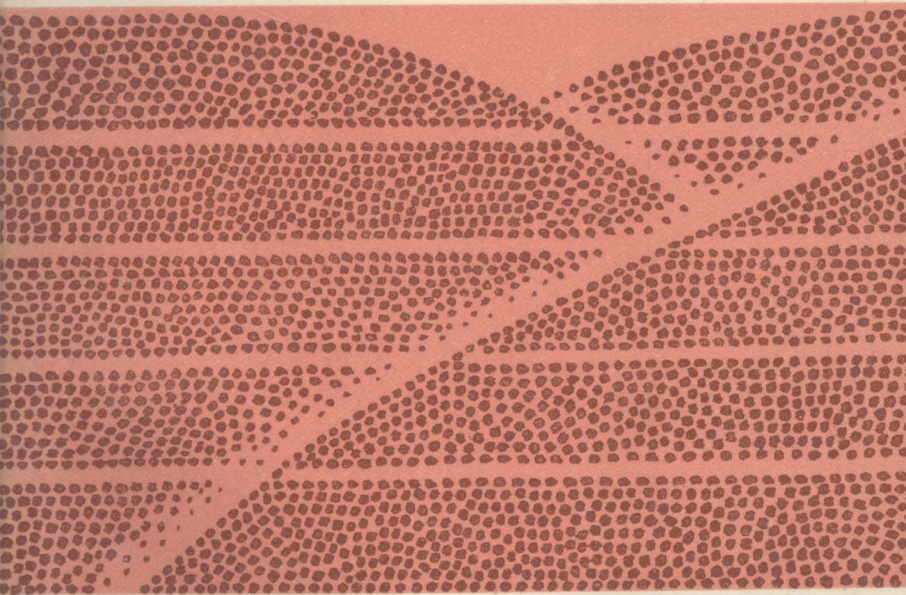


水稻高产原理与实践

黄 湛 编著



广东科技出版社

责任编辑：梁旭旋

封面设计：杨可四

ISBN 7—5359—0543—9

S·62

定价：4.20 元

内 容 提 要

本书通过总结作者多年从事教学与水稻科学研究的体会，并结合70年代以来群众创造的水稻高产经验，理论联系实际，阐述了水稻高产的规律及其栽培技术。内容包括水稻的生长发育与产量形成、水稻群体特性与高产群体的动态结构、高产生理、稻根生育规律与栽培特点、稻田建设、肥水技术、水稻高产稳产系统工程、高产潜力与增产途径、培育壮秧与防止烂秧等。

本书适合广大农业技术工作者、水稻生产者学习阅读，可作农业院校、农业中专的教材或参考书。

编 者 的 话

我国水稻高产良种的育成与推广，生产条件的改善，推动了栽培技术的进步与发展。尤其80年代水稻创高产活动以来，各地出现的高产事例和经验，大大促进了水稻单产的提高。

为了适应水稻生产、普及科学和教育的需要，编者应广东省农业厅的要求，在综述各地群众经验的基础上，结合自己的教学实践和研究成果，注重理论与实践相结合，写成这本小册子。书中阐述了水稻高产的规律及其高产栽培技术。1987年在广东省“水稻栽培规范化学习班”上讲授，以后，在广泛征求意见的基础上，作了修改和补充。

本书内容包括水稻的生长发育与产量形成、水稻群体特性与高产群体的动态结构、高产生理、稻根生育规律与栽培特点、稻田建设、肥水技术、水稻高产稳产系统工程、高产潜力与增产途径、培育壮秧与防止烂秧等。

在本书的编写与出版过程中，得到广东省农业厅生产处、科教处，广东科技出版社，华南农业大学科研处，中央农业干部管理学院华南农业大学分校的领导 and 同志们的热情支持，深表感谢！由于本人业务水平有限，加之时间比较短促，书中一定存在不少缺点和错误，恳望批评指正。

