

张 婷,赵 林,李刚波,等. 耐低温弱光草莓品种的筛选[J]. 江苏农业科学,2020,48(11):121-124.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.11.024

耐低温弱光草莓品种的筛选

张 婷,赵 林,李刚波,杨 峰

(江苏徐淮地区徐州农业科学研究所,江苏徐州 221121)

摘要:以章姬、妙香 3 号、妙香 7 号、圣诞红、京藏香 5 个草莓品种作为试验材料,以自然降温阴天为试验处理,测定其相对电导率、MDA 含量、可溶性糖含量、可溶性蛋白含量及抗氧化酶活性,筛选出适合徐州地区栽植的耐低温弱光的草莓品种。试验结果表明,草莓品种圣诞红在低温弱光胁迫下,相对电导率、MDA 含量、SOD 和 POD 活性显著或极显著低于其他品种,可溶性糖含量、可溶性蛋白含量及 CAT 活性极显著高于其他品种,其他品种间无显著差异。用隶属函数法得出 5 种草莓品种耐低温弱光顺序为圣诞红 > 妙香 3 号 > 京藏香 > 章姬 > 妙香 7 号。综上可知,圣诞红属于耐低温耐弱光的草莓品种。

关键词:低温;弱光;草莓;隶属函数法

中图分类号: S668.403.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)11-0121-04

草莓栽培以日光温室为主,进行冬春反季节栽培,但是设施比较简陋、可控程度低、缺乏设施栽培专用品种等原因,造成设施草莓产量和品质低等问题。首先,因覆盖物的存在导致光照强度降低,有时设施内的光照仅为自然光照的 10% 左右^[1],生产

光照时间和光照强度明显不足,远远不能满足植物生长的需要^[2]。另外,若遇连续的阴、雨、雪等极端天气,低温和光照不足使设施内植株的生长发育受到很大的影响,导致作物产量和品质的下降,果农经济损失严重,在一定程度上影响和制约了草莓的种植和发展。所以,筛选和培育耐低温弱光品种已成为草莓育种的目标之一。有关植物的抗寒性和耐弱光性,人们已在黄瓜、番茄、辣椒等作物上做了大量研究^[3-6],在生理指标方面主要集中于电解质外渗率、抗氧化物酶活性、叶绿素含量等方面^[7-9]。本试验以 5 种草莓品种为试材,监测秋冬季连续阴

收稿日期:2019-05-15

基金项目:徐州市农科院院基金(编号:XK2017001)。

作者简介:张 婷(1989—)女,硕士,助理研究员,主要从事果树种质资源及适应性方面的研究。E-mail:tingzhang322@163.com。

通信作者:杨 峰,博士,研究员,主要从事园艺作物育种改良研究。

E-mail:xz-yangfeg@163.com。

[9]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.

[10]曲晶晶,郑金伟,郑聚锋,等. 小麦秸秆生物质炭对水稻产量及晚稻氮素利用率的影响[J]. 生态与农村环境学报,2012,28(3):288-293.

[11]马 莉,侯振安,吕 宁,等. 生物炭对小麦生长和氮素平衡的影响[J]. 新疆农业科学,2012,49(4):589-594.

[12]梁锦秀,郭鑫年,任福聪,等. 生物炭对宁夏扬黄灌区春小麦产量及养分吸收利用的影响[J]. 宁夏农林科技,2018,59(10):1-6.

[13]Lehmann J, da Silva J P Jr, Steiner C, et al. Nutrient availability and leaching in an archaeological anthrosol and a ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments [J]. Plant and Soil, 2003, 249(2):343-357.

[14]Chan K Y, van Zwieten L, Meszaros I, et al. Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment[J]. Australian Journal of Soil Research, 2007, 45(8):629-634.

[15]Uzoma K C, Inoue M, Andry H, et al. Effects of cow manure biochar

on maize productivity under sandy soil condition[J]. Soil Use and Management, 2011, 27(2):205-212.

[16]Zhao X, Wang J W, Xu H J, et al. Effects of crop-straw biochar on crop growth and soil fertility over a wheat-millet rotation in soils of China[J]. Soil Use and Management, 2014, 30(3):311-319.

