

DOI:10.11937/bfyy.201701004

低温弱光胁迫对西葫芦幼苗生长指标的影响

宋金亮, 朱磊, 王震, 王林忠, 孙守如

(河南农业大学 园艺学院, 河南 郑州 450002)

摘要:以“珍玉8号”和“珍玉10号”2个西葫芦品种为试材,采用4种不同的温光组合进行低温弱光和恢复处理,研究低温弱光和恢复过程中西葫芦生理指标的变化。结果表明:低温弱光条件下,随着光照和温度的降低,西葫芦株高、茎粗、叶面积的增长量及西葫芦叶片中可溶性蛋白质含量和超氧化物歧化酶(SOD)活性均有不同程度的降低;而可溶性糖含量和过氧化物酶(POD)活性整体升高;恢复后发现,适当的低温(15℃/8℃)和弱光(30 μmol·m⁻²·s⁻¹)对植株的生长影响不大,低温(15℃/8℃)强光(60 μmol·m⁻²·s⁻¹)和过高的胁迫强度(10℃/5℃、30 μmol·m⁻²·s⁻¹)会显著抑制西葫芦的生理生化变化。其中“珍玉10号”对低温弱光的适应性和恢复力均强于“珍玉8号”;综上所述,过低的温度和弱光严重影响西葫芦的生长发育,该试验中低温(15℃/8℃)和弱光(30 μmol·m⁻²·s⁻¹)是最佳处理。

关键词:低温弱光;西葫芦;生长;生理指标

中图分类号:S 642.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)01-0013-05

西葫芦(*Cucurbita pepo* L.)属葫芦科南瓜属一年蔓生草本植物,原产于北美洲南部,我国于19世

纪中叶开始引入栽培。因其具有药用价值高、营养丰富、储运方便、生长期短、产量高、适宜间作套作等优点,现已成为冬春季设施栽培主要蔬菜作物之一。但保护地生产普遍存在偏低温(白天低于20℃,夜晚0~12℃或更低)和弱光(5 000 lx以下)以及短期的临界低温(白天15℃左右,夜晚4~8℃)的问题^[1]。这些对西葫芦的生长、光合作用、碳和氮代谢、酶活性和干物质积累都产生一定程度的影响,使其生理活性失调、生长停止、叶片卷曲、沤根、化瓜、

第一作者简介:宋金亮(1991-),男,河南周口人,硕士研究生,研究方向为蔬菜育种。E-mail:1149420467@qq.com.

责任作者:孙守如(1963-),男,河南封丘人,教授,硕士生导师,现主要从事蔬菜种质资源创新和新品种选育等研究工作。

基金项目:河南省科技攻关计划资助项目(152102110065)。

收稿日期:2016-10-11

Effect of *Bacillus mucilaginosus* Agents on Four Species Vegetable Seeds Germination and Seedling Growth

LI Qingmei¹, LU Xiujun², MA Li³, LI Bowen¹, LIU Wenju¹

(1. College of Resources and Environment Science, Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071000; 2. College of Plant Protection, Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071000; 3. Yongqing County Vegetable Administration of Hebei Province, Yongqing, Hebei 065600)

Abstract: The aim of this study was to investigate the influence of *Bacillus mucilaginosus* agents on the germination rate and seedling growth of cucumber, tomato, eggplant and pepper seeds. The results showed that germination rate of cucumber, tomato, eggplant and pepper seeds with *Bacillus mucilaginosus* agents were 1.10, 1.10, 1.07 and 1.07 times of control. The root length of treatment group was increased by 3.76%, 32.82%, 1.50% and 15.70% respectively. In the treatment group, the dry weight of seedlings was increased by 36.36%, -12.82%, 3.13%, 16.67%, respectively. G value, the root shoot ratio had no significant difference with CK. In summary, *Bacillus mucilaginosus* agents could improve germination rate of four kinds of vegetable seeds, however, the effect of root growth of vegetable seedlings varied with different vegetable species.

