



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101796068 A

(43) 申请公布日 2010.08.04

(21) 申请号 200880025561.X

C12N 15/82(2006.01)

(22) 申请日 2008.04.09

A01H 5/00(2006.01)

(30) 优先权数据

0709835.3 2007.05.22 GB

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010.01.21

(86) PCT申请的申请数据

PCT/GB2008/001246 2008.04.09

(87) PCT申请的公布数据

W02008/142364 EN 2008.11.27

(71) 申请人 植物生物科学有限公司

地址 英国诺里奇

(72) 发明人 利亚姆·多兰 伯努瓦·梅南

易可可

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 王旭

(51) Int. Cl.

C07K 14/415(2006.01)

权利要求书 4 页 说明书 72 页 附图 9 页

(54) 发明名称

RHD6 及其调节植物根毛发育的应用

(57) 摘要

本发明涉及通过改变 RHD6 相关基因的表达调节植物中的根毛发育,例如,增加植物中根毛的数量、长度和/或寿命。这可以有效用于,例如,改善植物从土壤吸取营养的能力。

1. 分离的根毛缺陷 6 (RHD6) 相关基因。
2. 按照权利要求 1 的分离的基因,其选自根毛缺陷 6 (RHD6) 基因,根毛缺陷 6-样 1 (RSL1) 基因,及其功能同源物组成的组。
3. 编码由 RHD6 基因、RSL1 基因或基因产物编码的氨基酸序列的分离的基因,所述基因产物与 RHD6 基因、RSL1 基因足够同源,以允许在 rhd6 突变细胞中,在其产生时功能性补偿所述突变。
4. 表达按照权利要求 1-3 中任一项的基因的分离的产物。
5. 表达构建体,其包含权利要求 1-4 中任一项的基因。
6. 按照权利要求 5 的表达构建体,其中所述基因与异源调节序列可操作相连。
7. 植物细胞,其包含按照权利要求 1-4 中任一项的基因或按照权利要求 5 或权利要求 6 的表达构建体。
8. 植物或其后代,包括种子,其包括按照权利要求 7 的细胞。
9. 编码 RHD6 相关多肽的分离的核酸,所述 RHD6 相关多肽包含与选自 SEQ ID NOS : 13-25 组成的组中氨基酸序列具有至少 50% 序列同一性的氨基酸序列。
10. 按照权利要求 9 的分离的核酸,其编码包含选自 SEQ ID NOS :13-25 组成的组中氨基酸序列的多肽。
11. 分离的核酸,其与 SEQ ID NO :2, SEQ ID NO :4, 或二者具有至少 50% 核酸序列同一性。
12. 按照权利要求 11 的分离的核酸,其编码功能性补偿 rhd6 突变的氨基酸产物。
13. 调节植物中根毛发育的方法,包括 ;
相对于对照植物增加所述植物细胞中 RHD6 相关多肽的表达,所述 RHD6 相关多肽包含与选自 SEQ ID NOS :13-25 组成的组中氨基酸序列具有至少 50% 序列同一性的氨基酸序列。
14. 增加植物对营养缺乏条件的耐受性的方法,包括 ;
相对于对照植物增加所述植物细胞中 RHD6 相关多肽的表达,所述 RHD6 相关多肽包含与选自 SEQ ID NOS :13-25 组成的组中氨基酸序列具有至少 50% 序列同一性的氨基酸序列。
15. 按照权利要求 14 的方法,其中所述营养缺乏条件选自硝酸盐缺乏、磷酸盐缺乏或铁缺乏条件组成的组。
16. 增加植物中根分泌的植物化学物质产生或分泌的方法,包括 ;
增加通过其根分泌植物化学物质的植物细胞内的 RHD6 相关多肽的表达。
17. 按照权利要求 13-16 中任一项的方法,其中所述 RHD6 相关多肽包含与 SEQ ID NO : 1 或 SEQ ID NO :3 具有至少 55% 序列同一性的氨基酸序列。
18. 按照权利要求 13-16 中任一项的方法,其中所述 RHD6 相关多肽包含与 SEQ ID NOS : 5, 7, 9, 或 11, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92, 94, 96, 98, 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112 和 114 中任一项具有至少 55% 序列同一性的氨基酸序列。
19. 按照权利要求 13-18 中任一项的方法,其中增加所述植物中根毛的长度、数量和 / 或寿命中的一种或多种。

