

植物 MAPK 基因及其在逆境胁迫下的作用

周 琪^{1,2}, 付 畅^{1,2}

(1. 植物生物学黑龙江省高校重点实验室/哈尔滨师范大学, 黑龙江 哈尔滨 150025; 2. 哈尔滨师范大学 生命科学与技术学院, 黑龙江 哈尔滨 150025)

摘要:植物促分裂原活化蛋白激酶级联途径中的 MAPK 基因在植物抵御逆境的过程中具有至关重要的作用。为使 MAPK 基因在植物抗逆基因工程中得到有效利用,通过对植物 MAPK 的结构与类别归纳分析,概述了植物 MAPK 基因对逆境胁迫的响应及其在多种生物胁迫和非生物胁迫应答中的作用。

关键词:MAPK 基因;生物胁迫;非生物胁迫;作用

中图分类号:Q756 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)05-0149-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.05.0149

植物在生命周期中遭遇不利环境的胁迫时可以通过响应逆境胁迫的信号传导途径将胁迫信号传递至细胞内,调控基因表达对逆境胁迫作出适应性反应。植物促分裂原活化蛋白激酶(mitogen-activated protein kinase, MAPK)与促分裂原激活蛋白激酶激酶(mitogen-activated protein kinase kinase, MAPKK)以及促分裂原激活蛋白激酶激酶激酶(mitogen-activated protein kinase kinase kinase, MAPKKK)通过逐级磷酸化构成了 MAPKKK→MAPKK→MAPK 级联反应信号传导途径(MAPK cascade)。植物 MAPK 级联途径可以响应多种生物胁迫(如微生物病原体感染、损伤)和非生物胁迫(如寒冷、干旱、过高或过低的渗透压、高盐、活性氧)^[1]。植物 MAPK 级联反应信号传导途径可以放大和传递外界环境信号,激活下游的酶及转录因子,最终激活靶基因表达,使植物对外界信号作出生理应答^[2]。在 MAPK 级联反应途径中,MAPK 是作用于靶基因的最直接成员,因此在 MAPK 信号传导途径中起到至关重要的作用。

1 植物 MAPK 的结构与类别

按照底物蛋白被磷酸化的氨基酸残基的不同可将蛋白激酶分为 5 类:丝/苏氨酸(Ser/Thr)

蛋白激酶;酪氨酸(Tyr)蛋白激酶;组氨酸(His)蛋白激酶;色氨酸(Try)蛋白激酶;天冬氨酰基/谷氨酰基(Asp/Glu)蛋白激酶。植物中的 MAPKKK 和 MAPK 属于 Ser/Thr 蛋白激酶;而 MAPKK 属于 Ser/Thr/Tyr 蛋白激酶。MAPKK 被 MAPKKK 磷酸化后,可通过双重磷酸化的作用激活其下游的 MAPK,磷酸化的位点在 Thr 和 Tyr 残基上^[3]。蛋白激酶的催化功能域约由 250 到 300 个残基构成,其中含 12 个功能亚域^[4]。不同类型蛋白激酶的主要区别体现在第Ⅵ亚域、第Ⅷ亚域和第Ⅸ亚域上,植物 Ser/Thr 蛋白激酶在这三个亚域上的保守序列分别为 HRDXKXXN, GTXXYXAPE 和 DVXSXG(每个字母代表为一个氨基酸,X 代表任何一个氨基酸),在第Ⅶ和第Ⅷ亚域之间有一个三肽基序 TXY,是 ATP 磷酸化位点^[5]。根据被磷酸化的 TXY 基序的不同可将 MAPK 家族分成 2 个亚家族,一类含有 TEY 基序(E: 谷氨酸),另一类含有 TDY 基序(D: 天冬氨酸);根据系统发生关系又可以将含有 TEY 基序的亚家族进一步划分为 3 类,分别为 A 族、B 族和 C 族,而含有 TDY 基序的亚家族则被划分为 D 族^[6-7]。

植物 MAPK 基因家族有多个成员,目前在拟南芥基因组中发现了 20 种 MAPK,10 种 MAPKK,60 种 MAPKKK^[7]。不同 MAPK 家族的不同成员在植物响应逆境胁迫时有不同的分工^[1]: A 族 MAPK 参与对多种生物胁迫或非生物胁迫的响应并受植物激素的调节,如盐胁迫可诱导拟南芥 MPK3/MPK6 基因的表达^[8],MPK3/MPK6 也参与乙烯信号通路^[9];B 族 MAPK 既参与对生物胁迫的响应,又参与对非生物胁迫的响

收稿日期:2015-01-14

基金项目:植物生物学黑龙江省高校重点实验室(哈尔滨师范大学)开放基金资助项目(ZK201204);哈尔滨师范大学青年学术骨干资助计划资助项目(09KXQ-01)

第一作者简介:周琪(1989-),女,黑龙江省林口县人,在读硕士,从事植物抗逆分子生物学研究。E-mail:1185713326@qq.com。

通讯作者:付畅(1974),女,博士,副教授,从事生化与分子生物学与植物抗逆分子生物学研究。E-mail:fuchanghnu@sinacn.com。