Keywords: *Bacillus mucilaginosus* agents; vegetable seeds; germination rate; seedling

甚至造成绝产。因此,人们对耐低温保护地栽培西葫芦品种的需求越来越强烈,而要研究出耐低温的保护地专用品种,首先要根据相应的抗冷性鉴定指标筛选出耐低温的育种材料^[2]。许多研究者对西葫芦低温弱光耐受性指标的筛选进行了多方面的研究,侯永平等^[3]通过对西葫芦“早青一代”的研究发现,渗透调节物质对低温弱光胁迫做出反应;毛丽萍等^[4]对3个西葫芦品种在低温弱光下抗氧化酶活性进行了测定,认为其可以作为西葫芦抗冷性鉴定指标;孙守如等^[5]研究认为,低温处理对不同品种西葫芦幼苗生长指标影响显著。但有关低温弱光胁迫及其恢复过程中西葫芦幼苗生长、生理指标的报道较少。因此,该试验对低温弱光处理和恢复过程中若干生长和生理指标进行了研究,以期了解低温弱光对西葫芦幼苗的作用规律,旨在为筛选冬春季西葫芦保护地栽培品种和低温弱光耐受性鉴定方法的筛选提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试西葫芦品种“珍玉8号”和“珍玉10号”,由河南豫艺种业科技发展有限公司提供。

1.2 试验方法

试验于2016年3—6月进行,设处理(T1):光强 $100 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,温度 25°C (昼)/ 18°C (夜);处理(T2):光强 $30 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,温度 15°C (昼)/ 8°C (夜);处理(T3):光强 $60 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,温度 15°C (昼)/ 8°C (夜);处理(T4):光强 $30 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,温度 10°C (昼)/ 5°C (夜),共4个处理组合。其中T1作对照,处理6d后将T2、T3和T4培养箱处理条件调为T1进行恢复培养6d。每处理西葫芦幼苗

10株,3次重复。

挑选籽粒饱满的西葫芦种子浸种催芽后播种于营养钵($10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$)中,育苗基质为混合基质(泥炭:蛭石:珍珠岩=2:1:1),种子萌发后每隔3d浇1/8质量浓度日本园试营养液1次,当幼苗长至3叶1心时放入人工智能气候箱(宁波莱福仪器 PQX-330A-12H)内进行不同组合温光处理。光照周期均为12h/12h,空气相对湿度保持在75%~80%。

1.3 项目测定

株高用直尺测量,茎粗用游标卡尺测量,叶面积用纸重法测定^[6];可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝比色法测定^[7];可溶性糖含量采用苯酚法测定^[7];超氧化物歧化酶(SOD)活性采用NBT还原法测定;过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚法测定^[7]。

1.4 数据分析

利用Excel 2003制作图表,用SPSS 20.0软件进行单因素方差分析,采用Prism 5.0软件进行绘图。

2 结果与分析

2.1 弱光胁迫对2种西葫芦品种生长指标的影响

由表1可以看出,随着温度和光照强度的降低,处理组(T2、T3和T4)的株高、茎粗、叶面积与对照组相比均有不同程度的降低。经T2处理后,株高、茎粗、叶面积受到一定程度的抑制,恢复6d后基本能恢复到对照水平;经T4处理和恢复后,西葫芦幼苗的株高、茎粗、叶面积生长缓慢趋于停滞;西葫芦幼苗的处理组之间的生长指标变化也有差异,处理T2与T4之间的变化幅度大于处理T2与T3,说明在西葫芦苗期,温度对其生长的影响大于光照。与对照相比,处理T3的下降幅度大于T2,表明低温胁迫

表1 低温弱光胁迫对西葫芦株高、茎粗和叶面积的影响

Table 1 Effects of chilling under weak light on the plant height, stem diameter and leaf area

品种 Variety	处理 Treatment	株高 Plant height/cm			茎粗 Stem diameter/cm			叶面积 Leaf area/cm ²		
		处理前 Before treatment	处理后 After treatment	恢复后 After recovery	处理前 Before treatment	处理后 After treatment	恢复后 After recovery	处理前 Before treatment	处理后 After treatment	恢复后 After recovery
“珍玉10号” ‘Zhenyu 10’	T1	6.67aA	8.28aA	9.71aA	0.567aA	0.684aA	0.791aA	54.9aA	65.2aA	76.1aA
	T2	6.88aA	7.52bB	9.34bA	0.558aA	0.627bAB	0.723bAB	55.0aA	60.3bB	70.6bB
	T3	6.70aA	7.47bBC	8.73bB	0.561aA	0.611bB	0.694bB	55.4aA	58.8cB	61.6cC
	T4	6.69aA	7.24cC	7.62cB	0.559aA	0.573cC	0.613cC	52.5aA	56.1dC	58.4dC
“珍玉8号” ‘Zhenyu 8’	T1	7.16aA	8.68aA	9.56aA	0.435aA	0.52aA	0.68aA	47.3aA	63.3aA	74.3aA
	T2	7.18aA	7.84bB	9.22bA	0.431aA	0.481bAB	0.548bB	47.5aA	52.4bB	58.6bB
	T3	7.19aA	7.65bBC	8.28cB	0.431aA	0.467bcB	0.513cB	47.7aA	51.4bB	56.5bB
	T4	7.13aA	7.24cC	7.50dC	0.426aA	0.449cB	0.480dC	47.6aA	46.9cC	49.0cC