20. 按照权利要求 13-19 中任一项的方法,其中表达是通过在所述植物的细胞内表达编码所述 RHD6 相关多肽的异源核酸增加的。

21. 按照权利要求 20 的方法,其中所述异源核酸包含与 SEQ ID NO:2 或 SEQ ID NO:4 具有至少 40%序列同一性的核苷酸序列。

22. 按照权利要求 20 的方法,其中所述异源核酸包含与 SEQ ID NOS:6,8,10,12,27,29,31,33,35,37,39,41,43,45,47,49,51,53,55,57,59,61,63,65,67,69,71,73,75,77,79,81,83,85,87,89,91,93,95,97,99,101,103,105,107,109,111,113 和 115 中任一项具有至少 40%序列同一性的核苷酸序列。

23. 按照权利要求 20-22 中任一项的方法,其中所述异源核酸与启动子操作性相连。

24. 按照权利要求 23 的方法,其中所述启动子是组成型启动子。

25. 按照权利要求 23 的方法,其中所述启动子是根特异性启动子。

26. 按照权利要求 23 的方法,其中所述启动子是可诱导的启动子。

27. 按照权利要求 23-26 中任一项的方法,其中所述异源核酸包括在载体中。

28. 按照权利要求 13-19 中任一项的方法,其中表达是通过这样的方法增加的,所述方法包括;

使第一和第二植物杂交,以产生后代植物群;

确定所述群中后代植物中的 RHD6 相关多肽的表达,和;

在所述群中识别其中 RHD6 相关多肽表达相对于对照增加的后代植物。

29. 按照权利要求 13-19 中任一项的方法,其中表达是通过这样的方法增加的,所述方法包括;

使植物群暴露于诱变剂,

确定所述群中一株或多株植物中 RHD6 相关多肽的表达,和

识别具有增加的 RHD6 相关多肽表达的植物。

30. 按照权利要求 13-29 中任一项的方法,包括有性 or 无性繁殖或生长具有增加的 RHD6 相关多肽表达的植物的后代或后裔。

31. 生成具有改变的根毛表型的植物的方法,包括;

将编码 RHD6 相关多肽的异源核酸通过转化的方式引入植物细胞,所述 RHD6 相关多肽包含与选自由 SEQ ID NOS:13-25 组成的组中氨基酸序列具有至少 50%序列同一性的氨基酸序列,和;

由一个或多个转化的细胞再生植物。

32. 按照权利要求 31 的方法,其中所述植物具有相对于对照植物增加的针对营养缺乏条件的耐受性。

33. 按照权利要求 32 的方法,其中所述营养缺乏条件选自由硝酸盐缺乏、磷酸盐缺乏或铁缺乏条件组成的组。

34. 按照权利要求 31 的方法,其中所述植物具有增加的根分泌的植物化学物质的产生或分泌。

35. 按照权利要求 31-34 中任一项的方法,其中所述 RHD6 相关多肽包含与 SEQ ID NO:1 或 SEQ ID NO:3 具有至少 55%序列同一性的氨基酸序列。

36. 按照权利要求 31-35 中任一项的方法,其中所述 RHD6 相关多肽包含与 SEQ ID NOS:

5,7,9,或 11,26,28,30,32,34,36,38,40,42,44,46,48,50,52,54,56,58,60,62,64,66,68,70,72,74,76,78,80,82,84,86,88,90,92,94,96,98,100,102,104,106,108,110,112 和 114 中任一项具有至少 55%序列同一性的氨基酸序列。

37. 按照权利要求 31-36 中任一项的方法,其中增加所述植物中根毛的长度、数量和/或寿命中的一种或多种。

38. 按照权利要求 31-37 中任一项的方法,其中表达是通过在所述植物的细胞内表达编码所述 RHD6 相关多肽的异源核酸增加的。

39. 按照权利要求 38 的方法,其中所述异源核酸包含与 SEQ ID NO:2 或 SEQ ID NO:4 具有至少 40%序列同一性的核苷酸序列。

40. 按照权利要求 38 的方法,其中所述异源核酸包含与 SEQ ID NOS:6,8,10,12,27,29,31,33,35,37,39,41,43,45,47,49,51,53,55,57,59,61,63,65,67,69,71,73,75,77,79,81,83,85,87,89,91,93,95,97,99,101,103,105,107,109,111,113 和 115 中任一项具有至少 40%序列同一性的核苷酸序列。

