

65.01
102

农作物生理知识丛书

水稻应用生理



613
0

河南科学技术出版社

农作物生理知识丛书

水稻应用生理

吴 丁主编 韩锦峰副主编

王兴才 王遇同编著

河南科学技术出版社

内 容 提 要

本书的主要内容为：水稻种子的萌发与壮秧生理；水稻生理与灌溉；水稻的矿质营养；水稻的呼吸代谢途径；水稻的光合作用；水稻的营养生长；水稻的生殖生理；水稻生长发育的化学控制等。

农作物生理知识丛书

水 稻 应 用 生 理

吴 丁主编 韩锦峰副主编

王兴才 王遇同编著

责任编辑 曹力献

河南科学技术出版社出版

河南省新乡市印刷厂印刷

河南省新华书店发行

787×1092毫米32开 7.875印张 152千字

1983年2月第1版 1983年2月第1次印刷

印数 1—1,100册

统一书号 16245·002 定价 0.67元

《丛书》前言

自党的十一届三中全会以来，由于党在农村各项政策的贯彻落实，特别是实行生产责任制后，极大地调动了广大农民的生产积极性，出现了千家万户学科学、用科学，实行科学种田的大好局面。为了适应这一形势发展的需要，省植物生理学会特组织有关植物生理和作物栽培工作者一起，编写了这套《农作物生理知识丛书》，旨在从作物生理的基本理论上提高农村基层干部、农民技术员、回乡知识青年和有文化的农民的农业科学技术水平，发展农业生产，使农业科学理论更好地为农业现代化服务。

《丛书》的编写是以我省主要农作物（共为十二种）为对象，着重用植物生理学的基本原理，紧扣各作物从种到收全过程的生长发育特点，阐明其增产关键措施的理论依据，以及如何适应情况的变化而具体的运用。与生产关系不甚密切的内容，一般只作简要叙述，或略而不提。各本书还根据其作物特点，介绍了一些简单的植物生理实验方法，以促进农村科学实验的开展。在理论阐述上，力求做到深入浅出；在文字上则要求达到通俗易懂，文图并茂，生动形象。

为了编写好本《丛书》，在学会的领导下由吴丁、韩锦峰、苗叔陶、郭省三、袁剑平等五同志组成编辑委员会，以加强《丛书》的组织领导和编审工作。《丛书》在组编过程中，曾得到河南省农林科学院、河南农学院、河南师范大学、新乡师范学院、中国农科院棉花研究所等单位的大力支持，特此致以谢意。

由于水平所限，书中错误和不妥之处，敬希读者多予批评指正，以便及时修订补正。

河南省植物生理学会

1982年8月

目 录

第一章 水稻种子的萌发与壮秧生理	(1)
第一节 水稻种子的结构与化学成分	(2)
第二节 水稻种子萌发时的生理变化	(4)
第三节 水稻的壮秧生理	(14)
第二章 水分生理与灌溉	(26)
第一节 生理需水和生态需水	(26)
第二节 水稻根系吸水与需水规律	(31)
第三节 晒田的生理意义	(38)
第四节 特殊条件下的稻田灌溉	(42)
第三章 水稻的矿质营养	(51)
第一节 矿质元素的营养作用	(52)
第二节 水稻对矿质元素的吸收与运转	(65)
第三节 水稻的合理施肥	(71)
第四章 水稻的呼吸代谢	(82)
第一节 水稻呼吸代谢的途径	(83)
第二节 水稻不同生育期的呼吸特点	(89)
第三节 呼吸作用与水稻生产	(97)
第五章 水稻的光合作用	(104)

第一节	水稻光合机构的剖析	(105)
第二节	水稻光合作用的机理	(111)
第三节	水稻的光呼吸	(115)
第四节	影响水稻光合作用的因素	(118)
第五节	水稻群体的光合作用	(125)
第六章	水稻的营养生长	(133)
第一节	根的生长及生理特点	(134)
第二节	叶的生长及生理特点	(143)
第三节	分蘖的生长及生理特点	(150)
第四节	茎的生长及生理特点	(159)
第七章	水稻的生殖生理	(166)
第一节	水稻的“三性”	(167)
第二节	稻穗的发育	(174)
第三节	增粒、增重的生理基础	(184)
第四节	生殖生理与栽培管理的综合分析	(195)
第五节	空秕粒的成因与防止	(199)
第八章	水稻生长发育的化学控制	(202)
第一节	植物激素的特点	(203)
第二节	植物激素的应用知识	(219)
附录：	常用水稻应用生理实验方法八则	(225)

