

蹇黎,刘中霞. Na_2CO_3 胁迫对喀斯特山区野生燕麦种子萌发的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(8):372-374.

Na_2CO_3 胁迫对喀斯特山区野生燕麦种子萌发的影响

蹇黎,刘中霞

(毕节学院地理与生命科学学院,贵州毕节 551700)

摘要:为了解喀斯特山区野生燕麦对碱胁迫耐性的生理机制,利用不同浓度 Na_2CO_3 对喀斯特山区野生燕麦种子进行处理。结果表明:与对照相比,在不同浓度的 Na_2CO_3 胁迫条件下,野生燕麦种子的萌发受到显著抑制,即随着盐碱浓度的增加,其发芽势、发芽率、活力指数、发芽指数均有所下降。野生燕麦种子的极限耐碱度为 200 mmol/L,耐碱临界度为 40 mmol/L,最适耐碱度为 10 mmol/L。

关键词: Na_2CO_3 ;野生燕麦;种子萌发;发芽率;发芽指数

中图分类号:S512.601 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2014)08-0372-03

贵州喀斯特山区一年生野生燕麦是我国珍稀的野生种质资源,由于长时间生长在各种恶劣环境中,形成了与生长环境相适应的遗传控制体系,蕴藏着多种现代农业所急需的耐环境胁迫优异基因资源。这些基因资源能高效改善喀斯特山区其他作物的环境适应性,更为重要的是是一年生野生燕麦与栽培燕麦无生殖隔离,是一种无需特殊技术和设施即可直接加以利用的初级基因。发掘和鉴定喀斯特山区一年生野生燕麦种质资源,可为燕麦抗逆新品种的选育提供环境胁迫耐性的优异种质,同时,建立环境胁迫耐性鉴定的技术平台对提高我国抗逆育种水平与育种效率将有极大的促进作用^[1-3]。目前,除部分学者对野生燕麦的极少数优异基因进行过研究外(如美国农业部科学家从野生燕麦中提取抗黄锈病基因),对于野生燕麦的抗环境胁迫等现代农业所急需的多种优异抗性基因还知之甚少^[4-7],因此,本研究拟利用不同浓度 Na_2CO_3 对喀斯特山区野生燕麦种子进行处理,对其盐碱胁迫的耐性生理作用机制进行分析,以期对野生燕麦种质资源的耐环境胁迫特有基因深入研究和利用提供理论依据。

1 材料与与方法

1.1 材料

试验材料分别采自贵州省 12 个不同喀斯特山区,其年平均气温 11.8~13.8℃,年降水量 848.6~1 394.4 mm,无霜期 205~297 d,年均日照数 1 101.8~1 780.2 h,属亚热带季风湿润气候。采集的野生燕麦海拔高度在 700~1 900 m 之间,每个地方采集生长态势好、抗性强及籽粒饱满的植株样本。

1.2 方法

1.2.1 种子处理 对野生燕麦种子进行次氯酸钙消毒后,选优质饱满种子 36 份,每份 300 粒(3 次重复)。其中一组为对照(蒸馏水培养)。

1.2.2 胁迫处理 在铺有滤纸的培养皿上放 100 粒优质野

生燕麦种子,然后按设置的 Na_2CO_3 浓度梯度[0 mmol/L(1)、10 mmol/L(2)、20 mmol/L(3)、40 mmol/L(4)、60 mmol/L(5)、80 mmol/L(6)、100 mmol/L(7)、120 mmol/L(8)、140 mmol/L(9)、160 mmol/L(10)、180 mmol/L(11)、200 mmol/L(12)、220 mmol/L(13)]分别在 20℃、25℃和 30℃ 条件下进行培养,第 1 次加入溶液量是种子吸胀饱和为准,在培养过程中,每天保持滤纸湿润。重复 3 次。

1.2.3 胁迫指标测定 芽长达 0.2 cm 为萌芽标志。

发芽势 = (7 d 的发芽种子总数/种子播种总粒数) × 100% ;

发芽率 = (14 d 的种子发芽粒数/种子播种总粒数) × 100% ;

发芽指数(GI) = G_t/t (G_t 为 t d 种子发芽数, t 为相应种子发芽的天数);

活力指数(VI) = $GI \times S$ (S 为胚根的平均长度);