41. 按照权利要求 38-40 中任一项的方法,其中所述异源核酸与启动子操作性相连。

42. 按照权利要求 41 的方法,其中所述启动子是组成型启动子。

43. 按照权利要求 41 的方法,其中所述启动子是根特异性启动子。

44. 按照权利要求 41 的方法,其中所述启动子是可诱导的启动子。

45. 按照权利要求 38-44 中任一项的方法,其中所述异源核酸包括在载体中。

46. 按照权利要求 31-37 中任一项的方法,其中表达是通过这样的方法增加的,所述方法包括;

使第一和第二植物杂交,以产生后代植物群;

确定所述群中后代植物中的 RHD6 相关多肽的表达,和;

在所述群中识别其中 RHD6 相关多肽表达相对于对照增加的后代植物。

47. 按照权利要求 31-37 中任一项的方法,其中表达是通过这样的方法增加的,所述方法包括;

使植物群暴露于诱变剂,

确定所述群中一株或多株植物中 RHD6 相关多肽的表达,和

识别具有增加的 RHD6 相关多肽表达的植物。

48. 按照权利要求 31-47 中任一项的方法,包括有性 or 无性繁殖或生长具有增加的 RHD6 相关多肽表达的植物的后代或后裔。

49. 按照权利要求 13-48 中任一项的方法,其中所述植物是高等植物。

50. 按照权利要求 49 的方法,其中所述植物是农业植物,其选自紫草 (*Lithospermum erythrorhizon*)、红豆杉属 (*Taxus*) 物种、烟草属、葫芦、胡萝卜、蔬菜芸苔属、瓜、辣椒属、葡萄藤、莴苣属、草莓属、芸苔属油料作物、甜菜、小麦属、大麦属、玉蜀黍属、稻属、大豆属、豌豆属、蜀黍属、向日葵属、番茄属、马铃薯、胡椒属、茼蒿属、麝香石竹、亚麻籽、大麻属和黑麦属组成的组。

51. 通过按照权利要求 31-50 任一项的方法产生的植物。

52. 按照权利要求 51 的植物,其具有改变的根毛表型。

53. 按照权利要求 51 或权利要求 52 的植物,其具有增加的针对营养缺乏条件的耐受

性。

54. 按照权利要求 51 或权利要求 52 的植物,其具有增加根分泌植物化学物质的产生。

55. 按照权利要求 51 或权利要求 52 的植物,其具有增加的土壤污染物的吸收。

56. 减少污染土壤中污染物的量的方法,包括;

增加植物细胞内 RHD6 相关多肽的表达,所述植物通过其根吸收污染物,

在包含污染物的土壤中生长所述植物或其后代,从而使得所述植物或后代从土壤中吸收污染物,和

收获所述植物或其后代。

RHD6 及其调节植物根毛发育的应用

发明领域

[0001] 本发明涉及植物中根毛发育的调节。

[0002] 发明背景

[0003] 在 1990 年, Schiefelbein 和 Somerville²⁷ 发表了一篇论文, 描述他们关于拟南芥 (*Arabidopsis thaliana*) 突变体的工作, 他们试图理解根毛发育的遗传控制。他们检查了来自 12,000 株诱变的拟南芥 (*Arabidopsis*) 幼苗的根, 由此引起识别高于 40 株在根毛形态发生中损伤的突变体。将突变体表征为属于四种表型类型, 其在遗传上由四种不同基因, 称为 RHD1, RHD2, RHD3, 和 RHD4 中的单核隐性突变产生。作为突变体和纯合双突变体的表型分析的结果, 提议关于根毛发育的模型, 包括通常需要所述基因的阶段。RHD1 基因产物似乎对根毛的适当起始是必需的, 而 RHD2, RHD3, 和 RHD4 基因产物是正常毛伸长所需要的。这些作者推断他们获得的结果证明拟南芥属 (*Arabidopsis*) 中的根毛发育经得起遗传解剖的检验, 并应该证实为是研究植物中管理细胞分化的分子机制的有效模型系统。

