

酸雨胁迫对大豆萌发种子糖代谢影响初探

王磊^{1,2}, 周青^{1,2}

(1. 江南大学 工业生物技术教育部重点实验室, 江苏 无锡 214122; 2. 江南大学 环境与土木工程学院, 江苏 无锡 214122)

摘要:为探索酸雨影响大豆种子萌发机理,采用模拟酸雨处理大豆种子,研究酸雨对大豆萌发种子糖代谢的影响。结果表明:大豆种子的可溶性糖、还原性糖、蔗糖及淀粉含量, α -淀粉酶和淀粉酶活性均在 pH2.0 酸雨胁迫下受到抑制而降至最低,4 种碳水化合物含量随酸雨胁迫强度的减弱呈上升趋势, α -淀粉酶对酸雨胁迫的敏感性低于淀粉酶,大豆萌发种子糖代谢对酸雨胁迫有较强适应。

关键词:酸雨胁迫;大豆种子;萌发;糖代谢

中图分类号:Q591.8

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2010)01-0171-03

Effects of Acid Rain on Sugar Metabolism in Seed Germination of Soybean

WANG Lei, ZHOU Qing

(1. Key Laboratory of Industrial Biotechnology, Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi 214122; 2. School of Environment and Civil Engineering, Jiangnan University, Wuxi 214122, Jiangsu, China)

Abstract: Responses of sugar metabolism during germination of soybean (*Glycine max*) seeds to simulated acid rain (pH 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0) were investigated. The purpose was to clarify the mechanism of acid rain affecting seed germination. The α -amylase, amylase activity and the content of soluble sugar, reducing sugar, sucrose and starch decreased to the lowest under pH2.0. The contents of the four types of sugars increased with the decreased stress level of acid rain. The response of amylase to acid rain stress is stronger than α -amylase. Results suggest that soybean could adapt to acid stress by adjusting sugar metabolism level during germination period.

Key words: Acid rain; Soybean; Germination; Sugar metabolism

酸雨(acid rain, AR)是指由空气中的 SO_2 和 NO_x 等酸性污染物引起的 $\text{pH} < 5.6$ 的酸性降水。我国已经成为世界第三大酸雨区^[1],在我国约占国土总面积40%的地区受到酸雨的危害,农作物生长受到影响^[2]。研究酸雨对农作物的胁迫影响机理,有助于更好的对酸沉降地区农业进行合理区划,以及生态修复。种子萌发是植物生活史的第一个环节,种子在萌发期的生命状况直接影响作物以后的生长和产量。鉴于种子萌发时,胚细胞分裂增殖旺盛及新组织与器官形成需要消耗大量的物质和能量,研究糖代谢这一萌发过程中物质转化合成与能量代谢的基础过程很有必要^[3]。现以大豆种子为试材,探讨不同pH值酸雨对种子萌发时糖代谢的影响,以期反应酸雨胁迫下大豆种子萌发的变化,为进一步揭示酸雨伤害植物的机理提供参考。

1 材料与方法

1.1 酸雨配制与处理

先配制 pH1.0 酸雨母液^[4],其中硫酸根和硝酸根体积比为 4.7:1。将配制好的 pH1.0 的母液调制成为 pH2.0、2.5、3.0、3.5、4.5、5.0 共 6 个强度的模拟酸雨,经 PHS-29A 酸度计(上海精密科学仪器有限公司)校准。大豆“台湾 292”的种子浸种 12 h ($T = 20^\circ\text{C}$)后,用 0.1% HgCl_2 溶液消毒 5 min,去离子水冲洗干净后,平铺于滤纸上,吸干表面水分。取 50 粒种子均匀排列于培养皿中,以上述 6 组酸雨对种子进行胁迫处理,对照(CK)为母液调制而成的 pH 7.0 中性溶液。3 次重复。

