

土温对植物生长的影响及其机理分析

范爱武 刘伟 刘炳成

(华中科技大学能源与动力工程学院, 湖北 武汉 430074)

摘要 以二年生草本花卉黑心菊为材料, 研究了土壤温度对其生长发育的影响。结果表明, 加热株地上部的湿重和干重均比未加热株大, 而加热株根系的湿重和干重则比未加热株小; 且加热株具有较小的根冠比。这些说明适宜的土壤温度使根系的吸收活力增强, 有利于植物地上部的生长发育, 同时植物根系会通过功能补偿作用对不良土温做出适应性反应, 以减少不良土温对植物的危害。

关键词 土温; 植物生长; 鲜重; 干重; 根冠比

中图分类号: S152.8 文献标识码: A 文章编号: 0253-231X(2004)01-0124-03

EFFECT OF SOIL TEMPERATURE ON THE GROWTH OF PLANT AND AN ANALYSIS OF ITS MECHANISM

FAN Ai-Wu LIU Wei LIU Bing-Cheng

(College of Energy and Power Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract The effect of soil temperature on the growth was studied in *Rudbeckia hirta*, a biennial herbaceous flower. The results showed that the wet weight and dry weight of the over-ground part of the plant heated were heavier than those of the plant unheated; whereas the situation was reverse for the root systems of the two plants. Moreover, the plant that was heated has a smaller roots/canopy ratio. All the results indicated that a suitable soil temperature enhanced the absorption activity of the root system and was propitious to the growth of the over-ground part of the plant. At the same time, the plant did adaptation reaction to harmful soil temperature through function compensation.

Key words soil temperature; plant growth; wet weight; dry weight; roots/canopy ratio

1 前言

温度是非常重要的生态因子。自然条件下, 植物根系和冠层所处环境温度不同, 根系内部温度也不一致。气温的生态生理效应早已受到普遍重视^[1,2], 积累了大量的资料, 但关于土温(或根温)对植物生长发育影响的研究相对较少。然而, 植物的生长发育可能对土温更加敏感。Walker 的研究表明, 土温变化 1°C 就能引起植物生长的明显变化^[3]。土温对植物的影响是多方面的^[4,5], 它影响植物的生长模式、地上地下干物质的积累和根冠比。随着科技的进步, 对土温的控制也成为可能。因此, 人们越来越需要了解土温对植物生长发育的影响及其生理机制, 为设施园艺及工厂化周年生产提供依据。本文研究在人工控制条件下土温对黑心菊生长发育的影响。

2 材料与方法

2.1 试验材料及其培养

试验材料为二年生草本花卉黑心菊。种子萌发、幼苗培养均在苗圃的温室中进行。在土温处理前各个体的生长条件相同。种子于 2001 年 10 月播种, 在专门配制的花卉土中萌发、生长至 2002 年 4 月 4 日, 选取大小一致的两株移植到直径为 15 cm 的有机玻璃土壤床中进行培养, 其中一株底部用电热丝加热土壤, 使土壤床底部温度保持 25°C 左右; 另一株不加热, 其它培养条件均相同。下文中两株黑心菊分别称为加热株和未加热株。土温处理时间从 2002 年 4 月 5 日起至 2002 年 5 月 14 日结束, 为期 40 天。

收稿日期: 2002-12-09; 修订日期: 2003-11-17

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目 (No.G2000026303); 国家自然科学基金 (No.59976010); 教育部博士点基金 (No.2000048731) 资助项目

作者简介: 范爱武 (1973-), 男, 湖南隆回人, 博士研究生, 主要从事资源-环境-作物系统中的热物理问题及土壤和地下水污染方面的研究。

2.2 试验方法

试验期间每隔两小时测取土壤床不同深度处 5 个点的温度, 温度敏感元件为铜 - 康铜热电偶。试验完毕用标准天平称取黑心菊地上部和根系的鲜重, 然后将其放入烘箱中于 85°C 下烘干至恒重, 用精密电子天平 (型号: AB204-S, 分度值: 0.1 mg) 测定干重, 并分别记录两株黑心菊的叶片数和花蕾数。

3 结果与分析

3.1 土壤的平均温度

由于气温在一天之中是随时变化的, 土温也随之变化。试验期间加热株和未加热株的平均昼温分别为 23.33°C 和 19.82°C, 平均夜温分别为 23.10°C 和 19.68°C, 二者分别相差 3.51°C 和 3.42°C。

