

植物的水分平衡

徐 繁 如

提 要

本文试以辩证唯物主义的观点、方法，对植物的水分平衡过程进行综合、深入的分析，认为植物的水分平衡过程，不是一个单纯的物理过程，而是一个与外界环境密切相关的生理过程。

在植物生理领域中，历来存在着两种哲学思想的斗争。早期受唯心论的生机论或神秘论的影响较大。唯心主义者认为，生命活动是一种不可知的、非物质的“活力”所支配。事实上，一切有机体的物质基础，都是在无机界中所包含有的元素所组成，并不存在任何超自然的东西。因而生机论的唯心主义观点，随着科学技术的发展而被逐步摒弃。但是，在生理领域中，机械唯物论或庸俗进化论的影响依然广泛存在。他们与生机论者走向另一个极端，把复杂的生命现象，企图还原为比较简单的物理和化学过程；认为生命物质与非生命物质之间并没有本质的区别。无论是生机论还是机械唯物论的观点，都是无法真正了解生命过程的内在特殊规律的；只有运用辩证唯物主义的科学武器，才有可能逐步认识生命过程的内在规律。

一、植物的水分平衡

水是植物生命活动的必须条件，同时也是农业生产的一个重要因素。因此，植物必须不断地从周围环境中吸收水分，才能维持其正常的生命活动。但是绿色植物光合作用所需的原料之一—— CO_2 ，主要是通过它的同化器官——叶子的气孔从大气中吸收的。这样，植物在吸收 CO_2 的同时，植物体内的水分又不可避免地会通过气孔而大量散失（蒸腾）到大气中去。植物蒸腾散失的水分是惊人的；它占植物吸收水量的99%以上。这样，就构成了植物吸水和失水之间的矛盾。植物吸水和失水这样两个相反的过程，在正常情况下基本上是相对平衡的，因而植物体内的水分经常维持着动态平衡的状态。这样的生理过程，称为植物的水分平衡。这里必须强调指出，植物的水分平衡是相对的、动态的平衡；而不是绝对的、静止的平衡。如果这种相对平衡的状态，由于某种原因而遭到破坏，就会直接影响植物的正常生育，严重时，甚至威胁植物的生存。

二、植物的水分平衡是一个辩证的、能动的生理过程

植物的水分平衡过程,是植物生理领域中研究最早的课题之一。长期来,经过广大劳动人民的农业生产实践和科学工作者的努力,虽然也阐明了许多问题,而且还提出过一些解释植物水分平衡的理论或学说。但是,多半由于没有运用辩证唯物主义的科学方法去进行综合的分析研究,往往把这个复杂的生理过程,简化为一种单纯的物理过程,却忽视了植物机体在水分平衡过程中能动的控制和调节作用,以及水分平衡过程中植物机体与外界条件的辩证关系,忽略了生物体与无机物之间的区别。

诚然,植物体内的水分平衡过程,也是符合水的一般物理特性的,但是它在植物体内的运动,与在管道中的流动还是有区别的。

毛泽东同志说过:“对于物质的每一种运动形式,必须注意它和其它各种运动形式的共同点。但是,尤其重要的,成为我们认识事物的基础的东西,则是必须注意它的特殊点,就是说,注意它和其它运动形式的质的区别。只有注意了这一点,才有可能区别事物。”^①恩格斯也曾明确指出过:“生理学当然是有生命的物体的物理学,特别是它的化学,但同时它又不再专门是化学,因为一方面它的活动领域被限制了,另一方面它在这里又升到了更高的阶段”^②因此,我们对植物的水分平衡过程,不能简单地看作是一种受外力推动的被动过程——物理的、机械的运动,而是一个复杂的生理过程。

虽然,植物体内的水分平衡过程,主要是由于外界条件的作用而引起植物的蒸腾而产生的拉力——蒸腾拉力所推动的。但是,“唯物辩证法认为,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。”^③因而蒸腾拉力同样也是由于外因通过植物的内在原因所起的作用而产生的,受植物的内因所制约的。因此,我们认为植物的水分平衡过程,是一个辩证的、能动的生理过程,而绝不只是一个单纯的物理的、机械的运动过程。

