

DOI:10.11937/bfyy.201707009

聚乙二醇胁迫对黄瓜种子萌发及幼苗生理指标的影响

张庆霞, 寇尔丰

(陇东学院 农林科技学院, 甘肃 庆阳 745000)

摘 要:以 3 个黄瓜品种的种子为试材,采用不同浓度(质量分数 5%、10%、15%、20%)PEG-6000 模拟干旱胁迫试验,测定了各品种的发芽率、相对发芽率、发芽指数、种子萌发抗旱指数、活力指数、种子活力抗旱指数、胚根长度以及幼苗叶绿素、丙二醛、脯氨酸含量。结果表明:各品种的发芽率、种子萌发抗旱指数、胚根长度等与 PEG 溶液的浓度呈明显的负相关关系;随 PEG 浓度的增加,3 个黄瓜品种幼苗的丙二醛、脯氨酸含量增加,叶绿素含量有所下降;不同品种的抗旱性有所不同,“露地王”在种子萌发及生理指标方面均优于其它品种,表现出了最强的抗旱性。

关键词:黄瓜;PEG-6000 胁迫;种子萌发;幼苗生理

中图分类号:S 642.204⁺.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2017)07-0040-04

黄瓜(*Cucumis sativus* L.)是我国重要的蔬菜作物之一,对水分反应特别敏感,属不耐旱蔬菜作物,干旱会严重影响黄瓜的产量和品质^[1]。不同的黄瓜品种遗传背景不同,抗旱性也不相同,因此对不同品种黄瓜的抗旱性进行评价从而选出抗旱性较强的品种是可行的。我国的西北地区干旱发生尤其严重,在黄瓜生产中选择抗旱性较强的品种进行栽培具有十分重要的意义。

聚乙二醇(PEG)是一种高分子渗透剂,可以人为地限制水分进入种子的速率,从而控制种子的吸水速率和发芽进程。所以,目前大多采用苗期室内水培和 PEG-6000 高渗溶液模拟干旱胁迫相结合的方法,对作物种子萌芽期及幼苗抗旱性进行研究。该法简单易行,处理浓度、温湿度等试验条件容易控制,重复性好,试验周期短,适于大批量蔬菜品种(系)苗期抗旱性早期鉴定^[2]。该试验采用不同浓度的 PEG-6000 高渗溶液模拟干旱胁迫,研究不同程度的干旱胁迫对 3 个黄瓜品种种子萌芽及幼苗生理指

标的影响,以期对黄瓜抗旱品种的选择提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试黄瓜品种编号及来源见表 1。

表 1 供试黄瓜品种编号及来源

Table 1 Code and source of cucumber varieties

代号 Code	品种 Variety	育种单位 Breeding organization
1	“露地王”	中国郑州市蔬菜研究所选育
2	“阿维斯节节瓜”	天津市蓟农种子站选育
3	“津良白叶三”	天津市蓟农种子站选育

1.2 试验方法

试验于 2016 年在陇东学院农林科技学院生理生化实验室进行。每个黄瓜品种设置 PEG-6000 渗透胁迫溶液 4 个处理,浓度分别为 5%、10%、15%、20%(质量分数,下同),重复 3 次。以 PEG-6000 浓度为 0 时作为对照。

1.2.1 种子萌发指标 每处理精选 50 粒大小均匀无破损的种子,预先浸种 6 h 后,将种子放入直径为 9 cm,内铺有 3 层滤纸的培养皿中,分别加入 10 mL 不同质量分数的胁迫溶液。置 28 ℃培养箱中培养,每天补充适量的去离子水至原胁迫溶液液面位置,以保持渗透压不变。培养第 3 天统计种子的发芽率,计算相对发芽率,每重复随机测量 20 个幼芽长

第一作者简介:张庆霞(1979-),女,山东蒙阴人,博士,副教授,现主要从事园艺植物栽培与生理等研究工作。E-mail:zqx128@163.com.

基金项目:庆阳市科技计划资助项目(ZJ2015-2);陇东学院博士基金资助项目(XYBY1204)。

收稿日期:2016-09-27

度,取平均值。相对发芽率(%)=(胁迫条件下的发芽率/对照条件下的发芽率)×100;发芽指数(GI)= $\Sigma G_t/D_t$,式中, ΣG_t 是第3天的发芽数, D_t 是发芽天数;种子萌发抗旱指数=干旱胁迫下种子发芽指数(PIS)/对照种子发芽指数(PIC);活力指数(VI)= $GI \times S$,式中; S 是规定时期内幼芽长度(cm);种子活力抗旱指数=干旱胁迫下种子活力指数(VIS)/对照种子活力指数(VIC)^[3]。

