



青年自学丛书

作物生理知识

上海人民出版社

青年自学丛书

作物生理知识

浙江农业大学《作物生理知识》编写组

上海人民出版社

青年自学丛书

作物生理知识

浙江农业大学《作物生理知识》编写组

上海人民科技出版社出版

(上海绍兴路5号)

上海发行所 上海市印刷三厂印刷

开本787×1092 1/32 印张4.75 字数99,000

1975年5月第1版 1975年5月第1次印刷

印数1—200,000

统一书号: 16171·153 定价: 0.24元

毛主席语录

在生产斗争和科学实验范围内，
人类总是不断发展的，自然界也总是
不断发展的，永远不会停止在一个水
平上。因此，人类总得不断地总结经
验，有所发现，有所发明，有所创
造，有所前进。

《青年自学丛书》编辑说明

毛主席教导我们：“知识青年到农村去，接受贫下中农的再教育，很有必要。”成千上万的知识青年，响应毛主席的伟大号召，满怀革命豪情，奔赴祖国的农村和边疆。他们认真读马、列的书，读毛主席的书，积极投入批林批孔，朝气蓬勃地战斗在三大革命运动的第一线，坚定地走同工农相结合的道路，对建设社会主义新农村作出了贡献，阶级斗争和路线斗争的觉悟有了很大提高。无产阶级英雄人物不断涌现，一代革命青年正在茁壮成长。这是毛主席革命路线的伟大胜利。

按照毛主席关于“要关怀青年一代的成长”的教导，为了适应广大上山下乡知识青年自学的需要，特编辑、出版这套《青年自学丛书》。丛书以马列主义、毛泽东思想为指导，内容包括哲学、社会科学、文学、自然科学的一些基本知识和实用农业技术知识等。我们希望，这套丛书的出版，能对上山下乡知识青年的学习起积极作用，有助于他们进一步提高路线斗争觉悟、政治理论水平和文化科学水平，在又红又专的道路上阔步前进，更好地适应建设社会主义新农村和各项事业发展的需要。

我们对大力支持这套丛书的出版工作的有关单位和作者，表示衷心的感谢，并欢迎广大读者对这套丛书提出意见和批评，以便改进。

上海人民出版社

目 录

前言	1
第一章 作物的一生	1
第一节 种子的萌发	1
第二节 作物生长的内因与外因	6
第三节 根、茎、叶生长的相互关系	9
第四节 作物的衰老与成熟	10
第二章 作物对日光能的利用	12
第一节 绿色叶子和叶绿体	12
第二节 光合作用的生化过程	16
第三节 作物的光能利用效率	19
第四节 提高作物对日光能的利用效率	21
第三章 作物与肥	30
第一节 作物体内的矿质元素	30
第二节 氮、磷、钾对作物的生理功能	32
第三节 “5406”菌肥	39
第四节 绿肥	41
第五节 作物怎样从土壤里吸收矿质养料	43
第六节 影响根系吸收矿质养料的外因	46
第七节 合理施肥的生理基础	48
第四章 作物与水	54
第一节 水对植物生活的重要性	54

第二节	水分的吸收和传导	57
第三节	植物体内水分的散失	64
第四节	作物的“需水量”	65
第五节	合理排灌的生理基础	68
第五章	作物的开花与结实	73
第一节	作物开花要求的外界条件	75
第二节	种子的长大与物质输入及转化	81
第三节	影响有机物质向子实运输的因素	86
第六章	收获与贮藏	90
第一节	稻、麦的收割时间和产量、质量的关系	91
第二节	收割前后使籽粒增重的办法	92
第三节	种子的生理活动与贮藏保管	95
第四节	甘薯的贮藏	102
第七章	植物激素	105
第一节	吲哚乙酸(生长素)	105
第二节	细胞分裂素(细胞激动素)	108
第三节	“920”与赤霉素	111
第四节	乙烯	113
第五节	脱落酸与植物的休眠	115
第六节	人工合成的生长调节剂	116
第七节	植物激素与化学除草剂	118
第八章	提高作物对不良环境的抵抗力	124
第一节	低温、霜冻对作物的影响及提高作物的抗寒性	125
第二节	高温、干旱对作物的影响及提高作物的抗旱耐 热性	131
第三节	水分过多对作物的影响及提高作物的抗涝性	136
第四节	盐碱土对作物的影响及提高作物的抗盐性	139

