

PEG-6000模拟干旱胁迫对不同青稞发芽的影响

吴拓,白玛曲珍,刘磊,谢婉,扎西普赤

(西藏自治区日喀则市农业科学研究所,西藏 日喀则 857000)

摘要:为了明确聚乙二醇(PEG-6000)模拟干旱胁迫对青稞苗的影响,以9个青稞品种(系)种子为试验材料,研究比较了在5%,10%,15%和20%PEG-6000模拟干旱胁迫和对照处理下(不含PEG-6000)培养8d青稞发芽率及苗生长生理指标的变化。结果表明,从CK到20%PEG-6000,各青稞的出苗率降低,发芽时间延长,茎长随着PEG-6000浓度增加而降低,青稞的苗茎鲜重和茎干重随着PEG-6000浓度的增加而减少。随着PEG-6000浓度的增加,各青稞品种生长性降低,PEG-6000浓度的升高使青稞生长受干旱胁迫严重,在不含PEG-6000的培养基中生长最好。

关键词:青稞;聚乙二醇(PEG-6000);干旱胁迫

中图分类号:S512

文献标志码:A

Effects of PEG-6000 Simulated Drought Stress on Germination of Different Highland Barley

WU Tuo, Baimaquzhen, LIU Lei, XIE Wan, Zhaxipuchi

(Shigatse Institute of Agricultural Sciences, Tibet Shigatse 857000, China)

Abstract: In order to understand the effect of drought stress on highland barley seedling of Polyethylene glyco (PEG-600), The seeds of 9 highland barley varieties were used as experimental materials, The effects of simulated drought stress (5%, 10%, 15% and 20% PEG-6000) on germination rate and physiological indexes of highland barley (hordeum vulgare) Changes of germination rate and seedling growth physiological index of highland barley cultivated for 8 days. From CK to peg20%, The emergence rate of highland barley decreased, the germination time prolonged, the stem length decreased with the increase of PEG-6000, and the fresh weight and dry weight of highland barley decreased with the increase of PEG-6000 content, With the increase of PEG-6000, the growth of highland barley varieties decreased, and the increase of PEG-6000 concentration, the more serious the growth of highland barley was under drought stress, and the best growth was in the medium without PEG-6000.

Key Words: Highland Barley; Polyethylene glycol (PEG-6000); drought stress

干旱是限制农业生产最主要的非生物因素之一。干旱压力会引发植物脱水、氧化、渗透和温度胁迫,最终导致蛋白质、DNA和膜系统的损害,光合效率的降低及诱导程序性细胞凋亡。干旱胁迫严重抑制了植物的品质、产量和栽培范围,直接造成农作物减产,并使生态环境日益恶化。目前多利用干旱胁迫下青稞生理生化指标变化的差异来鉴定青稞品种的抗旱性。一般认为,抗旱性品种受干旱胁迫影响较小,干旱胁迫下产量降幅、株高降幅、相对含水量的降幅、叶片质膜相对透性升高幅度小

的品种抗旱性强^[1]。本实验采用聚乙二醇(PEG-6000)模拟干旱胁迫对青稞不同品种分别在5%, 10%, 15%, 20%处理的PEG-6000中培养,每个培养皿加入10 mL,对不同青稞苗的第4 d、第8 d发芽率以及对苗长、苗干重、苗鲜重进行测试,以期对青稞抗旱机制的研究及抗旱品种的筛选提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验于2020年7月—2021年7月在西藏自治区日喀则市农科所实验中心完成。供试青稞品种(系)为藏青320、2016青33、喜马拉雅22号等9个品种(系)的青稞种子。不同青稞品种的生育期见下表1。

收稿日期:2023-03-18

作者简介:吴拓(1987-),男,助理研究员,主要从事农作物栽培和实验室工作,E-mail:loveyou562655734@qq.com.

表1 不同青稞品种(系)生育期

品种(系)	生育期/d	品种(系)	生育期/d
藏青 320	115 ~ 128	喜马拉 22 号	125 ~ 135
2016 康青 33	137	苏拉青 4 号	130 ~ 137
146929	137	藏青 2000	120 ~ 135
喜马拉 19 号	130	11019	128 ~ 131
康青 9 号	134		

1.2 试验方法

试验设置 5 个处理 3 个重复。
配制 0(CK)、5%、10%、15%、20%(W/W)的 PEG-6000 溶液。室温下将青稞种子用蒸馏水浸泡 4h,选取健康饱满的青稞种子,均匀铺放在 9 cm 培养皿中,每个培养皿中铺放 50 粒。种子下铺双层滤纸以保证温度。分别在不同的培养皿中加入 10 mL 不同浓度的 PGD 溶液,保证滤纸被均匀浸湿但没有完全淹没种子,隔天更换新的 PEG 溶液。培养皿放置于培养箱中。培养温度 22℃,每天光照 16 h,光强 3000 lx。