碱害指数 = [(对照发芽率 - 盐处理发芽率)/对照发芽率] × 100% ;

耐碱度临界值:种子在最适温度条件下,发芽率大于 50% 时的 Na_2CO_3 浓度;

最适发芽值:种子在最适温度条件下,发芽率大于 75% 时的 Na_2CO_3 浓度;

耐碱极限值:种子在最适温度条件下,发芽率为 0 时的 Na_2CO_3 浓度。

1.2.4 数据统计分析 数据统计与分析采用 Excel 和 SPSS 13.0 软件。

2 结果与分析

2.1 不同浓度 Na_2CO_3 对野生燕麦种子发芽势的影响

不同浓度 Na_2CO_3 对野生燕麦种子发芽势均有不同的影响。从图 1 可以看出,野生燕麦种子在不同胁迫条件下发芽势均低于对照,并且随着碱浓度的增加,发芽势也逐渐降低,开始发芽的时间也随着延长,表明 Na_2CO_3 对野生燕麦种子萌发产生了抑制作用。在不同温度条件下,相同浓度的盐碱对野生燕麦种子萌发胁迫程度依次为 30℃ > 20℃ > 25℃,发芽势为 0 的盐浓度分别为 140 mmol/L(20℃)、160 mmol/L(25℃)、120 mmol/L(30℃);其中,在低碱胁迫

收稿日期:2013-10-30

项目基金:贵州省科学技术基金(编号:黔科合 J 字[2012]2012 号);

毕节学院科学研究基金(编号:院科合字 G2012011 号)。

作者简介:蹇黎(1978—),女,四川广元人,博士研究生,副教授,主要从事植物分子育种。E-mail:zgyjl@163.com。

下,发芽势下降的幅度较小,高碱胁迫对野生燕麦种子的萌发影响较大。 t 测验结果表明:20 ℃ 条件下,10 mmol/L 的 Na_2CO_3 处理与对照 ($t = 0.95$)、10 mmol/L 与 20 mmol/L 的 Na_2CO_3 处理野生燕麦种子发芽势无显著差异 ($t = 2.02$); 25 ℃ 条件下,20 mmol/L 的 Na_2CO_3 处理与对照无显著差异 ($t = 0.60$)、10 mmol/L 与 20 mmol/L 和 40 mmol/L Na_2CO_3 处理无显著差异 ($t = 1.34$ 、 $t = 1.34$); 其余碱浓度处理野生燕麦种子的发芽势均与对照存在显著差异; 30 ℃ 条件下,10 mmol/L 的 Na_2CO_3 处理与对照无显著差异 ($t = 1.34$)。

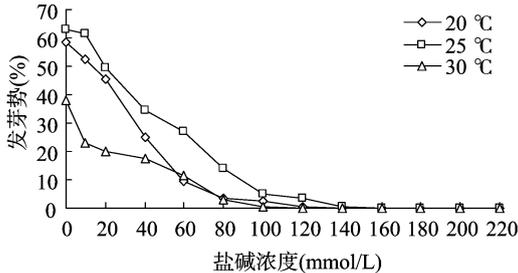


图1 Na_2CO_3 胁迫对野生燕麦种子发芽势的影响

2.2 不同浓度 Na_2CO_3 对野生燕麦种子发芽率的影响

不同浓度 Na_2CO_3 、不同温度相同盐碱浓度条件对野生燕麦种子发芽率均有不同的影响。从图 2 可以看出,野生燕麦种子在不同温度不同盐碱胁迫条件下发芽率均低于对照,并且随着碱浓度的增加,发芽率也逐渐降低,开始发芽的时间也随着延长。不同温度条件下,其盐碱浓度对野生燕麦种子的抑制也不相同,其胁迫程度依次为 30 ℃ > 20 ℃ > 25 ℃,发芽率为 0 的盐浓度分别是 180 mmol/L (20 ℃)、200 mmol/L (25 ℃)、140 mmol/L (30 ℃); 在低碱胁迫条件下,发芽率下降的幅度相对小于高碱胁迫;也即在高碱胁迫下,野生燕麦种子的发芽率呈快速降低趋势。 t 测验结果表明:在 20 ℃ 条件下,10 mmol/L 的 Na_2CO_3 处理与对照和 20 mmol/L 的 Na_2CO_3 处理无显著差异 ($t = 1.89$ 、 $t = 2.12$); 在 25 ℃ 条件下,10 mmol/L、20 mmol/L 的 Na_2CO_3 处理与对照无显著差异 ($t = 0.41$ 、 $t = 1.85$),10 mmol/L 与 20 mmol/L 的 Na_2CO_3 处理无显著差异 ($t = 1.87$),其余碱浓度处理野生燕麦种子的发芽率均与对照及各碱浓度处理的发芽率之间存在显著差异。

