

高玉红, 闫生辉, 邓黎黎. 逆境胁迫对甜瓜幼苗生长的影响及综合抗逆鉴定指标的筛选[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(15): 116–118.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.15.032

逆境胁迫对甜瓜幼苗生长的影响 及综合抗逆鉴定指标的筛选

高玉红, 闫生辉, 邓黎黎
(郑州职业技术学院, 河南郑州 450121)

摘要:为阐明逆境胁迫对甜瓜幼苗生长发育的影响及筛选综合抗逆性鉴定指标。以熟性不同的薄皮甜瓜星甜 18、翠玉 6 号为试验材料, 通过模拟低温、干旱、水分、盐等逆境条件对甜瓜幼苗进行处理, 测定与生长发育相关的株高 (SH)、茎粗 (SD)、地上部鲜质量 (SFW)、根鲜质量 (RFW)、地上部干质量 (SDW)、根干质量 (RDW)、叶面积 (LA)、壮苗指数 (ISG) 等形态指标, 并利用隶属函数值法比较逆境胁迫对甜瓜幼苗伤害的差异性, 利用主成分分析法筛选出综合抗逆指标。结果表明, 不同逆境胁迫处理均显著抑制了甜瓜幼苗的生长, 且 8 个生长指标对不同逆境胁迫的响应有明显差异, 受供试品种和逆境类型等因素的影响和制约; 早熟品种对于干旱、盐胁迫较为敏感, 而中晚熟品种对低温、干旱胁迫较为敏感; 相比其他逆境条件, 2 种熟性类型的品种对水分胁迫的耐受性均较强; RFW、ISG、LA、SD、RDW 可作为早熟品种星甜 18 苗期综合抗逆性的鉴定指标; SD、ISG、LA、RFW 可作为中晚熟品种翠玉 6 号苗期综合抗逆性的鉴定指标。

关键词:逆境胁迫; 甜瓜; 生长发育; 抗逆性指标

中图分类号: S652.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)15-0116-03

我国是世界上甜瓜种植面积最大的国家之一, 据统计, 2015 年我国甜瓜栽培面积为 40.69 万 hm^2 , 产量 1 527.1 万 $\text{t}^{[1]}$ 。甜瓜已成为促进部分地区农业增产及农民增收的主导产业。但甜瓜幼苗时期是其抵抗力最弱的阶段, 经常会遇到诸如低温、干旱、盐分胁迫等逆境环境, 已成为制约甜瓜产业快速发展的瓶颈^[2-4]。因此, 如何调整苗期外界环境条件并培育壮苗成为甜瓜生产中亟待解决的问题。目前国内外相关研究大多局限于单一逆境因子对甜瓜生长发育的影响, 并筛选出抗逆性鉴定指标^[5-7], 但这些指标多集中在生理生化方面, 缺乏直观性, 难以在实际生产中应用。因此亟待开展不同逆境胁迫对甜瓜共同形态表现反应的研究, 以筛选出更为直观的抗逆性鉴定指标。本研究以 2 种不同类型的薄皮甜瓜为研究对象, 探讨了不同逆境胁迫条件对其幼苗生长的影响, 利用隶属函数法综合评价不同逆境条件对甜瓜幼苗的危害程度, 并利用主成分分析法筛选出共同的抗逆性鉴定指标, 以期对甜瓜幼

苗的综合抗逆性直观判断和提前预防提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试品种: 星甜 18、翠玉 6 号分别为早熟和中晚熟薄皮甜瓜品种, 购于河南省种子市场。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 将供试甜瓜品种催芽后, 选取生长一致的芽苗播于盛有混合基质(草炭: 珍珠岩 = 3: 1)的 32 孔穴盘, 并置于温室中培养。当幼苗生长到 2 叶 1 心时, 选择生长一致的幼苗, 进行不同的胁迫处理: (1) 低温胁迫处理: 将幼苗置于 8 $^{\circ}\text{C}$ 条件下处理 6 h, 每 3 d 处理 1 次; (2) 干旱胁迫处理: 喷淋含 150 g/L 聚乙二醇 (PEG-6000) 溶液, 每 3 d 处理 1 次; (3) 盐胁迫处理: 喷淋含 200 mmol/L NaCl 的溶液, 为防止盐刺激, 以每天 50 mmol/L 的浓度梯度递增; (4) 水分胁迫处理: 将穴盘放入装有水的托盘中, 水面始终保持 3 cm 高度。各个处理均在生长过程中喷淋 50 mL Hoagland 完全营养液维持幼苗生长所需的营养, 以正常生长条件下喷淋相同数量的 Hoagland 完全营养液的幼苗为对照, 每个处理 3 次重复。

