

低温胁迫对三个黄瓜品种幼苗 生理生化特性的影响

方 媛, 张亚红, 王丽慧, 白 祥

(宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

摘 要:针对宁夏地区日光温室冬春茬蔬菜栽培中经常出现低温导致产量品质下降问题,以温室常用黄瓜品种“德尔 99”“德尔 99”嫁接苗、“德尔 100”幼苗为试材,根据宁夏冬季温室温度变化,设定处理温度为 23 ℃/6 ℃(昼温/夜温)和 23 ℃/17 ℃恢复(同时为对照)进行智能人工气候箱模拟,低温胁迫分别持续 2、4、6、8、10 d 后恢复 2、4、6 d,测定不同低温和恢复期黄瓜幼苗中丙二醛含量、相对电导率、脯氨酸含量和超氧化物歧化酶(SOD)活性,旨在探究黄瓜幼苗在低温条件下的适应性和耐受期,为筛选适宜当地日光温室冬春季种植的黄瓜品种提供依据。结果表明:3 个黄瓜品种的幼苗在低温胁迫下均出现不同程度的伤害,“德尔 99”和“德尔 100”黄瓜幼苗能耐受 6 ℃低温胁迫 2~4 d 后恢复状态,“德尔 99”嫁接苗低温胁迫 8~10 d 后恢复正常生长;采用隶属函数综合评价 3 个黄瓜品种幼苗抗寒性强弱为“德尔 99”嫁接苗>“德尔 100”>“德尔 99”。

关键词:黄瓜;品种;低温胁迫;生理指标;影响

中图分类号:S 642.204⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)17-0030-07

黄瓜(*Cucumis sativus* L.)属葫芦科甜瓜属一年生草本蔓生攀缘植物,起源于热带地区,喜温暖、不耐低温。在日光温室生产中,低温是限制黄瓜生长、造成减产的重要因素之一。黄瓜幼苗期生长发育的适宜日温为 22~25 ℃,高于 35 ℃时,同化效率下降,同时黄瓜对低温敏感,生长期易受低温冷害影响^[1]。大多数研究将黄瓜的冷害温度设定在 5~7 ℃。通常在 10~12 ℃以下会生理活动失调、生长缓慢或停止发育,5 ℃以下难以生存^[2]。嫁接是提高黄瓜抗逆性的有效措施,已被广泛应用于黄瓜生产。韩晓燕等^[3]研究表明,低温胁迫下嫁接苗受到的伤害显著低于自根苗。

许多学者通过对黄瓜生理指标的研究,了解黄瓜幼苗品种的低温耐受性及耐受期长短,研究发现植物在低温状态下,细胞膜的膜透性提高,细胞膜透性随着温度的降低而增大,相对电导率升高。高秀瑞等^[4]在对茄子幼苗的研究中发现,受到低温影响时,茄子叶片中细胞透性会发生不同程度的增大,电解质外渗导致相对电导

率有不同程度的增大。抗性较强的品种,细胞透性易于恢复正常。丙二醛(MDA)是膜脂过氧化的产物,对植物有毒害作用,是一种重要的植株衰老标志。阎世江等^[5]研究黄瓜幼苗发现,低温下细胞的膜脂过氧化程度明显加剧,MDA 的质量摩尔浓度显著增加,其与黄瓜幼苗耐低温能力呈极显著负相关。超氧化物歧化酶(SOD)活性变化与植物的抗寒性密切相关,彭金光等^[6]的研究表明,耐低温的西瓜品种 SOD 的增长持续时间越长,且在未处理时就具有较高的 SOD 含量,可在遭遇低温冷害初期就有足够的酶处理掉自由基。脯氨酸(Pro)具有在细胞内积累的特性,是植物体内重要的调节渗透压物质,以保护细胞内多数代谢活动所需的酶类活性。正常情况下游离脯氨酸含量很低,在外界因子对植物造成胁迫时,脯氨酸含量会显著提高^[7]。

北方冬春季节日光温室蔬菜生产中常遇低温天气,白天持续低于 23 ℃,夜晚持续低于 6~10 ℃,即影响黄瓜的高产稳产。该试验利用智能人工气候箱设置低温环境培养黄瓜幼苗,探究不同黄瓜品种幼苗在低温胁迫下的生理生化变化,得出其对低温环境的适应性和耐受期,为抗低温黄瓜品种的筛选和灾害性天气的规避提供指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试黄瓜品种为“德尔 99”“德尔 99”嫁接苗、“德尔

第一作者简介:方媛(1990-),女,安徽桐城人,硕士研究生,研究方向为蔬菜学。E-mail:41359185@qq.com.

责任作者:张亚红(1965-),女,宁夏平罗人,博士,教授,研究方向为设施园艺环境。E-mail:zhyhcau@sina.com.