第一章 水稻种子的萌发 与壮秧生理

水稻是我国的主要粮食作物，也是我省四大粮食作物之一。我省淮南和黄河流域的郑州郊区凤凰台、新乡百泉灌区曾是唐宋以来的著名稻麦两熟区。种稻首先育秧，常言道：

“秧好半年稻。”说明育秧是发挥良种增产潜力和夺取水稻高产的必要前提。历来都把培育壮秧看成是精耕细作的标志。但是，目前仍有不少人了解种子萌发和壮秧生理，为了节省秧田和贪图省事，育成了“牛毛秧”（弱秧），因此，常会遭受烂秧的威胁，给水稻生产带来严重损失。

为了在水稻生产中争取主动，我们就必须懂得种稻的生理知识。这些知识能使我们了解水稻生长发育的科学道理，和水稻与环境条件的相互关系。这一章先谈谈水稻种子的萌发与苗期生理。

第一节 水稻种子的结构与化学成分

一、种子的形态与构造

稻壳和它里面的米总称为稻谷，也称为谷种。稻壳共两片，包在外面的一片称为外颖，包在里面的一片称为内颖。

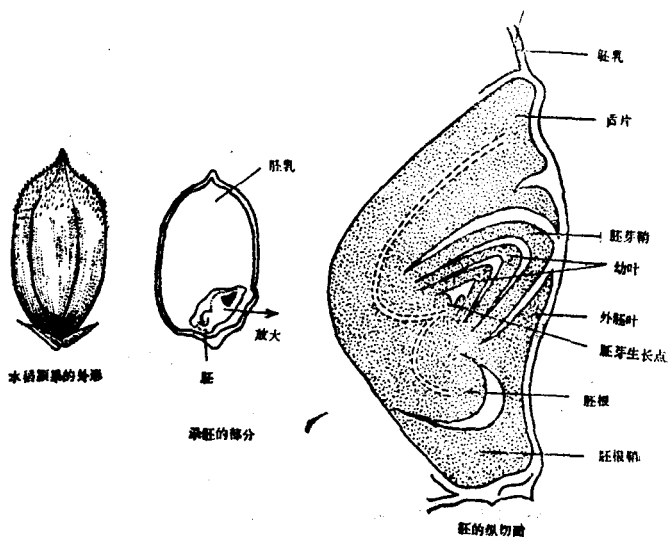


图1-1 水稻颖果的构造

剥去稻壳之后就是糙米，在靠外颖这一边下面，有一小块乳白色的部分称为胚，其余部分称为胚乳（图1-1）。

一般籼稻品种，一千粒种子的总重量约为23—27克，粳稻

约为25—30克。一般种子的长度约为宽度的二倍左右，粳稻宽而短，籼稻细而长，除少数品种外，比较容易识别。

胚在糙米里的体积还不到1/10，但稻苗却由胚发育而来。虽然糙米的绝大部分是胚乳，可它只是整个养分的贮存仓库而已。胚在显微镜下可看出很多部分，其中主要是胚轴、胚芽、胚芽鞘、胚根和胚根鞘。

种子萌发时，胚芽鞘和胚根鞘首先伸出胚外，然后胚芽和胚根分别从鞘内伸出来，发展成为幼苗。

胚乳主要由糊粉层、淀粉粒等部分组成。包在胚乳外面的果皮和种皮称为糠层。碾成精白米后，除剩下一些糊粉层外，绝大部分是淀粉。由于淀粉的性质不同，米的性质就有很大差别。一般以糯米最粘，粳米次之，籼米最差，但米的胀性却和上述次序相反。

糙米可有不同的颜色，一般为乳白色。有些品种，由于种皮里含有一种赤褐色素，使糙米的外层成为红色，我们就称它为红米。有的糙米顶部有紫色或其它颜色，有的没有颜色，这和叶鞘基部、外颖尖端，甚至芒的颜色有一定的关系。如果有颜色，这些部分也都有相同的颜色。