注:同列数据后不同小写字母表示差异达到0.05水平,大写字母代表差异达到0.01水平。

Note: Different capital and lowercase letters indicate significant difference at 5% and 1% levels.

迫下弱光更有利于植株生长。低温弱光处理和恢复后综合比较,“珍玉 10 号”在各处理组内的生长指标要高于“珍玉 8 号”,表明“珍玉 10 号”的低温弱光耐受性较强。

2.2 低温弱光胁迫对 2 种西葫芦品种可溶性物质的影响

由图 1 可以看出,在不同程度的低温弱光胁迫下,处理组可溶性蛋白质含量均显著降低,其恢复能力逐渐减弱。处理 6 d 后,“珍玉 10 号”在处理 T3 的可溶性蛋白质含量较处理前下降 44%,”珍玉 8 号”

下降了 57%;处理 T4 较处理前分别下降了 65%、80%。恢复 6 d 后,“珍玉 10 号”“珍玉 8 号”的处理 T3 分别恢复到处理前的 90%、66%;处理 T4 仅分别恢复到处理前的 44%、19%。经方差分析可得,2 个品种可溶性蛋白质含量在处理 6 d 后均有不同程度的降低,差异显著。说明随着胁迫强度的逐渐增强,对叶片中可溶性蛋白质含量的影响越大。在后期的恢复过程中显示,经 T3、T4 处理后,“珍玉 8 号”恢复能力迅速下降,说明“珍玉 8 号”的低温弱光耐性弱于“珍玉 10 号”,对低温弱光逆境影响较为敏感。

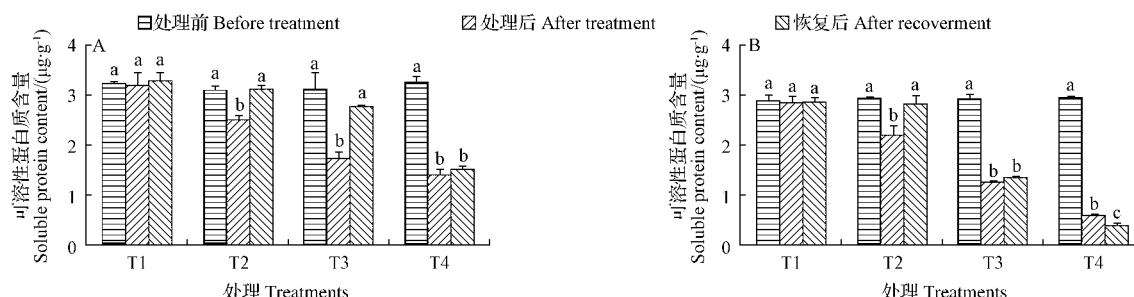


图 1 低温弱光对“珍玉 10 号”(A)和“珍玉 8 号”(B)可溶性蛋白质含量的影响

Fig. 1 Effects of chilling under weak light on the content of soluble protein in 'Zhenyu 10' (A) and 'Zhenyu 8' (B) seedlings leaves

由图 2 可以看出,经低温弱光处理后,处理组叶片中可溶性糖含量均增加,其中 2 个品种在处理 T4 的叶片可溶性糖增加幅度最大,较处理前均增加了 280%。恢复 6 d 后,“珍玉 10 号”下降为处理后的 74%,”珍玉 8 号”仍继续上升。经方差分析可知,低

温弱光处理 6 d 后,2 个品种可溶性糖含量均增加,差异显著。处理 T4 恢复后,“珍玉 10 号”可溶性糖含量较处理后下降,差异显著;“珍玉 8 号”较处理后差异不显著。在处理和恢复过程中发现,“珍玉 10 号”可溶性糖含量变化幅度小于“珍玉 8 号”。

