

γ -氨基丁酸(GABA)对高温下酸枣种子发芽的促进作用

邓本良, 赵旭升 (洛阳师范学院, 河南洛阳 471934)

摘要 [目的] 研究 GABA 对高温下酸枣种子发芽的影响。[方法] 采用不同的抑制剂对酸枣种子进行处理, 研究 GABA 对酸枣种子在高温下发芽的促进作用。[结果] GABA 能显著提高酸枣种子在高温(40 °C)下发芽率。此外, H₂O₂、DMTU、DPI、ABA 和 fluridone 能显著促进 GABA 在高温下对种子发芽的影响。[结论] GABA 能促进种子高温下发芽, 可能与其诱导种子中 H₂O₂ 降解 ABA 有关。

关键词 γ -氨基丁酸; 高温; 酸枣种子; 双氧水

中图分类号 S665.1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)07-0054-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.07.017

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of GABA on Jujube Seed Germination under High Temperature

DENG Ben-liang, ZHAO Xu-sheng (Luoyang Normal University, Luoyang, Henan 471934)

Abstract [Objective] To study the effect of GABA on jujube seed germination under high temperature stress. [Method] Different specific inhibitors were applied on heat stressed jujube seeds and the effects were investigated by monitoring the germination rate. [Result] GABA could improve jujube seed germination under high temperature and this effect could be significantly modified by H₂O₂, DMTU, DPI, ABA and fluridone. [Conclusion] GABA could improve seed germination under high temperature. The NADPH oxidase mediated H₂O₂ was closely associated with the thermodormancy release by GABA in jujube seed.

Key words γ -aminobutyric acid; High temperature; Jujube seed; Hydrogen peroxide

伽马氨基丁酸(γ -aminobutyric acid, GABA)是一种非蛋白氨基酸,具有多种生理功能,广泛分布于动植物体内。GABA 在医学上具有镇静神经、降低血压、降低血氨、促进脑活物等作用^[1]。近年来,在植物生长发育和抗逆上有广泛研究^[2]。此外,在植物种子发芽过程中会大量合成 GABA^[3]。

植物种子发芽除需要充足的空气外,还需要适宜的温度及适量的水分。然而,种子在某些逆境(如高温,盐害,重金属污染等)下,轻则降低发芽能力,重则根本无法发芽出苗^[4-8]。此外,很多作物种子的发芽快慢还与种子本身抗氧化物质含量甚至种子本身老化程度等有密切关系^[9-11]。

种子发芽过程中,线粒体呼吸作用极其旺盛。在这个过程中,不可避免地会产生大量活性氧^[12]。在种子发芽过程中,线粒体和位于胞质空间的 NADPH 氧化酶是 2 个产活性氧的主要部位^[12]。活性氧浓度过高或过低均会抑制种子发芽^[12]。当活性氧含量过高时,植物会被一些抗氧化物质如抗坏血酸和谷胱甘肽清除,从而维持在适宜水平。此外,种子发芽需要降低细胞中脱落酸(ABA)含量。然而,某些逆境胁迫如干旱、高温和盐害能促进种子合成更多 ABA,从而阻止发芽进程。但活性氧如 H₂O₂ 能降解 ABA,从而打破种子休眠进入发芽阶段^[13]。

二甲基硫脲(dimethylthiourea, DMTU)是一种人工合成的活性氧特异性清除剂,被广泛应用于活性氧研究。此外,二联苯碘(diphenyleneiodonium, DPI)是 NADPH 氧化酶的一种特异性抑制剂。而氟啶酮(fluridone, 缩写为 Flu)是 ABA 合成过程中的特异性抑制剂。笔者利用酸枣种子为试验材料,研究其高温下发芽机理。

1 材料与方法

1.1 试验材料

作者简介 邓本良(1978—),男,湖南洞口人,讲师,博士,从事活性氧调控作物种子发芽机理研究。

收稿日期 2019-07-13; **修回日期** 2019-07-24

的果肉、核壳已去掉,只保留里面的酸枣仁种子。

1.2 试验方法 将酸枣种子先用自来水浸泡 12 h,然后转入垫有双层滤纸的玻璃培养皿中。分成以下 8 组:常温水处理组、高温水处理组、高温 GABA 处理组、高温 GABA 加 H₂O₂ 组、高温 GABA 加 DMTU 组、高温 GABA 加 DPI 组、高温 GABA 加 ABA 组以及高温加 Fluridone 组。以上几种试剂所用浓度:1 mmol/L GABA, 100 mmol/L H₂O₂, 10 mmol/L DMTU, 0.1 mmol/L DPI, 0.1 mmol/L ABA 以及 1 mmol/L fluridone。常温设定为 25 °C,高温设定为 45 °C。每天分 2 次检查种子发芽情况,连续检查 7 d。当露白 0.5 mm 即视为发芽。每个试验设定 3 个重复。