[17]聂新星. 生物炭对土壤钾素有效性及作物生长的影响[D]. 武汉:中国科学院研究生院(武汉植物园), 2016.

[18]黄 超,刘丽君,章明奎. 生物质炭对红壤性质和黑麦草生长的影响[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2011, 37(4):439-445.

[19]何 舞,刘红耀,朱端卫,等. 不同肥料施用对大蒜生长、品质和氮代谢的影响[J]. 华中农业大学学报, 2009, 28(2):179-182.

[20]于南卓. 生物炭及炭基肥料对小白菜、油菜及玉米的生长和土壤养分的影响[D]. 泰安:山东农业大学, 2018.

[21]王 湛,李银坤,王利春,等. 生物炭对有机菜心产量、品质及水分利用的影响[J]. 农业机械学报, 2018, 49(12):273-280.

[22]王晓航. 减量施氮对不同氮效率小麦品种氮代谢的影响[D]. 郑州:河南农业大学, 2015.

雪天草莓叶片各项生理生化指标,以此来比较不同草莓品种间的抗寒力和耐弱光差异,从而初步筛选出适合徐州地区栽植的耐低温弱光的草莓品种。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为章姬、妙香 3 号、妙香 7 号、圣诞红、京藏香,2018 年 10 月盆栽,每个品种 6 株,生长于日光温室内,水肥管理一致。

1.2 低温弱光处理

采用室外自然低温及弱光作为处理,于 2018 年 12 月 28 日(最高温度 -2°C ,最低温度 -7°C ,光照度为 50 lx),把供试材料放于室外,持续 24 h,分别采集各品种植株无病虫、无畸形的成熟叶片,测定植株叶片生理生化指标。

1.3 测定方法

细胞膜透性采用电导法^[10]测定,硫代巴比妥酸(TBA)反应法测定 MDA 含量,氮蓝四唑(NBT)法测定 SOD 活性,考马斯亮蓝法测定可溶性蛋白含量,蒽酮法测定可溶性糖含量,愈创木酚法测定 POD 活性,过氧化氢法测定 CAT 活性^[11]。

1.4 数据处理

用隶属函数法对 5 个草莓品种的抗性进行综合

评价^[12]。

与抗性负相关指标的隶属函数值计算公式:

$$f(x_{ij}) = 1 - (X_{ij} - X_{j\min}) / (X_{j\max} - X_{j\min}); \quad (1)$$

与抗性正相关指标的隶属函数值计算公式:

$$f(x_{ij}) = (X_{ij} - X_{j\min}) / (X_{j\max} - X_{j\min}). \quad (2)$$

式(1)、式(2)中: $f(x_{ij})$ 为*i*树种的*j*项指标隶属函数值; X_{ij} 为测定值; $X_{j\max}$ 和 $X_{j\min}$ 分别为*j*指标最大测定值和最小测定值。

采用 WPS、SPSS 19.0 软件对试验数据进行误差和显著性分析。

2 结果与分析

2.1 低温弱光对草莓叶片相对电导率的影响

电导法测定低温胁迫后作物组织的电解质渗透率是目前鉴定植物耐冷性最常用的方法之一。当植物受到低温伤害时,细胞的质膜透性会发生较大改变,电解质会有不同程度外渗。由图 1 可知,5 种草莓品种受到低温弱光胁迫后的叶片相对电导率顺序依次为妙香 7 号 > 章姬 > 妙香 3 号 > 京藏香 > 圣诞红,其中妙香 7 号、章姬的相对电导率显著高于圣诞红,其他品种间无显著差异,妙香 7 号相对电导率达到了 44.754%,圣诞红仅为 19.285%。

