

辣椒耐低温弱光的研究进展

孟 浩¹, 王丽萍², 王 鑫², 马 跃²

(1. 沈阳农业大学, 110161; 2. 辽宁农科院蔬菜研究所, 沈阳 110161)

摘 要: 对辣椒耐低温弱光的研究情况进行了阐述, 并着重介绍了低温弱光对辣椒植物学性状、保护酶系统、膜脂过氧化、光合特性、内源激素的影响及需继续探讨的几个问题。

关键词: 辣椒; 低温弱光; 保护酶系统; 膜脂过氧化; 光合特性; 内源激素

中图分类号: S 641.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2007)05-0055-03

辣椒原产中南美洲, 又名番椒、海椒、辣子、辣茄等, 属茄科辣椒属^[1]。它在世界各地广泛种植, 随着国民经济的发展和人民生活水平的提高, 对蔬菜(尤其辣椒)周年供应的要求迫切, 这在我国北方尤为突出。保护地栽培及其技术的大面积使用和推广, 有效地缓解了这个矛盾。但我国北方保护地栽培期间, 正值低温阶段, 并受薄膜等覆盖物影响, 光照强度弱, 在这种低温、弱光环境下, 辣椒正常生长受阻, 引起落花落果, 座果率下降, 导致产量降低, 商品性差, 给生产造成严重损失。目前, 对辣椒耐低温性或耐弱光性研究的比较多, 有关辣椒低温弱光逆境生理研究的也不少, 但都是以低温或弱光作为单一因素研究的, 而辣椒设施栽培, 尤其是日光温室栽培过程中, 低温与弱光往往相伴出现, 而国内外有关低温与弱光对于辣椒生长发育和生理机制综合影响的研究报道却很少^[2-3]。所以温室辣椒耐低温弱光性及其生理特性的研究有重要意义, 其应用前景也十分广阔。现就有关这方面的研究结果做一简要的概述。

1 低温弱光对辣椒植物学性状的影响

1.1 低温弱光对辣椒营养生长的研究

有研究表明, 在低温弱光的环境下, 辣椒的叶面积明显减少, 茎粗和株高也都有不同程度的降低。植株的生长速率(RGR), 叶质量比(叶质量/全株干样质量, LWR), 叶面积比(叶面积/全株干质量, LAR)等营养生长指标减少。其中 RGR 的降低主要取决于 LAR 与 SLA 的减少, 而叶面积(叶面积/叶片干样质量, SLA)与 LAR 呈正相关。对番茄的研究也得出了相同的结论^[4-9]。

有学者研究指出, 植物叶片数目的多少与光照强度有明显的相关性^[7], 若伴随着低温, 则减少的数目将更

加明显。随着温度的降低和光照的减弱, 辣椒叶片呈下降趋势, 这主要是因为低温弱光条件下辣椒的同化量下降从而使叶的发育速度减缓的结果^[8]。在低温弱光条件下, 叶片生长速度较正常条件下有所减少, 但差异并不十分显著。耐低温品种的叶绿素含量增加而不耐低温品种则叶绿素含量降低, 这和叶片生长速度保持一致, 说明辣(甜)椒低温弱光下叶片生长速度和叶绿素的含量有关^[9]。

1.2 低温弱光对辣椒生殖生长的研究

辣椒在理论上属于短日照植物, 在自然日照基础上人工照明加长日照时数, 会使辣椒花芽分化和开花时间延迟。Popecu(1977)等研究表明, 如果光照强度在辣椒的光饱和点以下时, 从播种到显蕾的时间与光照强度呈负相关, 光照越强, 显蕾时间越短。但光照过强, 新生花芽反而发育不好。同化物供应不足是落花的重要原因, 而光照是影响同化物供应的重要因素。别之龙等的研究表明, 弱光可降低开花数, 极显著的增加了花蕾脱落。这是因为弱光降低了光合产物积累与运输的缘故^[10]。在一定的温度条件下, 光照降低会导致辣椒果实中维生素 C、可溶性糖含量降低, 而使干物质积累增加, 陈银华等均有报道^[11]。但若伴随低温, 尤其夜温在 15℃以下时, 果实几乎不能生长, 产量下降, 同时低温将使茄红素形成缓慢, 生物学成熟期延长。通过以上研究说明, 要使辣椒花芽分化正常以及开花坐果率提高应注意温度与光照的协同互作效应^[12]。