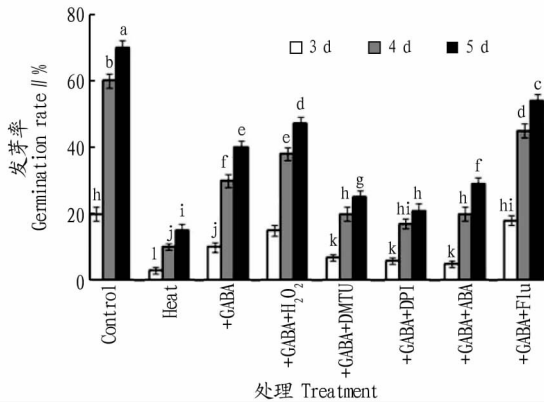
1.3 数据分析 试验数据采用 SPSS 软件用 Duncan's 多重比较进行分析,并用 Photoshop 软件作图。

2 结果与分析

相对于常温下酸枣发芽率(约 70%),高温能显著降低其最终发芽率(第 5 天)80%左右(约 15%)。然而对高温下酸枣种子喷洒 1 mmol/L GABA,可以显著提高发芽率至 40%,约提高 166%(相对于高温水对照)。而喷洒 100 mmol/L H₂O₂,可以进一步提高 GABA 的促进效果,约在 GABA 的基础上提升 18%左右。相对于 H₂O₂, 10 mmol/L DMTU 喷洒能削弱 GABA 在高温下的促进作用,导致发芽率下降约 37%。喷洒 0.1 mmol/L DPI 能削弱 GABA 在高温下的促进作用,发芽率约降低 47%。此外,喷洒 0.1 mmol/L ABA,也能显著降低 GABA 在高温下的保护作用,约降低发芽率 27%。然而,喷洒 1 mmol/L fluridone(Flu)能显著进一步促进 GABA 在高温下的保护作用,约提高酸枣种子发芽率 35%(图 1)。

3 结论与讨论

酸枣种子如果带壳发芽极其缓慢,该试验中选用的是去壳的种子进行试验,约在 7 d 内能大部分发芽,发芽率高达 70%左右。然而高温能显著降低其发芽率,这可能与高温诱导种子中 ABA 积累有关,导致种子无法打破热休眠进入发



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters indicate significant differences between different treatments ($P < 0.05$)

图1 不同试剂处理对高温下酸枣种子发芽的影响

Fig. 1 Effects of reagent treatment on jujube seed germination rate under high temperature

芽状态。然而通过喷洒 1 mmol/L GABA 溶液,可以显著提高酸枣种子在高温下发芽率。推测这种非蛋白氨基酸可能作为异源物(xenobiotic)通过刺激酸枣种子细胞产生活性氧从而协助种子降解 ABA。通过喷洒 H₂O₂ 发现有类似效果,而喷洒 H₂O₂ 清除剂 DMTU 会减轻这种效果。这与前人在玉米种子发芽上研究结论类似^[4-5]。而作为异源物,最先接触细胞并刺激产生活性氧的部位可能是位于细胞膜上的 NADPH 氧化酶,因此用该酶特异性抑制剂 DPI 处理后,通过降低该酶活性氧的产生,发现可以显著削弱 GABA 的刺激作用。这也与在玉米上的处理结果类似^[6-7]。最终,使用 ABA 和其合成特异性抑制剂 fluridone 对高温下酸枣种子处理后,发现能削弱或促进 GABA 在高温下的保护作用,这说明 GABA 对高温下酸枣种子发芽的保护作用与通过产生的活性氧降解高温诱导的脱落酸有关。当然,对于 GABA 在高温下如何调控酸枣种子的具体机理还需要从生化和分子水平进一步研究。