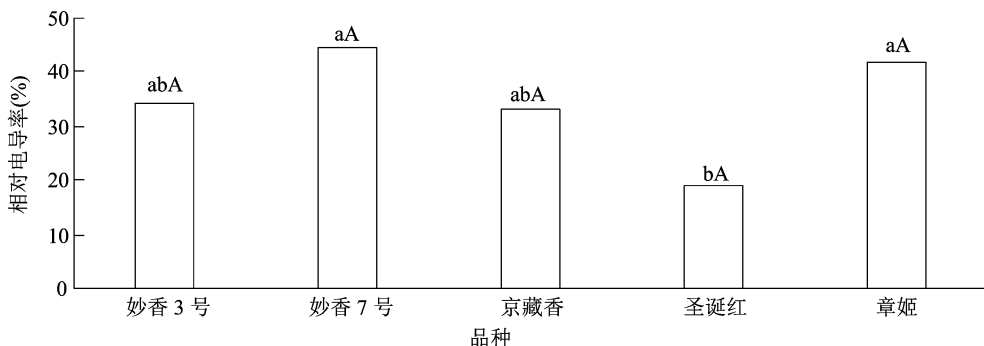


图1 不同草莓品种在低温弱光下叶片相对电导率的比较

2.2 低温弱光对草莓叶片 MDA 含量的影响

5 种草莓品种在受到持续的低温弱光胁迫后,叶片 MDA 含量无显著差异,但圣诞红 MDA 含量稍低于其他品种(图 2),妙香 3 号和妙香 7 号 MDA 含量较高,MDA 含量品种排序为圣诞红 < 章姬 < 京藏香 < 妙香 7 号 < 妙香 3 号。

2.3 低温弱光胁迫对不同草莓品种叶片可溶性糖和可溶性蛋白含量的影响

由表 1 可知,5 个草莓品种受到低温弱光胁迫后,圣诞红和妙香 7 号叶片可溶性糖含量达到了极

显著水平,圣诞红极显著高于妙香 7 号,妙香 7 号可溶性糖含量最低;在可溶性蛋白含量方面,5 种草莓品种无显著差异,但圣诞红的可溶性蛋白含量最高。

2.4 低温弱光对草莓叶片保护酶的影响

低温弱光等逆境胁迫均会引起植物体内产生过量的活性氧。而活性氧在植物体内过多会引发和加剧生物膜脂过氧化作用,使膜系统遭受破坏,细胞内生理生化反应紊乱,植株受到伤害。为防御这些活性氧的伤害作用,植物体内存在着抗氧化酶防御系统,对植物起着保护作用。本试验中,在逆

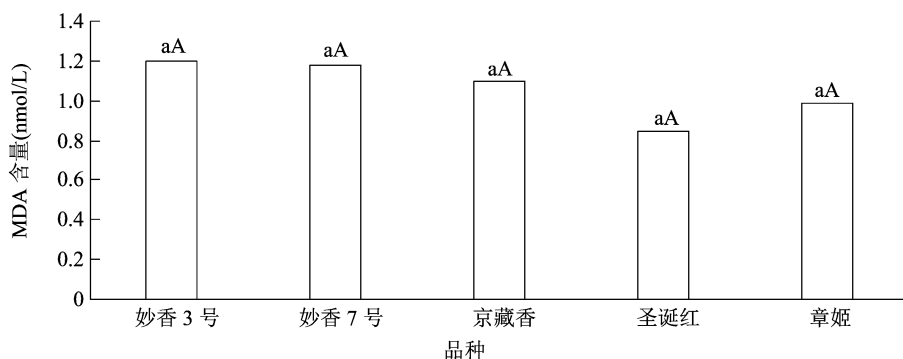


图2 低温弱光胁迫对不同草莓叶片 MDA 含量的影响

表 1 不同草莓品种在胁迫下叶片可溶性糖和可溶性蛋白含量

品种	可溶性糖含量 (%)	可溶性蛋白含量 (μg/g)
妙香 3 号	0.809aAB	5.782aA
妙香 7 号	0.554bB	5.928aA
京藏香	0.779abAB	5.830aA
圣诞红	0.942aA	6.367aA
章姬	0.884aAB	6.200aA

注:同列数据后不同小写和不同大写字母分别表示在 0.05 和 0.01 水平上差异显著。下同。

境胁迫下,妙香 7 号和圣诞红的 SOD 活性达到显著差异,圣诞红显著低于妙香 7 号,其他品种差异不明显;在 POD 活性方面,圣诞红最低,妙香 7 号最高,其他品种间无显著差异;在过氧化氢酶活性方面,圣诞红极显著高于其他品种,其他 4 种草莓品种无

