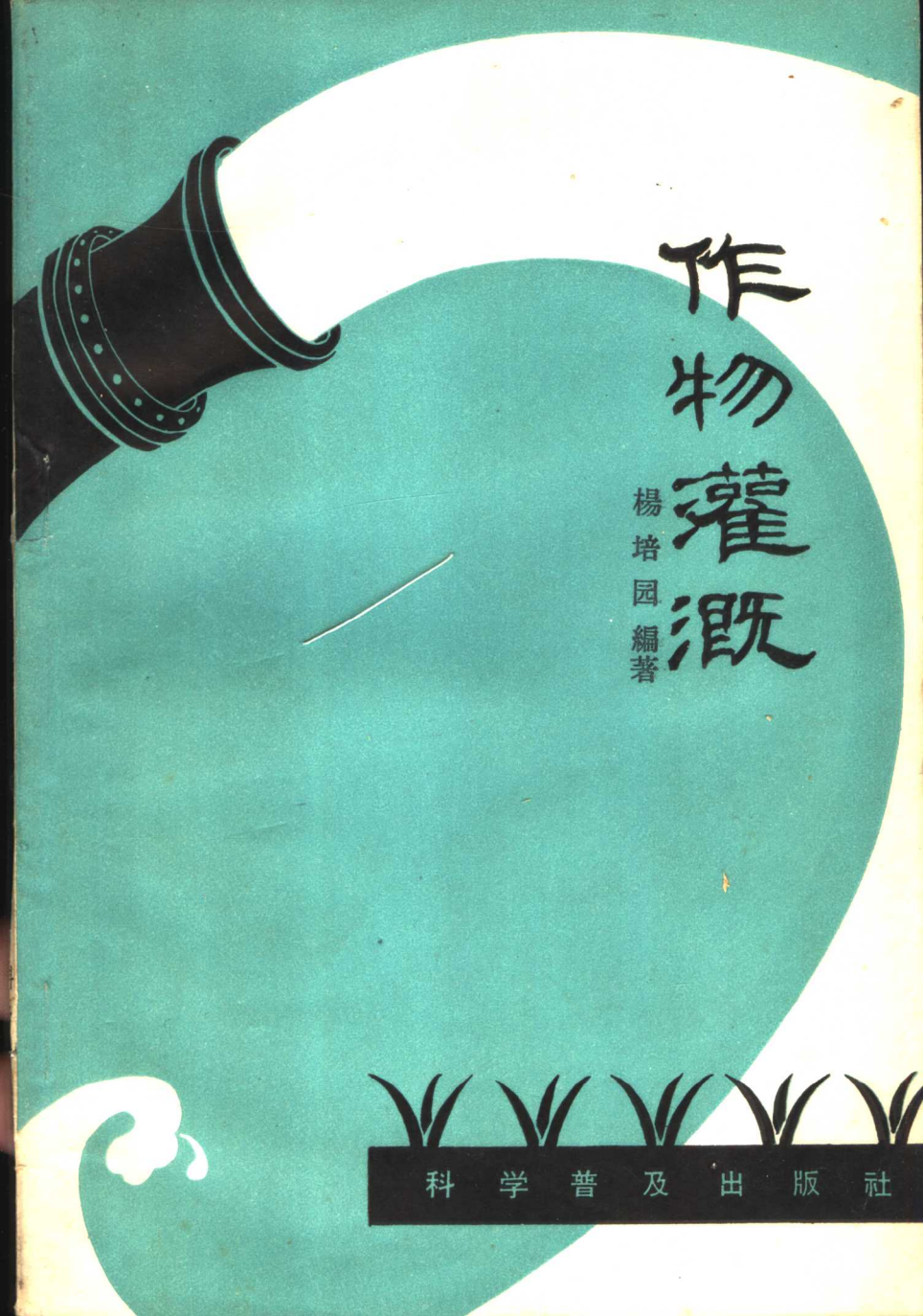




作物灌溉

楊培園編著



科学普及出版社

作物灌溉

中国水利水电出版社

作物灌溉

楊培園編著

科学普及出版社

一九六四年·北京

內 容 提 要

要做到計劃用水，進行合理灌溉，就必須懂得水與作物栽培的關係，水在植物體內的存在情況和作用，以及旱澇災害對作物的影響等，本書就是介紹了這方面的基本知識。關於作物需水量、土壤含水量和灌水量的測定以及自然界降水量的測定方法、原理和應用，書中也有介紹。至於怎樣進行合理灌溉，怎樣與干旱作鬥爭和如何防治土壤鹽漬化，也扼要地做了說明。