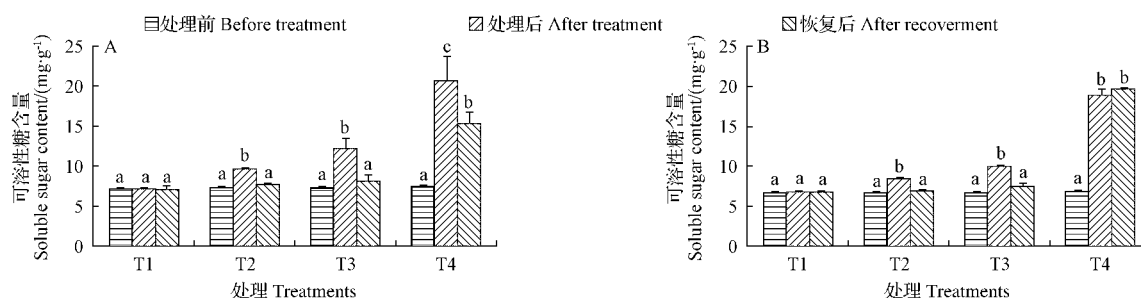


图 2 低温弱光对“珍玉 10 号”(A)和“珍玉 8 号”(B)可溶性糖含量的影响

Fig. 2 Effects of chilling under weak light on the content of soluble sugar in 'Zhenyu 10' (A) and 'Zhenyu 8' (B) seedlings leaves

2.3 低温弱光胁迫对 2 个西葫芦品种抗氧化酶活性的影响

由图 3 可知,低温弱光胁迫导致叶片中 POD 活性上升,且随胁迫程度加深增幅加大。与处理前相比,经过 6 d 处理后,“珍玉 10 号”和“珍玉 8 号”在处理 T4 的增幅最大,分别上升为处理前的 274%、164%。恢复期内,因品种和处理条件的差异,酶活

变化也不同。处理 T3、T4 仍保持上升趋势,分别为处理后的 118%、221%和 105%、116%。通过方差分析表明,处理 6 d 后,处理组较对照升高,差异显著;在经过 6 d 恢复后,“珍玉 10 号”在处理 T3、T4 较处理后差异显著;“珍玉 8 号”在处理 T3 与处理后相比差异不显著,处理 T4 差异显著。说明随着低温弱光胁迫程度的加深,对 POD 恢复后的影响越大。

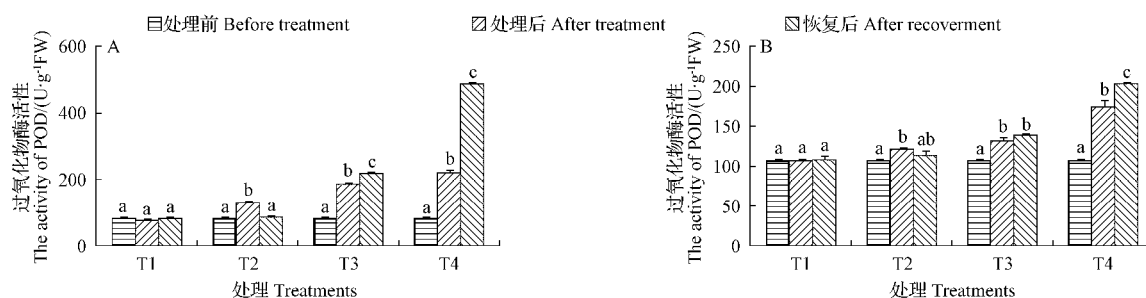


图3 低温弱光对“珍玉 10 号”(A)和“珍玉 8 号”(B)POD 活性的影响

Fig. 3 Effects of chilling under weak light on POD activities of ‘Zhengyu 10’ (A) and ‘Zhengyu 8’ (B) seedlings leaves

由图 4 可知,与处理前相比,处理组的 SOD 活性在处理 6 d 后均有不同程度的降低,“珍玉 10 号”“珍玉 8 号”品种处理组间显示,处理 T4 较处理前降低最多,分别下降了 18.0%、19.6%,2 个品种在处理 T4 恢复后,因品种差异恢复幅度也不同,“珍玉 10 号”较处理后上升了 12.9%，“珍玉 8 号”为 6.9%。方差分析表明,经过低温弱光处理 6 d 后,处理组酶活随着胁迫强度增加显著降低,在恢复 6 d 后,“珍玉