显著差异(表 2)。

表 2 低温弱光对草莓叶片 SOD、POD 和 CAT 活性的影响

品种	SOD 活性 (U/g)	POD 活性 [U/(min·g)]	CAT 活性 [U/(min·g)]
妙香 3 号	140.518abA	77.667aA	415.556bB
妙香 7 号	157.987aA	98.000aA	395.556bB
京藏香	140.067abA	58.333abA	308.889bB
圣诞红	135.446bA	24.333bA	635.556aA
章姬	136.395abA	77.667aA	326.667bB

2.5 不同草莓品种各指标隶属函数分析

采用隶属函数公式得出 5 个草莓品种的隶属函数度,根据隶属函数度判断其抗性强弱,即隶属度值越大其抗性越强。由表 3 可知,5 个草莓品种的耐低温耐弱光顺序为圣诞红>妙香 3 号>京藏香>章姬>妙香 7 号。

表 3 不同草莓品种各指标隶属度值及综合评价

品种	隶属度值								抗性位次
	SOD 活性	MDA 含量	CAT 活性	POD 活性	可溶性糖含量	可溶性蛋白含量	相对电导率	平均	
圣诞红	0.608	0.592	0.377	0.596	0.593	0.495	0.662	0.560	1
京藏香	0.545	0.359	0.605	0.510	0.494	0.662	0.395	0.510	3
妙香 3 号	0.627	0.391	0.525	0.614	0.626	0.534	0.533	0.550	2
妙香 7 号	0.365	0.573	0.485	0.611	0.373	0.561	0.407	0.482	5
章姬	0.396	0.660	0.500	0.503	0.588	0.412	0.440	0.500	4

3 讨论与结论

植物受到冬季低温弱光等环境胁迫,形成了一套抗氧化保护系统来清除过量的活性氧自由基,以忍受逆境胁迫造成的伤害,研究发现植物在低温和弱光双重胁迫下,多以低温为主导产生胁迫^[13]。在逆境胁迫下,使其细胞和组织受害,细胞膜遭到破坏,膜透性增大,细胞内的电解质大量外渗^[5,14],使植物细胞浸提液的电导率增大,外渗量反映了膜的

伤害程度,所以评价植物耐寒性的生理生化指标中,相对电导率的大小是植物抗寒性强弱的重要指标^[15-16],并且呈正相关的线性关系^[17-18]。本试验中,圣诞红草莓品种的相对电导率(REC 值)最低,其次是京藏香、妙香 3 号、章姬,妙香 7 号最高,说明圣诞红耐寒性优于其他品种,本试验结果与宋尚伟等的研究结果^[19]一致。

MDA 含量的增加是植物受到逆境胁迫后细胞膜透性增加的一个重要标志,其含量可以反映植物

膜系统的受伤程度^[20],植物的抗寒性与 MDA 含量呈负相关,即抗寒性越强,MDA 含量越低,本试验中,圣诞红 MDA 含量最低,此结果与王腾飞等的研究结果^[21-22]一致。

植物体内重要的渗透调节物质包括脯氨酸、可溶性糖和可溶性蛋白等,它们对于降低植物细胞水势、减少胁迫对植物的伤害、对植物细胞渗透势的调节和生物膜系统的维持具有重要的生理意义。低温下品种的可溶性糖和可溶性蛋白含量与品种的耐冷性成正相关^[3]。本试验中圣诞红的可溶性糖含量和可溶性蛋白含量最高,说明此品种在低温弱光胁迫时,可溶性糖和可溶性蛋白含量的积累,提高了细胞液浓度,降低了渗透势,增加了保水能力,从而使冰点下降,保持细胞不致遇冷凝固,提高了植物机体抗寒能力,此结果与王冲等的研究结果^[23]一致。

在植物遭受低温胁迫时,植物体中具有保护植物生长的保护酶,它们活性的强弱决定了植物抵御低温伤害的能力^[24]。曲凌慧等通过低温胁迫对各种不同葡萄的酶活性进行测定,研究表明各种酶活性(SOD、POD、CAT),在一定低温范围内,均表现为酶活性越高,抗寒性越强^[25]。本试验中抗性较强的品种 SOD、POD 活性最低,CAT 活性最高,可能的原因是植物处于自然低温弱光下,该温度未达到圣诞红草莓的极限温度。另外,采用模糊数学中的隶属函数法分析得到的 5 个草莓品种的耐低温弱光的顺序为圣诞红 > 妙香 3 号 > 京藏香 > 章姬 > 妙香 7 号,此结果与相关生理指标相一致,所以综上可知,草莓品种圣诞红耐低温弱光能力最强,妙香 7 号最弱。