本書主要供初中文化程度的農業幹部和知識青年學習作物灌溉方面的基礎知識用。

總號：081

作 物 灌 溉

編 著 者：楊 培 園

出 版 者：科 學 普 及 出 版 社

(北京市西便門外德勝街)

北京市書刊出版業營業許可證出字第112號

發 行 者：新 華 書 店

印 刷 者：北 京 市 通 縣 印 刷 廠

開 本：787×1092 1/32 印張：2 1/2

1964年10月第1版 字數：38,000

1964年10月第1次印刷 印數：13,160

統一書號：16051·057

定 價：(3) 0.22元

目 次

写在前面	1
一 水在自然界的循环和对作物栽培的关系	3
二 水在植物体内存在的状态和作用	5
(一) 水是构成植物体的最大组成部分	6
(二) 水是植物制造碳水化合物原料	7
(三) 水是溶解无机肥料的媒介物，是输送 营养物质的运输兵	7
(四) 水分蒸腾对降低体温有良好的作用	8
三 植物对水分的吸收运输和散失	9
(一) 水分的吸收	9
(二) 水分的运输	13
(三) 水分的散失	14
四 旱涝灾害和作物的抗旱能力	16
(一) 干旱对作物的不良影响	16
(二) 土壤水分过多对作物的为害	18
(三) 植物抗旱能力决定于形态特征、 生理特性以及人为的环境条件和栽培管理	20
五 作物需水量和它的实践意义	22
(一) 作物需水量的意义	22
(二) 影响需水量的内外因素	23
(三) 需水量的测定方法	24
(四) 需水量的用途	29
六 土壤水分的存在形式和运动	30

(一) 土壤水的三种形态	30
(二) 土壤水分的有效和无效	33
(三) 算水賬	35
(四) 土壤含水量的測定	35
(五) 灌水量的計算	38
(六) 量水的方法	38
(七) 降雨量和降雪量的測定	40
(八) 土壤湿度目測法	41
七 合理灌溉的依据	44
(一) 看天	44
(二) 看地	45
(三) 看庄稼	45
八 与干旱作斗争	49
(一) 广辟水源	49
(二) 加强灌溉管理、制定灌溉制度	50
(三) 实行计划用水、大力节约用水	52
(四) 合理的灌水方式和灌水技术	52
(五) 加强耕作管理	57
九 土壤盐渍化的形成和防治	59
(一) 盐渍化的成因	60
(二) 盐渍化的防治	61
結束語	64

写在前面

“有收无收在于水，多收少收在于肥”，是我国劳动人民在长期的生产实践中总结的宝贵经验。这句话说明了水分在农业生产上的重要意义。水分多少，直接影响着植物体的生理活动。水分适合，植物体的新陈代谢、呼吸和光合作用等才能互相协调，才能顺利生长。当植物体丢失水分过多时，部分细胞的原生质先行死亡，然后全株逐渐枯萎，甚至死亡。只有少数的特殊组织，如休眠种子，才能忍受气干（在空气中风干）状态而不致丧失生活力。相反地，如果土壤水分长期处于饱和状态，根系的呼吸就感到氧气不足，也要逐渐死亡。

我国的干旱和半干旱地区，不但雨水稀少而且在季节的分配上很不平衡，春旱秋涝现象较为普遍，大大地影响着冬小麦的顺利返青和春季作物的适期播种。因此，搞好作物灌溉是农业增产上的重要问题。