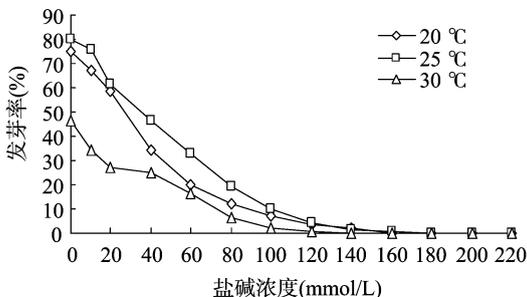


图2 Na_2CO_3 胁迫对野生燕麦种子发芽率的影响

2.3 不同浓度 Na_2CO_3 对野生燕麦种子发芽指数的影响

野生燕麦的发芽指数是种子萌发的综合指标之一。从图 3 可以看出,随着盐碱浓度的不断增加,野生燕麦种子的发芽指数有所下降:在 20 ℃ 条件下,碱浓度达到 100 mmol/L 和 120 mmol/L 时;在 25 ℃ 条件下,碱浓度达到 120 mmol/L 时;

30 ℃ 条件下,碱浓度达到 80 mmol/L 时,相对发芽指数急剧下降。 t 测验结果表明,碱处理不同温度下的各组野生燕麦种子的相对发芽指数与对照之间的差异均达到极显著水平。

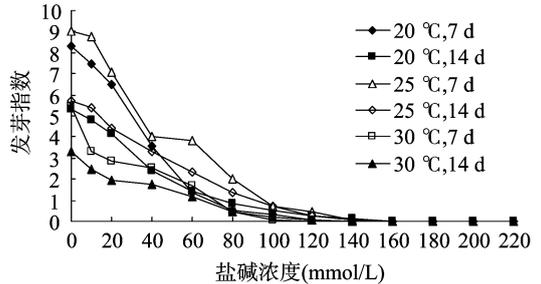


图3 Na_2CO_3 胁迫对野生燕麦种子发芽指数的影响

2.4 不同浓度 Na_2CO_3 对野生燕麦种子活力指数的影响

不同浓度 Na_2CO_3 、不同温度相同盐碱浓度条件对野生燕麦种子活力指数的影响也不相同。从图 4 可以看出,野生燕麦种子在不同胁迫条件下活力指数均低于对照,并且随着碱浓度的增加,活力指数也逐渐降低,当碱浓度达到一定程度时,种子萌发活力指数趋于 0,不同温度条件下,其碱胁迫程度也不相同,在种子胁迫处理 7 d,当碱浓度达到 120 mmol/L (20 ℃)、140 mmol/L (25 ℃)、100 mmol/L (30 ℃) 时,野生燕麦种子的萌发均无活力。在种子胁迫处理 14 d,当碱浓度达到 160 mmol/L (20 ℃)、180 mmol/L (25 ℃)、120 mmol/L (30 ℃) 时,野生燕麦种子的萌发均无活力。由此可以看出,3 种温度条件下,野生燕麦种子的耐碱性依次为 25 ℃ > 20 ℃ > 30 ℃。在低碱胁迫下,种子活力指数下降的幅度相对平缓,而在高碱的胁迫条件下,种子活力指数呈迅速下降趋势。