第一章 作物的一生

农作物的种类虽然很多,但从它们的生活周期(由播种到收获)来划分,大致可分为两类,就是一年生作物(如稻、玉米、高粱、大豆等)和二年生作物(如冬麦、油菜、蚕豆等)。一年生作物基本上是春种秋收或夏种秋收。二年生作物一般是秋季播种,以幼苗越冬,次年春天开花结实,春末夏初收获。实际上,它们也只是经过了一年的四个季节,所以也叫越冬一年生作物。作物的这种生长发育特性是对自然界、特别是对温度和日照长度等条件的适应而形成的种性。所以,在农业生产中特别强调季节。了解每个作物品种顺利完成个体生长发育所要求的环境条件,是保证丰收的首要因素,特别在引进新品种的时候,更需要认真加以研究。例如,华北地区的冬小麦被引种到华南,就不能抽穗结实;东北的粳稻品种在华中地区种植,也难抽穗结实。高粱、玉米等作物的品种也各有类似情况,只有在适宜它们各自生长发育特性的地方栽培,才会有高产。

第一节 种子的萌发

栽培作物一般由播种开始。种子的萌发情况,也就是成苗率,直接影响以后的产量。因此,有必要了解一下种子萌发的生理过程。胚是种子的主要组成部分,它是一个幼小的处

在休眠状态的植物。其次是供胚生长的养料贮藏器官,如双子叶植物中豆类的子叶,单子叶植物中禾谷类种子的胚乳。在干燥的、处于休眠状态的种子里,胚的生命活动非常微弱。当种子被播种到温度适宜而湿润的土壤里以后,它们就会吸水萌发

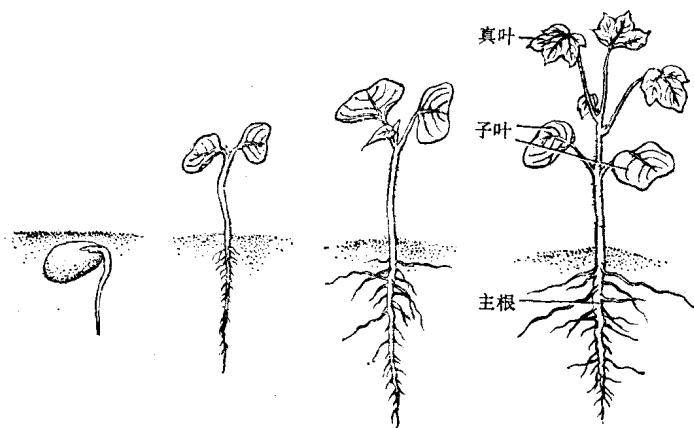


图 2 棉花种子萌发成幼苗的过程

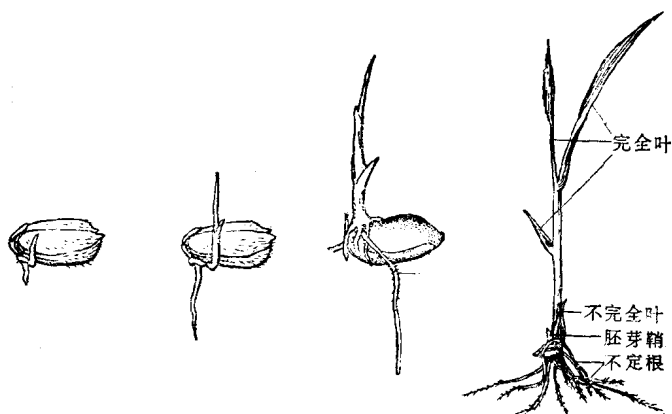


图 3 水稻种子萌发成幼苗的过程

(图 2,3)。在过分干燥的土壤里,种子是不会萌发的。所以,一般需要在播种后进行灌水,或降雨后下种。水分是种子萌发必不可少的条件。但是,水太多了也不好。如把小麦、玉米种子浸在水里,或深播在透气性差的粘土里,就不易萌发,因为缺乏氧气。但有一些植物的种子(如水稻),具有忍受缺氧的能力,它能吸收溶解在水中的氧气,即使浸在水中也可萌发,但芽不健壮。有了氧气和水分后,在严寒的冬天,种子也不萌发,或者比夏天慢得多。所以,要种子顺利萌发就得有适宜的温度、水分和氧气(图 4)。

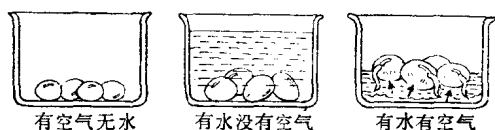


图 4 适当温度下种子萌发的条件

“外因是变化的条件,内因是变化的根据,外因通过内因而起作用。”那么,上述这些条件对于种子萌发到底起了些什么作用呢?