指标测定分别在培养 4 d、8 d 时测发芽率。第 8 d 统计完发芽率后测量苗长、苗鲜重,将鲜样置于 90℃烘箱内烘干 72 h 至恒重,称取干重。

1.3 数据统计和作图

采用 Excel 2013 进行,方差分析、邓肯氏多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同浓度 PEG-6000 胁迫对青稞发芽率的影响

从表 2、表 3 可以看出,藏青 320 品种随着 PEG-6000 浓度的升高出现受 PEG-6000 的影响发芽率成下降的趋势,2016 青 33、喜马拉 22 号、苏拉青 4 号在 5%PEG-6000 处发芽率达到最高,说明 5%PEG-6000 对其发芽率的影响不是很明显,从 10%PEG-6000 的胁迫到 15% 及 20% 出现发芽率严重降低的表现,说明 10%~20%PEG-6000 对青稞各品种胁迫明显,发芽率严重降低,胁迫效果在受到 20%PEG-6000 影响下最明显,20%PEG-6000 严重影响到青稞的发芽,各青稞品种 20%PEG-6000 的胁迫与 CK 比,发芽率降低了一倍多。

表2 不同浓度 PEG-6000 下对试验开展第4d 青稞发芽率的影响

PEG 浓度	藏青 320	2016 青 33	146929	喜马拉 19 号	康青 9 号	喜马拉 22 号	苏拉青 4 号	藏青 2000	11019
0(CK)	84.00±12a	81.33±2.30a	95.33±3.05a	66.00±2.00a	98.67±1.15a	64.67±7.02ab	94.67±6.11a	44.67±5.72b	97.33±4.62a
5%	68.00±4ab	87.33±6.11a	93.33±1.15a	54.00±19.08a	98.67±2.30a	73.33±8.08a	95.00±6.08a	58.00±10.39ab	98.00±2.00a
10%	64.00±4.16b	82.00±7.21a	89.37±2.40a	64.00±8.72a	96.67±4.60b	71.33±8.08a	88.67±4.16a	62.00±3.46a	94.67±5.03c
15%	58.00±9.33b	63.33±13.32ab	87.33±1.15a	52.00±16.29a	91.33±3.05c	46.67±11bc	74.00±8.27ab	50.00±12.73abc	84.00±0.00a
20%	36.00±13.11c	43.33±30.74b	62.67±9.23b	48.00±10.39a	44.67±3.05d	30.00±18.00c	34.67±1.15c	37.30±11.41bc	40.67±19.45b

注:表中同列不同小写字母表示平均数差异显著($p<0.05$)。

表3 不同浓度 PEG-6000 下对试验开展第8d 青稞发芽率的影响

PEG 浓度	藏青 320	2016 青 33	146929	喜马拉 19 号	康青 9 号	喜马拉 22 号	苏拉青 4 号	藏青 2000	11019
0(CK)	88±7.21a	84.00±2.00ab	98.67±2.31a	80.00±5.29a	100.00±0.00a	83.33±9.24a	99.33±1.15a	54.67±1.56b	98.00±3.46a
5%	80.67±4.00ab	89.33±6.11a	97.33±3.05a	74.67±6.11a	100.00±0.00a	86.67±5.77a	95.33±5.03a	63.33±13.28a	98.67±1.15a
10%	77.33±4.00b	84.67±6.43ab	92.00±0.00a	75.33±13.3a	100.00±0.00a	84.67±7.02a	93.33±6.11a	69.00±6.11a	97.33±3.06a
15%	69.33±8.00bc	75.33±9.80b	92.67±3.06a	64.00±8.00a	100.00±0.00a	62.6±7.00b	82.67±6.00ab	60.00±0.00ab	92.00±2.00a
20%	50.00±2.00d	60.0±10.00c	72.67±7.57b	61.8±10.05b	60.00±13.31b	40±12.49c	72.67±18.5b	44.67±7.15c	64.77±15.01b