1.2.2 幼苗生理指标 黄瓜种子经浸种后在28℃培养箱中催芽,2 d后移出培养箱,每天供给适量的水分,每隔5 d向各培养皿中加入适量含有大量元素和微量元素的MS溶液培养基,培养3周后分别移入事先加入了10 mL不同浓度的PEG胁迫溶液的培养皿,进行为期2 d的干旱胁迫处理,随后测定各个处理幼苗的相关抗旱生理指标。

1.3 项目测定

叶绿素含量采用分光光度法测定,脯氨酸含量采用磺基水杨酸法测定,丙二醛含量采用硫代巴比妥酸TBA显色法^[4]测定。

1.4 数据分析

采用Excel 2003和DPS 2000软件对试验数据

进行处理。

2 结果与分析

2.1 PEG-6000模拟干旱胁迫对黄瓜种子萌发指标的影响

2.1.1 发芽率及相对发芽率 由表2可以看出,随着PEG浓度的增加,2、3号品种的发芽率和相对发芽率均比对照减少,且这2个品种的各处理间差异均达到了极显著水平。1号品种的发芽率和相对发芽率受溶液的胁迫效果不明显,10%、15%、20%处理间差异不显著。当PEG浓度大于10%时,3号品种相对发芽率均低于1号和2号,表明受干旱胁迫的影响最大。2项指标综合表现出抗旱性的大小依次为1号>2号>3号。

2.1.2 发芽指数及种子萌发抗旱指数 由表3可知,各品种的发芽指数和萌发抗旱指数均随PEG浓度的增加而有所降低。2、3号品种各处理间的差异均达到了极显著水平;1号品种10%、15%、20%处理间差异不显著,说明1号品种各处理的发芽指数及萌发抗旱指数受PEG干旱胁迫的影响很小。

表2 PEG-6000胁迫下黄瓜种子发芽率及相对发芽率

Table 2 Germination rate and relative germination rate of cucumber seeds under PEG-6000 stress %						
PEG 浓度 PEG concentration	发芽率 Germination rate			相对发芽率 Relative germination rate		
	1号	2号	3号	1号	2号	3号
0	100.0aA	90.0aA	85.0aA	100.0aA	100.0aA	100.0aA
5	100.0aA	80.0bB	80.0bB	100.0aA	88.9bB	94.1bB
10	95.0bB	85.0cC	75.0cC	95.0bB	94.4cC	88.2cC
15	95.0bB	75.0dD	55.0dD	95.0bB	83.3dD	64.7dD
20	95.0bB	65.0eE	45.0eE	95.0bB	72.2eE	52.9eE

注:同列不同小写和大写字母分别表示处理间在0.05和0.01水平差异显著。下同。

Note: Different lowercase and capital letters in the same column show significant difference at 0.05 and 0.01 levels. The same below.

表3 PEG-6000胁迫下黄瓜种子发芽指数及种子萌发抗旱指数

Table 3 Germination index and germination drought resistance index of cucumber seeds under PEG-6000 stress						
PEG 浓度 PEG concentration /%	发芽指数 Germination index			种子萌发抗旱指数 Germination drought resistance index		
	1号	2号	3号	1号	2号	3号
0	16.30aA	15.30aA	16.00aA	1.00aA	1.00aA	1.00aA
5	16.30aA	14.00bB	13.30bB	1.00aA	0.91bB	0.83bB
10	16.00bB	14.30cC	13.00cC	0.98bB	0.93cC	0.81cC
15	16.00bB	13.30dD	10.60dD	0.98bB	0.86dD	0.66dD
20	16.00bB	10.00eE	9.30eE	0.98bB	0.65eE	0.58eE

2.1.3 活力指数及种子活力抗旱指数 由表4可知,各品种活力指数和种子活力抗旱指数均随PEG浓度的增加而降低,3个品种各处理间差异均达到了极显著水平。在活力指数方面,除PEG浓

度15%处理,在相同PEG浓度胁迫时1号最大,其次是3号,2号最小,在活力抗旱指数方面3号品种的变化较大。

2.1.4 第3天平均胚根长度 由表5可知,随着

PEG 浓度增加,不同品种的平均胚根长度显著降低,且 3 个品种的各处理间差异均达到了极显著水平。

品种间比较,对应同一个 PEG 浓度,1 号胚根长度下降的最少,其次是 3 号,受抑制最严重的是 2 号。

表 4 PEG-6000 胁迫下黄瓜种子活力指数及种子活力抗旱指数

Table 4 Vigor index and vigor index of drought resistance of cucumber seeds under PEG-6000 stress