1989年4月

目 录

第一章 水稻的生长发育与产量形成	(1)
第一节 水稻的生长发育.....	(1)
第二节 产量构成因素的形成及高产 的穗粒指标.....	(9)
第二章 水稻群体特性与高产群体的动态 结构	(51)
第一节 水稻的群体特性.....	(51)
第二节 高产群体的动态结构.....	(53)
第三章 水稻高产的生理代谢特点	(63)
第一节 水稻的氮素营养.....	(63)
第二节 水稻高产的碳氮代谢特点.....	(69)
第三节 干物质生产与分配.....	(73)
第四章 稻根的生育规律与栽培特点	(82)
第一节 关于作物根的起源.....	(82)
第二节 稻根的发育和外态.....	(84)
第三节 稻根的形态解剖和生理上的 特点.....	(92)
第四节 养分吸收与根的呼吸作用.....	(94)
第五节 稻根与产量关系.....	(97)
第六节 化学氮肥与根的关系.....	(98)
第七节 堆肥施用与根的关系.....	(101)

第八节	水分管理与根的关系·····	(101)
第五章	建设高产稳产稻田的理论基础·····	(104)
第一节	水稻土壤的基本性质·····	(104)
第二节	高产稻田的肥力特性·····	(111)
第三节	生态平衡与稻田生态系统的 物质循环·····	(114)
第四节	遵循生态循环规律,是建设 高产稳产稻田的基础·····	(117)
第五节	改造低产田的主要措施·····	(118)
第六章	培育壮秧与防止烂秧·····	(122)
第一节	壮秧增产的科学依据·····	(122)
第二节	壮秧的标准·····	(125)
第三节	烂秧的现象与原因·····	(127)
第四节	培育壮秧与防止烂秧的主要 技术环节·····	(130)
第七章	水稻高产的肥水技术·····	(136)
第一节	水稻的施肥技术·····	(136)
第二节	水稻的水分管理·····	(162)
第八章	国内外水稻施肥技术简介·····	(176)
第一节	日本水稻施肥技术·····	(176)
第二节	我国水稻施肥技术·····	(182)
第三节	广东水稻栽培技术的新 发展·····	(185)
第九章	水稻高产稳产系统工程·····	(231)
第一节	系统工程基本知识·····	(231)
第二节	作物生产系统的特点·····	(243)

第三节	水稻高产稳产系统结构和功能分析.....	(245)
第四节	水稻高产栽培模式的研究内容.....	(248)
第五节	华南双季稻高产工程设计.....	(250)
第六节	制订水稻规范化栽培技术的系统过程.....	(255)
第十章	水稻的高产潜力与增产途径.....	(258)
第一节	水稻的光能利用率与理论产量.....	(258)
第二节	水稻光能利用率现状与实际产量.....	(262)
第三节	提高水稻光能利用率的途径.....	(264)
第四节	从光能利用率看水稻高产稳产的几个基本问题.....	(266)
	主要参考资料.....	(270)

第一章 水稻的生长发育与产量形成

第一节 水稻的生长发育

一、水稻生育过程概述

水稻的一生，可分为营养生长期和生殖生长期，这两个时期的划分，有几种不同的概念：一种是从生长的考虑。自种子萌发到幼穗开始分化，这一时期主要长根、茎、叶，称为营养生长期；从幼穗分化到出穗，这一时期一方面长幼穗，同时长茎秆和最后三片叶子，是属于营养生长和生殖生长并行期；出穗以后，根、茎、叶的生长都已完成，只是开花授粉和子粒灌浆结实还在进行，称为生殖生长期。第二种是从发育的考虑。在幼穗开始分化时，最后三片叶子虽然还没有伸出，茎秆的节间还没有伸长，但他们的原基都已形成，茎秆顶端的营养生长锥已经不再分化叶片而转化为分化幼穗。所以，在此以前为营养生长期，以后为生殖生长期。第三种是从生理的考虑。分为营养生长期、生殖生长期和结实期三个时期。营养生长期主要形成养分吸收器官（根）和光合作用器官（叶），即所谓“源”；生殖生长期主要形成花器和产量容器，即所谓“库”；结实期则为产量内容物的生产、运输和积累，主要是“流”。

