

糜、谷不同成苗阶段的需水特性

邓西平 山 仑

摘 要

在水和0.3M甘露醇溶液的模拟水分胁迫条件下,对糜、谷不同成苗阶段的含水率、水势、呼吸速率、淀粉酶活力和幼苗生长量进行了测定及结果分析,根据幼苗生长发育的不同,以水分界限为基础,可将糜、谷的成苗阶段划分为:风干种子的假死阶段;以微弱的呼吸作用转向呼吸作用明显上升的吸胀阶段;淀粉酶活力增大、呼吸作用加强的萌发阶段以及生命代谢活动旺盛的根、芽伸长阶段。试验还表明:在两种水分条件下,谷子的吸水速率及水势值均高于糜子,萌发时间也早于糜子。

糜、谷为我国黄土高原干旱一半干旱地区的主要春播谷类作物,研究不同水分条件下糜、谷不同成苗阶段的水分界限以及与此相应的生理生化变化,有助于阐明成苗时期的水分代谢特点并为农业生产中抗旱保苗提供依据。

材 料 和 方 法

试验材料糜子 (*Panicum Miliaceum*) ; 大 黄 糜, 谷 子 (*Sataria italia*) ; 绳 头 谷。试验是在接近于0巴 (H_2O) 和-7.3巴 (中度水分亏缺, 0.3M的甘露醇培养液) 的水分条件和温度交替 (白天20℃, 夜间10℃) 及恒温 (20℃) 条件下分别组合进行的。在不同培养时期对种苗的含水率、呼吸强度、水势变化 (小液流法)、淀粉酶活力及种苗的生长状况分别进行了测定。

实 验 结 果

(一)成苗期间的吸水过程

成苗过程中种苗鲜重含水率的测定结果如图1、2、3所示。图1为萌发前的吸水过程。这一过程中谷子吸水的速率和吸水量均高于糜子。图2和图3分别为不同水分条件下以萌发开始到成苗的吸水过程中含水率的变化。图中的曲线均为逻辑斯谛方程回归的结果。图2和图3中的A、B、C、D各点分别代表相应的萌发时间。从图2和图3中可以看出,从萌动至生长第八天,0巴条件下种苗含水率的测定值由44%增加到接近于88%, -7.3巴条件下由39%增至78%。

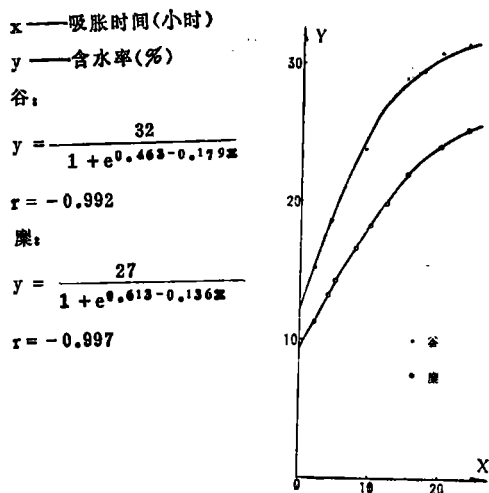
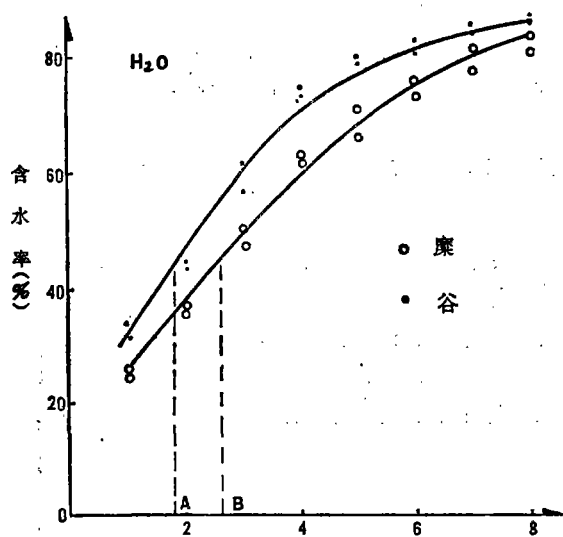
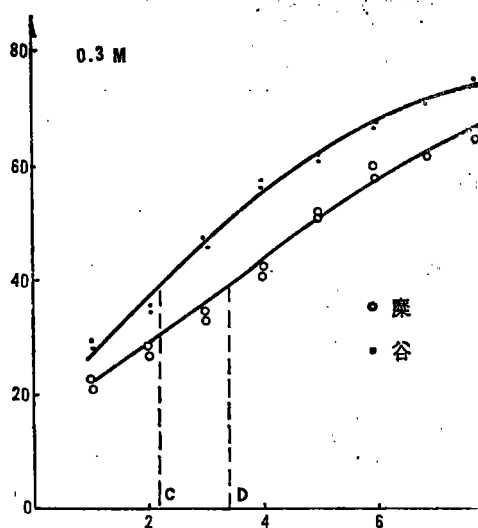