10 号”处理 T3 较处理前差异不显著,“珍玉 8 号”差异显著;在低温弱光处理和恢复过程中发现,2 个品种的 SOD 活性恢复始终是 T2>T3>T4,说明西葫芦幼苗叶片 SOD 活性受温度因素影响较光照大,这与毛丽萍等^[4]对西葫芦幼苗耐低温弱光生理指标分析的结论一致。因此,可将 SOD 活性变化大小作为依据,判断品种低温弱光的耐受性。

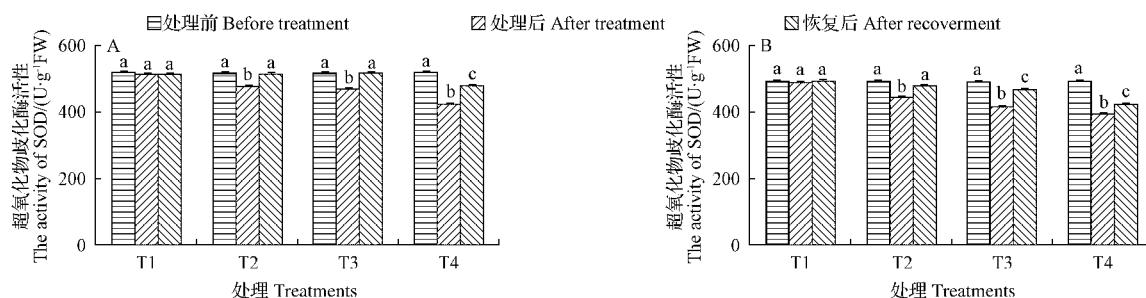


图4 低温弱光对“珍玉 10 号”(A)和“珍玉 8 号”(B)SOD 活性的影响

Fig. 4 Effects of chilling under weak light on SOD activities of ‘Zhenyu 10’ (A) and ‘Zhenyu 8’ (B) seedlings leaves

3 讨论

低温弱光胁迫导致西葫芦幼苗生长减缓甚至停滞,其影响程度由品种的基因型以及胁迫强度决定。该研究结果显示,同一品种的株高、茎粗、叶面积在不同处理间的差异显著,且随着胁迫程度的加强,各指标的增长量逐步下降,这与前人在茄子^[8]、辣椒^[9]、西葫芦^[10]等对生长指标的研究结果一致,近几年关于低温弱光对西葫芦幼苗影响的报道很多,但是低温弱光胁迫后不同处理的恢复情况的报道却很少,该试验就低温弱光胁迫和恢复后植株生长指标分析表明,与对照相比,株高、茎粗、叶面积的增长量随着温度和光照的下降逐渐降低,恢复能力不断减弱。不同品种在相同低温弱光处理的各指标也存在显著差异,“珍玉 10 号”降低幅度小于“珍玉 8 号”。

可溶性糖和可溶性蛋白质是植物体内重要的渗透调节物质,可溶性糖能够降低冰点、增强细胞保水

能力、并对维持蛋白质的稳定起到重要作用,不少研究证实可溶性蛋白质和植株抗寒性也呈正相关^[11]。毛丽萍等^[4]研究表明,低温弱光处理使西葫芦可溶性糖含量升高。侯永平等^[3]发现随着光照和温度的降低,可溶性蛋白质逐渐减少。颜建明等^[11]指出低温弱光处理后辣椒可溶性糖含量升高,可溶性蛋白质随着时间的增加先升高后降低。在该研究中,随着光照和温度的降低,可溶性蛋白质含量不断减少,可溶性糖含量持续升高。在恢复过程中,“珍玉 8 号”在处理 T4 可溶性蛋白质含量仍保持下降,可溶性糖持续上升,这说明过度的低温弱光胁迫使耐冷性低的品种失去部分生理调节能力。

POD 和 SOD 作为一类活性氧清除剂,其能够清除在逆境条件下大量沉积的活性氧,防止膜脂过氧化增加,维持植株体内自由基动态平衡,从而减少膜系统受到的损伤。低温弱光胁迫会导致植株膜系

统受到损伤^[12]。在该试验中,低温弱光处理和恢复过程中,2个品种的POD活性在处理T2下先升高后降低,而随着处理胁迫程度的加强,POD持续升高。这说明植物为避免逆境伤害进行了反应,随着胁迫程度加剧,植物体产生的自由基超过了POD和SOD等抗氧化系统的清除能力,过多的自由基引起膜脂过氧化,造成膜系统损伤。此外,不同品种低温弱光胁迫的适应性是长期适应环境而形成的,其受遗传因子调控,存在基因型差异^[13-14]。该研究显示,“珍玉10号”和“珍玉8号”在处理T4的SOD活性分别恢复到处理前的90.7%、85.0%。说明“珍玉10号”对低温弱光有较强的适应性和抵抗能力,“珍玉10号”较“珍玉8号”适合保护地栽培。