有人说，作物灌溉没有什么技术问题。他们说“旱了就灌，不旱不灌”，“有水就浇，没水不浇”，等等。但是，追问一下：土壤水分究竟达到什么程度叫旱，作物茎叶呈现什么状态应该浇水？旱的特征是什么，灌的标准又怎样？不同作物种类和品种，不同生长发育阶段，不同栽培制度和产量水平，不同土壤、气象、水文年份，以及耕作栽培制度，都应该怎样安排才能达到合理灌水，就不是那么简单的事情了。

搞好作物灌溉首先要了解作物的需水规律。知道它们从种到收，全生育期一共需要多少水，每一个生长发育阶段各需要

多少水，什么时候需水最多，什么时候需水较少，什么时候需水最迫切，什么时候是作物对水分反应最敏感、缺水受害最严重的临界期，以及作物对水分的吸收、运转和利用，土壤水分的最高和最低的限度，等等，都是作物灌溉上应该明确的问题。

此外，如广辟水源，计划用水，保墒防旱，除涝防盐，以及精耕细作、加强灌溉管理等，也是农田灌溉上必不可少的组成部分。

本书比较概括地叙述了关于作物灌溉方面的问题和基本知识。至于各种作物的具体灌溉制度和灌水技术未及列入。由于业务水平有限，缺漏之处在所难免，还望读者提出意见，以便再版时改正。

作 者

一 水在自然界的循环和对作物栽培的关系

水在地球上以三种不同的形态——液体、固体、气体存在着。天冷了水会冻结成冰，天暖了又融化成水，再热了就转化成气，这样循环往复，昼夜不停。地上水分受太阳照晒，温度增高，化气蒸发，上升成云，遇冷成雨。下雨时一部分水降落在地面成为逕流，汇入江河湖海；一部分水渗入地下，遇有不透水层成为地下逕流，也向湖海流去。海洋上的水汽，靠气流作用，輸送到大陆上空，凝結成雨，雨水降落，又以地上或地下逕流的方式，汇流入海。这样的水分交换，叫做“外循环”。大陆上的水分蒸发，上升为云，降落成雨，蒸发后又汽化为云。这样的水分交换，叫做“内循环”。外循环的降雨，叫外雨；内循环的降雨，叫内雨。

随着一年中各个季节、时间、气温、气湿、风力、日照等气象因素的不同，地面蒸发量是經常在变化着的。同时，各地区的降雨时期和降雨量，也是极不稳定的。地面蒸发和降雨，又与土壤发生关系：渗入土壤的水分多，蒸发到空气里的水少，这样的地方就会逐渐形成沼澤化；地势低洼，排水不畅，雨多而集中，就会发生涝灾；土壤含盐，气温高燥，蒸发多而降雨少，地下水位偏高而排水不良，就容易造成土壤盐渍化；渗入土壤的水分少，蒸发掉的水分多，去水量大于来水量，就会造成土壤干旱。此外，在夏季遇到干旱风吹袭的时候，作物由于叶面蒸騰急剧增加，它的根系从土壤里吸取的水分来不及补偿蒸騰的损失，就被“灼烤”而死。

所有这些，对作物生长发育都有密切的关系。其中，干旱的基本原因，应该指出，不仅是由于自然条件所造成，而且也是人类对自然界资源使用不合理的结果。例如土壤有机质的过度缺乏，没有团粒结构，耕作粗放，灌溉不当等等，都是引起土壤干旱为害作物生长发育的重要因素。因此，加强耕作管理，实行合理灌溉，充分利用水利资源，发挥水的应有效益，防止灌溉不当所引起的不良后果，就具有重大的增产意义。

二 水在植物体内存在的状态和作用

为了说明水分对植物的影响，有必要讲一讲组成植物体的细胞的基本概念。细胞是构成植物体的基本单位，由于细胞的种类和功能不同，其形状也有差异。一种是长宽几乎相等、尖端圆形或较钝的，一种是长比宽大很多倍的，还有多角形、分枝形和细长纤维形状的。细胞很小，一般植物的细胞要放大60—80倍，肉眼才看得见。个别的也有肉眼直接看得见的，例如：番茄果肉和西瓜瓤的单细胞长达1毫米；棉花纤维单细胞长达65毫米，苧麻纤维单细胞长达200毫米，这些都是大细胞的典型。