此外，从生物学的角度看，在子房受精完毕后，精子与卵子结合成为新的合子，一个新世代就已开始。但是，受精卵还需在母株内经过一段时间的寄养，待胚乳发育成熟后才

能离开母体，进行独立生活。同时，在生产上是从播种开始进行新的一代的田间管理的。所以，在栽培学上，一般都采用从发育考虑的划分法。即水稻的一生是从种子萌发到新种子成熟的过程，这个过程包括从种子萌发开始，经过发根长叶、分蘖拔节、长穗开花、灌浆结实，到最后形成新的种子结束。

二、水稻生育期划分

水稻一生可分为许多时期，划分生育期的方法，有按栽培管理过程进行划分的，有按自身的生长发育过程进行划分的。现以双季早稻中熟品种为例，在一般育秧移植栽培条件下，其生育过程示意如下（图1—1）。

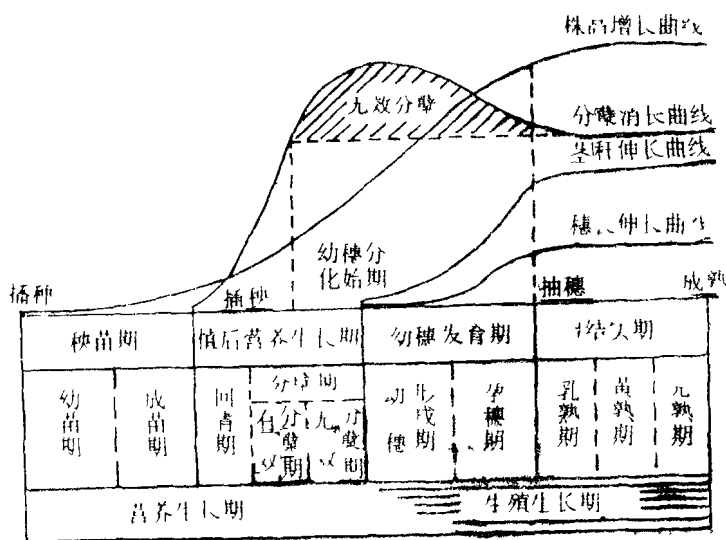


图 1—1 水稻一生示意图

从播种至幼穗开始分化，称营养生长期。在营养生长期内生长点分化生成叶片。幼穗分化以后直至成熟，称为生殖生长期。在生殖生长期内生长点分化生成穗子。营养生长期又分为秧苗期和植后营养生长期，前者从播种至插秧，后者从插秧至幼穗分化。生殖生长期亦可分为两个时期，从幼穗分化至出穗，称为幼穗发育期；出穗至成熟称为结实期。双季早稻中熟品种的一生中，秧苗期（大秧）、植后营养生长期、幼穗发育期、结实期四个时期，大致上各约30天。其中生殖生长期共约60天是比较稳定的，变动较大的是营养生长期，早熟品种营养生长期短，中迟熟品种营养生长期较长。

在秧苗期中，可分为幼苗期和成苗期。从种子萌发至长出三片真叶以前，称为幼苗期，主要靠谷粒本身胚乳供给养分；三片叶子出来以后至插秧，称为成苗期，这时的胚乳养分已经消耗完毕，秧苗转向靠根的吸收供应养分。因此，三片叶子全出时，又称为断乳期。断乳期在秧苗期中是比较关键的时期，因为这时对外界条件比较敏感，秧苗抗性也比较差，栽培上要加以注意。

植后营养生长期内比较重要的是有效分蘖终止期。分蘖是水稻的重要特性之一，分蘖能长出穗子的称有效分蘖；分蘖中途停止发育，不能长出穗子的叫无效分蘖。一般来说，插后由于秧苗受到一定程度的伤害，要有一定回青过程，回青以后还要生长一小段时间才开始分蘖，从插秧至开始分蘖，为回青期，在正常情况下，大约10—12天。从开始分蘖至分蘖终止，为分蘖期，其中有效分蘖期约7—8天（杂交稻10—13天）。这就是说，插秧后20天左右为有效分蘖终止期。有效分蘖终止期以前长出的分蘖多是有效的，有效分蘖

终止期以后长出的分蘖多是无效的。因此，栽培上要使有效分蘖终止期以前长出的分蘖，既达到计划穗数的要求，又要长得好，穗子才大。同时，要尽可能避免有效分蘖终止期以后出分蘖，以免浪费养分，影响田间通风透气。

