

水杨酸对盐胁迫下多胺代谢的调节

王晓玲, 许莉斯, 张玉星

(河北农业大学 园艺学院, 河北 保定 071001)

摘要:以鸭梨叶片为试材,研究了 NaCl 胁迫下多胺的代谢变化和水杨酸对 NaCl 胁迫下多胺代谢的调节作用。结果表明:NaCl 处理后 ADC 活性明显上升,ODC 活性均明显低于 ADC,且 ODC 活性在 NaCl 处理后变化不明显。低浓度 NaCl 处理后多胺的含量增加,随着浓度的增加,多胺的含量不再增加或下降。SA 提高了对照和 NaCl 处理 ODC 活性,对 NaCl 处理的 ADC 活性没有明显影响,但是提高了 NaCl 处理后游离多胺含量。

关键词:水杨酸;多胺;盐胁迫;ADC;ODC

中图分类号:Q 591.9;S 311 文献标识码:A 文章编号:1001-0009(2011)19-0016-03

盐碱土是世界上广泛分布的一种土壤类型,在全世界的范围内,土壤盐碱化的现象都非常严重。在土壤含盐量达 0.3% 时,会严重地干扰大多数植物正常的生长发育,以致抑制农作物的生长,在土壤含盐量达到 0.5% 时,就会导致植株死亡,严重地降低农作物的产量。多胺(Polyamines, PAs)是生物体代谢过程中具有生物活性的低分子量脂肪族含氮碱,它的作用是通过调整酶活性,保持离子平衡,作为激素媒介,加速细胞分化等进而调节植物的生长和发育。随着植物逆境生理学研究的深入,人们发现植物在多种胁迫条件下都发生多胺的积累,腐胺(Putrescine, Put)、亚精胺(Spermidine, Spd)和精胺(Spermine, Spm)是植物体内较常见的 3 种多胺,与植物体对环境胁迫反应关系密切。采用外源生长调节物质或化合物提高植物耐盐性是常用的方法。水杨酸(Salicylic acid, SA)是植物体内普遍存在的内源信号分子,对植物的许多生理过程如植物发芽、开花、气孔关闭、膜通透性及离子的吸收等起调控作用。余小平等研究发现,盐胁迫条件下水杨酸能提高幼苗相对含水量,降低 Na^+ 、 K^+ 向上运输的选择性,通过促进子叶内超氧化物歧化酶、过氧化物酶活性降低膜脂过氧化产物丙二醛含量和质膜透性,缓解了盐胁迫对幼苗生长的抑制^[1]。为了进一步研究水杨酸对缓解盐胁迫的作用,该试验以鸭梨枝条为试材,用不同浓度的 NaCl 营养液进行培养,研究水杨酸对盐胁迫下叶片内多胺含量的影响,以期探明水杨酸对盐胁迫下鸭梨生长的调节作用,为盐碱地区的果树生产提供有效的方法及途径。

第一作者简介:王晓玲(1981-),女,博士,讲师,现主要从事果树结实生理与分子生物学研究工作。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30270928)。

收稿日期:2011-06-29

1 材料与方法

1.1 试验材料

鸭梨枝条停长后采集当年生枝条。

1.2 试验方法

枝条用含 0、20、50、100、150、200、300 nmol/L NaCl 的 1/2 Hoagland's 营养液培养,处理后 5 d 取叶片进行指标测定。

1.3 测定方法

精氨酸脱羧酶(Arginine decarboxylase, ADC)和鸟氨酸脱羧酶(Ornithine decarboxylase, ODC)的测定参照赵福庚的方法^[2],多胺含量的测定参照杨浚等的薄层-荧光测定法^[3]和赵福庚的方法^[2]略加改动,3 次重复,采用 Spss 软件包对试验数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫下多胺代谢的变化

由图 1 可看出,随着营养液中 NaCl 浓度的上升,叶片内催化 Arg 合成游离 Put 的关键酶精氨酸脱羧酶(ADC)活性明显上升,NaCl 浓度超过 150 nmol/L 后,ADC 酶活性不再上升。催化 Orn 合成游离 Put 的鸟氨酸脱羧酶(ODC)活性明显低于 ADC,随着 NaCl 浓度增加,ODC 酶没有明显的规律性变化。