图1 谷糜萌发前的吸水过程



$$\begin{aligned} \text{谷: } y &= \frac{88}{1 + e^{1.175 - 0.641x}} & r &= -0.989 \\ \text{糜: } y &= \frac{88}{1 + e^{1.617 - 0.601x}} & r &= -0.996 \end{aligned}$$

图2 萌发至成苗的吸水过程



$$\begin{aligned} \text{谷: } y &= \frac{78}{1 + e^{1.173 - 0.525x}} & r &= -0.995 \\ \text{糜: } y &= \frac{78}{1 + e^{1.343 - 0.390x}} & r &= -0.989 \end{aligned}$$

图3 萌发至成苗的吸水过程

(二) 成苗期间的水势变化

吸胀过程中水势随含水率的增加明显呈线性增大, 回归结果如图4所示。

测得播种前风干谷子的含水率为11%, 糜子为10%, 用外推法得出它们的吸胀压分

$$\begin{aligned} \text{谷: } y &= 0.722x - 24.764 & r &= 0.958 \\ \text{糜: } y &= 2.426x - 68.20 & r &= 0.990 \end{aligned}$$

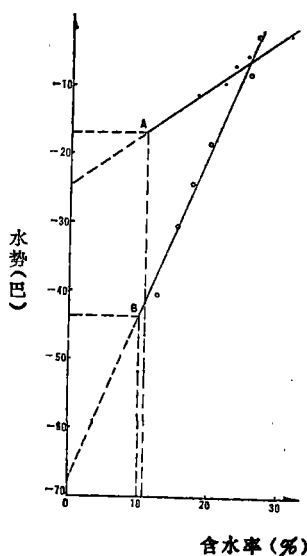


图4 吸胀过程中的水势变化

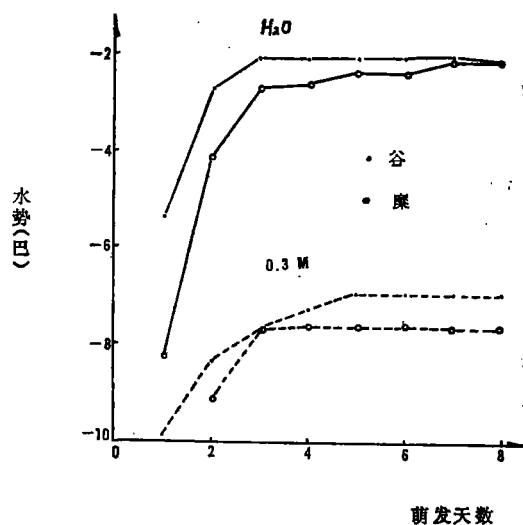


图5 萌发后的水势变化

别为 -16.8 ± 2.7 巴和 -43.9 ± 4 巴（见图 4 中的 A 点和 B 点）。从图 5 可以看出，在清水培养条件下（结合图 2 和图 3），萌发后糜、谷种苗水势均维持在 -2.04 ± 0.50 巴，在 -7.3 巴（ 0.3M 甘露醇溶液）条件下，水势稳定在 -7.64 ± 0.50 巴的范围内，两种作物的水势变化基本一致。说明在萌动之后，随着幼苗的生长，对外界水分条件要求严格了，同时表现出一定的渗透调节能力。萌发后水势趋于稳定的变化与萌发前水势与含水率呈线性关系的变化，表现出两种不同的水势变化过程。

（三）呼吸强度和淀粉酶活力的变化

对于不同成苗时期的呼吸强度和淀粉酶活力变化的测定结果见图 6 和图 7。

呼吸 ($\text{O}_2\mu\text{l}/\text{干重} \cdot \text{小时}$)