注:表中同列不同小写字母表示平均数差异显著($p<0.05$)。

随着PEG浓度的升高,各品种(系)的青稞在第8 d表现出发芽率逐渐降低的趋势。第8 d各青稞发芽表现明显,在不含PEG-6000的培养基中青稞发芽率最好,在5%PEG-6000下,各品种(系)发芽率呈下降的趋势。在20%PEG-6000下,青稞苗也在发芽但发芽率急剧降低,说明PEG-6000浓度越高,青稞发芽率越低,青稞干旱胁迫越严重。在10%~15%PEG-6000浓度下,各品种(系)随着PEG浓度的升高,发芽率严重降低,到20%PEG-6000发芽率最低。第8 d康青9号发芽达到100%,在CK中其他品种如藏青320达到88%,2016青33达到84%,喜马拉雅19号达到80%、喜马拉雅22号达到83%左右,11019达到98%,说明了不同品种发芽率也不一样,但随着PEG-6000浓度的增加,都出现发芽率下降的趋势,到20%PEG-6000处理时达到最低。如320品种CK处理发芽率为84%,到20%时发芽率50%左右,说明到第8 d比起正常发芽受到5%~20%PEG-6000处理影响严重,发芽势降低,发芽时间延长。由不同处理下的方差分析和发芽长度变化及对比CK处理可以得出,在第4 d,5%PEG-6000干旱胁迫下发芽率受影响最严重的为藏青320,10%PEG-6000干旱胁迫下品种11019受影响最为严重,15%PEG-6000干旱胁迫下喜马拉雅22号受影响最为严重,20%PEG-6000干旱胁迫下苏拉青4号受胁迫最为严重。在第8 d,5%PEG-6000干旱胁迫下发芽率受影响最严重的为藏青2000,10%PEG-6000干旱胁迫下藏青320品种受影响最为严重,15%PEG-6000干旱胁迫下喜马拉雅22号受胁迫最为严重,20%PEG-6000干旱胁迫下11019受胁迫最为严重。

2.2 不同浓度 PEG-6000 胁迫对青稞苗茎长的影响

在0~20%PEG-6000胁迫下,随着PEG-6000浓度的升高,各品种(系)的青稞苗茎长表现出逐渐降低的趋势(表4),在不含PEG-6000的培青稞苗生长最好,在10%PEG-6000胁迫下,各品种(系)茎长相比对照CK的茎长已明显降低($p<0.05$)。在20%PEG-6000胁迫下,青稞苗茎仍能生长但生长很差,说明各青稞品种在自我调节生长,生长缓慢。在10%PEG-6000下,相比CK茎长降低了1~2厘米(除藏青2000以外),随着PEG-6000浓度的升高,茎长下降趋势减缓,在20%PEG-6000下与15%PEG-6000下的茎长具有显著差异(2~4 cm)。受到PEG-6000的胁迫,苗长随着PEG-6000量的增加而越来越短,20%PEG-6000干旱胁迫时,对比CK青稞苗的茎长下降极其严重,其中下降最为严重的为藏青2000,下降长度为7.76 cm,其次为喜马拉雅19号,下降长度为7.71 cm,20%PEG-6000干旱胁迫时,青稞苗茎长受胁迫严重的是康青9号,对比CK,茎长下降2~3倍左右。在5%PEG-6000胁迫下,受干旱胁迫影响最严重的是藏青320,在10%PEG-6000胁迫下,受干旱胁迫影响最严重的是11019,15%PEG-6000胁迫下,受干旱胁迫影响最严重的为藏青2000,20%PEG-6000胁迫下,受干旱胁迫影响最严重的为藏青2000。

2.3 不同浓度 PEG-6000 胁迫对青稞茎叶鲜重的影响

各品种(系)青稞苗CK的苗茎叶鲜重具有显著差异($p<0.05$),说明供试材料遗传基础不同,在0~20%范围内,随着PEG-6000浓度的升高,各品种(系)的青稞苗茎叶鲜重表现出逐渐降低的趋势

表4 不同浓度 PEG-6000 下对青稞苗茎长的影响									cm
PEG 浓度	藏青 320	2016 青 33	146929	喜马拉 19 号	康青 9 号	喜马拉 22 号	苏拉青 4 号	藏青 2000	11019
0(CK)	9.11±1.61a	9.21±1.36a	9.16±1.53a	10.55±0.73a	9.23±1.21a	9.25±2.14a	9.25±2.14a	9.85±1.74b	9.44±1.55a
5%	8.48±1.99a	8.62±0.98a	8.27±1.83a	10.42±1.07a	8.09±1.25ab	8.83±2.16a	8.83±2.16a	11.06±1.00a	8.51±1.58b
10%	7.56±1.03b	7.27±0.69b	8.39±1.38a	8.65±0.65b	8.1±2.49ab	8.14±1.71a	8.14±1.72a	7.05±0.90c	6.67±1.20c
15%	6.08±1.13ab	4.54±1.13c	6.85±1.30b	6.37±1.07c	5.96±1.09c	5.19±1.23b	5.19±1.27b	4.32±1.10e	5.44±1.17d
20%	3.97±0.46c	2.73±1.08d	4.96±1.39c	2.84±0.69d	3.25±0.67d	3.37±1.18c	6.95±2.80c	2.09±6.20 d	2.86±0.49e