3.2 土温对黑心菊地上部的影响

叶片是植物的主要光合器官, 叶片的大小和多少对光合产物的积累有重要的影响^[6]。人们早就注意到了根温 (即土温) 对叶片生长的影响, 发现叶片生长对土温极为敏感^[4]。金成忠早在 1963 年就指出, 根系对叶片生长及其活力有重要的影响^[7], 土温不适宜时, 根系活力降低, 导致叶片生长缓慢及光合作用减弱。文献^[8]的研究也表明, 土温不适宜时, 甜椒叶片的气孔导度和胞间 CO₂ 分压降低, 且不同土温的甜椒净光合速率与叶片气孔导度和胞间 CO₂ 分压呈线性相关。因而土温过高或过低导致叶片净光合速率降低。

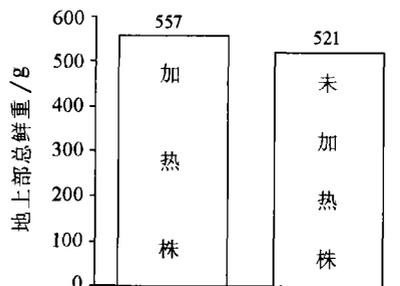


图 1 黑心菊地上部总鲜重的比较

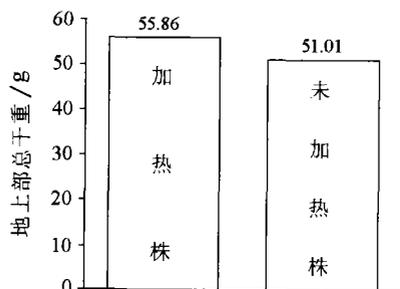


图 2 黑心菊地上部总干重的比较

从图 1 和图 2 可以看出, 加热株地上部鲜重为 557 g, 而未加热株为 521 g, 前者比后者重 36 g; 加热株地上部干重为 55.86 g, 未加热株为 51.01 g, 二者相差 4.85 g, 且加热株的叶片数和花蕾数均比未加热株多 4 个。这些都说明加热株的土温更适宜黑心菊的生长。试验中观察到, 加热株的叶片宽大, 厚实, 颜色较深; 而未加热株叶片较小, 颜色泛黄, 且在试验后期大部分叶片染上了虫害, 而加热株则未发生虫害, 说明加热株比未加热株抵抗病虫害的能力增强。

3.3 土温对黑心菊根系的影响

由于地表太阳辐射的周期性变化产生气温有规律的昼夜变化, 使许多生物适应了变温环境, 多数生物在变温下比恒温下生长得更好。例如, 蝗虫在变温下的平均发育速度比恒温条件下快 38.6%。植物生长与昼夜温度变化的关系更为密切, 即有所谓的温周期现象^[9]。

同样, 土温变化与否也会影响植物根系的生长。由图 3 和图 4 可以看出, 加热株根系的鲜重和干重分别为 84 g 和 5.82 g, 而未加热株则为 124 g 和 7.57 g。研究表明, 植物根系在较低的夜间土温时会分泌较多生长素; 而夜间土温太高时, 根系分泌的生长素较少或根本没有^[9]。同时, 土温较高时根系的呼吸消耗增多, 使根系生长减慢。Szaniawaki 研究证实, 植物根系会

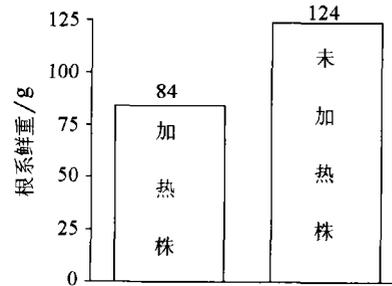


图 3 黑心菊根系鲜重的比较

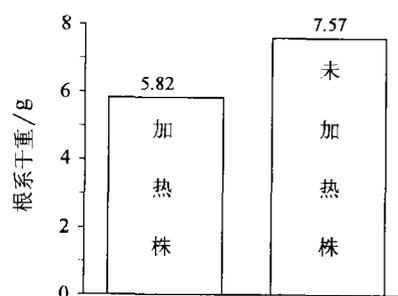


图 4 黑心菊根系干重的比较

通过功能补偿作用对不良土温做出适应性反应,以减少不良土温对植物的危害^[10]。

3.4 土温对黑心菊根冠比的影响

根冠比,即植物根系与冠层重量的比值。从表1可以看出,加热株的根冠鲜重比和干重比均比未加热株小。这是由于加热株根系活性较强,水分和养分能较快地传输到地上部分去,有利于叶片的光合作用和干物质的积累,因而植物冠层生长较好;而较低的土温影响根系对水和矿物质的吸收,使植物处于胁迫状态,而根系可以优先利用有限的水、肥,其受到的影响要远小于地上部。冯玉龙等的研究也证实了这一点^[11,13]。同时,由上节分析知道,恒定的土壤温度不利于根系生长素的分泌,使得加热株的根系反而不如未加热株的发达而导致较小的根冠比。