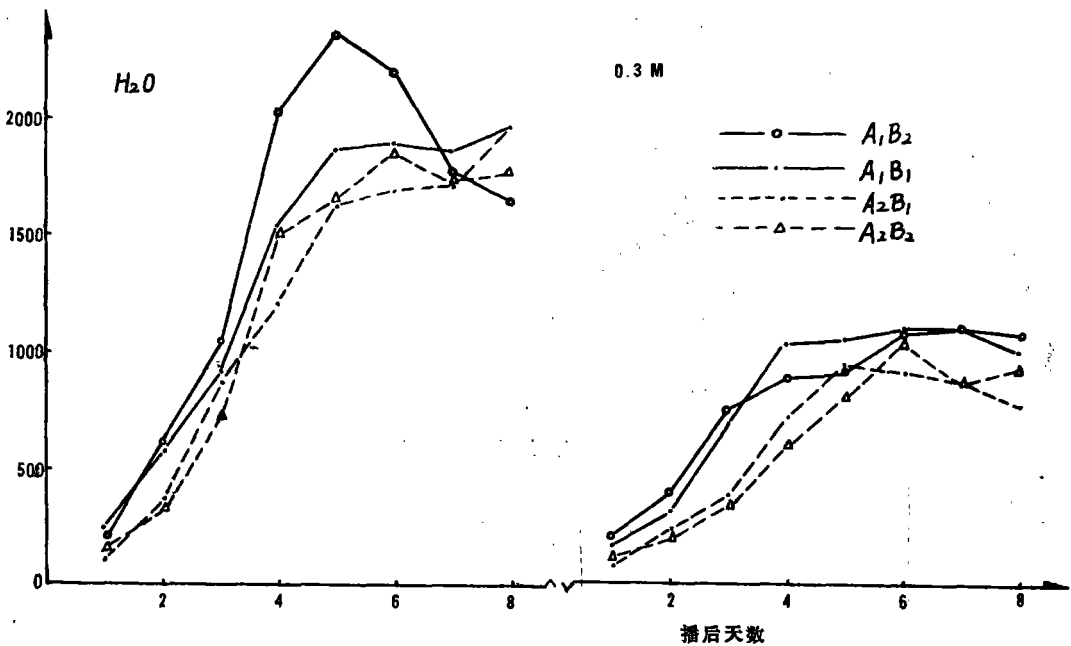


图 6 播种后呼吸强度的变化

从图 6 中可以看出：呼吸作用速率增加最快时期（播后 2—4 天）正是萌发的活跃时期，而淀粉酶活力增长的最快时期是在芽鞘和胚根伸长时期（第 3—6 天）（见图 7）。

从种的差异来看，谷子由于籽粒小，在培养后期由于淀粉类贮藏物质量较少，淀粉酶活力呈现不稳定的趋势。以水分条件来看， 0 巴 (H_2O) 条件下，呼吸作用速率明显高于 -7.3 巴培养条件下的呼吸强度，并且两种水分条件下谷子的呼吸强度均大于糜子。图 7 中，糜子的淀粉酶活力大小与上述的趋势是一致的，谷子在恒温和 0 巴水分条件下呼吸作用与淀粉酶活力呈现的变化趋势相同。

（四）根、芽生长与水分和温度的关系

不同处理所得结果如表 1 所示。对表 1 的实验结果经统计分析之后发现：成苗过程中幼根的生长对水分因子最为敏感 ($F = 1011150 > F_{0.01}$)，且对温度因子 ($F = 724 > F_{0.05}$) 和作物间因子 ($F = 575 > F_{0.05}$) 的敏感性也达到了显著水平，而幼芽生长量及

根/芽比值对作物间 温度和水分因子的敏感性均未达到显著水平 ($F < F_{0.05}$)。种苗含淀粉酶活力(mg/g干重·分)

