

持续低温对黄瓜幼苗形态和生理特性的影响

周 青, 王纪忠, 陈新红

(淮阴工学院 生命科学与化学工程学院园艺系, 江苏 淮安 223002)

摘 要: 试验分析了苗期持续低温对黄瓜幼苗形态和生理特性的影响。结果表明: 在 5~15℃的持续低温条件下黄瓜幼苗的生长受到抑制, 随温度降低, 黄瓜幼苗的株高、茎粗以及地上部重量和地下部重量皆显著降低; 与对照比可溶性蛋白质显著降低, Pro、相对电导率、MDA 含量显著提高; SOD 和 POD 的活性升高、CAT 活性在 5℃时呈下降趋势。持续 5℃的低温导致活性氧清除系统平衡被打破, 清除能力下降, 渗透调节物质显著增加, 膜脂过氧化严重。

关键词: 持续低温; 黄瓜; 形态; 生理特性

中图分类号: S 642.204⁺.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2010)16-0001-03

黄瓜是喜温蔬菜, 既不耐寒, 又不耐高温。黄瓜生长的适宜温度一般为 15~32℃, 气温过高或过低, 都会影响黄瓜的生长发育。在北方黄瓜冬、春栽培中低温是影响黄瓜生长的主要自然灾害, 在黄瓜整个生长过程中均会造成不利影响, 如植株苗弱、生长迟缓、萎蔫、黄化、局部坏死、坐果率低、产量降低和品质下降等, 因此, 关于低温冷害对黄瓜生长及其生理特性影响的研究日益受到人们关注^[1-3], 但持续低温对黄瓜生长及其生理特性的影响研究较少。该试验研究持续低温处理对黄瓜幼苗生长及生理特性的影响, 探讨黄瓜低温冷害的生理机制, 以期对黄瓜冬、春栽培育苗提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试品种为淮安地区常见栽培黄瓜品种“津春 4 号”。

1.2 试验方法

播前用 40℃温水浸种 24 h, 催芽后将处理过的种子均匀点播在育苗盆里。放入恒温培养箱中培养(白天 30℃/晚上 15℃), 定期观察浇水(1~2 d 浇水 1 次), 保持 75%的相对湿度。待黄瓜幼苗长到二叶一心时, 放入 LRH-800-GS 型人工气候箱中进行低温处理。试验设 4 个处理, 处理 I (对照) 25℃/15℃(日/夜, 下同)、处理 II 15℃/15℃、处理 III 10℃/10℃、处理 IV 5℃/5℃。3 次重复, 人工气候箱中相对湿度保持在 75%左右、光照时间 11 h, 光照强度 62.5 μmol·m⁻²·s⁻¹, 持续低温处理 7 d

后采样测定幼苗的形态和生理指标。

1.3 测定项目与方法

每重复随机选取 10 株黄瓜幼苗用水冲洗干净后, 分别测定根、茎、叶鲜重, 而后置入电热恒温鼓风干燥箱用 105℃杀青 30 min, 80℃烘干至恒重后称其干重。

黄瓜幼苗叶片中脯氨酸(Pro)含量采用茚三酮比色法测定^[4]、可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定^[5]、超氧化物歧化酶(SOD)活性采用氮蓝四唑法测定^[6]、过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚氧化比色法测定^[7]、过氧化氢酶(CAT)活性用高锰酸钾滴定法^[8]、丙二醛(MDA)含量参照文献[7]测定。叶片质膜透性的测定用电导仪法^[9]。

2 结果与分析

2.1 持续低温对黄瓜幼苗植株形态指标的影响

一般认为黄瓜幼苗期适宜的生长温度为 10~30℃。试验结果表明, 在 15℃时黄瓜幼苗的生长发育就受到显著影响。随温度降低, 黄瓜幼苗的株高、茎粗、地上部重量和地下部重量皆显著降低(表 1)。