表1 黑心菊根冠比的比较

根冠比	加热株	未加热株
根冠鲜重比	15.0%	23.8%
根冠干重比	10.4%	14.8%

4 结 论

近十多年来,根系在植物生长发育中的作用,尤其是作为感应周围土壤环境的器官,所起到的对植物地上部许多生理过程和根冠比控制中的调节作用,受到了越来越多的重视^[4,5,8,11~13,15]。土壤温度对根系生长、代谢有很大的影响,而根系的生长和代谢对地上部的生长又起着促控作用。土温可以通过多种不同的机制影响植物地上部分的生长和光合作用。关汉平^[14]对土温对苋菜生长的影响进行了有益的探索,发现土温影响根系对N、P、K、Ca和Mg的吸收,影响根系活力等。不良土温通过抑制叶片中淀粉的降解和转运以及糖与蛋白质之间的转化而影响叶片净光合速率并认为低的叶片温度可被较高的土温所补偿。冯玉龙等发现在昼/夜气温为25°C/20°C时,番茄苗的适宜土温为25~30°C,

高于气温^[12,13]。在设施园艺中控制土温较控制气温容易,也较经济,工厂化生产免洗蔬菜时更是如此。如果高的土温可以补偿低叶温对植物生长的不良影响,将有重要的实践意义。当然对于不同植物来说可能会不同,这些都有待进一步的研究。

参 考 文 献

- [1] 孙存华. 昼夜变温对小麦幼苗生长的影响. 植物生理学通讯, 1994, 30(3): 192-194
- [2] 杨盛昌, 林鹏, 中须贺常雄. 5°C夜间低温对红树幼苗光合速率和蒸腾速率的影响. 植物研究, 2001, 21(4): 587-591
- [3] Walker J M. One-Degree Increment in Soil Temperature Affects Maize Seedling Behavior. Soc. Soil Sci. Amer., 1969, 33: 729-736
- [4] 冯玉龙, 刘恩举, 孙国斌. 根系温度对植物的影响 I- 根温对植物生长及光合作用的影响. 东北林业大学学报, 1995, 23(3): 63-69
- [5] 冯玉龙, 刘恩举, 孟庆超. 根系温度对植物的影响 II- 根温对植物代谢的影响. 东北林业大学学报, 1995, 23(3): 63-69
- [6] 冯玉龙. 树木的光合速率及与生长和产量的关系. 现代森林经营与资源利用研究. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1994, 174-181
- [7] 金成忠. 根系对叶片生长和活力作用的物质基础. 植物生理学通讯, 1963, 1: 1-16
- [8] 冯玉龙, 姜淑梅. 根系温度对甜椒生理特性的影响. 植物生理学通讯, 2000, 36(4): 308-311
- [9] 李博. 生态学. 北京: 高等教育出版社, 2000
- [10] Szaniawaki R K. Adaptation and Functional Balance Between Shoot and Root Activities of Sunflower Plants Grown at Different Root Temperature. Ann Bot., 1983, 51: 453-459
- [11] 冯玉龙, 姜淑梅, 邵侠. 根系温度对苋菜生长及光合作用的影响. 植物研究, 2000, 20(2): 180-185
- [12] 冯玉龙, 刘恩举, 张宝友. 根系温度对番茄的影响 (I)- 根温对番茄生长的影响. 植物研究, 1996, 16(1): 133-139
- [13] 冯玉龙, 刘恩举, 崔臻祥. 根系温度对番茄的影响 (II)- 根系温度对番茄光合作用和水分代谢的影响. 植物研究, 1996, 16(2): 214-218
- [14] 关汉平. 不同昼夜温度和根冠温度下苋菜苗的同化物分配和营养生长: [硕士论文]. 北京: 北京农业大学, 1986
- [15] 梁建生, 张建华, 曹显祖. 根系环境温度变化对根系吸水和叶片蒸腾的影响. 植物学报, 1998, 40(12): 1152-1158