1.2 生化指标测定

萌发 7 d 后,按文献[5,6]方法测定大豆种子可

收稿日期:2009-06-10

基金项目:江苏省教育厅“高等学校大学生实践创新训练”资助项目(20070730);江南大学质量工程建设资助项目(20081218)。

第一作者简介:王磊(1987-),男,学士,研究方向为环境科学。

通讯作者:周青,教授。E-mail:zhouqeco@yahoo.com.cn。

溶性糖、还原性糖、蔗糖和淀粉 4 种碳水化合物含量,以及 α -淀粉酶与淀粉酶活性。

2 结果与分析

2.1 酸雨对萌发种子碳水化合物含量的影响

图 1 显示,pH2.0 酸雨明显降低大豆萌发种子可溶性糖、还原性糖、蔗糖和淀粉 4 种碳水化合物含

量,降幅分别为 39.20%、48.78%、15.29% 和 16.31%。pH 2.5~5.0 时,萌发种子可溶性糖含量与 CK 相差不大,pH4.5~5.0 时糖含量略有上升。还原性糖含量随酸雨 pH 值升高,出现“升-降-升-降”的变化规律,此规律与淀粉酶活性变化趋势相似。蔗糖和淀粉含量受酸雨胁迫影响的变化不大,且当 $\text{pH} \geq 4.5$ 时,2 种糖含量略高于 CK。

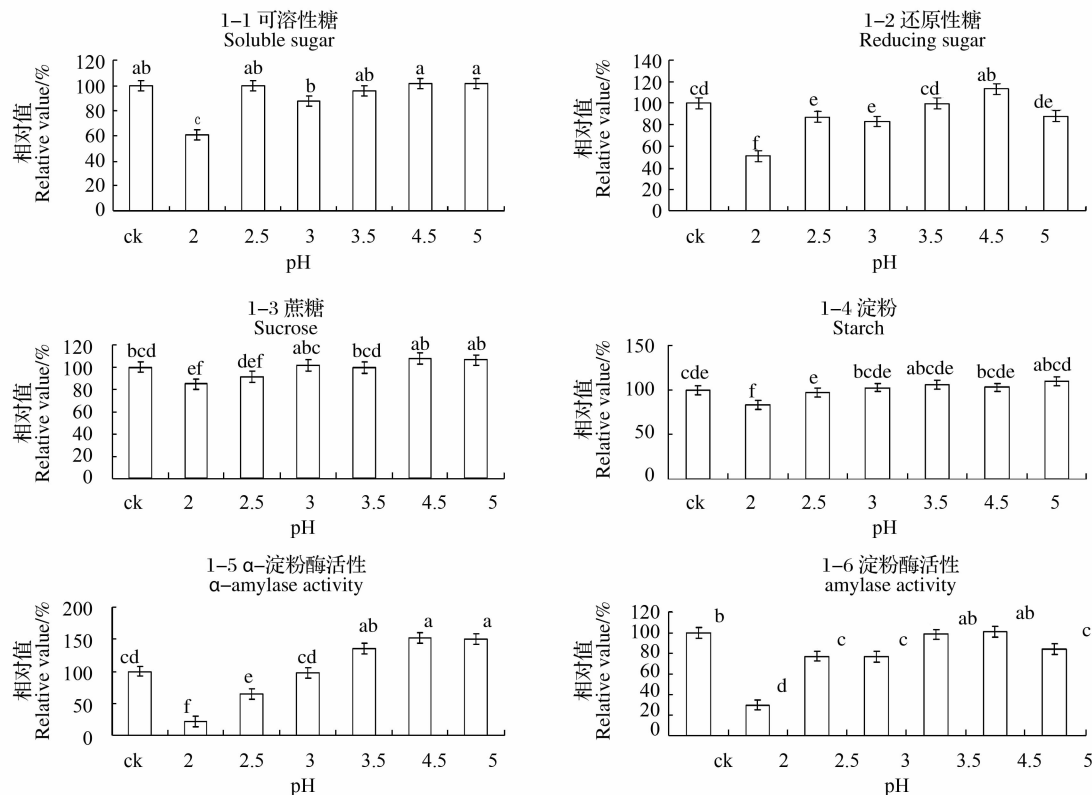


图 1 酸雨胁迫对大豆萌发种子 4 种糖含量及淀粉酶活性的影响

Fig. 1 Effects of the acid rain on contents of four kinds of sugar and on the amylase activity in seed germination of soybean