在幼穗发育期间值得注意的是第二次枝梗及颖花原基分化期和花粉母细胞减数分裂期。颖花原基分化期的重要性在于颖花分化数在这个时期决定，如果要增加颖花分化数就必须在这个时期以前采取措施。花粉母细胞减数分裂期是水稻一生中对外界环境条件比较敏感的时期，如缺水、缺肥、低温、多雨、寡照等等，都会带来不利的影响；尤其是低温、洪涝水浸，会使花粉形成过程受到破坏，造成全部空粒。此外，这个时期又是颖花退化的时期，如遇不利的外界条件，颖花退化会增多。幼穗发育期对产量的关系十分密切，栽培管理上要求比较高，而且要适时，为了细致掌握其分化发育过程，在科学研究上常把幼穗发育期再细分为八期：即第一苞分化期、第一次枝梗原基分化期、第二次枝梗原基及颖花原基分化期、雌雄蕊形成期、花粉母细胞形成期、花粉母细胞减数分裂期、花粉内容充实期、花粉完成期。

出穗开花后3天，米粒内开始灌浆，有淀粉积累，成白色浊液，为乳熟期。以后白色浊液消失，结成硬块，直至谷壳变黄，为黄熟期。最后米粒硬实不易压碎，谷壳颜色退淡，此为完熟期。以单个颖花来看，从开花授粉、灌浆、胚乳膨大，15天以内米的重量已达到收获时总重量的70—80%。因此，出穗开花后的15天时间对产量的影响是一个很重要的时期。

在生产实践中，通常按水稻栽培管理过程，把水稻的生育全过程划分为育苗期、生育前期、生育中期和生育后期。

插秧以前为育苗期，插秧至有效分蘖终止期为生育前期，从有效分蘖终止期至幼穗形成期为生育中期，生育后期是从顶叶始出的孕穗期开始至成熟期。生育前、中、后期的生育中心及其与产量形成的关系为：前期以营养生长为中心，与穗数形成关系密切；中期由营养生长向生殖生长过渡，与粒数形成关系密切；后期则以生殖生长为中心，与粒数及粒重形成关系都密切。

三、水稻生育期与季别、品种、栽培技术的关系

以上是双季早稻中熟品种，在正常栽培条件下，其生育过程的一般情况，但在季别、品种、栽培技术不同时，主要生长发育期是有一定变化的（表1—1）。

表 1—1 不同水稻品种、不同播期全生育期变化
(1973 广州)

品种	播期(日/月)		20/2	22/6	13/8
	全生育期(天)				
广 陆 矮 4 号			106	76	98
珍 珠 矮			129	83	102
广 二 矮			140	114	99

从上表可见，同一品种在不同季节播种，或不同品种在同一季节栽培，其生育期有很大差异。广陆矮4号和珍珠矮属感温性较强的品种，高温促进发育，生育期变短，因此在

高温季节播种的6月22日和8月13日均比2月20日播种的生育期缩短；广二矮则属早晚杂交偏晚型品种，对短日反应比较敏感，因此，在短日季节的8月13日播种，其生育期最短。品种熟期的差异，主要决定营养生长期的长短。生殖生长期中的幼穗发育期，一般是比较固定的，多在30天左右。结实期由于早、晚季气温条件不同，早季后期气温较高，成熟快，从齐穗至成熟的时间短一些；晚季后期气温较低，成熟慢，从齐穗至成熟的时间要长一些。出穗期施较多的速效氮肥，使叶片贪青，结实期也会相应延长。

在营养生长期中，秧苗期的长短同育秧方式有较大差异。一般是大秧秧苗期为30—35天，铲秧20—25天，小苗15天以内。回青生长期也因育秧方式而异。小苗、铲秧植伤少，加上能集中用肥，其回青期短；大秧植伤大，回青期较长。插秧期气候条件也有影响，如早季插秧时气温低、北风大，晚季插秧后遇上高温、台风暴雨，回青生长会因而延长。分蘖期的长短，特别是有效分蘖期的长短，关系更为复杂。一般是秧苗期短的，密植程度小的，分蘖肥迟施的，则分蘖期长；反之，秧苗期长的，密植程度大的，分蘖肥早施的，则分蘖期短。至于直播，则无秧苗期和回青期，分蘖期相应提早和延长。