[0004] 在 1994 年, Masucci 和 Schiefelbein⁷ 通过识别另一种突变体, 即 *rh*d6 突变体, 扩展了那些结果, 推断拟南芥中的根毛起始提供用于研究细胞极性及其在植物形态发生中作用的模型。他们观察到根毛通常出现在根表皮细胞的顶端, 这暗示这些细胞是极化的。*rh*d6 突变体的特征在于表现出三种缺点: (a) 根毛数量的减少; (b) 在根毛出现的位点的全面基质移位; 和 (c) 相对高频的具有多根毛的表皮细胞。他们推断这些缺点暗示根毛起始中的 RHD6 基因并说明 RHD6 通常与根表皮细胞极性的形成有关, 或对根表皮细胞极性响应有关。在根毛出现位点中的类似变化, 尽管不太明显, 但也在生长素-, 乙烯-, 脱落酸-抗性突变体 *axr2* 和乙烯-抗性突变体 *etr1* 的根中被发现。当生长培养基中包括生长素 (吲哚乙酸) 或乙烯前体 (1-氨基环丙烷-1-羧酸) 时, 拯救全部三种 *rh*d6 突变体表型。*rh*d6 根表型可以通过用乙烯途径的抑制剂 (氨基乙氧基乙烯基甘氨酸) 处理野生型幼苗进行表型模拟。这些结果说明 RHD6 通常参与通过涉及生长素和乙烯的过程指导选择或装配根毛起始位点。

[0005] 根毛在植物营养和水分吸收中起重要作用。在大多数土壤中, 它们对于磷酸盐和铁吸收很重要。在干旱的条件下, 它们在吸收其他营养诸如硝酸盐中很重要。因此, 控制根毛特征应该对开发能够从土壤有效吸取营养的农作物非常重要。至今为止, 这仍然很困难, 因为尚未确定具有仅限于根毛的功能的基因。

[0006] EP0803572B1 公开拟南芥 CPC 基因的识别、分离、克隆、和表征, 从而调节根毛形成的起始, 以及过表达 CPC 基因的转基因植物。CPC 基因不是造成上述 *rh*d 突变表型的原因。这在例如 US661749, 以及 EP0803572B1 本身中得到证实。

[0007] 发明概述

[0008] 本发明涉及植物中过表达根毛缺陷 6 (RHD6) 基因改变根毛发育, 例如导致植物具有增加数量、长度和 / 或寿命的根毛的发现。此外, 过表达不同基因家族 (根毛缺陷 6 样 1 (ROOT HAIR DEFECTIVE SIX LIKE) (RSL) 基因) 产生类似的效果。调节这些基因 (共同称为 'RHD6 相关基因') 在植物中的表达可以有效用于, 例如, 操作不同组植物种 (包括农作

物)中的根毛实验,从而改进它们由土壤吸取营养的能力。

[0009] 本发明的方面提供分离的根毛缺陷 (ROOT HAIR DEFECTIVE)6 (RHD6) 相关基因。

[0010] RHD6 相关基因包括根毛缺陷 6 (RHD6) 基因和根毛缺陷 6 样 1 (RSL1) 基因,及其功能同源物,如本文中所述。RHD6 相关基因包括能够补偿植物中 rhd6 突变的基因。

[0011] 本发明的另一方面提供编码由 RHD6 相关基因编码的氨基酸序列的分离的基因或其基因产物,所述基因产物足以与其同源,以允许在 rhd6 突变细胞中,在其产生时对所述突变的功能性补偿。

[0012] 本发明的另一方面提供表达分离的 RHD6 相关基因的分离的产物。

[0013] 本发明的另一个方面提供分离的多核苷酸,其编码包括以下各项所示的氨基酸序列的基因产物:SEQ ID NO:1,3,5,7,9,11,13-26,28,30,32,34,36,38,40,42,44,46,48,50,52,54,56,58,60,62,64,66,68,70,72,74,76,78,80,82,84,86,88,90,92,94,96,98,100,102,104,106,108,110,112 和 114。

[0014] 本发明的另一方面提供分离的多核苷酸,其与以下各项中的一项或多项具有至少 40% 同一性的核酸序列:SEQ ID NOS:2,4,6,8,10,12,27,29,31,33,35,37,39,41,43,45,47,49,51,53,55,57,59,61,63,65,67,69,71,73,75,77,79,81,83,85,87,89,91,93,95,97,99,101,103,105,107,109,111,113,和 115。