2 低温弱光对辣椒保护酶系统和膜脂过氧化以及抗坏血酸的影响

2.1 低温弱光对辣椒保护酶系统和膜脂过氧化的影响

植物体内生物自由基的产生可对植物造成各种伤害作用, 同时植物体内也形成了一套防御生物自由基伤害的膜保护酶体系, 主要包括超氧化歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)等, 他们能够使植物在一定程度上减缓或抵抗逆境胁迫^[13]。钱芝龙等人用辣椒幼苗做材料作低温胁迫处理, 结果发现耐寒品种酶活

第一作者简介: 孟浩(1982-), 男, 汉族, 在职硕士, 研究方向为蔬菜遗传育种。

基金项目: 辽宁省自然科学基金资助项目(20052130)。

收稿日期: 2006-12-27

性有所增加,但随着胁迫时间的延长, SOD、CAT、POD 的活性都持续下降^[14]。邹志荣、陆岷一(1994)也得出了相同的结果^[15]。

在一定光照强度条件下,对不同辣椒品种用不同温度处理,发现无论是低温胁迫程度加大,还是低温胁迫时间延长,辣椒膜脂过氧化产物丙二醛(MDA)含量都增加而且MDA含量和细胞膜透性呈极显著正相关。MDA含量的高低可用来说明脂质过氧化作用的程度,含量高则脂膜受伤害重,含量低则脂膜受伤害轻^[15]。任华中等^[16]对番茄的研究认为,低温弱光条件可导致番茄叶片SOD活性的降低,使细胞内清除氧自由基的能力下降,导致植物细胞氧自由基的产生和清除之间的不平衡,加速了膜脂过氧化作用,造成MDA含量的增加,使膜系统结构和功能的损伤,电解质大量泄露,而且低温胁迫程度越大胁迫时间越长,这种现象越严重。

2.2 低温弱光对辣椒抗坏血酸含量的影响

Halliwell 的研究表明,抗坏血酸在植物体内参与调节生长发育的有关过程,它作为一种抗氧化剂能清除损伤膜和酶分子结构的自由基。实质上属于非酶促防御系统的抗坏血酸含量的变化与植物抗寒性的关系。弱光对抗坏血酸含量的影响差异不显著。曾韶西(1987)等对水稻^[17]以及王泽槐等对香蕉^[18]的研究表明,低温胁迫引起作物抗坏血酸含量下降,其实质是降低了非酶促系统的防御能力,这样势必会破坏自由基产生与清除之间的平衡,导致植物伤害的发展甚至死亡。薛大煜等通过对辣椒幼苗的研究表明,随着低温胁迫程度的加深,抗坏血酸含量呈下降趋势,而这一变化与膜脂过氧化产物MDA密切相关^[19]。同时,抗寒品种在低温胁迫下抗坏血酸含量下降幅度明显小于不抗寒品种,这与它能有效的清除氧自由基有关。

3 低温弱光对辣椒光合特性的影响

朱龙英^[20]等对番茄不同品种的研究表明,经过低温弱光处理的植株除“齐研矮粉”外,叶绿素含量均有不同含量的下降,降幅为5.6%~25.2%。而在低温弱光条件下,叶片中叶绿素的含量一般应该有增加的趋势。这与其他人对花生和大豆的研究结论相一致。

叶绿素分叶绿素a和叶绿素b两种,前者以吸收长波为主,而后者以吸收短波长为主。在低温弱光条件下,a/b值有所下降^[21]。这与作者所作试验得出的结论相同。

通常情况下,光补偿点低的植物较耐弱光。在不同的环境下,植物光合作用的光补偿点和光饱和点将会发生变化,如果环境条件不适宜,往往降低光饱和点和光饱和时的光合效率,并提高光补偿点^[22]。在低温弱光条件下,不同品种的光补偿点也有所不同,耐低温弱光的品种光的补偿点低。

Brugemann W.发现低温弱光下生长的番茄RuBP羧化酶的活性有下降趋势。RuBP羧化酶的活性与光合作用曲线高峰成正比。

4 低温弱光对辣椒体内内源激素含量的影响

脱落酸(ABA)常被称为胁迫激素,在各种逆境下,植物内源ABA水平都会急剧的上升^[13]。Daie J等^[23]发现,番茄在低温锻炼中,伴随着抗冷性上升的同时,其叶片中的内源脱落酸(ABA)含量上升。Irring^[24]也认为,低温下积累的ABA对抗寒性影响很大,ABA是“可传递的锻炼促进剂”。由于ABA可看作是抗冷性的一个指标,所以低温对其的影响更为显著。ABA增强抗冷性的作用可能与低温下诱导新的蛋白质(抗冷蛋白)合成有关,即ABA是抗冷基因表达的启动因子。但若同时伴随着弱光,ABA的含量会比单纯低温条件下还有所增长。任中华等对低温弱光条件下温室番茄的研究也得出相同的结论^[16]。