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2014BAD05B02)。

收稿日期:2016-04-15

100”幼苗,“德尔 99”嫁接苗嫁接砧木为黑籽南瓜。

1.2 试验方法

种子均采用常规方法催芽,播种在育苗盘内,基质为营养土。待子叶充分展平心叶显露时,将 3 个黄瓜品种幼苗分别分成 5 组:“德尔 99”嫁接苗编号 A1、A2、A3、A4、A5;“德尔 99”编号为 B1、B2、B3、B4、B5;“德尔 100”编号为 C1、C2、C3、C4、C5;每组 30 株,3 次重复。将幼苗全部移入 HP1500GS 型智能人工气候箱。设置昼夜温为 23 ℃/6 ℃(昼温/夜温)、光照 8 h(按冬季日光温室揭放苫的时间设置 09:00—17:00)、湿度 70%、光照 6 klx 条件下,低温处理 2、4、6、8、10 d 后各取 1 次样,将 A1、B1、C1、A2、B2、C2、A3、B3、C3、A4、B4、C4、A5、B5、C5 分别放入另一个 HP1500GS 型智能人工气候箱,在昼夜温为 23 ℃/17 ℃(昼温/夜温)、光照 14 h、湿度 70% 条件下恢复 2、4、6 d 分别取样进行生理指标测定,低温胁迫的对照处理同为恢复条件。

1.3 项目测定

质膜透性采用电导仪法测定^[8],脯氨酸含量采用茚三酮法测定^[9],MDA 含量采用硫代巴比妥酸法测定^[8],SOD 活性采用氮蓝四唑法测定^[9]。

隶属函数是指综合全部与抗寒性相关的指标,利用 Fuzzy 隶属函数对各指标进行处理。与抗寒性呈正相关

的指标利用公式: $U(izk) = (X_{izk} - X_{kmin}) / (X_{kmax} - X_{kmin})$ (1),式中 $U(izk)$ 为第 i 个品种第 z 个低温处理阶段的第 k 项指标, X_{kmin} 为最小值, X_{kmax} 为其最大值。与抗寒性呈负相关的指标利用公式: $U(izk) = 1 - (X_{izk} - X_{imin}) / (X_{imax} - X_{imin})$ (2)。取其各项 $U(izk)$ 平均值作为最后的评审指标。

1.4 数据分析

试验数据采用 SAS 软件和 Excel 软件进行处理。

2 结果与分析

2.1 低温胁迫下黄瓜幼苗相对电导率的变化

2.1.1 不同低温处理时间对 3 个黄瓜品种幼苗相对电导率影响 由图 1a、b 可知,低温处理 4 d 后,“德尔 99”“德尔 100”的相对电导率开始增大,说明该品种在 6 ℃ 可耐受 4 d;由图 1c 可知,低温处理 6 d 后“德尔 99”嫁接苗的相对电导率开始增大,说明该品种可在 6 ℃ 耐受 6 d。图 1d 为不同黄瓜品种相对电导率与未处理的差值随处理时间发生的变化,可以看出,3 个品种的相对电导率与对照的差值随处理时间的增加而增加,“德尔 99”的增幅最大,说明低温对其细胞膜的伤害较大,“德尔 99”嫁接苗的相对电导率增幅较小,说明该品种相对其它 2 个品种更耐低温。