参考文献

- [1] 陈青君,王永健,张海英,等. 黄瓜低温弱光耐受性研究进展[J]. 中国蔬菜,2005(5):31-34.
- [2] 徐跃进,李艳春,俞振华. 西葫芦抗冷性生理生化指标分析[J]. 湖北农业科学,2006,45(2):211-213.
- [3] 侯永平,陈年来,康恩祥,等. 低温弱光对西葫芦幼苗渗透调节物质的影响[J]. 中国瓜菜,2009,22(1):8-12.
- [4] 毛丽萍,任君,郭尚,等. 西葫芦幼苗耐低温弱光生理指标分析

[J]. 中国蔬菜,2009(18):51-55.

- [5] 孙守如,朱磊,张菊平,等. 低温胁迫对不同西葫芦品种幼苗生长与生理特性的影响[J]. 西北植物学报,2008,28(11):2292-2298.
- [6] REN L. Effect of temperature on expansion of tomato leaf in greenhouse[J]. Journal of Anhui Agricultural Science,2007,35(9):2610-2612.
- [7] 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.
- [8] 刘黎军,张广臣. 低温弱光对茄子生长及生理特性的影响[J]. 安徽农业科学,2012,40(25):12427-12429.
- [9] 李海涛,孟浩. 低温弱光对辣椒苗期生长发育及生理特性的影响[J]. 农业科技与装备,2007(6):6-9.
- [10] 周晓丽,张荣,王泽浩. 低温弱光胁迫对西葫芦幼苗生长及生理特性的影响[J]. 甘肃农业科技,2009(3):14-16.
- [11] 颜建明,郁继华,颜敏华,等. 低温弱光下辣椒3种渗透调节物质含量变化及其与品种耐性的关系[J]. 西北植物学报,2009,29(1):105-110.
- [12] 于龙凤,安福全,李富恒. 低温弱光对西葫芦气孔特性及膜脂过氧化的影响[J]. 天津农业科学,2013,19(2):9-11.
- [13] 郁继华,张国斌,冯致,等. 低温弱光对辣椒幼苗抗氧化酶活性与质膜透性的影响[J]. 西北植物学报,2005,25(12):2478-2483.
- [14] 张兆轩,万赛罗,欧超,等. 低温弱光对以色列番茄幼苗生长及生理指标的影响[J]. 激光生物学报,2007,16(5):608-613.

Effects of Low Temperature and Weak Light on Growth and Physiological Index of *Cucurbita pepo* L.

SONG Jinliang, ZHU Lei, WANG Zhen, WANG Linzhong, SUN Shouru

(College of Horticulture, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002)

Abstract: This experiment selected two different squash seedlings ‘Zhenyu 10’ and ‘Zhenyu 8’ as materials, four kinds of combinations under low temperature and weak light conditions were set, the purpose was to study the change of growth and physiological characteristics of *Cucurbita pepo* L. seedlings under different low temperature and weak light, and discover effects mechanism of low temperature and weak light on plant growth and physiological characteristics and adaptation mechanism of *Cucurbita pepo* L. seedlings. The results showed that after treatment with low temperature and weak light, when temperature and light reduced, the increment of plant height, stem diameter, leaf area and the activity of SOD, the content of protein also reduced. In various degree under low temperature and weak light, the content of soluble sugar and POD activity increased. After the low temperature low light recovered, it had a little effects on the growth of squash seedlings at proper low temperature (15 °C/8 °C) and weak light (30 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), but when it to low temperature (15 °C/8 °C) high light (60 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) and high stress intensity (10 °C/5 °C, 30 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) could significantly inhibit the physiological and biochemical changes. The changing and recovery of each parameters of ‘Zhenyu 10’ were both better than ‘Zhenyu 8’, so dose the adaptability and resilience on chilling under low light. In conclusion, too much low temperature and weak light would inhibit the growth of *Cucurbita pepo* L. seedlings. In this test, the treatment of low temperature (15 °C/8 °C) and weak light (30 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) was the best for *Cucurbita pepo* L. seedlings to recover.

Keywords: low temperature and weak light; *Cucurbita pepo* L.; growth; physiological index