2.2 酸雨对大豆萌发种子 2 种淀粉酶活性影响

pH ≤ 2.5 酸雨胁迫下(图 1-5、6),大豆萌发种子 α -淀粉酶活性明显低于 CK,当 $\text{pH} \geq 3.5$ 时, α -淀粉酶活性大于 CK;与 α -淀粉酶活性变化不同,淀粉酶活性响应酸雨胁迫变化的规律是,除 pH4.5 强度酸雨胁迫下酶活略高于 CK 外,其它强度酸雨胁迫下的酶活性均低于 CK。结果显示, α -淀粉酶抗酸雨能力强于淀粉酶。

3 结论与讨论

种子萌发过程中,各种生理活动均需能量支持,尤其是胚细胞的分裂与生长、组织的形成,乃至器官构建,都需要大量能量和结构材料。故在此期间,出现以储藏物质水解作用为主,呼吸与合成作用强烈

进行的萌发代谢特点^[7],糖代谢在此过程中有至关重要的作用。研究结果显示,高强度酸雨(pH2.0)胁迫下,大豆萌发种子可溶性糖、还原性糖、蔗糖和淀粉 4 种碳水化合物含量明显低于 CK,同时 α -淀粉酶与淀粉酶的活性同步降至最低,碳水化合物与酶之间存在着良好的共轭关系。其原因可能是:在高强度酸雨胁迫下,大量质子(H^+)进入胚细胞,影响到酶分子上酸(碱)性氨基酸侧链基团,诱导其构像发生改变,催化活性降低,碳水化合物产生减少^[8]。在农业生产中,倘若遇此情况,种子萌发过程势必中断,作物后继生产无法完成。其它强度酸雨($\text{pH} > 2.5$)胁迫下,除还原糖外,可溶性糖、蔗糖和淀粉含量的变化与对照差异不明显,且与 2 种酶活变化规律也不尽一致,推测其可能的原因是:(1)大豆是抗

酸雨能力较强的作物^[9],萌发种子糖代谢受酸雨伤害较小;(2)大豆萌发种子4种碳水化合物的用途与用量(利用率)存在差异,如可溶性糖、蔗糖(淀粉是碳源)需求较多,故维持较高水平(与CK差异不显著);(3)催化淀粉水解为单糖的酶系复杂(除上述2种酶外,还有 β -淀粉酶、脱支酶和 α -葡萄糖苷酶),因不同淀粉酶对酸雨敏感性存在差异,也可导致碳水化合物水平出现差异,抑或(2)、(3)因素同时存在,原因尚待进一步研究。