PEG 浓度 PEG concentration /%	活力指数 Vigor index			活力抗旱指数 Vigor index of drought resistance		
	1 号	2 号	3 号	1 号	2 号	3 号
0	55.75aA	38.10aA	44.00aA	1.00aA	1.00aA	1.00aA
5	37.65bB	20.44bB	36.31bB	0.68bB	0.54bB	0.83bB
10	24.80cC	12.73cC	18.07cC	0.44cC	0.33cC	0.41cC
15	20.64dD	9.71dD	9.12dD	0.37dD	0.25dD	0.21dD
20	12.48eE	3.90eE	5.86eE	0.22eE	0.10eE	0.13eE

表 5 PEG-6000 胁迫下第 3 天时
黄瓜种子平均胚根长度

Table 5 Average radicle length of cucumber seeds at the third day under PEG-6000 stress cm

PEG 浓度 PEG concentration /%	第 3 天时各品种平均胚根长度 Average radicle length of varieties at the third day		
	1 号	2 号	3 号
0	2.52aA	2.49aA	2.45aA
5	2.31bB	1.46bB	2.03bB
10	1.55cC	0.89cC	1.39cC
15	1.29dD	0.73dD	0.86dD
20	0.78eE	0.39eE	0.63eE

2.2 PEG-6000 模拟干旱胁迫对黄瓜幼苗生理指标的影响

2.2.1 叶绿素含量 由表 6 可知,在不同浓度的 PEG-6000 胁迫 2 d 后,各品种幼苗的叶绿素含量均呈现出随 PEG-6000 浓度升高而降低的趋势。1、2、3 号幼苗在 20% 的 PEG-6000 胁迫下的叶绿素含量分别为相应对照的 40.6%、44.2%、29.9%。从叶绿素含量变化的程度以及叶绿素含量高低 2 个因素考虑,3 个黄瓜品种的抗旱性为 1 号>2 号>3 号。在叶绿素含量方面 1 号幼苗对 PEG-6000 胁迫最不敏感,3 号幼苗最敏感。

表 6 PEG-6000 胁迫下黄瓜幼苗叶绿素含量

Table 6 Chlorophyll content of cucumber seedlings under PEG-6000 stress mg · g⁻¹

PEG 浓度 PEG concentration /%	叶绿素含量 Chlorophyll content		
	1 号	2 号	3 号
0	2.02aA	1.72aA	1.64aA
5	1.87bB	1.43bB	1.31bB
10	1.62cC	1.23cC	0.92cC
15	1.29dD	1.08dD	0.73dD
20	0.82eE	0.76eE	0.49eE

2.2.2 脯氨酸含量 由表 7 可知,3 个品种幼苗游离脯氨酸含量对于干旱胁迫的响应特征一致,均随 PEG 胁迫浓度的增加而持续上升。其中,1 号幼苗

中游离脯氨酸含量在轻度干旱胁迫(5%PEG)和重度干旱胁迫(20%PEG)下分别较对照增加了 128.6%、285.6%;2 号幼苗分别较对照增加了 1.0%、11.4%。3 号幼苗分别较对照增加了 131.9%、230.9%。游离脯氨酸含量与 PEG 胁迫浓度呈正相关关系,同一胁迫浓度下 2 号脯氨酸含量最高。综合考虑脯氨酸含量以及与对照相比的脯氨酸积累量这 2 个因素,PEG 胁迫下各品种黄瓜幼苗的抗旱性强弱依次为 1 号>2 号>3 号。

2.2.3 丙二醛含量 由表 8 可知,PEG 胁迫下各黄瓜品种幼苗的丙二醛含量均有所上升。其中,3 号幼苗随 PEG 浓度的增加丙二醛增加差异极显著,1 号幼苗丙二醛增加不显著。在重度干旱胁迫(20%PEG)下,3 号幼苗丙二醛含量为对照的 1.8 倍,2 号幼苗为对照的 1.5 倍,1 号幼苗仅为对照的 1.1 倍。

表 7 PEG-6000 胁迫下黄瓜幼苗脯氨酸含量

Table 7 Proline content of cucumber seedlings under PEG-6000 stress μg · g⁻¹

PEG 浓度 PEG concentration /%	脯氨酸含量 Proline content		
	1 号	2 号	3 号
0	39.95eE	165.90bA	39.01eD
5	91.34dD	167.57bA	90.47dC
10	101.84cC	173.31bA	99.39cB
15	110.38bB	183.09aA	102.33bB
20	154.03aA	184.73aA	129.08aA

表 8 PEG-6000 胁迫下黄瓜幼苗丙二醛含量

Table 8 MDA content of cucumber seedlings under PEG-6000 stress μmol · g⁻¹

PEG 浓度 PEG concentration /%	丙二醛含量 MDA content		
	1 号	2 号	3 号
0	4.61cA	5.29dC	5.55eE
5	4.77cA	5.56cC	6.29dD
10	5.01bA	5.66cC	7.48cC
15	5.09aA	6.49bB	8.48bB
20	5.12aA	8.13aA	9.98aA