第一、一切生物体内的生理活动,都需要有水的参与。细胞的生理活跃程度,和它的原生质含水量成正比关系。只有当原生质中饱和了水分,各种生理活动才能正常运行,例如起着运输与分配物质作用的原生质环流^①就不可能在干种子的胚里发生。第二、生理现象都是生物化学反应的表现,而生化反应又是受酶控制的。酶是蛋白质的一种形式。它的作用需要一定的温度条件作基础,一般都在冰点以上,而又以不超过

^① 原生质在细胞中向一个方向循环流动的现象。可以在显微镜下观察新鲜水草(如黑藻)的幼嫩叶子时看到。

40°C 为宜。在这个范围内，温度每上升 10°C，生物化学反应就加快一倍以上。第三、一切生命活动都需要动力。就象电车运行要用电力，汽车运行要烧汽油一样，在细胞里进行的生命活动，需要糖作原料进行生物氧化，产生能量。因此氧气是不可缺少的。

种子发芽时，对于氧气、水与温度的要求，各种作物与品种间都有些差异。例如小麦种子吸收的水分量超过自身干重的 50% 以上会发芽；玉米为 44%，花生为 40%。而棉花种子吸水量则要超过自身干重一倍，大豆超过 1.2 倍，蚕豆超过 1.5 倍才能发芽。产生这些差别的原因，是由于各类种子的组成成分不同。含油分多的种子（如花生）吸水少；蛋白质含量高的种子（如豆类）吸水多；含淀粉多的种子（如小麦）居中。在播种之前的浸种阶段，我们就要注意这些特点。

适宜各类种子发芽的温度也有区别。例如稻谷发芽时，最适宜的温度为 25~35°C，玉米为 32~35°C，大、小麦为 25~31°C。它们发芽所要求的最低温度也有很大差别，小麦可以在 3~5°C 中发芽，但发芽率很低，在 10% 左右。玉米和稻谷的发芽温度要求在 10°C 以上。这种对低温适应的区别，和它们的起源地区有联系。原产热带与亚热带的作物要求较高的温度；原产温带的作物可以适应较低的温度。种子萌发时所能忍耐的最高温度，都在 40°C 左右，这是因为在生物化学反应中起重要作用的酶，在高温中会失去活性，而且高温对原生质也不利。所以，生产中确定作物播种适期极为重要。育苗时，既要防止由于温度过低而发芽迟缓，也要防止温度太高而烧苗，要经常观察温度的变化情况，加以人工调剂，以使种子顺利萌发，长成幼苗。

土壤中的氧气对种子发芽有直接影响，它的含量依土壤种类和深度而有所不同。通气好的砂质土含氧量比粘土高，播种浅的种子比深的接触氧气多。所以，在播种前往往先松土，以增加通透性和氧气含量。在地势低洼的地方，地面容易积水，要开沟做畦以利排水，促进种子发芽。同时，不同作物的种子，因其贮藏物质不同，萌发时需氧量也不同，如大豆和棉花的种子含脂肪较多，氧化时需氧量较多，因此要适当浅播，以利发芽。

在早稻栽培中，一般先要在室内进行浸种催芽(图5)，利



图5 早稻催芽

用种子的呼吸热^①提高温度，加快萌发。在浸种48小时后，要保暖催芽。该阶段要经常测量种子的温度，如温度偏高，可用淋水(水温30℃左右)或翻种的方法降温、透气，使芽谷堆的温度保持在38℃以下，一般经过36小时可以出齐根，48小时可以齐芽。催好芽的谷种经摊凉之后，即可播种。在催芽过

① 种子在有氧气的条件下，进行有氧呼吸，种子内的贮藏物质(主要是葡萄糖)被氧化，产生二氧化碳、水和能量。其中一部分能量仍以化学能方式贮存利用，另一部分能量以热能方式释放，表现为温度升高。