2.2 持续低温对黄瓜幼苗生理特性的影响

2.2.1 持续低温对黄瓜幼苗叶片渗透物质及膜脂过氧化的影响 由表 2 可知, 低温对黄瓜幼苗生理特性有显著影响。3 个处理与对照相比, 可溶性蛋白质含量显著降低, Pro、MDA 含量和相对电导率明显提高, 差异均达到显著水平。其中 15℃和 10℃处理的可溶性蛋白质、Pro、MDA 含量和相对电导率的差异均不显著, 但在 5℃时可溶性蛋白质下降幅度较大; Pro、MDA 含量和相对电导率提高幅度较大。

2.2.2 持续低温对黄瓜幼苗叶片保护酶的影响 由表 3 可知, 黄瓜幼苗叶片内 SOD 活性在 15℃就比对照显著提高, 且温度越低 SOD 活性越高, 15℃和 10℃处理间的差异不显著, 到 5℃时 SOD 活性急剧升高; 在 10℃以上

第一作者简介: 周青(1963-), 男, 江苏南京人, 教授, 现从事植物生理生态研究工作。E-mail: hynsxz@sohu.com。
基金项目: 江苏省教育厅资助项目(O4KJD210031); 淮阴工学院科研基金资助项目(HGQ0613)。
收稿日期: 2010-04-06

表 1 持续低温对黄瓜幼苗生长及其生物量的影响

Table 1 Effect of durative low temperature on growth and biomass of cucumber seedlings

温度 Temperature/℃	株高 Length of plant/cm	茎粗 Stem diameter/cm	地上部 Aerial part		地下部 Subterranean part	
			鲜重 Fresh weight	干重 Dry weight	鲜重 Fresh weight	干重 Dry weight
			/g·plant ⁻¹	/g·plant ⁻¹	/g·plant ⁻¹	/g·plant ⁻¹
25/15(CK)	6.38±0.42a	0.54±0.021a	12.39±0.98a	0.78±0.022a	6.21±0.86a	0.14±0.023a
15/15	5.87±0.36b	0.41±0.025b	10.02±0.87b	0.63±0.023ab	5.13±0.56b	0.11±0.018ab
10/10	4.47±0.35c	0.37±0.032b	8.71±0.79c	0.54±0.033b	4.11±0.60b	0.10±0.013b
5/5	3.97±0.37c	0.26±0.028c	6.37±0.57d	0.47±0.034b	4.06±0.61b	0.09±0.011b

注 同列数字后的字母表示 Duncan's 新复极差检验结果 不同小写字母表示处理间差异达显著水平(P<0.05), 下同。
Note: The letters after data indicate the result according to Duncan's multiple range test. The small letters indicate the significant difference at P<0.05 level, the same as below.

表 2 持续低温对黄瓜幼苗叶片渗透物质及膜脂过氧化的影响

Table 2 Effect of durative low temperature on osmotic adjusting materials and membrane-lipid peroxidation of cucumber seedlings

温度 Temperature/℃	可溶性蛋白质 Soluble protein contents/ mg·g ⁻¹ FW	脯氨酸 Proline /μg·g ⁻¹ FW	MDA /μmol·mg ⁻¹ FW	相对电导率 Relative electric conductivity/%
25/15(CK)	2.05±0.032a	53.89±2.08c	10.15±0.98c	0.167±0.012c
15/15	1.26±0.028b	75.26±2.01b	15.13±0.95b	0.181±0.011b
10/10	1.17±0.022b	80.43±1.03b	16.54±0.47b	0.187±0.013ab
5/5	0.90±0.018c	116.29±2.34a	18.38±0.81a	0.194±0.012a

时 POD 活性变化比较平稳, 10℃和 15℃处理间没有出现显著差异, 但 10℃和对照相比差异显著, 5℃低温下, POD 的活性急剧升高; CAT 活性在 15℃和 10℃处理时显著升高, 与对照比均出现了显著差异, 但在 5℃时, CAT 活性下降, 与 15℃和 10℃处理均无显著差异。

表 3 持续低温对黄瓜幼苗叶片保护酶活性影响

Table 3 Effect of durative low temperature on protective enzymes of cucumber seedlings