从丙二醛含量的变化情况来看,3个幼苗的抗旱性为1号>2号>3号。

3 讨论与结论

干旱胁迫直接影响到黄瓜种子萌发、幼苗生长及各项生理指标,PEG模拟干旱胁迫法能够在一定程度上反映出作物在自然界干旱胁迫下的生理状况^[5-6]。在干旱胁迫下,由于叶绿素合成减少及分解增加,植物往往会出现叶绿素含量下降现象^[7],叶绿素含量下降的速度差异表现抗性不同。该研究发现各品种的叶绿素含量均随PEG-6000浓度升高而降低,不同品种间叶绿素含量降低的程度有差异。脯氨酸作为一种重要的渗透调节物质,植株体内脯氨酸含量可在一定程度上反映植株体内水分状况。另外,在同样逆境条件下,不同品种反应不同,抗旱性强的品种比不耐旱品种所积累的脯氨酸可能高出数倍^[8],脯氨酸积累量越大则该品种的抗旱性越强。与脯氨酸不同,丙二醛是植物受到胁迫后细胞膜被破坏发生膜脂过氧化的产物,丙二醛增加多表明植物受到胁迫后细胞膜破坏严重,抗逆性弱^[9]。该研究发现PEG胁迫下各黄瓜品种的丙二醛含量均有所上升,但相同胁迫浓度下各品种的丙二醛含量不同,丙二醛含量由高到低依次为3号>2号>1号。综合种子发芽率、相对发芽率、种子萌发抗旱指数、

种子活力抗旱指数等种子萌发指标的表现以及叶绿素、脯氨酸、丙二醛的含量可知,参试的3个黄瓜品种抗旱性由高到低依次为“露地王”“阿维斯节节瓜”“津良白叶三”。

参考文献

- [1] 张毅. 干旱胁迫对黄瓜幼苗生理指标的影响[J]. 南方农业学报, 2011, 42(12): 1466-1468.
- [2] 杨春杰, 张学昆, 邹崇顺, 等. PEG-6000模拟干旱胁迫对不同甘蓝型油菜品种萌发和幼苗生长的影响[J]. 中国油料作物学报, 2007, 29(4): 425-430.
- [3] 张占军. PEG-6000模拟干旱胁迫下秋地黄瓜萌芽期抗旱性评价[J]. 甘肃农业科技, 2014(5): 16-18.
- [4] 张志良, 翟伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 3版. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [5] 王莹, 许冬梅. PEG胁迫下五种禾本科牧草种子萌发期抗旱性研究[J]. 北方园艺, 2015(12): 54-58.
- [6] 曲东, 邵丽丽, 王保莉, 等. 干旱胁迫下硫对玉米叶绿素及MDA含量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(2): 91-94.
- [7] 余望. 渗透胁迫对芒果叶片活性氧伤害的影响[J]. 亚热带植物科学, 2002, 31(1): 32-34.
- [8] 郑爱珍, 宋唯一. 铜对黄瓜、玉米种子萌发及其幼苗生长的影响[J]. 北方园艺, 2009(9): 7-10.
- [9] 汤绍虎, 周启贵, 孙敏, 等. 外源NO对渗透胁迫下黄瓜种子萌发、幼苗生长和生理特性的影响[J]. 中国农业科学, 2007, 40(2): 419-425.

Effects of PEG-6000 Stress on Seed Germination and Seedling Physiological Indexes of Three Cucumber Varieties

ZHANG Qingxia, KOU Erfeng

(College of Agriculture & Forestry Sci-Tech, Longdong University, Qingyang, Gansu 745000)

Abstract: Seeds of three common cucumber varieties were tested under different concentrations of PEG-6000 (mass concentration 5%, 10%, 15%, 20%) simulated drought stress. The testing items included germination rate of seeds, relative germination rate, germination index, seed germination drought resistance index, vigor index, seed vigor index of drought resistance, radicle length, chlorophyll content, MDA content and proline content. The results showed that, under stress of different PEG-6000 concentrations solution, the germination rate, the seed germination drought resistance index and radicle length of the various cucumber varieties, had a significant negative correlation with the concentration of PEG solution. As the PEG solution concentration increased, the MDA and the proline content in all seedlings of cucumber varieties increased, while chlorophyll content decreased. Drought resistance of each variety differed. ‘Ludiwang’ showed the strongest drought resistance, it was more superior in germination and physiological indexes than other varieties.

Keywords: cucumber; PEG-6000 stress; seed germination; seedling physiology