

# 水稻灌溉栽培技术



黑龙江科学技术出版社

# 水稻灌溉栽培技术

丛丕福 李在龙 杨永成

吴兴权 范振 刘彦和

杜明远 编著

黑龙江科学技术出版社

一九八六年·哈尔滨

责任编辑：常淑莲

封面设计：日升

## 水稻灌溉栽培技术

丛丕福 李在龙 李永厚

杜明远 编著

吴兴权 魏振 刘彦和

---

黑龙江科学技术出版社出版

哈尔滨市南岗区建设街35号

绥化印刷厂印刷·黑龙江省新华书店发行

---

787×1092毫米 32 开本 4 印张 78 千字

1986年6月第1版·1986年6月第1次印刷

印数：1—21000册

书号：16217·134 定价：0.69元

## 前 言

在农村商品经济迅速发展的新形势下，农村广大干部、技术员和专业户迫切需要科学技术读物，用以指导生产和提高生产力。为了适应这一形势，满足农村广大读者的需要，黑龙江科学技术出版社同我们，按照就地选题、就地组织作者、就地出版、发行的“四就地”的作法，组织全区多年从事科学技术工作、具有丰富经验的科技人员，编写了一套《农村科技丛书》。

这套《农村科技丛书》，共包括《玉米育苗移栽》、《锌肥施用技术》、《塑料薄膜覆盖栽培技术》、《水稻灌溉栽培技术》、《农村科技示范户100例》五个单行本。在编写过程中，作者认真地总结了各方面的典型经验，又做了一些必要的理论说明，可以说这套丛书是绥化地区几年来在生产中应用新技术、新成果的总结。凡采用这套丛书所介绍技术的经营者，都已成为经济收入可观的冒尖户。因此，这套丛书可供农村专业户、科技户、广大干部和知识青年学习参考。

《水稻灌溉栽培技术》一书，针对直播水稻、旱种水稻、早育稀植水稻栽培法，按照生产过程，分别叙述了修渠、整地、施肥、播种、育苗、插秧、灌水、除草、防治病虫害和防御低温冷害等各个环节的操作方法和技术要领，介

绍了盐碱地种水稻的技术措施；在打井开发地下水资源种水稻方面，从打井规划开始，分别介绍了打井、配套、渠道防渗、井水增温和灌水方法等各项技术措施。为了使农户管理好、使用好机电井；书后附有机电井的管理和操作规程。

本套丛书在编写过程中，得到了绥化地委、行署的领导同志的重视和指导；各有关方面也给予了大力支持；在此一并表示谢意。

由于水平有限，书中可能有错漏，恳请读者批评指正。

黑龙江省绥化地区行政公署科学技术委员会

一九八五年五月

# 目 录

|                      |        |
|----------------------|--------|
| 一、水稻的生长发育规律.....     | ( 1 )  |
| (一) 水稻的一生.....       | ( 1 )  |
| (二) 幼苗期的生长发育.....    | ( 3 )  |
| (三) 分蘖期的生长发育.....    | ( 7 )  |
| (四) 长穗期的生长发育.....    | ( 12 ) |
| (五) 结实期的生长发育.....    | ( 16 ) |
| 二、稻田规划.....          | ( 20 ) |
| (一) 斗、农渠的布置.....     | ( 20 ) |
| (二) 田、路、林、渠综合配套..... | ( 21 ) |
| (三) 条、方田建设.....      | ( 21 ) |
| 三、直播水稻.....          | ( 23 ) |
| (一) 整地.....          | ( 23 ) |
| (二) 播种.....          | ( 24 ) |
| (三) 灌水.....          | ( 30 ) |
| (四) 施肥.....          | ( 34 ) |
| (五) 防御低温冷害.....      | ( 38 ) |
| 四、旱种水稻.....          | ( 44 ) |
| (一) 旱种水稻的特点.....     | ( 44 ) |
| (二) 旱种水稻的主要技术措施..... | ( 46 ) |
| 五、旱育稀植水稻.....        | ( 54 ) |