注:表中同列不同小写字母表示平均数差异显著($p<0.05$)。

(表5),说明PEG-6000浓度越高,青稞受干旱胁迫越严重。不含PEG-6000的青稞苗生长最好,在10%PEG-6000胁迫下各品种(系)的茎叶鲜重与CK相比已显著降低($p<0.05$),在5%PEG-6000胁迫下,青稞茎叶鲜重下降0.02~0.28 g,10%PEG-6000胁迫下,青稞茎叶鲜重下降0.28~0.53 g,15%PEG-6000胁迫下,青稞茎叶鲜重下降为0.28~0.53 g,20%PEG-6000胁迫下,青稞茎叶鲜重下降0.36~0.71 g。随着PEG-6000浓度的升高,茎叶鲜重下降趋势加快,且表现显著,对青稞苗茎叶重影响明显,20%PEG-6000和CK比较基本鲜重相差在一倍以上。5%PEG-6000胁迫下,受干旱胁迫最严重的是11019,10%PEG-6000胁迫下,受干旱胁迫最严重的为藏青2000,15%PEG-6000胁迫下,受干旱胁迫最严重的为喜马拉雅22号,20%PEG-6000胁迫下,受干旱胁迫最严重的为苏拉青4号,对比CK,在20%PEG-6000干旱胁迫下苗茎鲜重下降了7.1 g最为明显。

2.4 不同浓度 PEG-6000 胁迫对青稞茎叶干重的影响

在不同的PEG-6000浓度下,在0~20%范围内,随着PEG-6000浓度的升高,各品种(系)的青稞苗茎叶干重出现降低趋势,20%PEG-6000胁迫

下整体达到最低值,部分青稞苗茎重在低浓度PEG-6000下变化不显著,在高浓度下对比CK显著($p<0.05$),各品种之间受到PEG-6000的胁迫差异性大,特别是CK与20%PEG-6000处理差异大,2016青33受影响最大,差异性最大为0.09 g,说明随着PEG-600浓度的上升,青稞发芽严重受到干旱的胁迫,青稞的茎叶干重随着PEG-6000胁迫的提高而减少,在保证营养供给的前提下,青稞的茎叶干重受胁迫出现逐步下降。从茎叶干重差异性角度分析藏青320和喜马拉雅22号受胁迫最轻,康青9号和11019受胁迫最严重。

3 讨论和结论

干旱是影响植物生长、发育和产量的最常见环境压力之一,严重威胁着世界粮食安全。作物生产中的干旱是由于根区缺水,导致产量下降。由于环境中不可预测的因素以及与其他非生物和生物因子的相互作用,干旱条件下的作物表现也有差异。从以上分析可以得出,PEG-6000对青稞发芽和苗芽的生长有着重要的影响,从CK到20%,PEG-6000各青稞的出苗率降低,发芽时间延长,茎长随着PEG-6000增加而降低,青稞的苗茎鲜重和茎干重随着PEG-6000含量的增加而减重。随着PEG-

表 5 不同浓度 PEG-6000 下对青稞苗茎鲜重的影响 g

PEG 浓度	藏青 320	2016 青 33	146929	喜马拉雅 19 号	康青 9 号	喜马拉雅 22 号	苏拉青 4 号	藏青 2000	11019
0(CK)	1.10±0.15a	0.82±0.06a	0.76±0.18a	0.99±0.17a	0.87±0.12a	0.95±0.13a	0.91±0.14a	0.96±0.08a	1.02±0.03a
5%	0.92±0.90a	0.80±0.11a	0.75±0.07a	0.91±0.16a	0.75±0.43a	0.90±0.10a	0.85±0.03a	0.98±0.02a	0.87±0.13b
10%	0.83±0.14ab	0.69±0.58a	0.74±0.19a	0.71±0.14ab	0.71±0.16a	0.64±0.85b	0.60±0.08b	0.58±0.01b	0.69±0.06c
15%	0.64±0.06ab	0.52±0.30b	0.43±0.20b	0.54±0.09c	0.52±0.04b	0.43±0.02c	0.35±0.16c	0.53±0.01c	0.50±0.03 d
20%	0.41±0.08c	0.26±0.10c	0.4±0.16b	0.30±0.07 d	0.28±0.03c	0.28±0.08 d	0.20±0.11 d	0.34±0.01 d	0.33±0.08e