细胞分裂素(CTK)是植物激素的一类,在植物体内含量甚微,但它们对植物的生长发育具有显著的影响,其主要作用是促进细胞的分裂和扩大,促进侧芽的发育,抑制衰老等。生长素(AUX)在高等植物中最主要的是吲哚乙酸(IAA),它能显著地促进植物的生长^[13]。国外学者有研究表明,逆境条件下,植物组织中IAA含量降低,CTK含量下降等^[25 26 27]。在低温弱光条件下,辣椒也同样表现出IAA和CTK下降的现象。这说明植物内源激素的含量对环境条件十分敏感。此外,激素的生理作用不是孤立存在的,而是相互联系的,激素水平的高低也不仅受环境影响,还受品种遗传特性影响^[28]。所以,低温弱光对辣椒内源激素的影响机理以及对内源激素的调控机理还有待于进一步的研究。

5 需要继续探讨的几个问题

5.1 选择压力

姜亦巍等^[29]通过对8个青椒品种在不同低温弱光条件下的研究,初步确定15℃昼/5℃夜,光照强度4000Lx,光照时间8h,处理15d是青椒低温弱光品种适宜的选择压力。通过对辣椒的试验,认为由于品种和气候条件的不同,选择压力也会有所不同,所以要视品种和环境条件来具体确定。

5.2 矿质营养代谢

斋滕^[30]研究发现,在低温弱光条件下番茄叶片中氮、磷的含量有下降趋势,氮素还原能力减弱。对茄果类蔬菜均有类似的现象。而碳素同化作用不仅与光照、二氧化碳浓度有关,还与根系的吸收水平有关。进一步的机理还需要进一步的研究。

5.3 脯氨酸含量

姚明华等^[31]通过对茄子的研究表明,常温下品种间的脯氨酸含量存在着差异,而且这种差异与品种的抗冷性

呈极显著正相关,可作为抗冷的指标。若伴随着弱光,其含量有可能下降,或许与可溶性糖的含量有密切关系。

5.4 外源激素对辣椒耐低温弱光的影响

邹志荣³²对辣椒幼苗的研究表明施用外源 ABA 对于光照无明显差异,而对抗低温作用明显。150mg/L ABA 处理对增强抗冷效果较佳。至于其它外源激素的施用浓度,作用机理还需做进一步的研究。

参考文献:

[1] 邹学校.中国辣椒[M].中国农业出版社,2001.
[2] 熊先军,刘明月.辣椒抗寒性生理生化研究进展[J].辣椒杂志,2003(1),9-12.
[3] 马艳青,戴雄泽.低温胁迫对辣椒抗寒性相关生理指标的影响[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2000 26(6): 461-462.
[4] Smeets L and Garretsen F. Growth analysis of tomato genotypes grown under low night temperatures and low light intensity Euphytica[J], 1986, 35: 701-715.
[5] Nieuwhof M, Garretsen F, Van Oeveren J C. Growth analysis of tomato genotypes grown under low energy conditions[J]. Netherland Journal of Agricultural Sciences, 1991, 39: 191-196.
[6] Dijk S J van de. Differences between tomato genotypes in stomatal resistance and specific leaf fresh weight in relation to differences in net photosynthesis under low light intensity and low night temperatures. Euphytica[J], 1985, 34: 717-723.
[7] 采利尼克(苏),王世译.木本植物耐阴性的生理学原理[M].北京:科学出版社,1986.
[8] 吴晓雷,尚春明,张学东,等.番茄品种耐弱光性的综合评价[J].华北农学报,1997,12(2): 97-101.
[9] 姜亦巍.甜(辣)椒耐低温弱光品种筛选方法初探[J].华北农学报,1996,11(4): 39-42.
[10] 别之龙.弱光对辣椒落花和光合作用的影响[J].核农学报,1998,12(5): 314-371.
[11] 陈银华.光照强度对辣椒光合特性与生长发育的影响[D].学位论文,北京农业大学,1996: 16-17.
[12] 杜永臣.弱光对番茄生育的影响[J].中国蔬菜,1996(6): 51-53.
[13] 李合生.现代植物生理学[M].高等教育出版社,2001.
[14] 钱龙芝,丁梨平,曹寿椿.低温胁迫对辣(甜)椒幼苗膜脂过氧化水平及保护酶活性的影响[J].园艺学报,1994,21(2): 203-204.
[15] 邹志荣,陆帼一.低温对辣椒幼苗膜脂过氧化和保护酶系统变化的

