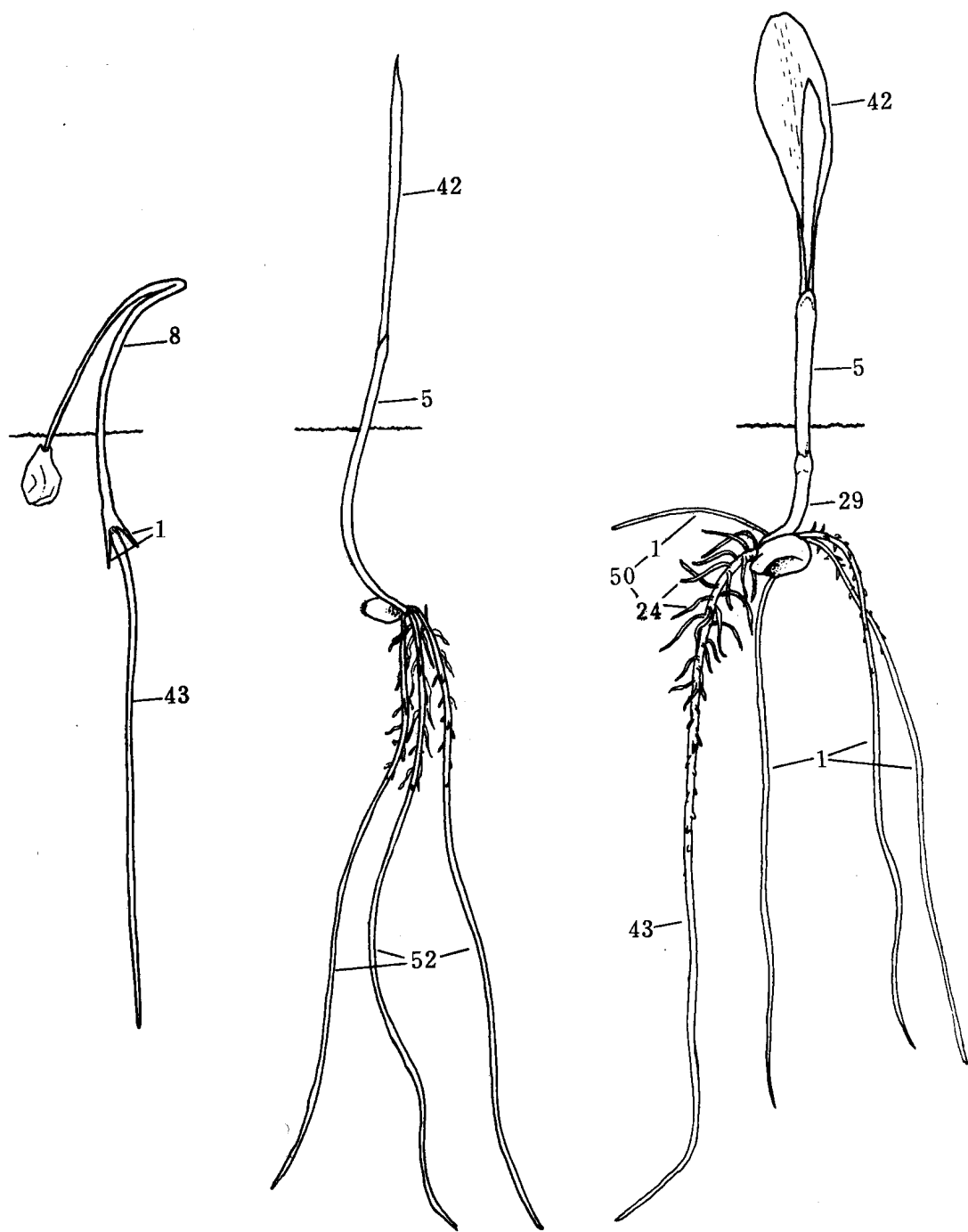


图5 单子叶植物种苗主要结构

1. 不定根 5. 胚芽鞘 8. 子叶 24. 侧根 29. 中胚轴
42. 初生叶 43. 初生根 50. 次生根 52. 种子根

3. 子叶的数目

—单子叶植物及个别双子叶植物（如，仙客来属 *Cyclamen*）具一片子叶；子叶可是绿色叶状体（如，葱属 *Allium*）或变异后全部或部分保留在种子内（如，天门冬属 *Asparagus*，禾本科 *Gramineae*）；

—双子叶植物具两片子叶；子叶出土发芽植物的种苗子叶为绿色，呈叶片状，其大小及形状因种而异。子叶留土发芽植物的种苗子叶为肉质半球形并保留在种皮内；

—针叶林木植物子叶数 2~18 个不定，常为绿色而狭长。

4. 绿色伸展的初生叶

—互生叶种苗具一片初生叶，有时先发育少数鳞片状叶（如，豌豆属 *Pisum*）；

—对生叶种苗具两片初生叶（如，菜豆属 *Phaseolus*）；

5. 具一苗端或顶芽，两者因检验的植物种而异。

6. 禾本科植物具一发育良好直立的胚芽鞘，鞘内包含一绿色叶片延伸到其顶端，最后绿叶由胚芽鞘内伸出。

B. 轻微缺陷种苗

下列结构上轻微缺陷的种苗为正常种苗。只要在同期检验中与完整种苗相比发育平衡正常。

1. 初生根局部损伤，如出现变色或坏死斑点，已愈合的裂缝和裂口或浅裂缝和裂口；
—初生根有缺陷，但有大量正常的次生根，这一条仅适于某些特殊组的属（第二部分），对其它属必须是正常的初生根。

2. 下胚轴或上胚轴局部损伤，如出现变色或坏死斑点，已愈合的裂缝和裂口；浅裂缝和裂口；轻度扭曲。

3. 子叶局部损伤，如出现变色或坏死斑点；变形或损伤子叶组织一半或一半以上保持功能正常，这一原理为 50% 规则；

—双子叶植物仅有一片正常子叶，且苗端或周围组织没有明显损伤或腐烂；

—三片子叶替代两片子叶，只要其符合 50% 规则。

4. 初生叶局部损伤，如出现变色或坏死斑点；变形或损伤初生叶组织的一半或一半以上保持正常功能；

—如顶芽没有明显损伤或腐烂，仅有一片初生叶（如，菜豆属 *Phaseolus*）；

—三片初生叶替代两片初生叶（如，菜豆属 *Phaseolus*），只要其符合 50% 规则。

5. 胚芽鞘局部损伤，如出现变色或坏死斑点；

—胚芽鞘从顶端开裂，开裂长度不及总长的三分之一；

—受内外稃或果皮的阻力引起胚芽鞘轻度扭曲或形成环状；

—胚芽鞘内的绿色叶片末延伸到顶端，但至少达到胚芽鞘长的一半以上。

C. 二次感染种苗

只要其它结构正常，明显为二次感染的种苗为正常种苗。