二、水稻种子的化学成分

水稻子粒的化学成分极为复杂，不同品种、不同栽培条件、不同生态环境，其成分就会有较大的变化。从表 1-1 可以看出，淀粉是糙米的主要成分，约占3/4，是人们食用大米的主要内容，也是稻种萌发形成新器官的主要碳素来源。至

于蛋白质，虽仅含6—8%，却关系到稻米的品质问题，现在已越来越受到人们的重视。目前，世界上很多国家都在进行高蛋白育种，已选育出糙米蛋白质含量为10—12%的高蛋白品系。

在稻米的蛋白质中，含有20种左右的氨基酸，其中有一些是对人们营养必需的，有些却并不必需。在蛋白质含量为7.5%的糙米中，对人体最富有营养价值的是赖氨酸和苏氨酸。

表1-1 水稻子粒各部分的化学成分(%)

化学成分	稻 谷		糙 米		谷壳	糠
	幅度	平均	幅度	平均		
水分	8.1—19.6	12.0	9.1—13.0	12.2	11.4	12.5
蛋白质	5.4—10.4	7.2	7.1—11.7	8.6	3.9	13.2
淀粉	47.7—68.0	56.2	71.0—86.0	76.1	—	—
糖	0.1—4.5	3.2	2.1—4.8	3.9	25.8	38.7
糊精	0.8—3.2	1.3	0.9—4.0	1.8	—	—
纤维素	7.4—16.5	10.0	0.1—0.4	0.2	40.2	14.1
脂肪	1.6—2.5	1.9	0.9—1.6	1.0	1.3	10.1
灰分	3.6—8.1	5.8	1.0—1.8	1.4	17.4	11.4

第二节 水稻种子萌发时的生理变化

为什么水稻育秧是水稻生产上的重要环节呢？这是因为

水稻在萌发生长的过程中，经历了很复杂的生理、生化变化，而这些变化又对外界条件十分敏感。只有了解和掌握生理变化的规律，以它及与外部环境各因素间的关系，才能正确地指导水稻的育秧。

一、种子萌发的基本过程

谷粒在适宜的温度下吸收水分后，胚乳内的贮藏物质逐渐分解，输送到胚中，胚就开始了生长。由于胚根和胚芽各部分细胞的分裂和生长，胚的体积开始增大，外颖贴近胚的部位被胀开而纵裂。一般谷粒在水中萌发时，由于对氧气的需求，幼芽鞘先露出颖壳外，随后幼根鞘也露出颖壳；但在湿润而通气的状态下，由于对水分的需求，幼根先出，幼芽后出。根鞘、芽鞘开始露出颖壳时，生产上称之为“露白”或“破胸”（图1-2）。

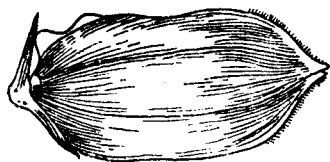


图1-2 谷粒萌发“破胸”

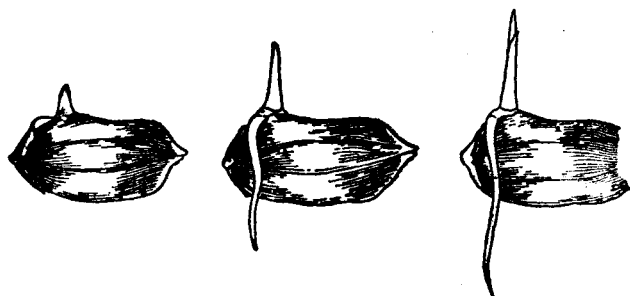


图1-3 谷粒“破胸”后根、芽的生长（从左到右）

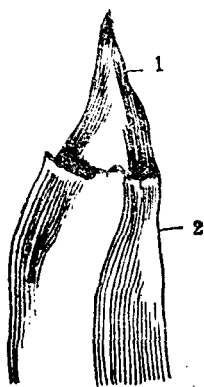


图1-4 水稻不完全叶
的叶鞘叶与片
的分化

1. 叶片 2. 叶鞘

谷粒“破胸”后，种子根突破胚根鞘，幼芽突破芽鞘。可是最初出现的胚芽鞘，其内不含叶绿素，也没有主脉，只有两条侧脉（图1-3）。芽鞘生长终止前后，即向谷粒一侧弯曲，并出现一个裂口，从中抽出一片不完全叶。不完全叶含有叶绿素，肉眼只能看到叶鞘，看不到叶片，但用扩大镜观察，仍可看到一个极小的叶片（图1-4）。