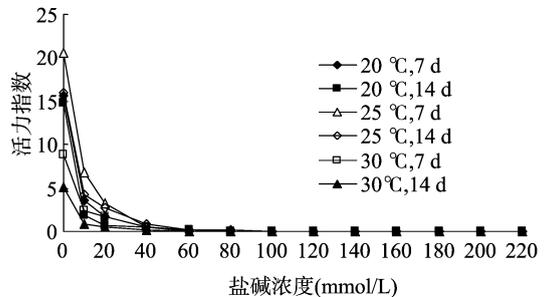


图4 Na_2CO_3 胁迫对野生燕麦种子活力指数的影响

2.4 Na_2CO_3 对野生燕麦种子萌发的抑制

种子受盐碱胁迫的程度也就是种子萌发的抑制可以通过种子萌发的时间、发芽势及发芽率等多种指标来衡量。从图 5 可以看出,随着碱浓度的增加,种子萌发受到的胁迫也会增加,当碱浓度达到 180 mmol/L (20 ℃)、200 mmol/L (25 ℃)、140 mmol/L (20 ℃) 时,种子的萌发会受到完全抑制。在碱浓度为 10 mmol/L 时,3 种温度萌发条件下,相对胁迫较小,分别为 9.83%、5.80%、26.22%。在碱浓度为 20 mmol/L 时,只有 20 ℃ 和 25 ℃ 萌发条件相对胁迫较小,分别为 21.88% 和 23.23%。在碱浓度为 160 mmol/L、180 mmol/L、120 mmol/L 时,相对胁迫指数会大幅度的增加,分别达到 99.56% (20 ℃)、99.59% (25 ℃)、98.59% (30 ℃)。 t 测验结果表明,在碱浓度为 10 mmol/L、20 ℃ 和 25 ℃ 条件下,野生燕麦种

子的胁迫程度与对照组之间不存在显著的差异性外,其余各处理条件下的相对碱害率与对照组之间呈显著差异性。试验结果表明,野生燕麦种子的极限耐盐度为 200 mmol/L,耐盐临界度为 40 mmol/L,最适耐盐度为 10 mmol/L。

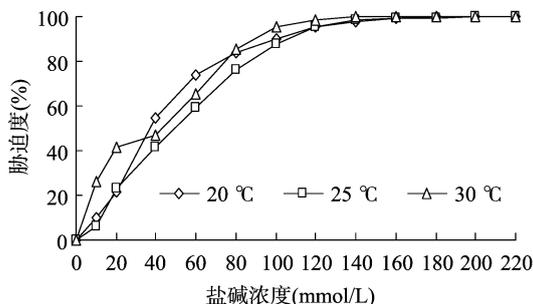


图5 Na₂CO₃胁迫对野生燕麦种子萌发的抑制

3 讨论

种子的萌发是指种子的胚从相对静止状态变为生理活跃状态,长成幼苗的过程。在萌发的过程中,不仅受外界环境的影响,同时也受内在因素的影响。盐碱胁迫是影响植物生长、降低植物产量的主要逆境因素之一。大量研究表明,碱胁迫可以破坏种子细胞结构,致使细胞功能及代谢紊乱,种子的活力降低甚至萌发能力丧失。有关碱胁迫在麦类、结缕草、向日葵、高粱等植物上已作了相关研究,且大多数研究表明碱胁迫对种子的萌发有显著的抑制作用^[8-12]。种子的发芽常用指标有发芽势、发芽率、活力指数及发芽指数,均能很好地反应种子的萌发速度,因此,在不同碱浓度胁迫中,可以根据这些指标进行对种子萌发期间的耐碱性进行鉴定。

在不同温度条件下,不同浓度的 Na₂CO₃ 处理,种子萌发均受到不同程度影响,但都是随着碱浓度的增大,碱胁迫不断加大,抑制作用显著,发芽率也在不断降低,当碱浓度达到一定高度时,种子萌发就会受到完全抑制。在 20 °C 条件下,浓度为 10 mmol/L 的 Na₂CO₃ 对野生燕麦种子的发芽率影响相对较小;在 Na₂CO₃ 浓度为 20 ~ 160 mmol/L 胁迫下,野生燕麦种子的发芽率会急剧下降,变幅为 0.33% ~ 58.33%,严重影响其发芽能力;当 Na₂CO₃ 浓度高于 180 mmol/L 时,种子就会完全丧失活性。在 25 °C 条件下,浓度为 10 mmol/L 和 20 mmol/L 的 Na₂CO₃ 对野生燕麦种子的发芽率影响相对较小;在 Na₂CO₃ 浓度为 40 ~ 180 mmol/L 胁迫下,野生燕麦种子的发芽率会急剧下降,变幅为 0.33% ~ 46.67%,严重影响其发芽能力,胁迫程度增强;当 Na₂CO₃ 浓度高于 200 mmol/L 时,种子就会完全丧失活性。在 30 °C 条件下,Na₂CO₃ 胁迫处理对野生燕麦种子的萌发影响均显著,胁迫程度相对于其余两种温度较为明显,在浓度为 10 ~ 120 mmol/L 的 Na₂CO₃ 胁迫时,野生燕麦种子的发芽率会急剧下降,变幅为 0.66% ~ 34.33%,严重影响其发芽能力;当 Na₂CO₃ 浓度高