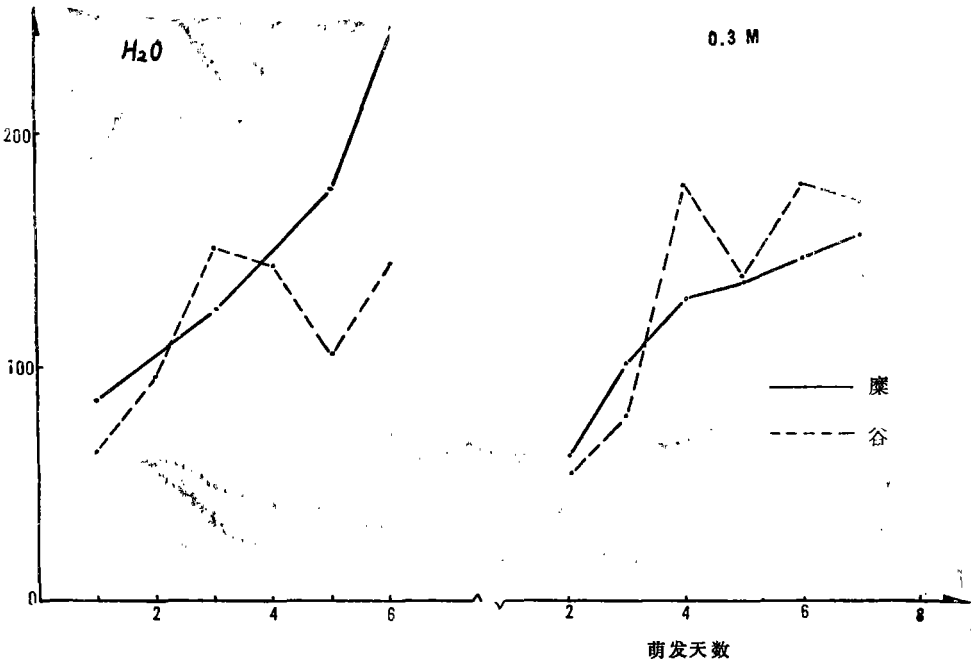


图7 萌发过程中淀粉酶活力的变化

表1 不同处理条件下的幼苗生长(播种第8天)

| 处 理 | | | 幼 根 长 | | 幼 芽 长 | | 幼 苗 全 长 | | 根/芽 比值 | 种苗干重 含水率 % |
|-----|---|---|-------|----------|-------|----------|---------|----------|-----------|------------------|
| A | B | C | cm | 变 异 % | cm | 变 异 % | cm | 变 异 % | | |
| 1 | 1 | 1 | 4.28 | 37.5 | 5.09 | 18.2 | 9.37 | 26.3 | 0.841 | 593.7 |
| 1 | 2 | 1 | 4.21 | 23.1 | 7.52 | 21.1 | 11.73 | 21.7 | 0.560 | 654.4 |
| 1 | 1 | 2 | 2.31 | 22.3 | 2.58 | 17.0 | 4.89 | 19.6 | 0.895 | 225.5 |
| 1 | 2 | 2 | 2.06 | 30.5 | 3.37 | 25.2 | 5.43 | 27.26 | 0.609 | 298.1 |
| 2 | 1 | 1 | 4.03 | 28.2 | 3.32 | 21.6 | 7.35 | 25.3 | 1.212 | 444.3 |
| 2 | 2 | 1 | 4.49 | 27.6 | 5.44 | 19.4 | 9.93 | 23.2 | 0.826 | 530.4 |
| 2 | 1 | 2 | 1.52 | 21.4 | 1.29 | 29.2 | 2.81 | 25.6 | 1.175 | 137.0 |
| 2 | 2 | 2 | 2.14 | 17.4 | 2.39 | 18.1 | 4.53 | 17.2 | 0.894 | 184.7 |

注：A为作物间因子，其中1代表谷子，2为糜子；B为温度因子，其中1为变温条件(日20℃、夜10℃)，2为恒温(20℃)；C为水分因子，1为0巴(H₂O)，2为-7.3巴(0.3M甘露醇中培养)。

水率主要受水分条件 ($F = 266.8 > F_{0.05}$) 和作物间差异 ($F = 318.1 > F_{0.05}$)的影响，与温度因子的相关性不显著。

讨 论

根据上述的实验结果，可将糜、谷在正常水分条件下(0巴)成苗过程的水分界限大致

划分如表2所示。

表2 糜、谷不同成苗阶段的水分界限

| 成 苗 阶 段 | 糜 子 | | 谷 子 | |
|---------------------|--------|---------|--------|---------|
| | 含水率(%) | 水势(巴) | 含水率(%) | 水势(巴) |
| 假死阶段：风干种子 | <10% | <-44 | <11% | <-17 |
| 吸胀阶段Ⅰ：呼吸微弱 | 10~14 | -44~-30 | 11~16 | -17~-10 |
| 吸胀阶段Ⅱ：呼吸明显上升 | 14~27 | -30~-10 | 16~32 | -10~-6 |
| 萌发阶段：淀粉酶活力增大，呼吸作用加强 | 27~44 | -10~-3 | 32~44 | -6~-3 |
| 根芽伸长阶段：生命活动旺盛 | 44~88 | >-3 | 44~88 | >-3 |