不完全叶抽出后1—2天，开始抽出具有正常叶片和叶鞘的第一完全叶，简称第一叶（以后各叶按此顺序计算）。出现不完全叶时，在芽鞘节上长出两条不定根（图1-5）。在第一叶抽出的过程中，在芽鞘节上又长出3条不定根。这样在芽鞘节上共有5条不定根。这5条不定根中4条两两相对，对称地伸向四方；另一条在胚根的直上方。

芽鞘节上的5条不定根出现后，从第二叶抽出期到第三叶抽出初，这一段时期内幼苗无新根发生。因而，这5条根能否全部长出及其生长好坏，不仅影响幼苗扎根立苗，而且对离乳期前幼苗的养分吸收也有重要作用。

第三叶展开前后，胚乳养分基本耗尽，秧苗进入离乳期。稻苗离乳前在生理和生长方面均有许多特点，与离乳后的稻苗不同。例如离乳前以消耗胚乳营养为主，称异养生长；离乳后则主要依靠秧苗自己吸收制造的养分，称自养生

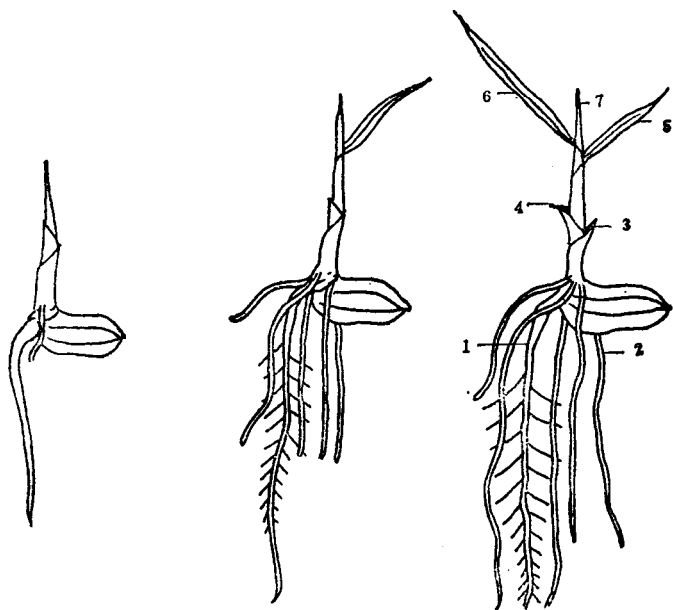


图1-5 水稻幼苗期发根出叶的过程 示意图（从左至右）

1. 种子根 2. 不定根 3. 芽鞘 4. 不完全叶 5. 第一叶 6. 第二叶 7. 第三叶
长。离乳初期，秧苗的胚乳养分已耗尽，自身吸收制造的养分尚少，因而此时对各种不良环境的抵抗能力较弱，易受冷害与淹害，青枯死苗也常在这时发生。

二、种子萌发时的生理生化变化

水稻种子吸水后，在温度适宜、氧气充足的条件下，内部的很多酶* 类便纷纷活跃起来，可将贮藏于胚乳中的淀粉

* 酶是一种生物催化剂，能促进作物体内的新陈代谢。酶的组成有的是单纯蛋白质，多数是由酶蛋白与非蛋白部分（辅基或辅酶）组成的双成份酶。

分解为可溶性的葡萄糖，贮藏的蛋白质分解为氨基酸等小分子物质向胚中输送，供胚细胞呼吸与生长的需要。其中少量的脂肪也可被氧化利用。

在胚细胞中，呼吸作用十分旺盛（呼吸作用 详见 第四章），可将葡萄糖分解成二氧化碳和水，并释放能量，供迅速生长的胚所利用。其中，在呼吸过程中的一些中间产物，又可以合成一些新的结构物质，以建造新生器官。上述全过程，可以用图1-6表示。