|                               |                |
|-------------------------------|----------------|
| (一) 早育稀植水稻的特点.....            | ( 54 )         |
| (二) 塑料薄膜早育苗.....              | ( 55 )         |
| (三) 插秧.....                   | ( 61 )         |
| (四) 插秧后的本田管理.....             | ( 63 )         |
| <b>六、盐碱地种水稻.....</b>          | <b>( 65 )</b>  |
| (一) 盐碱地种水稻的意义.....            | ( 66 )         |
| (二) 盐碱地种水稻的技术措施.....          | ( 67 )         |
| <b>七、打井种水稻.....</b>           | <b>( 75 )</b>  |
| (一) 打井种水稻的好处.....             | ( 75 )         |
| (二) 井的建设.....                 | ( 76 )         |
| (三) 打井种水稻的技术措施.....           | ( 83 )         |
| <b>八、稻田杂草及其防除技术措施.....</b>    | <b>( 88 )</b>  |
| (一) 稻田主要杂草.....               | ( 88 )         |
| (二) 防除杂草技术措施.....             | ( 91 )         |
| <b>九、防治病虫害.....</b>           | <b>( 98 )</b>  |
| (一) 水稻病害与防治措施.....            | ( 98 )         |
| (二) 水稻虫害与防治措施.....            | ( 104 )        |
| <b>附录    机电井管理、操作规程.....</b>  | <b>( 108 )</b> |
| 一、机电井的管理.....                 | ( 108 )        |
| 二、机、电、泵运行操作规程.....            | ( 108 )        |
| 三、机、电、泵运行常见的故障及其消除<br>方法..... | ( 114 )        |





水稻的营养生长阶段，主要是建成营养器官，长根、长叶、长分蘖和积累有机物质，为生殖生长提供充足的物质条件；生殖生长阶段，主要是长穗、开花、灌浆、结实，构成产量器官。水稻的不同生育时期之间有着相互联系、相互制约的关系。营养生长是生殖生长的基础，营养生长不良，光合效率低，影响生殖生长；营养生长过旺，有机物质积累少，也会影响生殖生长。根据水稻不同时期的生长发育特点，协调营养生长和生殖生长之间的关系，是水稻高产栽培的重要措施之一。

## 2. 水稻的产量形成

水稻产量是由单位面积上的穗数、每穗结实粒数和粒重三个基本因素所构成。

(1) 穗数的形成：单位面积上的穗数是由株数、单株分蘖数、分蘖成穗率三者构成的。对直播水稻而言，单位面积上的株数决定于幼苗期的成苗率，但其基础是种子发芽率和播种质量。因此，必须保证出苗均匀，保苗适中，稻苗粗壮，才能提早分蘖，成穗率高。

(2) 粒数的形成：决定每穗粒数的关键时期是长穗期。稻穗是在长穗期分化形成的。穗子大小，结粒多少，主要决定于幼穗分化过程中形成的颖花数目和结实率。此期如果养分跟不上，或遭受障碍型冷害，常会中途停止发育或小穗退化败育，降低结实率。所以，长穗期要满足水稻对养分的需要，并要防御障碍型冷害。

(3) 粒重的形成：决定粒重以及最后形成产量的时期是结实期。水稻的粒重是由子粒大小及成熟度两者构成的。

子粒大小受谷壳大小的约束，成熟度则决定于结实期间灌浆物质的供应状况。由于米粒中干物质的95%以上是来自出穗后光合作用的产物，如果叶片衰老或贪青徒长，植株倒伏，以及遇到低温等不利的气候因素时，就会降低光合强度，影响子粒的成熟度；大量形成空壳秕粒，降低产量。

## （二）幼苗期的生长发育

插秧水稻在秧田中生长的时期，叫做幼苗期。在直播情况下，则是指三叶期前称幼苗期。

### 1. 稻种的萌发

当稻种吸水膨胀，胚乳突破谷壳露出白点时，叫做破胸或露白；当种子根长达到种子长度，或胚芽伸长达达到种子长度一半时，便称为“发芽”。

（1）种子萌发的内在依据：稻种由内颖、外颖构成，里面包着“颖果”。颖果由胚和胚乳两部分组成。胚萌发成为幼苗。一个具有生命力的胚，是稻种发芽的内在依据。发育完整的胚，由胚芽、胚轴、胚根及子叶等部分组成。胚芽位于胚轴上端，包括胚芽鞘、两片幼叶、一个叶原基及一个生长点；发芽后分别长成为幼苗的鞘叶、不完全叶和第一、二完全叶及主茎。胚根位于胚轴的下端，发芽后长成种子根，其先端有根冠，外有胚芽鞘。子叶着生在胚轴上，包括内子叶和外子叶。内子叶也叫盾片。它和胚乳相接处有一层筒状细胞，叫做上皮层。发芽时，由这层细胞内酶的作用，转化胚乳中的养分，供胚萌发的需要。（图2）