温度 Temperature/℃	SOD	POD	CAT
	/U·mg ⁻¹	/△A ₄₇₀ ·min ⁻¹ ·g ⁻¹	/U·min ⁻¹ ·g ⁻¹
25/15(CK)	45.85±2.08c	45.80±1.98c	1.76±0.05c
15/15	50.26±3.12b	48.65±2.02bc	2.01±0.11b
10/10	53.37±2.45b	54.83±2.24b	2.34±0.09a
5/5	63.86±2.63a	70.39±2.78a	2.25±0.06ab

对照显著提高, 说明体内游离脯氨酸在对抗低温伤害时起到平衡细胞代谢的作用, 以保持细胞内环境的相对稳定, 其含量的增加大幅降低水势, 提高原生质胶体的保水能力, 增强了黄瓜的抗寒性。

低温下植物体中的 MDA 大量积累, 造成膜透性上升, 电解质外渗, 使电导率值变大, 导致细胞膜系统的严重损伤。试验中随温度降低, 黄瓜幼苗叶片的 MDA 和电导率都有了显著的上升, 说明在持续低温下细胞质膜出现过氧化现象, 与高福钊等^[9] 研究结果一致。从上述黄瓜幼苗叶片渗透物质及膜脂过氧化的变化可以看出, 持续低温对黄瓜幼苗的生长产生严重的影响, 导致幼苗生长迟缓甚至停滞。

植物的细胞膜系统在低温下的损伤, 与生物自由基引起的膜脂过氧化有关。在正常情况下, 活性氧对植物的毒害作用被活性氧清除系统的活性所平衡, 活性氧清除系统包括酶促及非酶促二类系统, 其中酶促系统的主要酶类有 SOD 和 POD 等。SOD 是主要的活性氧清除酶系, 它催化 O₂⁻ 转化为 H₂O₂ 和 O₂, CAT 使 H₂O₂ 转化为 H₂O 和 O₂, 使自由基维持在一个较低的水平, 从而避免膜伤害, 低温逆境破坏了活性氧产生和清除的平衡关系, 从而对黄瓜的生长发育产生不利影响^[1-2, 10]。该试验条件下, 黄瓜幼苗 SOD、POD 活性在低温下均呈上升趋势, 而 CAT 活性在 10~15℃时比对照增加, 在 5℃时开始下降, 说明 10~15℃低温下黄瓜幼苗对活性氧的清除能力提高, 活性氧清除系统在逆境下建立了新平衡关系, 减轻了低温对黄瓜生长的伤害, 但 5℃低温下黄瓜幼苗的活性氧清除系统平衡被破坏, 对活性氧的清除能力下降, 黄瓜生长严重受抑制。

综上所述, 在 5~15℃的持续低温条件下黄瓜幼苗的生长受到抑制, 温度越低抑制越明显。在 10~15℃时

3 讨论与结论

作物在受到逆境胁迫后, 分生组织细胞膨压降低, 细胞分裂减慢或停止, 细胞伸长受到抑制, 同时不同器官或组织的“源—库”关系发生变化。低温胁迫对黄瓜幼苗最直观的影响表现为生长缓慢、叶片萎蔫、黄化、植株矮小等症状^[1-3]。试验中温度越低, 对黄瓜幼苗生长的抑制作用越明显, 持续 7 d 的 5℃低温严重影响黄瓜幼苗的生长。

可溶性蛋白质是植物组织中重要的渗透调节物质。试验中黄瓜幼苗蛋白质含量在低温下明显降低, 这说明低温环境使得硝酸还原酶(NR)、亚硝酸还原酶(NiR)、氨基酶活性降低, 影响到了蛋白质的合成, 同时也使得 ATP 合成减少, 使蛋白质合成能力降低^[9]。

Pro 是植物组织中重要的渗透保护物质之一, 其作用是防止渗透胁迫对植物造成的伤害、清除自由基, 在低温条件下植物组织中 Pro 增加, 可提高植物的抗寒性^[11]。试验中持续低温处理的黄瓜幼苗 Pro 含量均较