注：1. 表中表示的含水率为种苗鲜重含水率。

2. 由图2方程中计算结果：谷子y值标准差S=3%；糜子S=5%。

从成苗过程的水势变化来看，在假死阶段，糜、谷水势差异很大（主要是吸胀压的差异），从吸胀阶段到萌发阶段，糜、谷种苗的水势差异逐渐缩小，根芽伸长时期的水势基本趋向一致。从含水率的界限来看，糜子从假死阶段，吸胀阶段直到萌发阶段初期，它的水分界限略小于谷子，一旦萌发后幼根和芽鞘突破种皮，则和谷子的含水率界限趋于一致。由于糜子的野生性和抗旱性比较强，因而它的水分界限要求不如谷子严格，这种不严格的水分界限与糜子的生态适应性有关；谷子虽然栽培性较强，但也具有一定的耐旱性，因而水分界限也不是绝对严格的。

成苗过程主要受水分条件的影响，在0巴水分条件下，糜、谷萌发的时间分别为播种后65小时和44小时，含水率界限为44%，水势界限为-10~-6巴，在-7.3巴水分条件下糜子和谷子的萌发时间分别为83小时和54小时，含水率界限下降到39%，水势界限下降到-15~-10巴，显示了种苗通过渗透调节对水分亏缺产生了一定的适应能力。

从水分与成苗过程的关系上来看，糜、谷由吸胀到萌发的初始阶段，它们的吸水量和吸水速率是不同的。这种差异一方面与吸胀压的存在及种皮透水性的有关，另一方面，种苗含水率由15—44%这一阶段是呼吸作用和淀粉酶活力逐渐加强的过程。因此，吸胀过程是一个由单纯的被动的物理过程过渡至生理生化作用为主的吸水过程，吸胀过程的吸水量和吸水速率也受生命代谢活动的影响。

将糜子和谷子的成苗过程作一比较可以发现，谷子的特点是吸水速率快、萌发和胚根、芽鞘的生长速率也较快。除水分胁迫外，低温常常也使谷子的成苗过程受到较严重的影响，其原因是：低温使萌发过程的时间延长，这样由于营养供给有限，到了幼根、幼芽伸长期就会因饥饿而不能正常生长。糜子则能经受一定的低温而正常生长，但生长量也受到了抑制。

主 要 参 考 文 献

- (1) 山仑、郭礼坤：春播谷类作物成苗期间的抗旱性及需水条件，《作物学报》，1984(10)，第4期，257—263页。
- (2) 陈培元等：不同水分张力和亚适温条件下冬小麦种子萌发特性和抗旱性的关系，《植物生理学报》，1982(8)，第5期，117—121。
- (3) A.M.Mayer, The germination of seeds, Press by Per Ganson, 1982, P25—27, P170—180.
- (4) S.J.Scott, ect, Review of Data Analysis Methods for seed Germination, Coop Science, November-December, 1984, P1192—1199.
- (5) 赵毓楠：绿豆上胚轴伸长生长与细胞渗透势的相关性，《植物生理学报》，1985(11)，4期，392—401。

The Water Requirement Characteristics of Proso and Millet Seedlings at Different Developmental Stages

Deng Xiping

Shan Lun

Abstract

Under the water and water stress of 0.3M mannitol solution moderling conditions, during the different developmental stages of proso and millet seedlings, water content, water potential, respiratory rate, amylase activity and seedling growth were measured and analysed, with the water conditions as a major factor. Considering the difference between seedling growth and development, through controlling water regimes, the developmental stages of Proso and Millet seedlings may be divided as follows: (1) quiescent stage in which metabolic activity is very weak;

(2) imbibitional stage in which respiration from weak become to strong; (3) germinating stage in which amylase activity and respiratory rate increase rapidly and (4) radicle and plumule extensive stage in which metabolism and growth are very actively. The results also showed that under the two kinds of water conditions, water absorbing rate, water potential and germination time of the Millet were more higher and earlier than that of the Proso.

作物生态研究室学术活动简讯 (2)

1987年10月13—17日, 由中国植物生理学会环境生理专业委员会主持, 在兰州大学召开了第四届全国植物水分和抗旱生理学术讨论会, 共收到学术论文81篇, 来自全国21个省、市、自治区47个大学和科研单位的60多名代表出席了会议。中科院西北水保所陈培元和上海植生所王洪春主持了会议。

(陈培元供稿)