## （2）稻种萌发的外界条件：

①水分：稻种萌发，首先吸收足够的水分。当种子吸水量达到其本身重量的25%时，就开始萌发，但速度较慢，且参差不齐；当吸收水分达到其本身重量的40%时，最适于萌发。

②温度：水稻发芽的最低温度为8℃。但在这种温度下发芽很慢，时间一长，病菌侵入，就会引起烂种、烂芽。最适宜温度为20~25℃，在这种温度下发芽，芽比较整齐而健壮。发芽最快温度为30~35℃，在这种温度下发芽速度最快，但芽较弱。发芽最高温度为40℃，高于这个温度，根芽生长就会受到抑制，时间一长，根芽会被烧坏。

③氧气：稻种发芽还需要足够的氧气来促进碳素的活动，保证呼吸作用的进行，以供给幼芽生长物质转化的能量。氧气不足时，芽鞘徒长，叶绿素很难形成，幼根不易长出。如浸在水中的稻种，则先发芽后长根；露在潮湿空气中的稻种，则先发根后长芽，而且根生长很快，芽生长很慢。

## 2. 幼苗的生长

（1）地上部分的生长：稻种发芽出苗时，最初是包在幼芽外面的芽鞘伸出地面，成为鞘叶。芽鞘生长到一定程度；

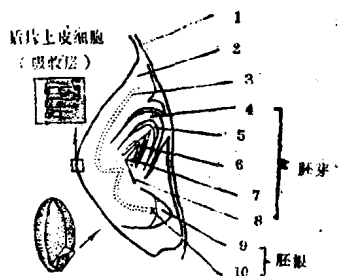


图2 水稻种子胚的结构示意

- 1.种皮 2.胚乳 3.盾片  
(内子叶) 4.胚芽鞘 5.不完全  
叶幼叶 6.第一幼叶 7.第二幼叶  
基 8.芽生长点 9.根生长点 10.根  
生长点

其顶端歪向一侧，出现一个裂口；从中抽出一片叶来；具有叶绿素，没有叶片，只见叶鞘，所以叫它不完全叶。当不完全叶伸长达1厘米左右，稻田里呈现一片绿色，便称为“出苗”。其后长出来的第一片完全叶，具有叶片和叶鞘，到第三片完全叶长成时，胚乳中的养分已耗尽，此时称为“离乳期”。（图3）

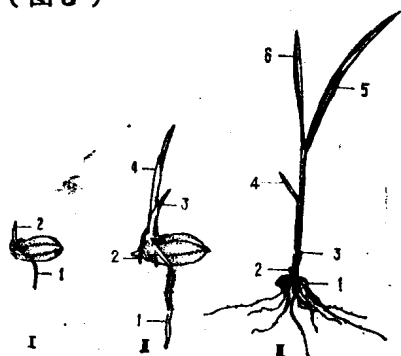


图3 秧苗的生长

I 1. 胚根 2. 胚芽 II 1. 种子根 2. 芽鞘节根 3. 芽鞘 4. 不完全叶  
III 1. 不定根 2. 芽鞘 3. 不完全叶 4. 第一片完全叶 5. 第二片完全叶  
6. 第三片完全叶

（2）地下部分的成长：稻种出芽以后，不完全叶突破芽鞘抽出时，在芽鞘节就有5条次生根原基形成。当第一片完全叶已抽出时，芽鞘节的5条根继续向外伸出。要是环境不良时，则芽鞘上的5条根的发根数目减少。所以直播稻田在这时应排水晒田，供氧、增温，促进发根。