参考文献:

- [1] 战吉成. 弱光对京玉葡萄幼苗光合特性的影响及其生理机制的研究[D]. 北京:中国农业大学,2002.
- [2] Wilson J. W. Light interception and photosynthetic efficiency in some glasshouse crops[J]. Journal of Experimental Botany, 1992, 43 (248):363-373.
- [3] 胡文海. 低温弱光对番茄生理生化影响的研究[D]. 杭州:浙江大学,2001.
- [4] 刘鸿先. 低温对不同耐寒力的黄瓜幼苗子叶各细胞器中超氧化物歧化酶的影响[J]. 植物生理学报,1985,11(1):48-57.
- [5] 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.
- [6] 马德华,孙其信. 温度逆境对不同品种黄瓜幼苗膜保护酶系统的影响[J]. 西北植物学报,2001,21(4):656-661.
- [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] 张彩映. 低温弱光对紫花苜蓿根颈生理生化指标影响研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2010.
- [9] 秦文斌,山溪,张振超,等. 低温胁迫对甘蓝幼苗抗逆生理指标的影响[J]. 核农学报,2018,32(3):576-581.
- [10] 高俊凤. 植物生理实验指导[M]. 西安:世界图书出版社,2001.
- [11] 张志良,瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2003.
- [12] 张剑侠,吴行昶,杨亚州,等. 引进美国制汁葡萄品种抗寒性的综合评价[J]. 北方园艺,2011(24):1-5.
- [13] 陈青君,张福嫔,王永健,等. 黄瓜对低温弱光反应的生理特征研究[J]. 中国农业科学,2003,36(1):77-81.
- [14] 冯昌军,罗新义,沙伟. 低温胁迫对苜蓿品种幼苗 SOD、POD 活性和脯氨酸含量的影响[J]. 草业科学,2005,22(6):29-32.
- [15] 陈禹兴,付连双,王晓楠,等. 低温胁迫对冬小麦恢复生长后植株细胞膜透性和丙二醛含量的影响[J]. 东北农业大学学报,2010,41(10):10-16.
- [16] 王静,赵密珍,于红梅,等. 低温胁迫下草莓花半致死温度的研究[J]. 江西农业大学学报,2012,34(2):255-258.
- [17] Levitt J. Responses of plants to environmental stresses, chilling, freezing and high temperature stresses[M]. New York:Academic Press,1980:262-273.
- [18] Lyons J M, Graham D, Raison J. Low temperature stress in crop plants:the role of the membrane[M]. New York:Academic Press, 1979:1-24.
- [19] 宋尚伟,刘程宏,张芳明,等. 不同石榴品种抗寒性的研究[J]. 河南农业大学学报,2012,46(2):143-146.
- [20] 王树刚,王振林,王平,等. 不同小麦品种对低温胁迫的反应及抗冻性评价[J]. 生态学报,2011,31(4):1064-1072.
- [21] 王腾飞,裴玉贺,郭新梅,等. 3 个玉米品种苗期耐寒性鉴定[J]. 核农学报,2017,31(4):803-808.
- [22] 陈明辉,程世平,张志录,等. 不同品种果蔗幼苗对低温的生理响应及耐寒性评价[J]. 华南农业大学学报,2018,39(2):40-46.
- [23] 王冲,宋阳. 同萱草和鸢尾品种的抗寒性比较[J]. 黑龙江农业科学,2018(6):26-31.
- [24] 雷雪峰,马爱生,李海翠,等. 8 种禾本科牧草低温胁迫的生理响应及抗寒性比较[J]. 江苏农业科学,2019,47(9):218-222.
- [25] 曲凌慧,车永梅,侯丽霞,等. 低温胁迫对葡萄品种梅鹿辄和贝达活性氧代谢的影响[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 2010,27(2):117-121,125.