根据 ADC 活性和 ODC 活性的测定结果,多胺的测定选取 0、20、50、100、150 nmol/L NaCl 处理过的叶片。由表 1 看出,随着 NaCl 浓度的增加,游离 Put 含量均显上升;NaCl 浓度低于 20 nmol/L 时,游离 Spd 含量明显上升,处理盐浓度超过 50 nmol/L 时其含量逐渐下降;Spm 含量随着 NaCl 浓度的增加变化不明显,NaCl 浓度低于 50 nmol/L 时,Spm 含量略有增加,其后则逐渐下降。

由表 2 可看出,在叶片内检测到了与游离态多胺种类相对应的高分子结合态多胺,结合态 Spm 含量同游离态 Spm 含量随着 NaCl 浓度变化趋势相同,NaCl

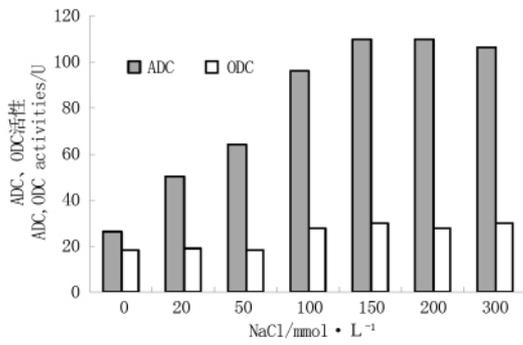


图1 NaCl处理对鸭梨叶片ADC、ODC活性的影响
Fig.1 Effects of NaCl on ADC,ODC in leaves of Yali Pear

浓度升高时略有下降,但变化不明显;结合态 Put 含量则是在 NaCl 浓度低于 20 nmol/L 时含量明显上升,NaCl 浓度超过 50 nmol/L 后,随 NaCl 浓度的进一步提高 Put 含量迅速下降;结合态 Spd 则是 NaCl 浓度低于 20 nmol/L 时含量明显上升,其后则迅速下降。说明在结合态多胺总量在低浓度 NaCl 处理时含量上升,NaCl 浓度升高时明显下降。

表1 NaCl胁迫下游离态多胺含量的变化

Table 1 Changes of free polyamines level under NaCl stress

PA /nmol · L ⁻¹	NaCl/mmole · L ⁻¹				
	0	20	50	100	150
Put	114.2±4.5	129.2±6.0	135.4±6.5	230.5±12.2	330.6±16.2
Spm	90.5±4.2	94.4±5.3	100.3±4.2	91.3±3.6	80.2±4.2
Spd	94.3±6.2	121.5±7.4	104.4±8.6	64.4±4.8	52.4±4.6

表2 NaCl胁迫下结合态多胺含量的变化

Table 2 Changes of band polyamines level under NaCl stress

PA /nmol · L ⁻¹	NaCl/mmole · L ⁻¹				
	0	20	50	100	150
Put	79.3±3.6	109.6±6.3	110.5±5.7	57.2±2.4	27.1±2.1
Spm	73.2±3.1	77.2±2.4	72.1±3.5	65.3±3.0	54.3±3.1
Spd	64.7±2.1	89.5±2.9	60.0±2.6	55.4±2.8	41.7±3.7

2.2 水杨酸对盐胁迫下多胺代谢的调节

用含 150 mmol/L NaCl 的 1/2 Hoagland's 营养液处理,同时对叶片喷施 2 mmol/L SA (早晚各喷 1 次),处理 5 d 后取叶片进行检测。由图 2 可看出,150 mmol/L NaCl 胁迫后,ADC 活性明显上升,ODC 活性略有上升;水杨酸处理显著提高了 ADC 活性,对 ODC 活性没有明显影响;水杨酸对盐处理下叶片内 ADC 活性没有影响,但显著提高了 ODC 活性。

由表 3 可看出,对照叶片中 3 种多胺的含量以 Put 含量为最高,150 mmol/L NaCl 胁迫后,游离 Put 含量明显上升,显著高于对照,Spm 和 Spd 含量略有下降;水杨酸处理后游离多胺的含量也有所增加,但是变化不明显;水杨酸对 NaCl 胁迫下叶片内多胺的含量具有明显的调节作用,游离 Put 含量明显上升,是对照的 3 倍多,游离 Spm 和 Spd 含量也增加了近 30%。