1.2.2 测定项目及方法 甜瓜幼苗生长至 4 叶 1 心时, 每个处理选 5 株进行相关生长指标的测定: 株高 (SH) (根茎相交

收稿日期: 2017-03-05

基金项目: 河南省科技攻关项目 (编号: 162102110099)。

作者简介: 高玉红 (1979—), 女, 河南尉氏人, 硕士, 副教授, 现主要从事作物生物技术等教学与研究工作。E-mail: gaoyuhong2008@163.com。

2010(22): 69–72.

[2] 杨文杰, 郑磊磊, 郑云南, 等. 淮安种植皖桔梗系列品种的农艺性状调查与比较[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(10): 116–118.

[3] 熊艳辉, 卢夏英, 刘鹏飞, 等. 桃江县吊瓜产业发展优势及对策[J]. 现代农业科技, 2011(18): 379–383.

[4] 林剑峰, 程慧民, 松阳县 吊瓜产业的发展与对策[J]. 今日科技,

2008(6): 30–31.

[5] 傅福道, 金荣, 裴雪珍. 食用瓜蒌园立体套种(养)的效果[J]. 浙江农业科学, 2006(6): 628–629.

[6] 徐建明, 郑磊磊, 郑云南, 等. 淮安市食用桔梗籽品种的搭架栽培技术[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(5): 135–136.

[7] 吉庆勇, 缪叶旻子, 程文亮, 等. 食用桔梗套种早熟春大豆高效栽培技术探讨[J]. 园艺与种苗, 2013(2): 52–54.

处到最高生长点的长度)、茎粗(SD)(子叶下约 1 cm 处)、地上部鲜质量(SFW)、根鲜质量(RFW)、地上部干质量(SDW)和根干质量(RDW)(将称量完鲜质量的甜瓜植株地上部和根系在 105 ℃ 下杀青 30 min, 再在 80 ℃ 恒温下烘干至恒重); 计算壮苗指数(ISG) = (根鲜质量/地上部鲜质量 + 茎粗/株高) × 全株鲜质量; 叶面积(LA)采用称质量法测定^[8]。

1.2.3 逆境胁迫对甜瓜幼苗伤害性综合评价方法

伤害系数 = (对照值 - 处理值) / 对照值 × 100% 。

采用隶属函数法进行耐盐性综合评价, 计算逆境对幼苗伤害性相关指标的隶属函数值^[9]。

$$X_{ij} = (x_{ij} - x_{imin}) / (x_{imax} - x_{imin})。$$

式中: x_{ij} 为 i 品种 j 指标值; x_{imin} 为 j 指标最小值; x_{imax} 为 j 指标最大值。累加各品种各指标的具体隶属函数值即为总隶属函数值(SUM)。

1.3 数据统计与分析

利用 Excel 2003 和 DPS 7.05 进行数据统计分析, 差异显

著性检验($\alpha = 0.05$)采用 Duncan's 新复极差法。

2 结果与分析

2.1 逆境胁迫对甜瓜幼苗生长的影响

不同逆境胁迫处理显著抑制了甜瓜幼苗的生长, 且 2 个甜瓜品种幼苗对逆境胁迫的响应有明显差异(表 1)。对于早熟品种星甜 18 而言, 各逆境处理间 SD、RDW、ISG 差异不显著, 低温胁迫对 SFW、SDW、LA 影响较大; 干旱胁迫主要影响 SH、RFW、SDW、LA 等指标; 盐胁迫对 SH、SFW、RDW、LA 的影响较大。对中晚熟品种翠玉 6 号而言, 低温胁迫对 SD、SFW、SDW、RDW、LA、ISG 影响较大; 干旱胁迫主要影响 SH、SD、SFW、RFW、SDW、ISG 等指标; 盐胁迫对 SH、SD、RDW、LA 影响较大。与其他逆境条件相比, 水分胁迫对 2 种甜瓜幼苗生长指标的影响均相对较小。表明逆境胁迫对甜瓜幼苗的伤害程度受品种和逆境类型等因素的影响和制约。