该研究从表型上确定了 GABA 对高温下酸枣种子发芽

有显著的保护作用,并对其保护机理进行了初步探讨,为今后从活性氧角度研究如何调控酸枣种子发芽提供了理论基础^[12-13]。

参考文献

- [1] DIANA M, QUÍLEZ J, RAFECAS M. Gamma-aminobutyric acid as a bioactive compound in foods: A review[J]. Journal of functional foods, 2014, 10: 407-420.
- [2] BOWN A W, SHELPI B J. Plant GABA: Not just a metabolite[J]. Trends in plant science, 2016, 21(10): 811-813.
- [3] YANG R Q, GUO Q H, GU Z X. GABA shunt and polyamine degradation pathway on γ -aminobutyric acid accumulation in germinating fava bean (*Vicia faba* L.) under hypoxia[J]. Food chemistry, 2013, 136(1): 152-159.
- [4] DENG B L, YANG K J, ZHANG Y F, et al. The effects of temperature on the germination behavior of white, yellow, red and purple maize plant seeds[J]. Acta physiologiae plantarum, 2015, 37(8): 174-184.
- [5] DENG B L, YANG K J, ZHANG Y F, et al. Can heavy metal pollution defend seed germination against heat stress Effect of heavy metals (Cu²⁺, Cd²⁺ and Hg²⁺) on maize seed germination under high temperature[J]. Environmental pollution, 2016, 216: 46-52.
- [6] ZHANG Y F, DENG B L, LI Z T. Inhibition of NADPH oxidase increases defense enzyme activities and improves maize seed germination under Pb stress[J]. Ecotoxicology and environmental safety, 2018, 158: 187-192.
- [7] ZHANG Y F, SHI H J, DENG B L. Mutagen-induced phytotoxicity in maize seed germination is dependent on ROS scavenging capacity[J]. Scientific reports, 2018, 8(1): 14078.
- [8] YANG K J, ZHANG Y F, ZHU L H, et al. Omethoate treatment mitigates high salt stress inhibited maize seed germination[J]. Pesticide biochemistry and physiology, 2018, 144: 79-82.
- [9] DENG B L, ZHANG Y F, YANG K J, et al. Changes in non-enzymatic antioxidant capacity and lipid peroxidation during germination of white, yellow and purple maize seeds[J]. Pak J Bot, 2016, 48(2): 607-612.
- [10] DENG B L, ZHANG Y F, YANG K J, et al. The differential antioxidant capacity of watermelon flesh at different maturity stages and its inhibitory effects on seed aging may explain the significance of fruit flesh colors[J]. Acta physiologiae plantarum, 2017, 39(6): 139-145.
- [11] DENG B L, YANG K J, ZHANG Y F, et al. Can antioxidant's reactive oxygen species (ROS) scavenging capacity contribute to aged seed recovery? Contrasting effect of melatonin, ascorbate and glutathione on germination ability of aged maize seeds[J]. Free radical research, 2017, 51(9/10): 765-771.
- [12] JEEVAN KUMAR S P, RAJENDRA PRASAD S, BANERJEE R, et al. Seed birth to death: Dual functions of reactive oxygen species in seed physiology[J]. Annals of botany, 2015, 116(4): 663-668.
- [13] LIU Y G, YE N H, LIU R, et al. H₂O₂ mediates the regulation of ABA catabolism and GA biosynthesis in *Arabidopsis* seed dormancy and germination[J]. Journal of experimental botany, 2010, 61(11): 2979-2990.

(上接第 51 页)

4 小结

增密降氮技术措施在优质烟叶生产中是可行的。当适当降低氮肥和增加种植密度时,烟株生长发育正常,均价、上等烟比例、产值等与常规生产条件下相当,同时还降低上部叶总植物碱和总氮含量,烟叶呼吸质量也明显改善。试验结果显示,通海基地单元适宜的施氮量为 75 kg/hm²,种植密度为 120 cm×50 cm。

参考文献

- [1] 向鹏华, 黄银章, 单雪华, 等. 不同施氮量和种植密度对烤烟上部烟叶质量的影响[J]. 湖南农业科学, 2018(1): 18-20, 24.
- [2] 张喜峰, 张立新, 高梅, 等. 密度与氮肥互作对烤烟圆顶期农艺及经济性状的影响[J]. 中国烟草科学, 2012, 33(5): 36-41.
- [3] 王建波. 种植密度和施氮量对烤烟化学成分的影响[J]. 农业科学研

究, 2017, 38(2): 14-18.

- [4] 邓小华, 杨丽丽, 邹凯, 等. 烟稻轮作模式下烤烟增密减氮的主要化学成分效应分析[J]. 植物营养与肥料学报, 2017, 30(4): 991-997.
- [5] 唐先干, 李祖章, 胡启锋, 等. 种植密度与施氮量对江西紫色土烤烟产量及农艺性状的影响[J]. 中国烟草科学, 2012, 33(3): 47-51.
- [6] 吴佳溶, 徐茜, 陈志厚, 等. 施氮量与种植密度对烟草品种 CB-1 生长及产质量的影响[J]. 贵州农业科学, 2017, 45(2): 67-70.
- [7] 王盼盼, 常春丽, 杨新宇, 等. 草木犀翻压配施化肥对烤烟土壤酶活性的影响[J]. 华北农学报, 2018, 33(S1): 222-229.
- [8] 张启莉, 马明清, 肖建华, 等. 烤烟 NC297 在广元烟区的适应性研究[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(2): 31-33.
- [9] 龙大彬, 郭亮, 李帆, 等. 不同种植密度对烤烟 K326 上部叶产质量的影响[J]. 湖南农业科学, 2012(15): 34-35, 38.
- [10] 刘云, 王程栋, 程朝晖, 等. 施氮量与种植密度互作对烤烟生长发育及品质的影响[J]. 现代农业科技, 2018(16): 5-6, 9.
- [11] 李传胜, 史宏志, 李怀奇, 等. 增密减叶减氮模式对烤烟上部叶的提质增香效果[J]. 河南农业科学, 2017, 46(4): 32-37, 48.