影响[J].西北农业学报,1994,3(3): 51-56.
[16] 任华中,黄伟,张福墁.低温弱光对温室番茄生理特性的影响[J].中国农业大学学报,2002,7(1): 95-101.
[17] 曾韶西,王以柔,刘鸿先.低温胁迫对水稻幼苗抗坏血酸含量的影响[J].植物生理学报,1987,13(4): 365-370.
[18] 王泽槐,梁力峰.香蕉冷害过程叶片抗坏血酸含量及过氧化氢酶活性的变化[J].华南农业大学学报,1994,15(3): 71-76.
[19] 薛大焜,马艳青,黄炎武.低温胁迫对辣椒幼苗抗坏血酸含量的影响[J].湖南农业大学学报,1996,22(2): 143-146.
[20] 朱龙英,徐德惟,康高强,等.番茄耐低温和耐弱光鉴定方法初探[J].上海农业学报,1998,14(1): 45-50.
[21] 侯兴亮,李景富,许向阳.番茄耐弱光性的研究进展[J].中国蔬菜,1999(4): 49-50.
[22] Kouki Hikosaka. Effect of leaf age, nitrogen nutrition and photon flux density on the organization of photosynthetic apparatus in leaves of a vine (Ipomoea tricolor cav) grown horizontally to avoid mutual shading of leaves. Planta[J], 1996, 198(1): 144-150.
[23] Dail J, Campbell WF. Chilling resistance as affected by stressing environments and abscisic acid[J]. Plant Physiol. 1991, 67(1): 24-26.
[24] Iiring RM, Lampher FO. ABA Levels and effects in chilled and hardened phaseolus vulgaris[J]. Plant Physiol. 1989, 43(1): 7-9.
[25] Regnald J et al. Increase indoleacetic Acid Oxydase of Winter Wheat by Cold Treatment and Gibberellic Acid[J]. Plant Physiol. 1970, 45: 416-461.
[26] Alvim R et al. Seasonal variation in the hormone content of willow 1. Changes in abscisic acid content and cytokinin activity in the xylem sap[J]. Plant Physiol. 1976, 57: 474-476.
[27] Jeromef R et al. The effect of potassium on cotyledon expansion induced cytokinin[J]. physica Plant, 1978, 43: 213-218.
[28] 黄维玉.植物器官脱落的激素调控[J].植物生理学通讯,1989,25(3): 6-10.
[29] 姜亦巍,胡怡,吴国胜,等.甜(辣)椒耐低温弱光品种筛选方法初探[J].华北农学报,1996,11(4): 39-42.
[30] 斋滕隆,片岡节男(日).王海廷等译.番茄生理基础[M].上海科学技术出版社,1981.
[31] 姚明华,徐跃进,李晓丽,等.茄子耐冷性生理生化指标的研究[J].园艺学报,2001,28(6): 527-531.
[32] 邹志荣,陆帼一.外源 ABA 对辣椒幼苗抗冷性的影响[J].西北农业大学学报,1996,24(6): 60-64.

Research Progress on Tolerance of Low-temperature and Low-light-intensity in Pepper

MENG Hao¹, WANG Li-ping², WANG Xin², MA Yu²

(1. Shenyang Agricultural University, Liaoning 110161; 2. Vegetable Research Institute, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, 110161)

Abstract: The Progresss of Study of Pepper's Tolerance to Low Temperature and Poor Light This passage summarizes the study of pepper's tolerance to low temperature and poor light. Emphatically point to the effects of low temperature and poor light on plant character, protective enzyme, mebranelipid peroxidation, photosynthesis characteristic, endogenous hormones of pepper and some questions need to discuss.

Key words: Ppepper; Low temperature and poor light; Protective enzyme; Mebranelipid peroxidation; Photosynthesis characteristic; Endogenous hormones