表 1 不同逆境胁迫对甜瓜幼苗生长的影响

品种	逆境类型	SH (cm)	SD (cm)	SFW (g)	RFW (g)	SDW (g)	RDW (mg)	LA (cm ²)	ISG
星甜 18	CK	6.24a	0.57a	6.48a	0.87a	0.42a	72.13a	63.54a	1.658 2a
	低温胁迫	5.18b	0.41b	4.29c	0.53b	0.24c	64.54b	41.36c	0.977 0b
	干旱胁迫	4.39c	0.39b	5.46b	0.46c	0.29c	59.73b	37.46c	1.024 7b
	盐胁迫	3.92c	0.37b	4.37c	0.51bc	0.34b	58.21b	43.67c	1.017 7b
	水分胁迫	5.47b	0.36b	5.21b	0.56b	0.36ab	63.49b	52.19b	1.010 5b
翠玉 6 号	CK	6.43a	0.58a	6.32a	0.83a	0.39a	70.16a	69.17a	1.583 9a
	低温胁迫	5.46b	0.34c	3.97c	0.51b	0.31c	53.18c	36.82c	0.854 5c
	干旱胁迫	4.57c	0.37c	4.73c	0.41c	0.29c	63.43b	50.19b	0.861 7c
	盐胁迫	4.23c	0.36c	5.34b	0.46bc	0.33bc	55.17c	43.11c	0.993 2bc
	水分胁迫	5.24b	0.42b	5.62b	0.49b	0.36ab	67.38b	46.54bc	1.022 5b

注: 同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

2.2 逆境胁迫对甜瓜幼苗伤害的差异性比较

综合 8 个与甜瓜幼苗生长相关的指标, 利用隶属函数值评价不同逆境胁迫的伤害程度。由表 2 可以看出, 干旱胁迫、盐胁迫对早熟品种星甜 18 的伤害性较大, 其总隶属函数值分别为 3.440、4.323, 水分胁迫的伤害性较小, 总计隶属函数值为 0.477; 低温胁迫、干旱胁迫对中晚熟品种翠玉 6 号的伤害

性较大, 其总隶属函数值分别为 5.750、5.123, 水分胁迫的伤害性较小, 总隶属函数值为 0.652。结果表明, 早熟品种对干旱胁迫、盐胁迫较为敏感, 而中晚熟品种对低温胁迫、干旱胁迫较为敏感; 相比其他逆境条件, 2 种不同熟性类型的品种对水分胁迫的耐受性均较强。

表 2 逆境胁迫对甜瓜幼苗期各指标伤害系数的影响

品种	逆境类型	隶属函数值								SUM	排序
		SH	SD	SFW	RFW	SDW	RDW	LA	ISG		
星甜 18	低温胁迫	0.187	0.000	1.000	0.300	1.000	0.000	0.735	0.000	3.222	3
	干旱胁迫	0.697	0.400	0.000	1.000	0.583	0.760	1.000	1.000	3.440	2
	盐胁迫	1.000	1.000	0.932	0.500	0.167	1.000	0.578	0.854	4.323	1
	水分胁迫	0.000	0.800	0.214	0.000	0.000	0.166	0.000	0.703	0.477	4
翠玉 6 号	低温胁迫	0.000	1.000	1.000	0.000	0.750	1.000	1.000	1.000	5.750	1
	干旱胁迫	0.724	0.625	0.539	1.000	1.000	0.278	0.000	0.957	5.123	2
	盐胁迫	1.000	0.750	0.170	0.500	0.500	0.860	0.530	0.174	4.483	3
	水分胁迫	0.179	0.000	0.000	0.200	0.000	0.000	0.273	0.000	0.652	4