[0015] 本发明的其他方面提供表达构建体、植物细胞、和植物或植物后代,包括种子,其包括分离的 RHD6 相关基因或本文中所述的多核苷酸。

[0016] 本发明的另一方面提供调节在植物中根毛发育的方法,其包括;

[0017] 相对于对照植物增加所述植物细胞中 RHD6 相关多肽的表达。

[0018] RHD6 相关多肽可以,例如,包括 SEQ ID NO:1,3,5,7,9,11,13-26,28,30,32,34,36,38,40,42,44,46,48,50,52,54,56,58,60,62,64,66,68,70,72,74,76,78,80,82,84,86,88,90,92,94,96,98,100,102,104,106,108,110,112 或 114 中所示的氨基酸序列。

[0019] 本发明的另一方面提供改进植物对营养缺乏条件的耐受性的方法,其包括;

[0020] 相对于对照植物增加所述植物细胞中 RHD6 相关多肽的表达。

[0021] 本发明的另一方面提供增加植物中根分泌的植物化学物质 (phytochemical) 产生的方法,其包括;

[0022] 增加产生根分泌的植物化学物质的植物细胞内的 RHD6 相关多肽的表达。

[0023] 在一些实施方案中,RHD6 相关多肽在植物中的表达可以通过在所述植物细胞内表达编码所述 RHD6 相关多肽的异源核酸来增加。

[0024] 在一些实施方案中,RHD6 相关多肽在植物中的表达可以通过以下各项来增加;

[0025] 使第一和第二植物杂交,以产生后代植物群;

[0026] 确定所述群中植物后代中的 RHD6 相关多肽的表达,和;

[0027] 在所述群中识别其中 RHD6 相关多肽表达相对于对照增加的后代植物。

[0028] 在一些实施方案中,RHD6 相关多肽在植物中的表达可以通过以下各项来增加;

[0029] 使植物群暴露于诱变剂,

[0030] 确定所述群中一株或多株植物中 RHD6 相关多肽的表达,和

[0031] 识别具有增加的 RHD6 相关多肽表达的植物。

[0032] 被识别为具有增加的 RHD6 相关多肽表达的植物可以有性或无性繁殖或生长,以

产生表现出增加的 RHD6 相关多肽表达的后代 (off-spring) 或后裔 (descendants)。

[0033] 本发明的另一方面提供产生具有改变的根毛发育的植物的方法,其包括:

[0034] 将改变 RHD6 相关多肽表达的异源核酸通过转化方式引入到植物细胞中,和;

[0035] 由一个或多个转化的细胞再生植物。

[0036] 本发明的另一方面提供通过本文中所述方法产生的植物,其相对于对照表现出改变的根毛发育。

[0037] 附图简述

[0038] 图 1 显示 AtRHD6 是拟南芥中根毛发育的阳性调节子。图 1a 显示 Atrhd6-1, Atrhd6-2 和 Atrhd6-3 突变体以及它们各自野生型和具有基因组 AtRHD6p::GFP:AtRHD6 融合的 Atrhd6-3 突变体的互补的根。图 1b 显示 Atrhd6-3 背景中基因组 AtRHD6p::GFP:AtRHD6 融合的荧光图像,其显示毛细胞核内的 AtRHD6 蛋白。图 1c 显示根横截面中 Atrhd6-2 增强子捕获 GUS 基因的表达。图 1d 显示增强子捕获 GUS 基因在 Atrhd6-2 中和在不同背景 (cpc, wer, ttg1 和 gl2) 中表达的全封固 (mount) 纵视图。H, 毛细胞;N, 非毛细胞;C, 皮层。比例尺,500 μ m(a),50 μ m(b),25 μ m(c) 和 100 μ m(d)。

[0039] 图 2 显示 AtRSL1 阳性调节拟南芥中的根毛发育。图 2a 显示 WT, Atrhd6-3 单突变体, Atrsl1-1 单突变体, Atrhd6-3 Atrsl1-1 双突变体和携带 AtRSL1p::GFP:AtRSL1 转基因的 Atrhd6-3 Atrsl1-1 双突变体的根。在具有蔗糖的 MS 培养基上生长的植物覆盖在赛璐珞膜上,从而增加 Atrhd6-3 突变体中的根毛产生。图 2b 显示 Atrhd6-3 Atrsl1-1 背景中的基因组 AtRSL1p::GFP:AtRSL1 融合的荧光图像,其显示毛细胞核中的 AtRSL1 蛋白。H, 毛细胞;N, 非毛细胞。比例尺,500 μ m(a) 和 50 μ m(b)。