于 140 mmol/L 时,种子就会完全丧失活性。本研究中野生燕麦种子的极限耐盐度为 200 mmol/L,耐盐临界度为 40 mmol/L,最适耐盐度为 10 mmol/L。

碱对野生燕麦种子的萌发具有显著的抑制作用,种子的相对萌发率与碱浓度之间存在显著的负相关性。3 种温度下,相同浓度的碱处理对种子萌发的抑制作用为 30 °C > 20 °C > 25 °C。可知,种子的萌发均受内在因素和外界环境的影响,因此,野生燕麦种子若要在碱化土壤中萌发,不仅要保持外界环境的 pH 调节,同时也要保证细胞内在的正常代谢及平衡。

参考文献:

- [1] Bryngelsson S, Ishihara A, Dimberg L H. Levels of avenanthramides and activity of hydroxycinnamoyl - CoA: hydroxyanthranilate N - hydroxycinnamoyl transferase (HHT) in steeped or germinated oat samples[J]. Cereal Chemistry, 2003, 80(3): 356 - 360.
- [2] Fennimore S A, Nyquist W E, Shaner G E, et al. A genetic model and molecular markers for wild oat (*Avena fatua* L.) seed dormancy[J]. Theoretical and Applied Genetics, 1999, 99(3/4): 711 - 718.
- [3] Peterson D M. Oat antioxidants[J]. Journal of Cereal Science, 2001, 33(2): 115 - 129.
- [4] Wise M L, Doehlert D C, McMullen M S. Association of avenanthramide concentration in oat (*Avena sativa* L.) grain with crown rust incidence and genetic resistance[J]. Cereal Chemistry, 2008, 85(5): 639 - 641.
- [5] Page E R, Gallagher R S, Kemanian A R, et al. Modeling site - specific wild oat (*Avena fatua*) emergence across a variable landscape[J]. Weed Science, 2006, 54(5): 838 - 846.
- [6] 周海鹏, 郑会敏, 张素勤, 等. 以色列野生二粒小麦和光稃野燕麦杂交亲本与后代核型分析[J]. 云南农业大学学报: 自然科学版, 2012, 27(1): 1 - 6.
- [7] Mohamadzadeh Z, Zand E, Nejadstari T, et al. Genetic diversity of wild oats *Avena fatua* and *A. sterilis* ssp. *ludoviciana* accessions of Iran[J]. Journal of Food Agriculture and Environment, 2012, 10(1): 307 - 312.
- [8] 贾娜尔·阿汗, 张相锋, 赵玉. 盐碱胁迫对小冰麦种子萌发和早期幼苗生长的影响[J]. 种子, 2010, 29(9): 52 - 55.
- [9] 杨春武, 李长有, 尹红娟, 等. 小冰麦 (*Triticum aestivum* - *Agropyron intermedium*) 对盐胁迫和碱胁迫的生理响应[J]. 作物学报, 2007, 33(8): 1255 - 1261.
- [10] 陈忠林, 张学勇, 张绵, 等. 碱胁迫对结缕草、高羊茅种子萌发及其胚生长的影响[J]. 种子, 2010, 29(12): 27 - 30.
- [11] 崔玮, 张芬琴, 李玉兰, 等. 中性盐和碱性盐胁迫对黄瓜种子萌发的影响[J]. 种子, 2006, 25(4): 66 - 69.
- [12] Shi D, Sheng Y. Effect of various salt - alkaline mixed stress conditions on sunflower seeds and analysis of their stress factors[J]. Environmental and Experimental Botany, 2005, 54: 8 - 21.