2.3 2 种甜瓜综合抗逆指标的筛选

通过对星甜 18、翠玉 6 号 2 种甜瓜的 8 个幼苗生长指标进行抗逆性主成分分析, 可将 8 个指标转化为 4 个主成分, 均

以第 1 个主成分贡献率最大, 其特征值分别为 6.59、6.44, 累计贡献率分别可达 82.39%、80.53%, 即第 1 个主成分已经基本携带了 8 个抗逆指标 80% 以上的信息(表 3)。由表 3 可

表 3 2 种甜瓜幼苗抗逆性综合评价主成分分析

品种	特征值	贡献率 (%)	特征向量								抗性指标
			SH	SD	SFW	RFW	SDW	RDW	LA	ISG	
星甜 18	6.59	82.39	0.337	0.364	0.331	0.383	0.305	0.363	0.366	0.374	RFW、ISG、LA、SD、RDW
翠玉 6 号	6.44	80.53	0.313	0.393	0.341	0.362	0.345	0.320	0.363	0.384	SD、ISG、LA、RFW

以看出,RFW、ISG、LA、SD、RDW 可作为早熟品种星甜 18 苗期综合抗逆性的鉴定指标;SD、ISG、LA、RFW 可作为中晚熟品种翠玉 6 号苗期综合抗逆性的鉴定指标。

3 结论与讨论

植物在生长过程中经常会遇到干旱、盐碱、高温等不良环境条件,导致体内的一系列生理生化活动的变化^[10-13],进而影响植物外部的表现形态^[14]。因此,表现形态的改变更能直观地反映其受外界环境条件的胁迫程度。本研究通过室内模拟低温、干旱、水分、盐等逆境条件,探讨了其对甜瓜幼苗生长发育的影响,结果表明,低温、干旱、水分、盐等逆境胁迫均显著抑制了甜瓜幼苗的生长,与王兴虎等分别利用不同逆境条件对甜瓜幼苗生长影响的研究结果^[15-18]一致。8 个生长指标对不同逆境胁迫的响应有明显差异,受品种类型的影响和制约,可能与逆境胁迫的伤害机制及品种自身敏感程度有关,具体原因还有待进一步研究。

隶属函数法作为一种模糊数学方法,已被大多数学者用来对受到多种因素制约的研究对象做综合性评价^[19-20]。为克服单一指标评价的片面性,更全面反映不同逆境胁迫对甜瓜幼苗生长的危害程度,本研究选取与甜瓜生长有关的 8 个性状指标,利用总隶属函数值对不同逆境条件进行综合评价。结果显示,早熟品种对于干旱胁迫、盐胁迫较为敏感,而中晚熟品种对低温胁迫、干旱胁迫较为敏感。相比其他逆境条件,2 种熟性类型的品种对水分胁迫的耐受性均较强。因此,在栽培管理过程中,对于早熟品种而言,应特别注意防止干旱、盐胁迫伤害,做好土壤肥水管理,在育种上应加强其抗旱和耐盐能力方面的改进。对于中晚熟而言,应特别注意防止低温、干旱胁迫伤害,做好温度和土壤水分管理,在育种上应加强其耐低温和抗旱能力方面的改进。但本试验仅仅人为模拟逆境条件对其进行了研究,可能与实际生产有一定差距,还需进一步大田试验验证。

利用主成分分析方法将 8 个单项指标转化成为 4 个综合指标,使各种逆境胁迫下甜瓜幼苗生长指标差异具有可比性,RFW、ISG、LA、SD、RDW 可作为早熟品种星甜 18 苗期综合抗逆性的鉴定指标;SD、ISG、LA、RFW 可作为中晚熟品种翠玉 6 号苗期综合抗逆性的鉴定指标。这一结果可为甜瓜幼苗的综合抗逆性的直观判断提供理论依据,但大多数研究认为植物形态和生长对环境胁迫的反映往往落后于生理反应,一旦植株表现现象呈现,逆境造成的伤害可能难以恢复^[20],在实际生产中应用还有一定的局限性。因此,还应进一步加强甜瓜逆境胁迫的系统性研究,将生长方面的表现形态和生理反应特征有效结合起来,更有助于采取切实可行的技术措施,为有效防止生产上的逆境伤害奠定基础。

参考文献:

[1] 中华人民共和国农业部. 中国农业统计资料(2015)[M]. 北京: 中国农业出版社,2016.