由表 4 可看出,对照叶片中 Put 含量最高,150 mmol/L NaCl 胁迫后,多胺含量则明显下降;而水杨酸处理后 Put 含量也有所增加,Spm 和 Spd 含量变

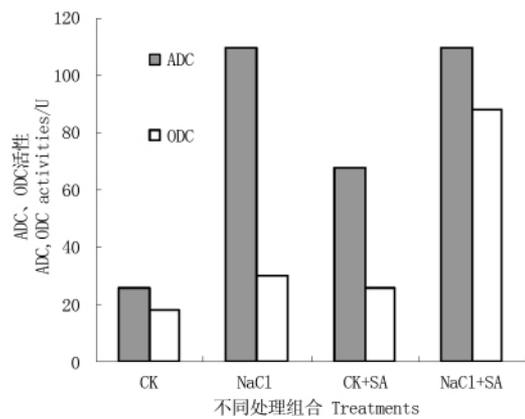


图2 水杨酸对盐处理下ADC、ODC活性的影响

Fig.2 Effects of SA on ADC and ODC under NaCl treatment

化不显著;水杨酸对 NaCl 胁迫下叶片内多胺的含量有明显的调节作用,结合态 Put 含量明显上升,是对照的 164.5%,结合态 Spm 和 Spd 含量增加了 26%~40%。

表3 游离态多胺含量变化

Table 3 Changes of free polyamines level

PA /nmol · L ⁻¹	处理 Treatments			
	CK	NaCl	CK+SA	NaCl+SA
Put	114.2±4.5	330.6±16.2	135.4±6.5	375.5±12.2
Spm	90.5±4.2	80.2±4.2	100.3±4.2	121.3±3.6
Spd	94.3±6.2	52.4±4.6	104.4±8.6	114.4±4.8

表4 结合态多胺含量变化

Table 4 Changes of band polyamines level

PA /nmol · L ⁻¹	处理 Treatments			
	CK	NaCl	CK+SA	NaCl+SA
Put	79.3±3.6	27.1±2.1	109.6±6.3	130.5±5.7
Spm	73.2±3.1	54.3±3.1	77.2±2.4	92.1±3.5
Spd	64.7±2.1	41.7±3.7	89.5±2.9	90.0±2.6

3 讨论

多胺是生物体代谢过程中具有生物活性的低分子量脂肪族含氮碱,在谷氨酰胺转移酶作用下多胺与蛋白质共价结合,在蛋白质合成后的修饰中起着十分重要的作用^[4]。在多种人为胁迫条件下都发生多胺的积累^[5-7],在水分胁迫条件下,小麦抗旱品种的 Put 含量比不抗旱品种高^[8],NaCl 处理后,与大麦根系膜蛋白共价键结合的腐胺及以非共价键结合的亚精胺等多胺含量下降^[9],另外喷施适量外源多胺可在一定程度上缓解水稻盐害^[1]。

一般认为胁迫下游离 Put 含量的上升是由于胁迫导致 ADC 活性上升所致,ODC 则不参与反应。该试验条件下,NaCl 处理后 ADC 的活性明显上升,对照和处理后的 ODC 活性均明显低于 ADC,且 ODC 活性在处理前后变化不明显,说明在梨叶片内的 ADC 是催化游离 Put 合成的关键酶,以 Arg 为底物合成多胺是体内游离态多胺合成的主要途径,且 ADC 对 NaCl 胁迫更敏感,这与前人结果一致。NaCl 处理后游离 Put 含量明显上升,而当 NaCl 浓度过高时,ADC 活性

不再继续上升,而游离 Put 则一直呈上升趋势,可见游离 Put 的积累一方面取决于 ADC 催化的从头合成,另一方面,已证明以 PAO 可以降解细胞内结合态 Spd 生成游离 Put, Federieo 等曾报导玉米苗体内 PAO 可在相同部位降解游离多胺和酰化多胺^[10], Santanen 等也曾报导在云杉愈伤组织中 PAO 可降解游离 Spd 生成 Put^[11]。SA 提高了对照和 NaCl 处理 ODC 活性,但对 NaCl 处理的 ADC 活性没有明显影响,说明 ADC 活性对 NaCl 胁迫下由 SA 诱导产生的胁迫环境不敏感。SA 能明显提高 NaCl 处理后游离多胺含量,但游离态 Put 含量的上升明显低于对照,而游离态 Spd 含量的上升幅度则高于对照,可见 NaCl 胁迫下 SA 的调节作用在于促进 Put 向 Spd 的转化。

参考文献

- [1] 余小平,贺军民,张键,等. 水杨酸对盐胁迫下黄瓜幼苗生长抑制的缓解效应[J]. 西北植物学报, 2002, 22(20): 401-405.
 [2] 赵福庚. 盐胁迫下植物体内多胺和脯氨酸代谢及其相互关系的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2000.
 [3] 杨浚, 贺平清, 俞炳泉. 植物多胺的薄层-荧光测定法[J]. 植物生理学通讯, 1988(6): 63-66.