从三叶开始，随着叶片的伸出，依次在不完全叶及完全叶节上长出根来，统称为“节根”。这种根的数目因栽培条

件不同而有较大变化，又称为“不定根”。不定根比较粗壮，具有通气组织。所以到三叶以后，就可以经常保持水层。

### （3）幼苗对环境要求：

①温度要求：水稻须在8℃以上的温度时才开始生长发育，这种温度称为水稻生育最低温度。随着温度的增加，生育速度也加快。到28~30℃时，水稻生育速度最快，每增加10℃，生育的速度几乎加倍；但超过35~40℃时，生育就很快下降，最后停止。这种温度称为生育最高温度。据绥化市北星村调查，在直播情况下，日平均气温17℃，经过15天形成第一片完全叶，日平均气温15.2℃时，则需22天才形成第一片完全叶。在出苗后分蘖前幼苗叶子出生速率，也受温度的影响，温度增高，出叶加快。日平均气温15.5℃时，从第一片完全叶到第三片完全叶出生需20~22天，在21.1~21.4℃时，则需10~12天，一般说来，20℃左右最适宜幼苗生长。

②空气要求：从空气要求方面来看，稻田里必须有足够的氧气，幼苗才能正常生长。一般大气中的含氧量为21%；稻田水中的含氧量则不超过0.3%。幼苗如果在淹水缺氧条件下生长，不仅根长不好，苗也不壮。由于幼苗在三叶期以前主要靠胚乳中的营养进行生长，这样，在缺氧下，生长的幼苗必然衰弱。三叶期以后根部通气组织形成，可从地上部取得空气，对土壤缺氧环境的适应性逐渐增强。

③水分要求：水稻从萌芽至三叶期的生长不需要水层；在出苗前，只需保持田间持水量的40~50%；就可满足发芽；出苗需要；出苗到三叶期，土壤适宜的含水量为70%左

右。水分过多，空气不足，根就不能下扎。

④光照要求：光照是幼苗健壮生长的重要条件之一。因为只有光照充足的条件下，秧苗才能利用空气中的二氧化碳和根系吸收的水分、养料，通过光合作用，合成有机物质，进行生长发育。

自然光照目前我们还无法控制，但是可以通过调整播种密度来满足幼苗对光照的要求。

据研究，水稻秧龄在四叶期以前，如光照强度为3.5万米烛光（晴天光照强度在10万烛光以上，阴天也有1~2万米烛光），稀播秧田和密播秧田一样，都能进行充分的光合作用，呈现明显的光饱和现象；秧龄生长到4.6叶期时，愈是密播的秧田，光饱和点愈高，但是个体光合作用量开始减少；当秧苗生长到5.2叶期时，密播的秧田在自然光照下，进行充分的光合作用的光照条件已感不足，个体的光合作用能力开始下降，干物重也开始减少。

根据上述苗期对环境条件的要求可知：随着幼苗由小到大，耐寒力由强变弱，需氧由多变少，需水则由少到多。从播种到出苗，耐寒力较强，需水不多，需氧较多；出苗以后，随着耐寒力的下降，温度成为主要矛盾；三叶以后，耐寒力更弱，但气温已高，需水就上升为主要矛盾了。掌握这些矛盾转化的规律，协调和掌握稻田温度、水分、空气之间的关系，是保苗和培养壮苗的关键。

### （三）分蘖期的生长发育

分蘖期的生长发育特点，是长分蘖、长叶、长根；是每

亩穗数的定型期，也是为长茎、长穗奠定基础的时期。

### 1. 分蘖的生长

(1) 分蘖发生的规律：水稻除在长穗期出生的茎节外，其余的茎均能产生分蘖。

水稻主茎基部有若干密集的茎节，叫做分蘖节。每个主茎上长一片叶，叶液里有一个分蘖芽，成为分蘖。着生分蘖的叶位，称为蘖位。凡主茎上直接长出的分蘖，称为第一次分蘖，由第一次分蘖上还可以长出第二次以致第三次以上的分蘖。分蘖在主茎的节上，自下而上依次发生。一般分蘖的出现总是和母茎相差三片叶子，即 $n$ 叶（主茎的某一个叶片代号）伸长时， $n-3$ 叶片的叶液里同时伸出分蘖的第一个叶片。

据对稻体内输导组织解剖观察结果， $n$ 叶的大维管束和 $n-2$ 及 $n-3$ 叶的分蘖直接通连，三者的联系比较紧密。当 $n$ 叶伸出时，其养料主要靠处于功能盛期的 $n-2$ 叶供应；根据输导组织的连通情况， $n-2$ 叶的养料也同时供应着 $n-3$ 叶分蘖的生长；从而使 $n$ 叶和 $n-3$ 叶分蘖出现了同伸关系。因此，三叶期的秧苗除了个别健壮植株外，一般不长分蘖。在直播栽培情况下，一般4叶时开始长出分蘖。但分蘖发生的时间早晚，主要与环境条件及栽培方法有关系。