(一) 植物的水分动态平衡过程,是一个对立统一的矛盾运动

唯物辩证法认为,事物矛盾的双方是各以对方的存在为前提的,如果没有和它作对的矛盾的另一方存在,那么它自己这一方也就失去了存在的条件。植物体内各个生理过程之间是相互矛盾而又相互统一的。而每一生理过程矛盾着的两个方面,同样具有矛盾统一的性质。植物在水分平衡过程中,吸水和失水是一对矛盾的两个方面。它们两方之间是对立统一、相反相成的。很显然,植物吸水和失水是两个相反的过程,所以说它们是对立的。但两者又互为依存的条件:因为没有吸水,就无所谓失水(无水可失),但失水又是引起植物吸水的主要动力——蒸腾拉力——的原因,而且在一定范围内,失水越快,蒸腾拉力越大,相应地植物吸水也越多。因此,植物吸水和失水这两个相反而又相成的过程,推动着植物体内水分的动态平衡过程,从而保证了植物体内各种生理过程顺利而协调的进行。

(二) 植物的水分动态平衡,是一个辩证的、能动的生理过程。生物体和外界环境是统一的,但这种统一是辩证的统一

植物的水分动态平衡过程与外界环境的辩证统一关系,首先在植物的形态结构上得

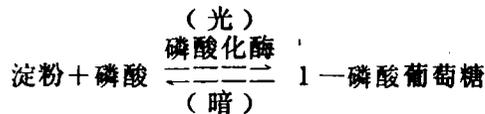
到了反映。例如植物具有发达的根系，可以在土壤中大量吸收水分；植物又有良好的输导组织，可以畅通地将吸收的水分输送到地上各部；植物还有比较完善的保护组织，可以减少植物体内水分的散失，等等。

植物除了在形态结构上对外界环境的适应外，更重要的是植物对外界环境变化的积极的、能动的适应性。这种适应性的表现，可以综合为以下两个方面。

1. 植物对外界环境日变化的适应反应

外界环境的日变化具有明显的昼夜交替。各种气象因子——光、温、湿等条件，随着昼夜变化而变化，而这些气象因子的变化，都直接影响着植物的水分平衡过程。但植物对这些因子的变化，并非被动地受其影响，而是进行着能动的适应。例如在晴天不很热的日子里，大多数植物在黎明时气孔逐渐开放，清晨开放最大，以吸收 CO_2 进行光合作用。但以后随着阳光的增强，气温升高，蒸腾也随之增强，从而使植物吸收 CO_2 和水的散失之间矛盾加剧。到正午以后，阳光最强烈，气温也进一步升高，这样，就有可能引起失水过多而破坏植物体内水分的平衡。这时植物的光合作用和水分平衡两对矛盾之间，后者成了主要的矛盾。因此，植物从正午开始气孔渐渐关闭，到日落前气孔全部关闭。在干旱的情况下，植物的气孔在清晨开放后，在失水的影响下，气孔很快关闭，往往在上午10—11时气孔完全关闭。临近傍晚，由于气温渐渐降低，植物失水减少，气孔又从新开放，以吸收 CO_2 ，进行光合作用。在极干旱的情况下，气孔几乎整天关闭，只在清晨很短的时间内开放。

上述表明，气孔是植物散失水分和吸收 CO_2 的自动“调节器”。因此，植物的水分平衡过程，受气孔运动的调节和控制。而气孔运动又是在外界环境变化的影响下引起的。外界条件之所以能引起气孔的运动，主要是由于光合作用而引起的，即在光照下，保卫细胞内的叶绿体进行光合作用而不断消耗 CO_2 ，因而引起保卫细胞内的酸度降低，从而使磷酸化酶的活动朝向水解方向，淀粉分解为可溶性糖，于是保卫细胞的渗透值(压)增大，保卫细胞吸水膨大而气孔开放。反之，黑暗时，光合作用停止，保卫细胞因本身呼吸作用放出 CO_2 ，从而增加了细胞液的酸度，这时磷酸化酶的活动朝向合成的方向，可溶性糖变为淀粉，于是保卫细胞的渗透值降低，保卫细胞失水而气孔关闭。这种可逆反应，可由以下化学方程式表示：