程中，温度过高会烧芽，缺乏氧气则只使芽鞘伸长而不长根。各地催芽的具体方法虽有些差别，但其原理还是一样的，均要掌握好温度、氧气和水分。

第二节 作物生长的内因与外因

幼苗初期生长主要靠种子里贮藏的养分。同时，长出的茎、叶等绿色部分开始进行光合作用，制造养料。它们的根从土壤中吸取水分与矿质肥料，经过茎传送到叶子，成为合成各类有机物质的组成部分。所以，光、温、水与肥都是作物生长的外因，这些外因必须通过内因而起作用。休眠特性是控制植物生长的内因之一。下面分别就作物生长的内因与外因作一些简介。

(一)作物生长的内因

控制植物生长的内因之一是休眠。什么叫休眠？在适宜的环境中，种子不萌发、有生活力的植株不复苏生长的现象叫休眠。休眠往往是由一种或多种生理原因造成。如种皮致密，通透性差；种子外部成熟，而胚尚未发育完全；果实和芽中含有抑制萌发的物质等。

在一、二年生的农作物中，休眠的例子很少。如红皮小麦种子有休眠期，在完熟之后，种子不能发芽，一般要经过2~4周的贮藏才能达到90%以上的发芽率。白皮小麦的种子就没有休眠期，如遇上阴雨连绵，在穗上就会发芽。水稻种子一般也没有休眠期，如南方的早稻也发生穗上出芽的现象。大多数粳稻品种的种子都只有短时间的休眠期。用晒种的办法可

以使红皮小麦和粳稻种子加速解除休眠,提高发芽力。所以,播种前进行晒种,一般是有益的。

植物自身休眠在木本植物中甚为普遍,特别是高纬度地区,树木秋天落叶,停止生长,休眠越冬,次年春天又萌发生长(图6)。这种休眠是在环境条件影响下,植物内部变化的结果。当秋季每天日照长度逐渐缩短时,树叶就开始黄落,休眠芽中积累了抑制生长的物质(如脱落酸),这时,即使给它们适宜的条件也不生长。冬天,休眠芽内部发生了质的变化,抑制物少了,而促进生长的物质(如吲哚乙酸)增多了,到春天气温回升以后就萌发生长起来。

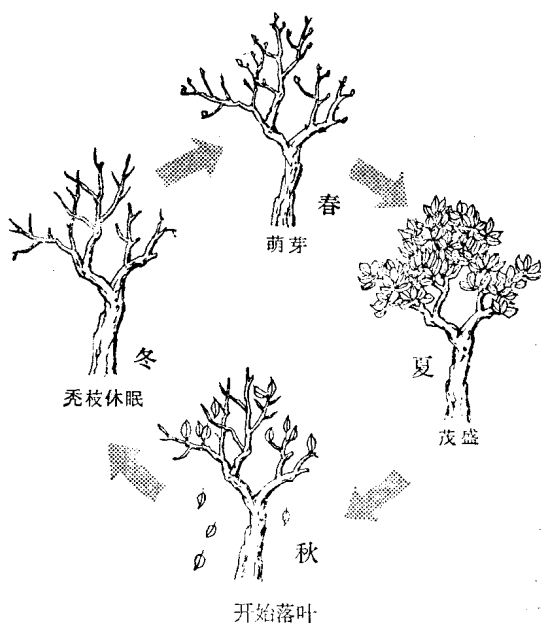


图6 落叶树木生长的周期性

(二)作物生长的外因

绿色植物也叫自养生物，因为它们可以通过光合作用自制养料。一般植物光合作用的强弱与温度、日光强度等都有直接关系。夏季晴天的中午，太阳光强度有 10 万个米烛光。田间作物的光合作用，早晨开始随日光强度的增强而增加，但在中午的强光下稍有下降，下午又随日落而减低。作物在密植的情况下，茎叶各部分受光量是不同的。所以，每个叶片，每株作物，虽然都在进行光合作用，但其强度有很大差别。有些叶子，特别是上部受光量大的叶子，光合强度高，制造养料多，可以供给全株生长；有些下部叶子，只能维持自身的生长；有些叶子由于光强不足，不能生产足够的养料而变黄衰老。所以，栽培农作物要注意田间的群体结构^①，使中下部叶子能得到足够的阳光。当作物如高粱、棉花等，行株之间相互荫蔽时，去掉一些下部的老叶，不但无害，反而有通风透光之利。