[0040] 图 3 显示来自拟南芥和 *Physcomitrella* 的 RHD6 样蛋白之间的关系。该树图是利用表 1 和 2 中所示 bHLH 结构域氨基酸序列比对产生的 12 种最简约数图中的严格共同树 (consensus tree)。所用的拟南芥基因是 bHLH 亚家族 VIIIc 中的成员,例外是 AtIND (INDEHISCENT)/At4g00120, 其作为外类群使用并属于 bHLH 亚家族 VIIIb^{8,10,26}。*Physcomitrella* PpRSL 1-7 序列通过 *Physcomitrella* 基因组序列的 BLAST 获得。PpIND1 是与 AtIND 类似的 *Physcomitrella* 序列和 *Physcomitrella* 中家族 VIIIb 的推定成员。数字为自展值 (bootstrap value) 并表示 82% 的出现 AtRHD6 进化枝的置信水平。括号表示 AtRHD6 进化枝和姐妹进化枝。

[0041] 图 4 显示 PpRSL1 和 PpRSL2 阳性控制 *Physcomitrella* 中茎原丝细胞和假根的发育,且 PpRSL1 和 AtRHD6 具有保守的分子功能。图 4a 和 b 显示来自在 0.8% 琼脂上由孢子生长的 WT、PpRsl1 和 PpRsl2 单突变体、和 PpRsl1 PpRsl2 双突变体的 18 日龄原丝体。图 4a 显示由单孢子生长的全原丝体。图 4b 显示来自图 4a 中所示原丝体的分裂丝 (dissected filaments)。图 4c 显示分离的 1 月龄配子孢子。图 4d 显示与 WT 和 Atrhd6-3 根相比,携带 35S::PpRSL1 转基因的拟南芥 Atrhd6-3 突变体的根,ca, 茎原丝细胞;ch, chloronemal 细胞;rh, 假根。比例尺,1mm(a),100 μ m(b),1mm(c), 和 500 μ m(d)。

[0042] 图 5 显示转化株 35S::RHD6 的表型。图 5A 显示具有 35S::RHD6 的 col-0rhd6/rs11; 图 5B 显示具有 35S::RHD6 的 col-0 rhd6/rs11; 图 5C. 具有 35S::RHD6 的 rhd6/rs11。

[0043] 图 6 显示转化株 35S::RSL2 和 35S::RSL3 的表型。图 6A 显示具有 35S::RSL2/3 的 col-0rhd6/rs11; 图 6B 显示根下胚轴。

[0044] 图 7 显示拟南芥 *AtRHD6* (A) 和 *AtRSL1* (B) 基因中突变的分子基础。白色框对应编码区 (黑色框对应 bHLH 结构域编码区)。灰色三角表示各个插入的位置。括号内的数字表示每个 T-DNA 插入和起始密码子之间的距离。(C) RT-PCR 显示 *Atrhd6-3*, *Atrsl1-1* 和 *Atrhd6-3 Atrsl1-1* 是 RNA 无效突变体。*AtAPT1*, 腺嘌呤磷酸核糖基转移酶 1。

[0045] 图 8 显示 *Atrhd6-3* 和 *Atrsl1-1* 单突变体和 *Atrhd6 Atrsl1* 双突变体不具有可检测的花粉管生长缺陷。来自与 WT 回交的 *Atrhd6-3 Atrsl1-1* 双突变体的 F2 代植物耐受抗生素的比例关于磺胺嘧啶 (Sulfadiazin, 由 *Atrsl1-1* 等位基因携带的抗性) 是 76.7% ($n = 1404$; $\chi^2(3/1) = 2, 19$; $P > 0, 05$) 且关于 phosphinothricin (由 *Atrsl1-1* 等位基因携带的抗性) 是 74.9% ($n = 1289$; $\chi^2 > (3/1) = 0.0023$; $P > 0, 05$), 这显示单突变体和双突变体配子的正偏析。(图 8A 显示以下显示的基因型的花粉, 每幅图用于对 WT 柱头授粉。授粉后用苯胺蓝染色心皮 4 小时。通过蓝色胼胝质染色揭示 WT 心皮中每个突变花粉管的生长 (白色箭头)。在 WT 和突变体花粉管中观察到类似的花粉管生长。图 9B 显示体外花粉管生长实验。WT 和突变体花粉在琼脂板上发芽。用发芽率 (600 花粉粒 / 品系的平均值, 具有标准误差) 显示代表性板。在 WT 和突变体花粉之间观察到相似的发芽率 (Student's t-检验 p 值关于 *Atrhd6-3* 对比 WT 是 0.554, 关于 *Atrsl1-1* 对比 WT 是 0.904, 和关于 *Atrhd6-3 Atrsl1-1* 对比 WT 是 0.87)。比例尺, 200 μm (图 8A 和 B)。