在正午阳光强烈时，尤其是在干旱情况下气孔关闭的原因，至今尚未研究清楚。可能是高温扰乱了保卫细胞的机制，或高温增强了呼吸作用，使保卫细胞放出的 CO_2 多于光合作用时吸收的 CO_2 量，从而影响磷酸化酶的活动方向，引起气孔的关闭。

上述可知，植物的水分平衡过程，主要是受气孔运动的调节和控制的；而气孔的运动，又是受光、温等外界条件变化的影响而引起磷酸化酶活动方向的改变所造成的；这就是植物水分平衡过程中外因和内因的辩证统一关系的一个生动的体现。

这里应该说明，植物吸收水分的主要动力是蒸腾拉力，但植物根压力的作用也是一

个不可忽视的力量。对木本植物而言（尤其是落叶乔木），秋、冬或初春，由于蒸腾微弱，或因失去蒸腾器官（落叶）而失去（或大大降低）了蒸腾拉力，因而该时植物的根压力反而成为植物吸水的主要动力。植物产生根压力的能量，是植物本身在呼吸过程中释放的能量提供的，因而根压的参与植物水分动态平衡过程，进一步说明了植物的水分动态平衡过程，不是一个单纯的、被动的物理过程，而是一个辩证的、能动的生理过程。

2. 植物对外界环境季节变化的适应反应

木本植物与草本植物不同，它不仅在温暖季节，而且在冬季的严寒季节也要与蒸腾过程中水分的丧失作斗争。多年生的草本植物，由于它的越冬器官（根、块茎、根茎）处于土壤的保护之下，因而在越冬期间几乎不会丧失水分。但木本植物却不同，冬季它的地上部分依然暴露在大气之中，因而不可避免地会继续丧失水分。但是，木本植物在漫长的系统发育中形成了适应外界环境季节变化的种种特性。例如树种向北分布愈远，或在山地的分布海拔愈高，则冬季的蒸腾强度也愈微弱。^④此外，木本植物每年在入冬之前就作好了一系列的越冬准备，这些变化对树木在越冬期间保持植物体内水分的相对平衡具有重要意义。例如在我国北方，秋天白昼很快缩短，气温逐渐降低，这些外界条件的变化，对木本植物来说，是一种预示着严冬即将来临的“信号”。木本植物在这些变化了的条件的影下，就开始越冬的准备。这时，木本植物不仅在外表上发生明显的变化，如叶子的脱落，植表木栓层的形成或加厚，皮孔的封闭等等。而常绿植物则叶表复盖蜡质层或增厚角质层，以及气孔开度减小或关闭。这些外表的变化已大大降低了植物的蒸腾失水，以维持植物体内水分的相对平衡。除了这些外表的变化外，植物内部也发生着一系列深刻的变化。例如新陈代谢强度大大降低（许多植物冬季的呼吸量仅为生长期中正常呼吸的二百分之一）；细胞原生质的粘度和亲水性增强，而原生质的透性却降低；细胞中可溶性糖增加，等等，这时植物逐步进入休眠状态。这些内部的质的变化，不仅大大提高了抵制植物体内丧失水分的能力，维持植物体内水分的相对平衡，而且也是植物抵御寒冷的一种适应反应。

虽然植物经过一系列的适应反应，大大降低了冬季水分的丧失，但是，由于植物的地上部分暴露在大气之中，因而微量的失水依然不可避免，尤其在土壤冻结以后，植物吸水十分困难，甚至不能从土壤中吸收水分。这时植物逐渐丧失的少量水分，大多由植物体内贮存的水分所补充，以维持植物微弱的新陈代谢，保证植物渡过寒冬。有人直接测定北方树种的针叶和芽的水分证明，在整个冬季，植物丧失的水分，总共不超过越冬前原有水分的3—5%，甚至在南方的树种，也不高于10—15%。^⑤这些丧失的水分，距离植物致命的最低含水量还很远。根据拉斯脱夫的资料，在芽由于干枯而死亡的时候，其水分的丧失不少于芽的全部含水量的50%。