不同质的光^②对植物是有影响的，除光合产物不一样外，对植物的生长发育也有影响。例如红光和远红光就是二种不同质的光，对许多植物的开花和发芽产生完全相反的效果。此外，植物的向光性及细胞内原生质的流动，对蓝光敏感。这种不同质的光的生理作用，正逐渐在生产上引起重视，如用蓝色、红色等有色塑料薄膜培育水稻秧苗，有增产效果。

温度对作物生长的影响是非常明显的。一般夏季作物要

① 种植的玉米或水稻，其单株称为个体。就田间种植的玉米或水稻植株总和而言称为群体。如玉米和大豆两种作物间作，则称为复合群体。

② 光有光质与光强等区别。光质就是指红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等单色光。光强是指光亮的强度，可用呋烛光或米烛光表示。

求较高的温度，如水稻生长的适宜温度为 $30\sim 32^{\circ}\text{C}$ ；而冬季作物如小麦的适宜温度就相对的低一些，只需要 25°C ，甚至在 3°C 的低温中也可以缓慢地生长。但是，一些原产于热带的作物如黄瓜、橡胶树、甘薯等，在低于 9°C 的气温内，时间稍长就会发生生理失调，表现寒害。

高原、高山与滨海地方的夏季温度是白天高、晚间低，表现明显的昼夜温差。这种差别有利于不少作物获得高产，例如上海的小麦亩产一般 400 多斤，河南的小麦亩产可达 600 多斤，而青海的小麦亩产可超过 800 斤以上。马铃薯在白天 20°C 和晚上 $10\sim 14^{\circ}\text{C}$ 的环境中，可以获得最大产量，主要也是因为夜间温度低时，呼吸损耗少，有利积累养分。

水对植物的生长起着多种作用。在根吸水的同时，溶解于水中的各种肥分也在渗透、扩散和交换的作用下进入根内，并且通过茎运到叶子里。水然后由气孔或幼嫩的叶面蒸腾到大气中去。当土壤缺水时，叶子开始表现萎蔫，植株通过气孔的运动调节蒸腾失水。在作物的一生中，消耗于蒸腾的水是大量的。蒸腾不仅使植株体内维持一个连续的“水柱”，起供水动力的作用，而且对植物有降温的效果，不然在强日光照射下，很易使叶温升高，甚至干枯致死。所以，确保作物对水分的需要，是高产的首要条件。

第三节 根、茎、叶生长的相互关系

“根深叶茂”是劳动人民总结植物生长的经验，说明植物各器官之间是相互配合促进，又互相制约的。在植物体内，同时进行着两类不同性质的生理活动。一种是同化作用，它把二

氧化碳、水和矿质元素转化成有机物质，以供作物生长、发育。这类活动以光合作用为中心。另一种是异化作用，就是把上述有机物质通过生理活动又变成水、二氧化碳、能量和一些中间代谢物等，这类活动以呼吸作用为中心。呼吸作用也叫生物氧化，是一个产生能量的过程，这种能量是维持生命活动所必要的。在植物根、茎、叶的生活细胞中都进行呼吸作用，但只有绿色组织部分才能进行光合作用。所以，根的生长主要靠茎叶供给养料，其中以糖为主。移栽植物的时候，一般留几张叶子，以使根部得到养料。同时，维生素乙₁对根的生长十分必要，大多数植物的根都没有合成维生素乙₁的能力，而要靠茎叶供给，所以，在进行嫩枝扦插时，往往带一些叶子，或用维生素乙₁的水溶液浸一下，以利发根。根除了供给茎、叶以水与肥之外，还供应部分氨基酸、核酸和激动素等。有些作物的根还合成一些特殊的物质，如烟叶中的尼古丁就是在根里合成的。

根、茎、叶的生长可以人工控制，例如北方旱地作物的蹲苗，南、北方水稻的烤田（也叫搁田），都是用水（旱地）或气（水田）的条件促进生根，根系发达了又可促进茎、叶的生长。所以，促进与控制的合理运用是调整作物生长发育的主要手段。这种实践经验和理论是长期积累起来的，是非常可贵的。



第四节 作物的衰老与成熟

稻、麦等农作物抽穗开花以后，种子灌浆饱满，而植株则趋向衰老。所以，它们又被叫做一次结实植物。竹子也属于这一类型，一当开花结实后，根、茎、叶都枯死了。油菜、大豆