[2] 刘景安,孙玉文,祁家保,等. 持续亚低温对甜瓜幼苗生理生化指标的影响[J]. 中国农学通报,2008,24(11):240-243.

[3] 吴旭红,陈晓娥. 混合盐碱胁迫条件下甜瓜幼苗的生理响应[J]. 齐齐哈尔大学学报(自然科学版),2015,31(6):83-86.

[4] 夏世龙,张 宇,孙 爽,等. 盐碱胁迫对甜瓜幼苗生长和物质积累的影响[J]. 吉林农业科学,2015,40(5):97-101.

[5] 张云起,刘世琦,杨凤娟. 耐盐甜瓜砧木筛选及其耐盐机理的研究[J]. 西北农业学报,2003,12(4):105-108.

[6] 张永平,陈幼源,杨少军. 高温胁迫对不同甜瓜品种幼苗生长和生理特性的影响[J]. 上海农业学报,2011,27(2):71-76.

[7] 钟培芳,杨江山. 水杨酸对水分胁迫下甜瓜幼苗生理特性的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2006,41(3):44-47.

[8] 陶洪斌,林 杉. 打孔称重法与复印称重法和长宽校正法测定水稻叶面积的方法比较[J]. 植物生理学报,2006,42(3):496-498.

[9] 陈德明,俞仁培,杨劲松. 盐渍条件下小麦抗盐性的隶属函数值法评价[J]. 土壤学报,2002,39(3):368-373.

[10] 何俊平,朱家成,王建平,等. 甘蓝型油菜幼苗显微组织结构与抗寒性的关系[J]. 江苏农业学报,2017,33(1):19-26.

[11] 李欣欣,黄 萍,庄义庆,等. 能源作物甜高粱抗逆性的研究进展[J]. 江苏农业学报,2016,32(6):1429-1433.

[12] 陈博阳,余彬彬,钱晓晴,等. 锌和土霉素胁迫对玉米种子发芽和幼苗抗氧化酶活性的影响[J]. 江苏农业学报,2017,33(1):13-18.

[13] 王 聪,杨恒山,刘艳华,等. NaCl 胁迫下外源亮聚糖对菜用大豆叶绿体 AsA-GSH 循环的影响[J]. 江苏农业学报,2016,32(5):1141-1147.

[14] 徐慧妮,王秀峰. 植物生长发育逆境胁迫及其研究方法[J]. 园艺学进展(第七辑),2007(12):887-893.

[15] 王兴虎. 低温对厚皮甜瓜幼苗生长及生理生化特性的影响[D]. 兰州:甘肃农业大学,2005.

[16] 杜 磊,王长彪. 盐胁迫下甜瓜种子萌发及幼苗生长特性研究[J]. 郑州轻工业学院学报(自然科学版),2014,29(2):19-22.

[17] 王家辉,牛庆良,黄丹枫,等. 灌溉水量对网纹甜瓜基苗生长的影响[J]. 江西农业大学学报,2006,28(1):25-31.

[18] 王霞霞,陈年来. 土壤干旱对甜瓜幼苗生理生化特性的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2004,39(5):529-533.

[19] 张士超,袁 芳,郭建荣,等. 利用隶属函数值法对甜高粱苗期耐盐性的综合评价[J]. 植物生理学报,2015,51(6):893-902.

[20] 孙 凯,张胜利,朱弘博. 利用隶属函数法对不同基因型甘薯耐盐碱能力的分析与评价[J]. 东北师范大学(自然科学版),2015,47(2):115-119.