随着季节的变化，植物渡过寒冬之后，天气渐渐转暖，植物又因外界条件变化的影响，开始新的适应反应。例如植物休眠状态的渐渐解除，新陈代谢的逐步增强，植物对水分的要求也随之增加。与此同时，土壤也随着天气变暖而解冻，相应地植物的吸水量也随着蒸腾加强而增加。同时，春暖后植物的根系活动也特别旺盛，这时植物的根压力也是一年中最大的时候，因而根压力成为落叶植物该时吸水的主要动力。以后，随着发

芽和叶子的舒展，蒸腾加强，蒸腾拉力也相应加强，植物又开始以蒸腾拉力为主要动力的水分动态平衡过程。

木本植物的季节变化适应反应，进一步说明植物的水分动态平衡过程，决不是一个单纯的、被动的物理运动过程，而是一个辩证的、能动的生理过程。

生命现象，是一种高级的物质运动形式。从大量的科学资料证明，生命物质不但是由无机界中的物质所构成的，而且生命现象本身也包含着一系列物理、化学的过程。但是，生物体是一个有机的整体，生物体内的各种物理、化学过程，并不是孤立地进行的，而是受机体的控制和能动的调节下实现的，从而表现出有机体的整体性和对环境的适应性等特点。这些特点构成了生命物质的特殊性，即生命现象区别于一般物理、化学现象的根据。因此，我们在研究和认识生命现象时，应该从整体着眼，从局部入手，然后进行综合的分析研究，这样才能逐步认识生命现象的本质。对于植物水分平衡这样一个具体的生命过程来说，我们认为它虽符合于一般的物理过程，而更重要的，它是一个受植物机体能动地控制和调节的生理过程。

三、人类对植物水分平衡的认识和利用

我们已经知道，植物水分的获得和散失，是植物水分平衡过程中互相对立而又统一的两个矛盾方面。因此只要我们设法促进植物水分的吸收，或减少水分的散失，都可以达到维持植物体内水分相对平衡的目的，从而保证植物的正常生育。

广大劳动人民和植物生理工作者，在长期生产实践和科学实验中，特别是与干旱作斗争中，对植物水分平衡的认识，不仅积累了丰富的知识，而且创造了许多保持农作物水分平衡，从而达到丰产的宝贵方法。

在促进植物吸收水分方面，合理灌溉是保证农作物水分平衡最有效、最普遍的方法。但是，解放前，历代统治阶级都无法对干旱作有效的斗争，只有解放以后，在共产党的领导之下，广大农村才有可能进行有计划的大规模的水利建设。目前，大、中、小型的水利建设工程已遍布全国，电灌程度逐年提高，旱涝保收的耕地面积不断扩大，从而保证了农业生产的连年丰收。

劳动人民在长期的生产实践中，还创造了深耕耙地，盖砂保墒等方法，以减少土壤水分的损失，保证农作物对水分的需要。

在灌溉技术上，除了群众创造的“看天、看地、看庄稼”的灌溉方法外，还采用了测定植物叶子吸水力、细胞渗透压和气孔开度等生理指标的方法，进行合理、适时的灌溉。

在减少植物水分损耗方面，阻止大气湿度的降低是减少植物水分损耗的主要方法之一。例如营造防护林，苗床、苗圃架棚遮阴，以及合理密植增加地面湿度等方法。此外减少蒸腾面积也是降低植物水分损耗的方法之一。例如合理整枝修剪，移栽时在傍晚进行，或适当剪去一些枝叶等方法，都可以防止蒸腾失水过多而破坏植物体内的水分平衡。

对于植物水分平衡的认识，现在虽然还是初步和肤浅的，但是只要我们在三大革命

实践中，沿着唯物辩证法所开拓的认识真理的大道奋勇前进，必将不断地揭示出它的全部秘密。

注：

- ①《毛泽东选集》卷一，第283页。
- ②恩格斯，《自然辩证法》，人民出版社，1959年，第215页。
- ③《毛泽东选集》卷一，第277页。
- ④Л.А.伊凡诺夫，《树种生活中的光和水分》，科学出版社，1957年，第40页。
- ⑤同上，第41页。
- ⑥同上，第41页。