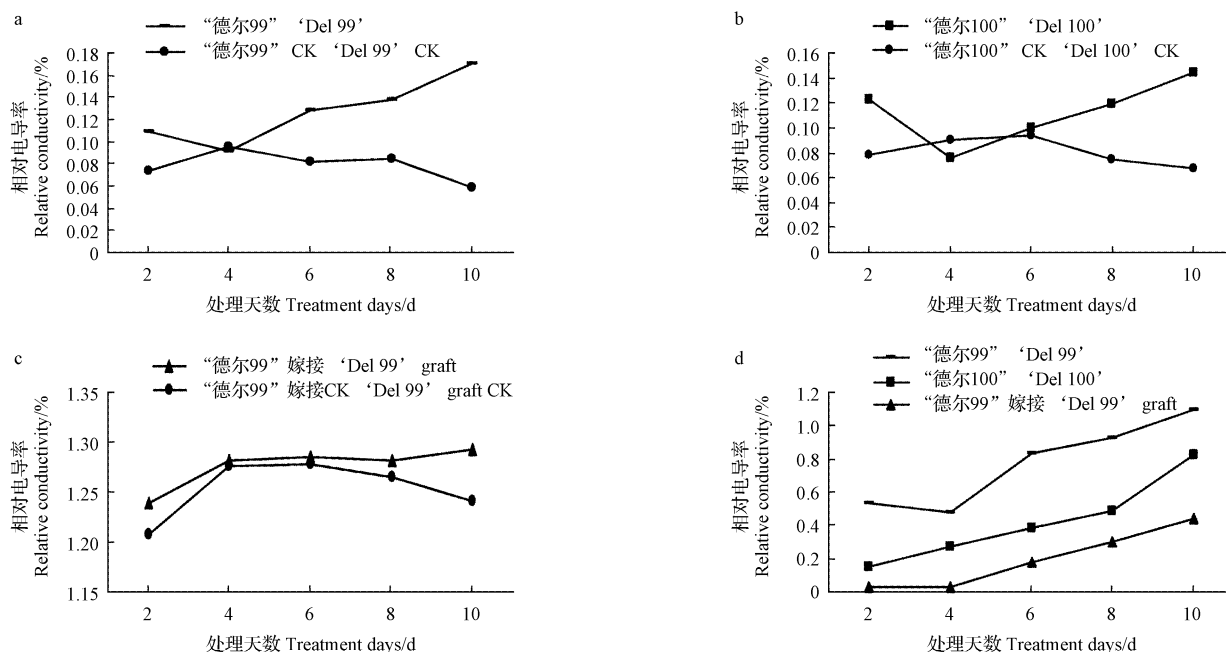


图 1 不同处理天数对相对电导率的影响

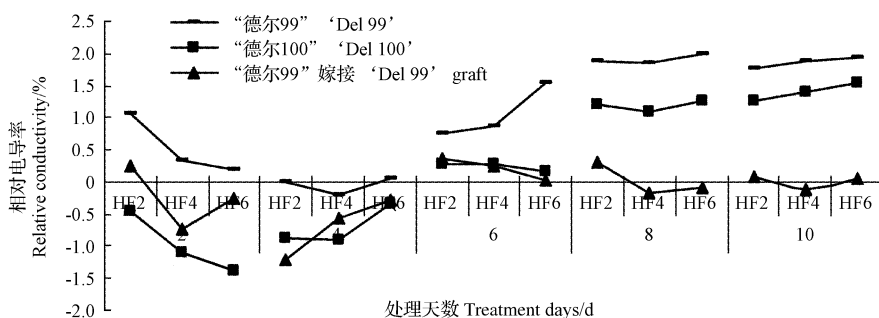
Fig. 1 Effect of different treatment days on relative conductivity

2.1.2 不同恢复天数对相对电导率的影响 图 2 为不同品种在低温处理不同天数后,相对电导率与对照的差值随恢复天数的变化情况。可以看出,3 个黄瓜品种在低温处理 2~4 d 随着恢复天数的增加,“德尔 99”嫁接、

“德尔 99”“德尔 100”的相对电导率总体呈现下降趋势,说明 6 ℃ 处理对 3 个黄瓜品种细胞膜透性伤害随着时间的推移可以不同程度得到恢复;3 个品种在低温处理 6~10 d 随着恢复天数的增加,“德尔 99”嫁接苗基本能

恢复至正常状态,而“德尔 99”“德尔 100”的电导率不可恢复;“德尔 99”在低温处理 4 d、恢复 2~4 d 的电导率恢复至正常状态,在低温处理 6 d 以上相对电导率不可恢复。“德尔 100”在低温处理 6 d、恢复 2~4 d 时电导率恢复较好,“德尔 99”嫁接苗在低温处理 6~8 d、恢复 2~6 d

电导率都能接近正常状态。通过三因素多水平试验设计,方差分析的 $F=273.52, P<0.0001$ 。从各个因素的方差分析的结果来看,品种、恢复天数、处理天数对电导率的变化均有影响,而且品种与恢复天数,处理天数均有交互作用,处理天数与恢复天数的 $F=249.92, P<0.0001$ 。



注:HF 表示恢复天数。图 4、6、8 同。

Note: HF mean recovery days. The same as Fig. 4, 6, 8.

图 2 不同恢复天数对电导率的影响

Fig. 2 Effect of different recovery days on relative conductivity

2.2 低温胁迫下黄瓜幼苗脯氨酸含量的变化

2.2.1 不同低温处理时间对 3 个黄瓜品种幼苗脯氨酸含量的影响 由图 3a 可知,低温胁迫处理 8 d 后“德尔 99”的脯氨酸相比对照开始增大,说明该品种在 6 °C 处理 8 d 后才开始出现应急措施。由图 3b 可以看出,“德尔 99”嫁接在低温处理 2 d 后脯氨酸含量开始骤然上升。

由图 3c 可知,低温处理 4 d 后“德尔 100”的脯氨酸含量开始增大,说明“德尔 99”嫁接苗的应急措施比“德尔 100”的提前 2 d。由图 3d 可知,随处理时间延长“德尔 99”嫁接苗脯氨酸含量与对照的差值大于其它 2 个品种。“德尔 99”“德尔 100”的增幅不明显,说明 2 个品种对低温的应急反应不灵敏。