植物细胞由一层纤维素构成的细胞壁包围着，里面包括细胞质和细胞核两大部分，都由原生质构成(图1)。

细胞质可以分为细胞质膜、中质和液泡膜三部分。细胞质膜是细胞质外面一层透明的凝胶体薄膜，它起着内外物质交换的作用。细胞质膜一般紧贴细胞壁，所以不易察见。细胞质膜以内的主要部分是粘滞、无色半透明的液胶体，也就是细胞质的中质。在幼小的细胞

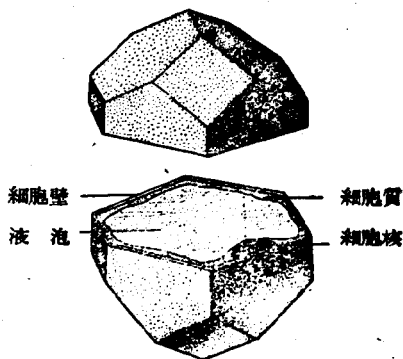


图1 植物细胞图解

內，中質里只有很小的含水液泡，既易于失水而成凝胶状态，又容易被水稀释(如种子內坚硬的細胞質在萌芽时被水稀释)。中質和液泡之間有一层薄壁把它們隔离开来，这种薄壁叫做液泡膜。細胞質里常含有一个或多个的液泡，液泡里的液体是原生質体生命活动的各种产物的混合液，有的是貯藏的养料，有的是代謝中的廢物。这种混合液叫做細胞液。

細胞核在細胞生命活动中起着非常重大的作用。細胞失去了細胞核，細胞的整个生命活动便失去活力和协调作用，細胞也就不能正常生长和分裂。这样，新陈代謝不能正常进行，細胞便逐漸死亡。

(一) 水是构成植物体的最大組成部分

以白菜为例，原生質含水在80%以上，液泡中含水达98%，細胞壁含水达50%，可見植物体内的含水量是比較高的。植物的种类或生活条件不同，其含水量也有很大的差別。水生植物的含水量为其鮮重的98%，沙漠地带植物的含水量仅为其鮮重的60%左右，一般陆生植物的含水量通常为其鮮重的75%。一般說来，阴湿隐蔽地方生长的植物含水量多，干燥向阳地方生长的植物含水量少；生长旺盛的器官含水量多，衰老坚实的部分含水量少。

植物体内水分有两种形式，一种叫自由水，一种叫束縛水。簡略地講，把活的植株取下风干，所失去的水分就是自由水；再把它放在摄氏105度下烘干，这时失去的水分大部分是束縛水。細胞原生質里的許多胶粒上，被有一层水膜，而这层水膜被生物胶体的亲水力束縛住，所以把它叫做束縛水(具体数值常因測定方法不同而互有差异)。束縛水越多，抗逆能力越强。自由水大部分存在于植物細胞的液泡里，它非常活跃而不易

保持。由于植物体内的自动调节和外界环境条件的影响作用，自由水可以从这一个细胞转到另一个细胞里去。因此，自由水越多，植物体内的生理生化过程，进行得越强。在作物的各个生长发育阶段里，自由水和束缚水的多少，应当有一定的比值，而且只有在这样的比值下，生理活动才能顺利地进行。

（二）水是植物制造碳水化合物原料

植物生长的特征，是体内有机物质的不断积累，而使植物逐渐成长和繁殖。这些有机物质是用许多简单的化合物充作原料，靠植物体高度的合成力在体内形成的。水就是合成碳水化合物的主要原料之一。

植物叶片里有叶绿体，它好比做饭的厨师。先把根系从土壤里吸取的水分和养分，与从叶片气孔进入的二氧化碳聚在一起作为原料，然后利用太阳的光能（相当于做饭的火），把水里的氢和二氧化碳里的碳合在一起，成为碳水化合物——主要是纤维素、淀粉和各种的糖。这种合成碳水化合物的过程，因为必须通过光照，所以把它叫做光合作用；同时它把碳素化合成另一种物质，所以又叫做碳素同化作用。这些碳水化合物是人类生活上需要的物质，其中淀粉和糖又是必不可少的食物，但是人类自己不会制造，因此人类生活不能缺少植物，而在植物体的构成中，水又是一种主要原料。