三、影响种子萌发及幼苗生长的因素

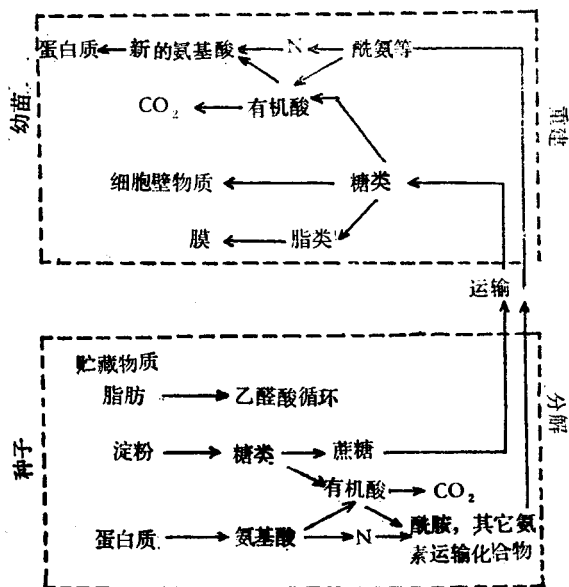


图1-6 水稻发芽种子中营养物质的移动过程

(一) 萌发与种子成熟度的关系 水稻种子在开花授粉7天后就具有15%的发芽能力，授粉后12天猛增到65%，授粉后16天就有95%的发芽率。但总的说来，这是一些未完全成熟的种子，所以，发芽所需的时间很长，发芽率也不稳定，烂籽的机会很多。一般到了蜡熟期才具有完全而快速的发芽能力（表1-2）。有些具有休眠现象的品种，收获后晒种有利于后熟，可以提高发芽率。

表1-2 不同成熟度种子的发芽力比较

种子成熟度	含水量(%)	发芽率(%)	晒干后种子发芽率(%)
乳熟期	53.7	2.0—6.7	31.0—38.6
蜡熟期	40.3—41.9	55.0—58.2	90.0—94.7
完熟期	30.2	99.7	99.7

(二) 种子萌发与温度的关系 因为栽培稻起源于南方，它发芽所需要的温度比北方禾谷类作物要高得多，而温度的高低又直接影响发芽的快慢。一般情况下，水稻发芽的最低温度，粳稻为10℃，籼稻为12℃，但在这样的温度下发芽所持续的时间很长，而且出苗很不整齐。

只有当温度在15℃以上时，发芽才进行得比较顺利，但发芽最快的温度是32℃左右（表1-3）。发芽温度的最高界限为40℃；超过40℃就会伤害根、芽原始体。凡受过伤害的种芽，播种后不能扎根，如果再遇上低温，便引起烂籽。

表1-3 水稻种子发芽所需的最适温度

发芽温度	28℃	30℃	32℃	34℃
出芽所需日数	2.3	1.9	1.6	1.8
出根所需日数	2.8	2.6	2.1	2.2

品种的类型或来源不同，发芽时对温度的反应也不同：在同一温度下，高纬度地区的品种发芽早，低纬度地区的品种发芽晚；早熟品种发芽快，晚熟品种发芽慢。

（三）种子萌发与水分的关系 当种子吸收的水分达到其本身重量的25%左右时便开始萌动和发芽，但速度很慢，最适于发芽的水分约为种子重量的40%。

种子吸水后，胚乳里所贮藏的淀粉、蛋白质、脂肪等不溶性有机物质开始分解成可溶性的简单物质，输送到胚中，供胚生长之需。由于这是一个有各种酶类参与的生物化学变化过程，所以，在吸水的第二天，无论吸水量达到多少，也不能发芽。

（四）种子萌发与氧气的关系 水稻种子发芽时对氧气的需要虽不象其它禾谷类作物那样多，但由于萌动后的呼吸作用渐趋旺盛，仍然需要比较充足的氧气供应。在缺氧或无氧条件下，稻种表现为只长芽鞘而不发根。长期处于缺氧或少氧条件下，芽鞘强烈地伸长，十分细弱，而完全叶的分化与发生则受到明显的抑制。缺氧条件下抑制作用最明显的是幼根。由于水中氧气含量有限(0.3%)，因此，稻种在水层