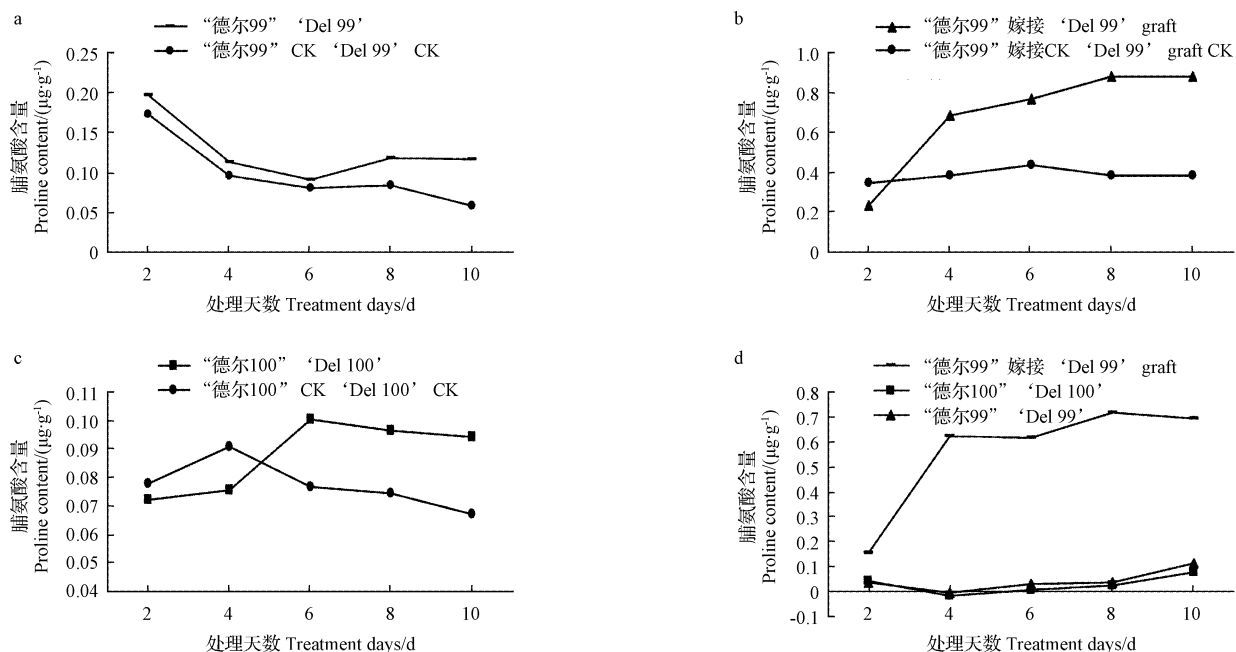


图 3 不同处理天数对脯氨酸含量的影响

Fig. 3 Effect of different treatment days on proline content

2.2.2 不同恢复天数对脯氨酸含量的影响 图 4 为不同品种在低温处理不同天数后脯氨酸与对照的差值随

恢复天数的变化情况。可以看出,3 个品种在低温处理 2~4 d 随着恢复天数的增加,“德尔 99”嫁接、“德尔 99”

“德尔 100”的脯氨酸含量总体呈现上升趋势,“德尔 99”在低温处理 10 d、恢复 6 d 时脯氨酸含量最大,为对照的 42.4%,在低温处理 2~8 d 时脯氨酸含量增幅不明显。“德尔 100”在低温处理 2~8 d 时脯氨酸含量增幅较小,在低温处理 10 d、恢复 6 d 时脯氨酸含量最大,为对照的 155.4%。“德尔 99”嫁接苗在不同低温处理天数随恢复天数的增加脯氨酸含量呈增长趋势,增长量在低温处理 10 d 时最低,在低温处理 6 d、恢复 6 d 时出现增长量最大,为对照的 113.2%。通过三因素多水平试验设计,方差分析 $F=25.74, P<0.0001$ 。从各个因素的方差分析的结果来看,品种、恢复天数、处理天数对脯氨酸含量的变化均有影响,而且品种与恢复天数、处理天数均有交互作用。

互作用。

2.3 低温胁迫下黄瓜丙二醛含量的变化

2.3.1 不同低温处理时间对 3 个黄瓜品种幼苗丙二醛含量的影响 由图 5a、c 可知,低温处理 4 d 后“德尔 99”“德尔 100”的 MDA 含量开始增大,说明该品种可在 6℃ 下耐受 2~4 d。由图 5b 可知,低温处理 8 d 后“德尔 99”嫁接的 MDA 含量开始增大,说明该品种可在 6℃ 耐受 8 d。由图 5d 可知,随处理时间延长,3 个品种的 MDA 含量与对照的差值显著增加,“德尔 99”嫁接含量显著低于其它 2 个品种,“德尔 99”的增幅最大,说明低温对膜的伤害较大,“德尔 99”嫁接的 MDA 含量增幅较小,说明该品种相对其它 2 个品种更耐低温。