- [4] 汪晓峰, 张宪政. SA 提高小麦抗旱性效应的研究[J]. 植物学通报, 1998, 15(3): 48-50.
 [5] 周小梅, 赵运林, 张攀, 等. 渗透胁迫下外源多胺对水稻幼苗多胺及多胺氧化酶的影响[J]. 湖南城市学院学报(自然科学版) 2010, 19(3): 62-65.
 [6] 王红霞, 胡金朝, 施国新, 等. 外源多胺对铜胁迫下水鳖叶片多胺代谢、抗氧化系统和矿质营养元素的影响[J]. 生态学报, 2010, 30(10): 2784-2792.
 [7] 陈淳, 陈丽璇, 柯合作, 等. 低温胁迫对建兰叶片内源多胺含量的影响[J]. 亚热带植物科学, 2010, 39(2): 1-4.
 [8] APTEPV, LALORAYAMM. Inhibitory action of phenolic compounds on abscisic acid induced abscission [J]. ExpBot, 1982, 33: 826-829.
 [9] He J X, Wen J Q, Chong K, et al. Changes in transcript levels of chloroplast psbA and pabD genes during water stress in wheat leaves[J]. Physiol Plant, 1998, 102: 49-54.
 [10] Federico R, Angelini R. Polyamine catabolism. In Biochemistry and Physiology of Polyamine in Plants[M]. CRC Press, Boca Raton, FL. ISBN 0-8493-6865-0, 1991: 41-56.
 [11] Santanen A, Liisa K S. Catabolism of putrescine and soermidine in embryogenic and non-embryogenic callus lines of Picea abies[J]. Physiol. Plant, 1994, 90: 125-129.

The Salicylic Acid Regulation of Polyamine Metabolism Under Salt Stress

WANG Xiao-ling, XU Li-si, ZHANG Yu-xing

(College of Horticulture, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071001)

Abstract: The regulation of SA to the changes of polyamine metabolism under salt stress in leaves of Yali Pear were studied. The results showed that under the NaCl treatment the ADC activity increased significantly, but the ODC activity did not have a significant increase and was lower than ADC activity. Polyamine contents increased under the NaCl treatment at the low concentrations, and did not increase or decrease with the NaCl concentration increasing. SA increased ODC activity in the control and NaCl treatment, did not significantly affect ADC activity, but increased the free polyamine contents under NaCl treatment.

Key words: salicylic acid; polyamines; NaCl stress; ADC; ODC

欢迎订阅 2012 年《特产研究》

《特产研究》是由中华人民共和国农业部主管、中国农业科学院特产研究所和中国农学会特产学会联合主办的国家级农牧特色产业学术期刊,为国家科技部中国科技核心期刊、《CAJ-CD 规范》招待优秀期刊。主要报道特种经济动/植物的引种驯化、遗传育种、饲养繁殖、疫病防治、栽培管理、病虫害防治、产品加工、贮藏保鲜等方面的最新科研成果;介绍农牧特产业的新技术、新方法、新经验等。辟有研究报告、应用技术、测试分析、专论综述等栏目。适合各级从事特产科技工作的院校师生、科研人员、生产技术人员及广大农村种植和养殖专业户参阅。欢迎投稿,欢迎刊登广告。

季刊,大 16 开本,季末月出版。每期定价 5.00 元,年价 20.00 元(含邮费)。全国各地邮局(所)均可订阅。邮发代号 12-182。也可通过当地邮局汇款至本刊编辑部直接订阅。

地址:吉林省吉林市左家镇鹿鸣大街 15 号

邮编:132109

单位:中国农业科学院特产研究所《特产研究》编辑部

联系人:刘云章 E-mail:tcyjbjb@126.com

电话:(0432)66513067