（三）水是溶解无机肥料的媒介物，是输

送营养物质的运输兵

矿质肥料施到地里，首先溶解在水里变成土壤溶液，然后才能被作物吸收。干燥的土壤，由于水分不足，肥料难以溶解，即使有时水分稍多，能够勉强溶解，但是土壤溶液的浓度过大，

也不能被植物吸收。植物是通过根毛来吸收土壤溶液的。当土壤溶液的浓度小于根毛的细胞液的浓度时，根毛才能顺利地把土壤溶液吸入；否则虽然施入肥料，也不能发挥肥料的应有作用。

农家肥料如植物茎秆落叶所制成的堆肥，也必须通过水分才能发酵腐熟，干燥的茎秆在干土里是不能产生肥效的。“庄稼一枝花，肥水来当家”，这说明有肥无水是不行的。

植物体的各个器官有很好的分工合作关系，叶片能制造有机物质，茎、鞘能暂时把有机物质贮藏起来，子实能把很多营养物质大量累积起来以繁殖后代。叶子制造有机物以后，为了供给各部器官的需要，就借助于植株体内的输导系统，把有机物送到消费和贮藏器官里去。种子发芽却是另一种情况，这时植物还没有绿色叶片，因此就要靠水解作用，才能把种子内的贮藏物质输送到幼芽中去，以供幼苗生长的需要。植物体内所有这些工作，都必须在有水的条件下才能进行。

(四) 水分蒸腾对降低体温有良好的作用

植物体内的水分，以气体状态从植株表面扩散到外界的过程叫做蒸腾作用。植物从土壤里吸收的水分用做构成植物本身的不过 0.15 - 0.2%，其余的水分除了保持植物器官组织必需的水分以维持其应有的形态外，完全为蒸腾作用所消耗。

绿色植物必须吸收大量的光能才能顺利地进行光合作用。但是吸收光的时间太长，体温过度增高时，细胞原生质就要发生凝聚作用，叶片出现褐色斑点。在炎热的夏天，几分钟就能死亡。但是，实际上并不这样严重。因为植物在蒸腾过程中，在摄氏 20 度时每蒸发一克水量，需要 840 卡的热能，这样从水变汽的过程中，植物体可以得到很好的冷却；所以说蒸腾有稳定植物体温的作用，对植物生长是很有利的。

三 植物对水分的吸收运输和散失

(一) 水分的吸收

植物体的任何部分虽然都能吸收水分，可是吸收的量很少。吸收水分的主要部分，是植物的强大根系。但是，根系吸水也不是整个根都有这种机能，主要由根毛完成这种任务。

根系在土壤中主要分布在耕作层里，但最重要的是它能向深层土壤发展，因为只有这样，才能够在土壤中吸收更多的养分和水分。例如小麦，主要根系层深达70—80厘米，而最长的根子可达200厘米上下。有趣的是，把一棵植物的根毛一根根连起来，那就长得惊人，例如：一棵黑麦根系和根毛全长有1万公里，一棵南瓜根毛的全长有数十或数百公里。再从单位面积来算算根毛的数量，也是很多的，一般植物根毛的直径约为5—17微米($1/1000$ 毫米)，长80—1500微米。玉米根在1平方毫米的表面上就有400个以上的根毛。由此看来，这样多的根毛就能使根系的吸收面积扩大到无数倍，也就能把散布在土壤里极少量水、肥充分地利用起来了。

植物细胞具有坚固的细胞壁和细胞质膜，水和养料必须通过它们才能进入细胞。为了说明水分怎样进入细胞，下面讲一讲渗透作用。

渗透作用是透过隔膜的扩散作用，一种物质由不平均分布状态达到平均分布状态的现象叫做扩散作用。糖放在一杯水里，不一会儿就溶解，使全杯里的水变甜，这就是“溶质”(糖)在溶

媒(水)中的扩散。假使有两个不同浓度的液体, 放在一个容器里, 中间有一层隔膜使它们分开, 那么溶液的分子由高浓度的溶液透过隔膜, 到低浓度溶液里。通过这种隔膜的分子运动, 就叫做渗透作用。