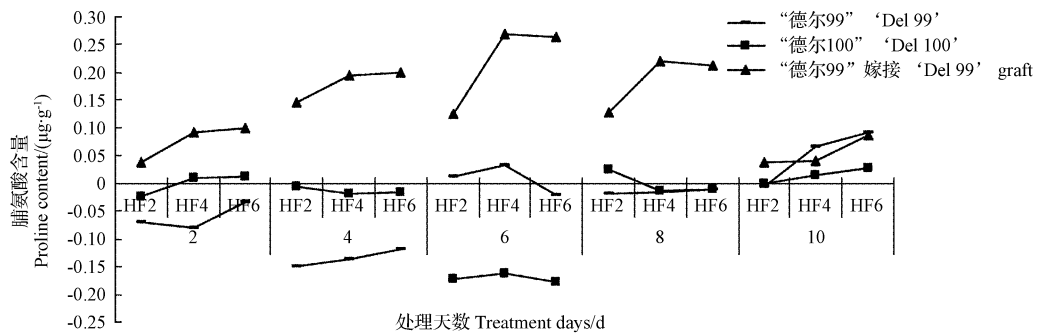


图 4 不同恢复天数对脯氨酸含量的影响

Fig. 4 Effect of different recovery days on proline content

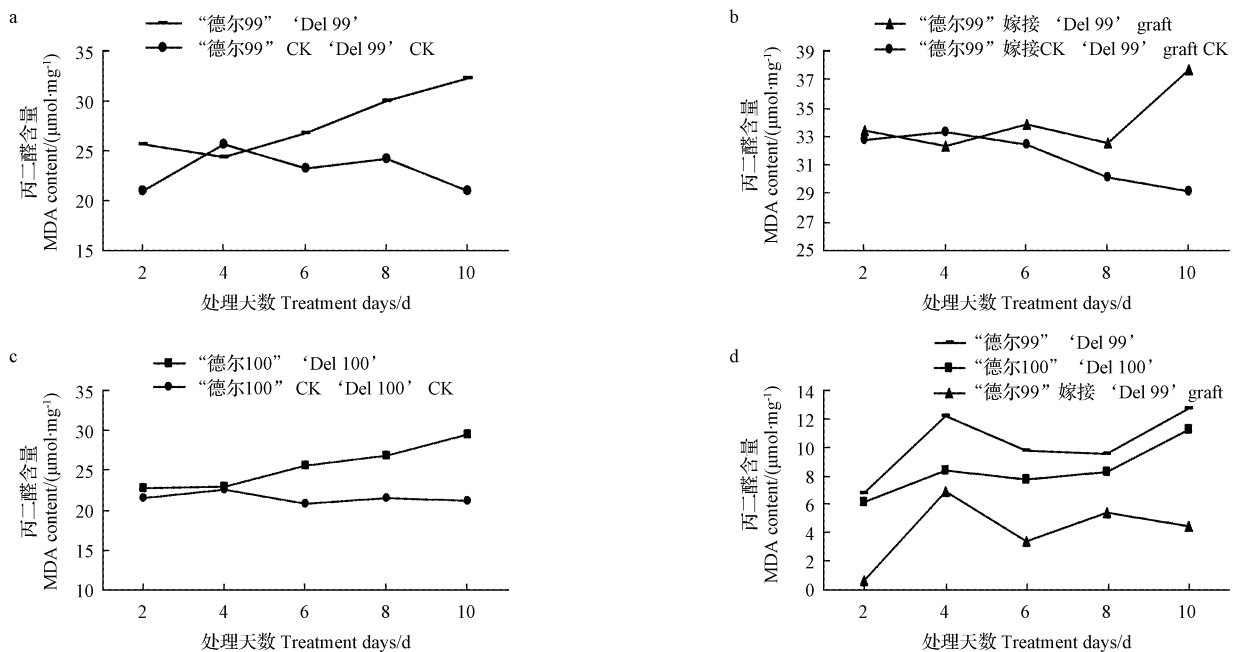


图 5 不同处理天数对丙二醛含量的影响

Fig. 5 Effect of different treatment days on MDA content

2.3.2 不同恢复天数对丙二醛含量的影响 图 6 为不同品种在低温处理不同天数后 MDA 与对照的差值随恢复天数的变化情况。3 个品种在低温处理 2~4 d 随着

恢复天数的增加,MDA 含量总体呈现下降趋势,说明 6℃ 处理对 3 个黄瓜品种细胞中有害物质随着时间的推移可以不同程度得到恢复;在低温处理 4~8 d 恢复 6 d 后

“德尔 99”的 MDA 含量随着恢复天数的增加分别下降了 49.0%、43.1%、29.1%。在持续低温处理 10 d 随着恢复天数的增加 MDA 含量基本不变,在低温胁迫 10 d 恢复 6 d MDA 含量最高,说明 MDA 随着恢复天数的增加可以得到一定程度的恢复,但持续的低温胁迫会使 MDA 恢复的程度减弱。“德尔 100”在处理 8、10 d 恢复 6 d 后,MDA 随恢复天数的增加分别下降 32.9%、

29.2%,在低温胁迫 8 d 恢复 6 d,低温胁迫 10 d 恢复 6 d MDA 含量最低。“德尔 99”嫁接苗的 MDA 在所有处理中均可以恢复到正常水平,说明其清除细胞中有害物质能力较强。通过三因素多水平试验设计,方差分析的 $F=5.43, P<0.0001$ 。从各个因素的方差分析的结果来看,处理天数($F=13.95, P<0.0001$)对丙二醛含量的变化有影响,且品种与处理天数有交互作用。