黄瓜幼苗的活性氧清除系统为适应低温建立了新的平衡,在一定程度上减轻了低温的伤害,而在持续 5℃的低温下黄瓜幼苗的活性氧清除系统平衡被破坏,活性氧清除能力下降,渗透物质显著增加,膜脂过氧化加剧,黄瓜幼苗的内在生理机制被破坏,黄瓜幼苗的生长受到严重抑制。因此,在黄瓜冬、春茬栽培中,应该十分重视保温、增温,尽可能地满足黄瓜幼苗正常生长所需的温度条件,防止出现 15℃以下特别是 5℃的持续低温对黄瓜幼苗生长的影响。

参考文献

[1] 李明玉,曹辰兴,于喜艳.低温锻炼对冷胁迫下黄瓜幼苗保护性酶的影响[J].西北农业学报,2006,15(1):160-164.
[2] 周艳虹,喻景权,钱琼秋.等.低温弱光对黄瓜幼苗生长及抗氧化酶活性的影响[J].应用生态学报,2003,14(6):921-924.

[3] 余纪柱,李建五,王美平.等.低温弱光对不同生态型黄瓜苗期若干测定指标及光合特性的影响[J].上海农业学报,2003,19(4):46-50.
[4] 马国成,张福堉.日光温室不同光温环境对黄瓜光合产物运输及分配的影响[J].北京农业大学学报,1995,21(1):34-38.
[5] 王克安,王冰,顾三军.低温对黄瓜生理生化、代谢功能及形态的影响[J].山东农业科学,1998(4):52-55.
[6] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:164-261.
[7] 赵世杰.植物组织中丙二醛测定方法的改进[J].植物生理学通讯,1994,30(3):207-210.
[8] 汪贵斌,曹福亮.盐胁迫对落羽杉生理及生长的影响[J].南京林业大学学报(自然科学版),2003,27(3):11-14.
[9] 高福钊,霍建勇.低温逆境对黄瓜生长发育的影响[J].吉林蔬菜,2004(1):27-28.
[10] 马德华,孙其信.温度逆境对不同品种黄瓜幼苗膜保护系统的影响[J].西北植物学报,2001,21(4):656-661.

Effect of Durative Low Temperature on Morphological and Physiological Characteristics of Cucumber Seedling

ZHOU Qing, WANG Ji-zhong, CHEN Xin-hong

(College of Life Sciences and Chemical Engineering, Huaiyin Institute of Technology, Huai'an, Jiangsu 223003)

Abstract: The effect of durative low temperature on morphological and physiological characteristics of cucumber seedlings were analyzed. The results showed that durative low temperature treatments under 5~10℃ decreased plant growth. As temperature degraded, the height of plant, stem diameter and biomass were decreased. Compared with CK, the contents of soluble protein decreased obviously, with increased relative conductivity, Proline and MDA. The activity of SOD and POD in leaves were higher, but the activity of CAT were lower under 5℃. With durative 5℃ low temperature, the balance of active oxygen were broken and the activity of active oxygen were decreased significantly, osmotic adjusting materials were raised and membrane-lipid peroxidation were intensified.

Key words: durative low temperature; cucumber; morphology; physiological characteristic

观 风 测 天 谚 语

1. 四季东风下,只怕东风刮不大。2. 春起东风雨绵绵,夏起东风并断泉;秋起东风不相提,冬起东风雪半天。3. 开门风,闭门雨。4. 东风下雨东风晴,再刮东风就不灵。5. 南风刮到底,北风来还礼。6. 东风急。雨打壁,南风腰中硬,北风头上尖。7. 早刮东风不下雨,涝刮西风不会晴。8. 南风转东风,三天不落空;雨后西南风,三天不落空。9. 五月南风下大雨,六月南风井底干。10. 南风不过三,过三不雨就阴天。11. 东风湿,西风干,北风寒,南风暖。12. 顶风上云,

不雨就阴,急风行暴雨。13. 久晴西风雨,久雨西风晴。14. 常刮西北风,近日天气晴。15. 雨后刮东风,未来雨不停;南风怕日落,北风怕天明。16. 南风多雾露,北风多寒霜。17. 夜夜刮大风,雨雪不相逢;南风若过三,不下就阴天。18. 风头一个帆,雨后变晴天。19. 东风不过晌,过晌翁翁响。20. 雨后东风大,来日雨还下。21. 雹来顺风走,顶风就扭头。22. 春天刮风多,秋天下雨多。