一般隔膜有三种情况, 一种是可透性膜, 溶质和溶媒能自由出入; 一种是半透性膜, 只让溶媒通过而不让溶质通过; 一种是不透性膜, 完全阻止溶质和溶媒透过。植物细胞的细胞质膜, 是具有相对的、选择性的半渗透性的膜。普通的无机盐和简单的有机化合物如单糖、甘油等都可以透过; 复杂的有机化合物如双糖、多糖等则不能透过。不同植物或同一植物不同器官, 或不同生育时期对溶质的透性也不完全一致, 并且有时透得快, 有时透得慢, 有时则完全不能透过。一个细胞, 能否从相邻细胞或外界吸收水分, 要看细胞液或外界溶液的浓度高低来决定。如果甲细胞液的浓度大于乙细胞液的浓度, 那么甲细胞液的渗透压大于乙细胞液的渗透压, 甲细胞就从乙细胞中吸水。溶液浓度越大, 渗透压越高, 越能从浓度较低的细胞或溶液中吸水。

细胞液含有各种物质, 溶液浓度很大, 因此它总是向周围吸取水分。细胞吸水后, 液泡体积增大, 因而向细胞质增加压力, 细胞质向细胞壁增加压力, 使细胞壁扩大。细胞质向外的压力叫紧张压。细胞壁由于伸缩性有限, 被压到一定程度时, 就产生对抗紧张压的张力, 这种张力叫胞壁压。紧张压和胞壁压经常相等而保持平衡, 它们的相互对抗和相持形成细胞的膨压。膨压能使细胞呈现紧张状态, 因而植物各器官能够保持着一定的应有的形状。

夏天中午, 植株水分丢失过多, 膨压降低, 细胞失去紧张状态, 叶片萎蔫下垂, 生理活动大为减弱; 入夜后蒸腾减少,

細胞吸水后膨压增大，叶片又恢复原状。当膨压降低为零，細胞失去紧张状态的时候，原生质膜和細胞壁仍然互相贴着。如果水分继续丧失，原生质继续收缩，而細胞壁的收缩却有限，那么就会使原生质膜和細胞壁分开，这种情况叫做质壁分离现象，要是分离时间过久，細胞也可能死亡。

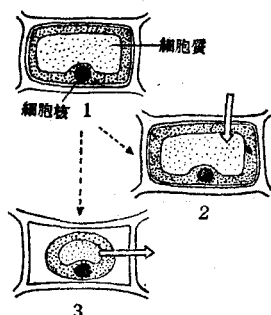


图2 細胞吸水情况

1, 正常状态的細胞；2, 放在清水里的細胞(細胞液浓度大，把水吸到細胞里去了)；3, 放在浓盐水里的細胞(由于盐水浓度大，細胞里的水渗到外面来，細胞質和細胞壁分开了)

当质壁将要分离时，膨压为零，細胞的吸水力最大；当細胞充水时，膨压最大，細胞吸水力为零。这时即使細胞液浓度还很高，

渗透压还很大，但因膨压已达极限，細胞內的水分就不能再增加，細胞也就不能再吸水了。

水分的吸收可以做这样一个简单試驗。在馬鈴薯薯块上挖一个洞，洞內注入濃盐水，一会儿洞里的水增多起来，薯块便軟縮了，这表明細胞里的水渗到外面来了。把盐水倒出来，注入清水，洞里的水就逐渐减少，时间久了，薯块又变得很硬，这表明細胞又吸进了水(图2)。

根系的全部吸水过程包括主动吸水的生理过程和被动吸水的机械过程。当根系吸水的力量比土壤保水能力大的时候，土壤水分便进入根部。具体的路綫是由根毛到皮层、內皮层、中柱鞘、中柱薄壁細胞，然后进入导管(图3)。再从根部导管进入茎、枝、叶柄、叶脉的各种导管，然后到达叶片上的气孔，变为水汽而扩散到空气中去。根部皮层各个薄壁細胞的位置不同，吸水力也不同，內部細胞吸水力大于外部細胞的吸水力。細胞