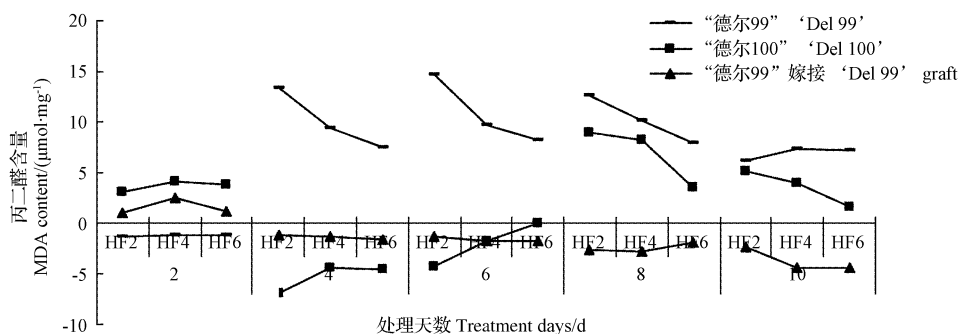


图 6 不同恢复天数对丙二醛含量的影响

Fig. 6 Effect of different recovery days on MDA content

2.4 低温胁迫下黄瓜 SOD 活性的变化

2.4.1 不同低温处理时间对 3 个黄瓜品种幼苗 SOD 活性的影响 3 个品种在低温处理 2~4 d 随着恢复天数的增加,“德尔 99”嫁接、“德尔 99”“德尔 100”的 SOD 活性总体呈现下降趋势,由图 7a 可知,低温处理 2 d 后“德尔 99”的 SOD 活性开始减小,说明该品种可在 6 °C 耐受 2 d,在低温处理 6 d 后 SOD 活性减少的幅度陡增。由图 7b 可知,低温处理 4 d 后“德尔 99”嫁接苗的 SOD 活

性开始减小,在低温处理 8 d 后 SOD 活性减少的幅度陡增。由图 7c 可知,低温处理 6 d 后“德尔 100”SOD 活性开始减少。由图 7d 可知,随处理时间的延长,3 个品种的 SOD 活性与对照的差值显著降低,“德尔 99”嫁接苗 SOD 活性减少量显著低于其它 2 个品种,说明低温对其伤害较大,“德尔 99”嫁接苗 SOD 活性减少量较少,说明该品种相对其它 2 个品种更耐低温。

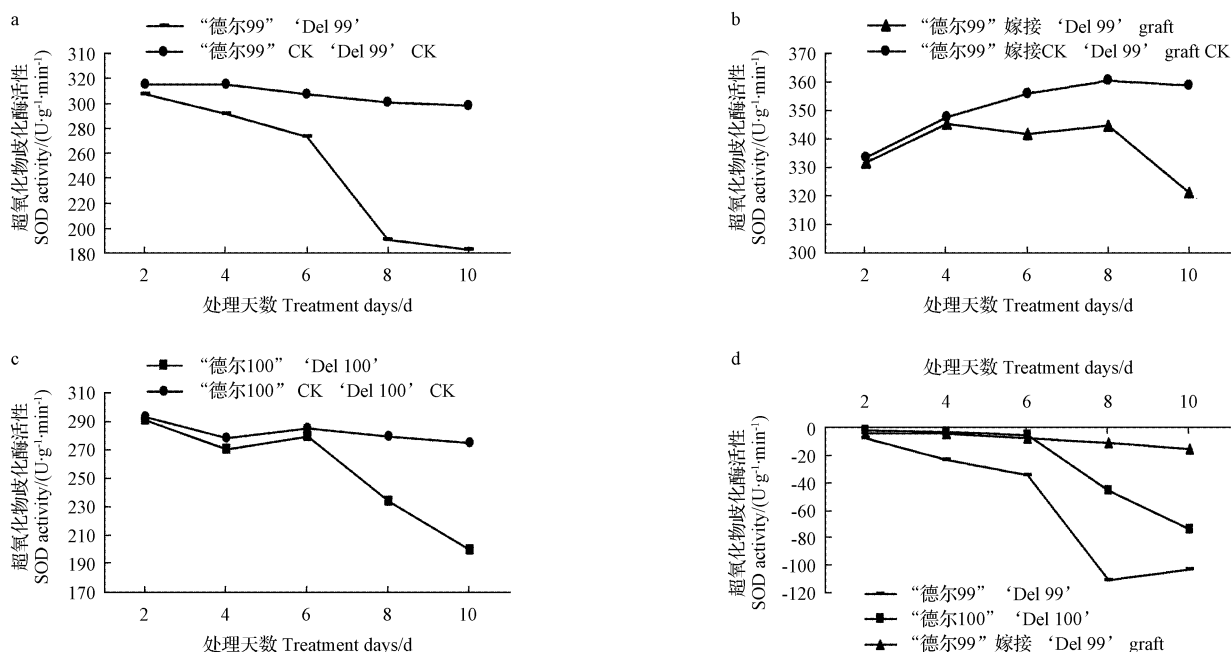


图 7 不同处理天数对超氧化物歧化酶活性的影响

Fig. 7 Effect of different treatment days on SOD activity

2.4.2 不同恢复天数对 SOD 活性的影响 图 8 为不同品种在低温处理不同天数后 SOD 活性与对照的差值随恢复天数的变化情况。可以看出,3 个品种在低温处理 2~4 d 随着恢复天数的增加,“德尔 99”嫁接、“德尔 99”“德尔 100”的 SOD 活性总体呈现上升趋势,说明 6 ℃ 处理对 3 个黄瓜品种清除有害物质的酶活性随着时间的推移可以不同程度得到恢复;“德尔 99”在低温处理 2 d, SOD 活性随恢复天数的增加呈上升趋势,在低温处理 4~10 d SOD 活性不随恢复时间的延长而恢复正常。