结果表明,大豆萌发种子糖代谢对酸雨胁迫有较强适应;4种碳水化合物含量与2种淀粉酶,在高强度酸雨胁迫下存在共轭关系。

参考文献

- [1] Li W, Gao J X. Acid deposition and integrated zoning control in China[J]. Environmental Management, 2002, 30(2): 169-182.
 - [2] 燕惠刚, 陈欣欣, 铁柏清, 等. 模拟酸雨对水稻、玉米和绿豆萌发及生长影响[J]. 农业环境与发展, 1998, 15(2): 13-16. (Yan H G, Chen X X, Tie B Q, et al. Effects of simulated acid rain on the germination and the growth of rice, maize and mung bean[J]. Agro-Environment and Development, 1998, 15(2): 13-16.)
 - [3] 王丽红, 周青, 曾庆玲. 3类抗性种子萌发过程中糖代谢对酸雨胁迫的响应[J]. 环境科学, 2008, 29(3): 799-803. (Wang L H, Zhou Q, Zeng Q L. Responses of sugar metabolism in seed germination of three various acid-fast plants to acid rain[J]. Environmental Science, 2008, 29(3): 799-803.)
 - [4] 吴遥琪, 彭莹, 唐璐, 等. 酸雨胁迫下La(Ⅲ)对水稻种子萌发及POD活性影响[J]. 农业环境科学学报, 2008, 27(5): 1901-1906. (Wu Y Q, Peng Y, Tang L, et al. Effect of lanthanum on the germination of rice seeds and POD activity under acid rain stress[J]. Journal of Agro-Environment Science, 2008, 27(5): 1901-1906.)
 - [5] 邹琪. 植物生理生化实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 111-113, 151-154. (Zou Q. Direction for plant physiological and biochemical experiments[M]. Beijing: China Agricultural Press, 2000: 111-113, 151-154.)
 - [6] 张志良, 瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003: 128-129. (Zhang Z L, Qu W J. Direction for botany physiological experience[M]. Beijing: Higher Education Press, 2003: 128-129.)
 - [7] 胡晋. 种子生物学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005: 158. (Hu J. Seed biology[M]. Beijing: Higher Education Press, 2005: 158.)
 - [8] 王丽红, 周青, 黄晓华. 种子萌发过程中淀粉酶对酸雨胁迫的响应[J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(6): 1465-1469. (Wang L H, Zhou Q, Huang X H. Response of amylase to acid rain during seed germination[J]. Journal of Agro-Environment Science, 2006, 25(6): 1465-1469.)
 - [9] 冯宗炜, 曹洪法, 周修萍, 等. 酸沉降对生态环境的影响及其生态恢复[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1993: 2, 100. (Feng Z W, Cao H F, Zh X P, et al. Acid deposition on the ecological environment and its ecological restoration[M]. Beijing: China Environmental Science Press, 1993: 2, 100.)
-
- (上接第170页)
- [3] Kanae Yamashita, Yoshie Iizuka, Tomoko Imai, et al. Sesame seed and its lignans produce marked enhancement of vitamin E activity in rats fed a low α -tocopherol diet[J]. Lipids, 1998, 33(6): 567-571.
 - [4] 张永忠, 李小莉, 郭群. 辛夷木脂素类成分抗血小板活化因子作用的研究[J]. 湖北中药杂志, 2001, 23(10): 7-10. (Zhang Y Z, Li X L, Guo Q. Study on action of lignans composition of flos magnoliae resisting platelet activating factor[J]. Hubei Journal of Traditional Chinese Materia Medica, 2001, 23(10): 7-10.)
 - [5] 刘春龙, 李中秋, 孙海霞, 等. 大豆异黄酮的生理作用及其在医学方面的研究进展[J]. 大豆科学, 2008, 27(4): 693-695. (Liu C L, Li Z Q, Sun H X, et al. Research progress and physiological function of soybean isoflavone on medicine[J]. Soybean Science, 2008, 27(4): 693-695.)
 - [6] 周建芹. 大豆异黄酮提取工艺优化及其活性研究[J]. 大豆科学, 2007, 26(2): 276-279. (Zhou J Q. Optimization of extraction technology of soybean isoflavones and its physiological activity analysis[J]. Soybean Science, 2007, 26(2): 276-279.)
 - [7] 谢莎丽, 石凯, 石元刚. 大豆低聚糖和低聚肽对高脂血症大鼠抗氧化作用及粪胆汁酸代谢的影响[J]. 重庆医学, 2009, 38(8): 922-924. (Xie S L, Shi K, Shi Y G. Effects of soy oligosaccharides and peptides on vasoactive substances and apolipoprotein levels in hyperlipidemia rats[J]. Chongqing Medicine, 2009, 38(8): 922-924.)
 - [8] 吴素萍, 田立强. 大豆皂苷的生理功能及其提取纯化的研究现状[J]. 大豆科学, 2008, 27(5): 883-887. (Wu S P, Tian L Q. Research status quo of extraction and purification and physiological functions of soybean Saponin[J]. Soybean Science, 2008, 27(5): 883-887.)
 - [9] 孙丽华, 王巧懿, 江月仙, 等. 比色法测定还韶胶囊中五味子素的含量[J]. 浙江省医学科学院学报, 2002, 13(1): 25-26. (Sun L H, Wang Q Y, Jiang Y X, et al. Determination of Schisandrins in Huanshao capsule by colorimetry[J]. Acta Academiae Medicinae Zhejiang, 2002, 13(1): 25-26.)
 - [10] 杨毅, 张成路, 王喆, 等. 木脂素抗艾滋病病毒研究[J]. 化学进展, 2003, 15(4): 327-331. (Yang Y, Zhang C L, Wang Z, et al. Advances in lignans with Anti-HIV properties[J]. Progress in Chemistry, 2003, 15(4): 327-331.)