(2) 影响分蘖的因素：水稻分蘖的发生，不仅受“叶、蘖同伸”规律的支配，还受内在和外界条件影响。首先和苗体内营养状况有关，尤其是氮素营养起主导作用。因为分蘖的发生是通过旺盛的细胞分裂产生的，而氮素代谢是

细胞分裂的主要基础。从外界条件来看，首先是温度，分蘖的最适温度为 $30\sim 32^{\circ}\text{C}$ ，最高温度为 $38\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，最低温度为 $15\sim 16^{\circ}\text{C}$ 。光照强度和分蘖也有密切关系。在自然光强下，插秧田返青后3天就开始分蘖；在自然光强的50%时，13天开始分蘖；当光强降到自然光强的5%时，不但不会发生分蘖，主茎也会死亡（据中国农科院气象研究室测定资料）。分蘖还需要充足的水分，缺水受旱，母茎生理功能减退，影响分蘖的发生。水层深浅对发生分蘖也有一定影响。如直播稻灌7厘米水；到第五片叶时开始分蘖；而湿润灌溉，则第四片叶时便开始发生分蘖（据绥化市北星1982年资料）。此外，分蘖与品种特性有关；品种不同分蘖力也有差异。在大田里发生分蘖，经历慢、快、慢的过程。当全田有10%的分蘖露尖时，称为分蘖始期；分蘖达到50%时，称为分蘖期；分蘖增加最快的时期，称为分蘖盛期；全田总茎数和最后穗数相同的日期，称为有效分蘖终止期。在此以前出生的分蘖为有效分蘖，以后为无效分蘖。

## 2. 叶的生长

分蘖期也就是长叶的时期。水稻除前3片叶在分蘖前出生，最后3片叶在长穗期出生外；其余的叶片都是在分蘖期生长。水稻的叶片按着一定的顺序互生在茎节上，属二分之一叶序。水稻品种不同，主茎出叶多少也不同。就全国水稻来说，一般早熟品种主茎有9~13片叶，中熟种有14~15片叶，晚熟种则有16片叶以上。在绥化地区内，9片叶品种为早熟种，10片叶为中熟种，11片叶以上为晚熟种。同一品种主茎叶数在正常栽培条件下，一般只有一叶之差。在低温年



份，因适于营养生长，所以多长一片叶，气温高的年份发育快，早抽穗5~7天，所以比低温年份少一片叶。叶由叶鞘、叶片、叶枕、叶耳、叶舌组成。稻叶的生长发育顺序，一为叶原基形成突起，二为叶的组织分化，三为叶片的伸长，四为叶鞘的伸长。稻叶的发育是自上向下逐个进行的。大致说来：当 $n$ 叶的叶尖伸出下一叶 $(n-1)$ 叶枕的时候，这个叶片的伸长已基本完毕，但尚未展开，呈心叶状态。接着这个叶鞘迅速伸长，把它的叶枕从下一叶的叶枕顶出来；叶片便完全展开。当这个叶的叶鞘迅速伸长时，上一叶 $(n+1)$ 叶片正在这个叶鞘里迅速伸长，再上一叶 $(n+2)$ 正在进行组织分化，更上一叶 $(n+3)$ 正在处于原基形成期。上下两叶伸出日数的差距称为“出叶间隔”。水稻一生“出叶间隔”有两个转换点：一个在水稻三叶期由胚乳营养转向自生营养；一个在幼穗第一苞分化期由营养生长转入生殖生长。早熟种在正常栽培情况下，倒三叶最长，以后依次缩短。各叶的寿命，1~3叶一般只有10来天，随叶位上升寿命增长；剑叶寿命最长，可达50~60天。影响稻叶寿命和机能的另一个重要因素是光照强度。在一定范围内，稻叶的光合效能随光强弱而增减。据研究，稻叶的光补偿点约在600~1000勒克斯之间。生长过于繁茂的稻田，群体下部叶片的光照如在补偿点以下，制造的养料不够自身呼吸作用的消耗，就会枯黄而死。所以在水稻栽培上，要保证足够的叶面积，增强光合能力，又要防止过于繁茂，影响群体通风透光；削弱光合效能，缩短叶片寿命。

### 3. 根的生长