“德尔 100”在低温处理 2~10 d SOD 活性均随恢复时间的延长而趋于恢复正常。“德尔 99”嫁接苗在低温处理 4 d 恢复 2 d 的 SOD 活性最大,相对对照增加了 25.94%,并随恢复天数的增加呈下降趋势,低温处理 6、8、10 d, SOD 活性随恢复天数的增加呈逐渐恢复的趋势。通过三因素多水平试验设计,方差分析的 $F=9.43, P<0.0001$ 。从各因素的方差分析的结果来看,品种 ($F=5.61, P=0.004$)、处理天数 ($F=13.95, P<0.0001$) 对 SOD 活性的变化有影响,且品种与处理天数有交互作用。

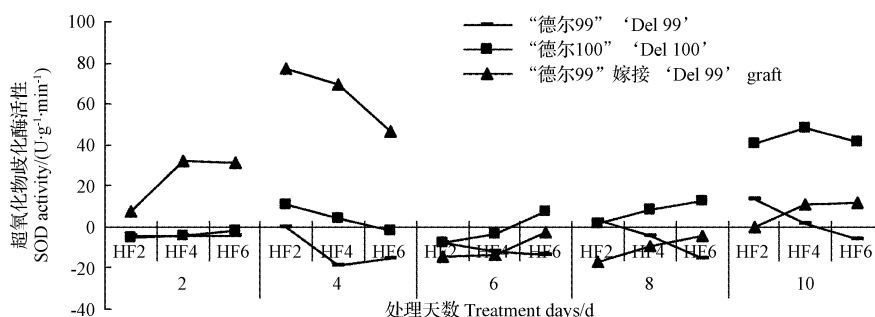


图 8 不同恢复天数对超氧化物歧化酶活性的影响

Fig. 8 Effect of different recovery days on SOD activity

2.5 3 个黄瓜品种幼苗抗寒性的综合评价

应用 Fuzzy 隶属函数综合评价 3 个黄瓜品种抗寒性^[10-13]。由表 1 可以看出,根据 Fuzzy 隶属函数综合评

价 3 个黄瓜品种抗寒性强弱为“德尔 99”嫁接苗>“德尔 100”>“德尔 99”。

表 1

3 个黄瓜品种抗寒性的综合评价

Table 1

Comprehensive evaluation of cold resistance of 3 cucumber species

品种 Variety	电导率 Electric conductivity	丙二醛 MDA	超氧化物歧化酶 SOD	脯氨酸 Proline	综合评价 Comprehensive evaluation
“德尔 99”‘Del 99’	0.539 9	0.344 0	0.604 3	0.554 1	0.439 1
“德尔 100”‘Del 100’	0.536 0	0.585 6	0.604 3	0.554 1	0.570 0
“德尔 99”嫁接苗 ‘Del 99’ graft	0.568 9	0.694 2	0.645 0	0.578 9	0.621 7

3 讨论

细胞膜具有选择透过性,当植物低温胁迫后细胞膜受损,会导致电导率上升^[14]。该试验表明,3 个黄瓜品种的电导率会因低温胁迫有显著的升高,与品种的抗寒性呈负相关,这与马艳青等^[15]在茄子的研究上结果一致。

植物体内的游离脯氨酸含量增加可增大植物渗透压,是细胞质重要的渗透调节物质^[16],积极的增加脯氨酸含量有助于植物适应低温^[17]。该试验表明,低温胁迫使脯氨酸含量增加,且与黄瓜幼苗的抗寒性呈正相关,这跟王微^[18]研究紫花苜蓿的结果一致。

低温胁迫破坏细胞内活性氧代谢平衡,而产生大量活性氧,加剧膜质过氧化的作用,最终产物主要为丙二

醛^[14]。试验表明,随着低温胁迫程度的增加,膜质过氧化产物 MDA 含量增加,且抗寒性越强的品种 MDA 含量增长越缓慢。该结果与前人在辣椒^[15]、番茄^[17]上的研究结果一致。

SOD 是植物耐冷保护酶系统^[19],国内外研究者对低温胁迫对作物保护酶系统有过很多研究,结论也不尽相同。阎世江等^[5]认为低温处理黄瓜幼苗会导致 SOD 含量上升以清除活性氧,提高植株的抗寒,这与马艳青等^[15]在辣椒的抗寒性研究得出的结果一致。董万鹏等^[20]对西番莲抗寒性的研究显示,SOD 活性呈现先降后升或先起后落再升的趋势。该试验结果表明,低温胁迫后 SOD 活性随时间的延长而降低。

于贤昌等^[21]表明,嫁接会显著提高黄瓜苗的抗寒性。该试验的研究表明,抗寒性强弱为“德尔 99”嫁接>

“德尔 100”>“德尔 99”。以生理指标 MDA、SOD 和脯氨酸衡量“德尔 99”及“德尔 99”嫁接苗最佳练苗天数在 10 d, 幼苗的抗低温能力显著提高。