注:表中同列不同小写字母表示平均数差异显著($p<0.05$)。

表 6 不同浓度 PEG-6000 下对青稞苗茎干重的影响 g

PEG 浓度	藏青 320	2016 青 33	146929	喜马拉雅 19 号	康青 9 号	喜马拉雅 22 号	苏拉青 4 号	藏青 2000	11019
0(CK)	0.15±0.02a	0.17±0.01a	0.15±0a	0.11±0.05b	0.14±0.02a	0.14±0.01a	0.14±0.01a	0.16±0.02a	0.16±0a
5%	0.14±0.00a	0.13±0.01ab	0.12±0.01ab	0.15±0.01a	0.12±0.01ab	0.12±0.01a	0.14±0.03a	0.16±0.01a	0.14±0.01b
10%	0.14±0.01a	0.12±0.01ab	0.14±0.02a	0.14±0.01a	0.12±0.02b	0.13±0.01a	0.08±0.05b	0.15±0a	0.13±0.00b
15%	0.136±0.01a	0.11±0.00b	0.09±0.03b	0.12±0.01ab	0.11±0.01c	0.12±0.02a	0.1±0.03ab	0.13±0.01ab	0.12±0.00c
20%	0.11±0.1b	0.08±0.01c	0.13±0.09a	0.1±0.01b	0.08±0.00 d	0.08±0.01b	0.11±0.04b	0.10±0.00b	0.10±0.01 d

注:表中同列不同小写字母表示平均数差异显著($p<0.05$)。

6000的增加,各青稞品种生物生长性降低。各青稞品系遗传基础不同,在不含PEG-6000的处理中(CK),发芽、苗茎长、茎叶鲜重、干物质各有差异,但各生长指标随着PEG-6000浓度的升高呈递减趋势,随着PEG-6000浓度的升高青稞生长受干旱胁迫越严重,在不含PEG-6000的培养基中生长最好^[2]。抗旱性强的品种受干旱影响小,受PEG-6000模拟抗旱的影响,发芽率、茎长、茎叶鲜重、茎叶干重指标变幅大。

在相同条件培养下,第4 d时,5%PEG-6000干旱胁迫下青稞发芽率受影响最严重的为藏青320,10%PEG-6000干旱胁迫下11019品种受影响最严重,15%PEG-6000干旱胁迫下喜马拉雅22号受胁迫最严重,20%PEG-6000干旱胁迫下苏拉青4号受胁迫最严重。在第8 d,5%PEG-6000干旱胁迫下发芽率受影响最严重的为藏青2000,10%PEG-6000干旱胁迫下藏青320品种受影响最严重,15%PEG-6000干旱胁迫下喜马拉雅22号受胁迫最严重,20%PEG-6000干旱胁迫下11019受胁迫最严重。青稞苗茎长在5%PEG-6000胁迫下,受干旱胁迫影响最严重的是康青9号,在10%PEG-6000胁迫下,受干旱胁迫影响最严重的是11019,15%PEG-6000胁迫下,受干旱胁迫影响最严重的为藏青2000,20%PEG-6000胁迫下,受干旱胁迫影响最严重的

为藏青2000。青稞鲜叶重在5%PEG-6000胁迫下,受干旱胁迫最严重的11019,10%PEG-6000胁迫下,受干旱胁迫最严重的为藏青2000,15%PEG-6000胁迫下,受干旱胁迫最严重的为喜马拉雅22号,20%PEG-6000胁迫下,受干旱胁迫最严重的为苏拉青4号。青稞茎叶干重2016青33受影响最大,同时,在PEG-6000模拟干旱胁迫性下,青稞也会通过各种方式调节生长,通过合成渗透调节物质,如脯氨酸、可溶性糖等调节渗透压,诱导合成干旱蛋白等,各种不同的机制共同作用,其最终目的都是减少干旱对植株的伤害,维持植株的正常生理代谢和能量供需平衡以维持植株的正常生长。干旱对作物产量的影响是环境依赖的,在严重干旱条件下提高产量的基因可能不会在中度干旱中起作用,甚至可能在水平条件下产生负面影响,应在特殊目标环境中进行耐旱性改进^[3]。

参考文献:

- [1] 王湓.马铃薯抗旱指标研究及抗旱性鉴定[D].西宁:青海大学,2014.
- [2] 邓珍,徐建飞,段绍光,等.PEG-8000模拟干旱胁迫对11个马铃薯品种的组培苗生长指标的影响[J].华北农学报,2014(5):99-106.
- [3] 徐齐君,原红军,曾兴权,等.西藏青稞抗旱研究进展[J].西藏农业科技,2019,41(1):64-67.