了解这些在不同条件下生长发育的动态变化，肥水技术的针对性、目的性就比较强，就容易获得较高的产量。

四、营养生长期与生殖生长期的相互关系

营养生长期与生殖生长期是水稻一生中两个彼此紧密联系而又性质不同的生育阶段。从营养生长转变为生殖生长的

过程中，无论在组织发生，形态建成，生理等方面都有不同程度的变化，其中最主要的是发育生理转变和营养生理转变。发育生理上由形成营养器官转到形成生殖器官；营养生理上由氮代谢占优势转到碳代谢占优势。这是水稻生育历程中个体衰老过程的两个方面。发育生理转变是一种质的，飞跃的转变，而且只在茎端生长点表现出来。在一般情况下，发育生理转变是不可逆的。关于水稻发育生理转变的机制，是当代植物生理学研究的中心课题，其详细过程尚未明了。影响水稻发育生理转变主要是光、温因素，而水分、养分等对发育生理转变影响甚微。营养生理转变在个体生育上只能引起量的逐渐变化，主要在营养器官上表现出来。在一般情况下，如改变物质因素的供予条件，营养生理转变是可逆的，即这种衰老过程是可以在一定程度上复壮的。

五、水稻的生育型

在生产上由于品种生育特性和栽培上的关系，营养生理和发育生理的转变过程，会有先有后，因而就形成了不同的生育型。所谓水稻生育型，也就是水稻发育生理转变和营养生理转变在时间上的先后关系。

鉴定两个生育阶段转变的方法，一般以茎端生长点开始出现幼穗原基作为发育生理转变的标志；而以本田期间分蘖停止发生作为营养生理转变的标志。按照营养生长和生殖生长的衔接关系，可分为三种生育类型（图1—2）。

（一）**重选型** 营养生长尚未结束，分蘖还有出现，幼穗已经开始分化。即在一定的同一时间内，茎端生长点分化幼穗，而分蘖仍继续出现，在生态上称为重选型。其生理特

点是：氮代谢和碳代谢不协调，发生一定矛盾。结果是主茎和分蘖、早出分蘖和迟出分蘖之间发育不一致，出穗不整齐，分蘖成穗率低，谷粒充实度和结实率也低，同时易感染“肥病”（即稻瘟病、白叶枯病、纹枯病）。针对这种情况，在栽培技术上，要采用小苗，适当延长本田营养生长期，早施分蘖肥，早分蘖，少施或不施中期肥，看植株长相适当补施壮尾肥，着重中期晒田。通过人为的办法，将重选现象加以控制。

（二）分离型 营养生长已经结束，分蘖出现停止，但幼穗还没有分化。营养生长与生殖生长两者是分开的，其间有一定的间隔（过渡期），在生态上称为分离型。其生理特点是：易造成氮代谢为主的作用过早削弱，碳代谢为主的作用提早出现，引起营养生长量不足和后期同化作用减弱，容易出现早衰，穗短粒小。据此，要注意中期适当补肥，提高营养生长量，同时还要加强壮尾肥，以增强后期同化作用。

（三）衔接型 营养生长结束，分蘖停止，拔节开始，紧接着幼穗开始分化。即在同一时间内营养生长结束与生殖生长开始接连在一起，在生态上称为衔接型。这是生长发育比较协调的一种生育型。此类型在于促使以氮代谢为主的作用顺利向碳代谢为主的作用转变。因此，通过中期晒田等控制，使其进入幼穗分化时，先有一个叶色“转赤”过程，这是氮代谢向碳代谢顺利转变的重要标志之一。如果水肥条件具备，衔接型比较容易管理。

生育型与品种有一定关系。根据调查，早季早熟品种及早季早、中熟品种翻秋，多属重选型；晚季中迟熟品种，多属分离型；早季中、迟熟品种，早季迟熟品种翻秋及晚季早