参考文献

- [1] 李曙轩. 中国农业百科全书(蔬菜卷)[M]. 北京: 农业出版社, 1990: 100-102.
- [2] 山东农业大学. 蔬菜栽培学各论(北方本)[M]. 2 版. 北京: 农业出版社, 1987: 190.
- [3] 韩晓燕, 别之龙. 不同温度处理对嫁接黄瓜幼苗生理特性的影响[J]. 农业工程学报, 2008(S2): 219-224.
- [4] 高秀瑞, 潘秀清, 武彦荣, 等. 低温胁迫对茄子幼苗耐冷生理特性的影响[J]. 河北农业科学, 2008(12): 6-8.
- [5] 阎世江, 刘洁, 张继宁, 等. 低温对黄瓜若干生理指标的影响[J]. 河北科技师范学院学报, 2013(2): 12-17.
- [6] 彭金光, 孙玉宏, 师瑞红, 等. 10 ℃低温对西瓜幼苗耐性生理指标的影响[J]. 安徽农学通报, 2006(10): 42-45.
- [7] 李琦. 低温弱光对甜瓜幼苗生理特性的影响[D]. 武汉: 华中农业大学, 2012.
- [8] 陈建勋, 王晓峰. 植物生理学实验指导[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2002.
- [9] 李合生, 陈翠莲, 洪玉枝, 等. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [10] 黎燕琼, 刘兴良, 郑绍伟, 等. 岷江上游干旱河谷四种灌木的抗旱生理动态变化[J]. 生态学报, 2007(3): 870-878.
- [11] 司剑华, 卢素锦. 低温胁迫对 5 种柞柳抗寒性生理指标的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2010(8): 78-81.
- [12] 刘光立, 周鑫, 潘远志, 等. 低温胁迫对黄金香柳抗寒性生理指标的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(22): 12062-12064.
- [13] 张文辉, 段宝利, 周建云, 等. 不同种源栓皮栎幼苗叶片水分关系和保护酶活性对干旱胁迫的响应[J]. 植物生态学报, 2004(4): 483-490.
- [14] 曹建东, 陈佰鸿, 王利军, 等. 葡萄抗寒性生理指标筛选及其评价[J]. 西北植物学报, 2010(11): 2232-2239.
- [15] 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(6): 461-462.
- [16] 王荣富. 植物抗寒指标的种类及其应用[J]. 植物生理学通讯, 1987(3): 49-55.
- [17] 陈为京, 李润芳, 杨焕明, 等. 黄绿木霉 T1010 对日光温室番茄耐冷生理指标的影响[J]. 中国生态农业学报, 2010(5): 1036-1040.
- [18] 王微. 低温胁迫下紫花苜蓿几个抗寒生理指标的变化规律[D]. 长春: 东北师范大学, 2009.
- [19] 李淑艳. 低温对黄瓜保护酶体系及相关生理指标的影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2002.
- [20] 董万鹏, 罗充, 龙秀琴, 等. 低温胁迫对西番莲抗寒生理指标的影响[J]. 植物生理学报, 2015(5): 771-777.
- [21] 于贤昌, 邢禹贤, 马红, 等. 不同砧木与接穗对黄瓜嫁接苗抗冷性的影响[J]. 中国农业科学, 1998(2): 41-47.

Effect of Low Temperature Stress on Physiological and Biochemical Characteristics of Three Varieties of Cucumber Seedlings

FANG Yuan, ZHANG Yahong, WANG Lihui, BAI Xiang

(Agricultural College, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: To discuss the problem of decline in vegetable yield and quality caused by the low temperature in greenhouse cultivation in Ningxia. With common cucumber ‘Del 99’, ‘Del 99’ graft seedlings, and ‘Del 100’ seedlings as materials. According to Ningxia winter greenhouse temperature, processing temperature set as 23 ℃/6 ℃ (day temperature/night temperature) and 23 ℃/17 ℃ recovery (simultaneously control) for intelligent artificial climate chamber simulation. Low temperature stress were sustained for 2, 4, 6, 8, 10 days then recovered for 2, 4, 6 days. The measurement contained the MDA content, relative conductivity, proline content and superoxide dismutase (SOD) activity in different temperatures and convalescent cucumber seedlings. The results showed that three different species of cucumber showed various damage under low temperature stress, ‘Del 99’ and ‘Del 100’ cucumber seedlings could tolerate 6 ℃ of low temperature stress for 2—4 days then restored the state, ‘Del 99’ graft seedlings could tolerate low temperature stress for 8—10 days to restore normal growth; use membership function comprehensive evaluation to evaluate seedling cold resistance in 3 species of cucumber seedlings, grafted ‘Del 99’ > ‘Del 100’ > ‘Del 99’. It aimed to explore the adaptability and tolerance of cucumber seedlings under low temperature conditions so that it could provide the basis for screening the suitable solar greenhouse cucumber species grown in local in winter and spring.

Keywords: cucumber; variety; hypothermia; physiological index; effect