[0046] 图 9 显示 *P. patens* *Pprsl1*, *Pprsl2* 和 *Pprsl1 Pprsl2* 突变体 (三种独立的突变体, 称为 1-3, 分别显示在每种情形中) 的分子基础。图 9A 和 D 显示 *PpRSL1* (A) 和 *PpRSL2* (D) 基因的结构 (上), 和预期的同源重组结果 (下)。白色框对应于编码区 (黑色框对应于 bHLH 结构域编码区) 且灰色框对应于抗性基因盒 (*NptII* 和 *AphIV*)。用于基因替换的同源物区域通过灰色线划界。还显示用于 Southern 印迹的限制性位点和所用探针的位置之间的距离。图 9B、C、E 和 F 显示用 *ScaI* (B 和 C) 或 *NcoI* (E 和 F) 消化并与图下所示探针杂交的 WT 和突变体 DNA 的 southern 印迹。印迹 C 和 F 是在除去基因特异性探针后, 与用于印迹 B 和 E 分别相同的膜的杂交。当用基因特异性探针进行杂交时 (B 和 E), 用突变品系中较大预期尺寸条带 (见 A 和 D) 替换 WT 条带, 且仅突变条带与抗性基因探针杂交 (C 和 F), 说明 *PpRSL1* 和 *PpRSL2* 基因座中存在单插入。(G) RT-PCR 显示突变体是 RNA 无效突变体。*PpGAPDH*, 三磷酸甘油醛脱氢酶。在每种情形中, 存在的三种独立插入突变体具有相同的表型并且只有突变体 1 显示在图 4 中。

[0047] 图 10 显示过表达 *RSL4* 和表现出类似真菌共生体诸如菌根 (*Mycorrhizae*) 的根形态的拟南芥植物的根毛系统。

[0048] 发明优选实施方案详述

[0049] 本发明内容证明植物中根毛缺陷 6 (*RHD6*) 和根毛缺陷 6 样 (*RSL*) 基因 (本文中总称为 “*RHD6* 相关基因”) 的识别、分离、克隆和表达。显示突变由疏远相关基因补偿, 提供在其中灭活疏远相关基因的植物中的根毛发育功能。因此, 本领域中的技术人员应该理解, 按照本发明首次分离和克隆了造成以前识别的突变表型的基因。还应该理解, 由本发明内容, 功能性益处可以通过引入植物和在所述植物中表达这些基因的方式赋予植物。本领域中已知的方法可以用于该目的。因此, 例如, 本领域中的技术人员应该理解, 例如, 用于获得本发明的 *RHD6* 和 *RSL* 基因表达的方法可以按照本文中公开的方法, 和通过, 例如在, 但不限于 EP0803572B1 中公开的方法实现, EP0803572B1 公开了 *cpc* 基因的克隆和表达, 所述 *cpc* 基

因,如同本发明的 RHD6 和 RSL 基因,也与植物中的根毛发育控制有关,虽然处于植物和根毛发育的不同阶段。

[0050] 在不同的方面,本发明提供由根毛缺陷 6(RHD6) 相关基因编码的根毛缺陷 6(RHD6) 相关多肽和本文中所述的核酸序列。

[0051] 根毛缺陷 6(RHD6) 相关多肽包括根毛缺陷 6(RHD6) 多肽和根毛缺陷 6 样 1(RSL1) 多肽二者,及其功能同源物,如本文中所述。RHD6 相关多肽包括可以能够在植物中表达时补偿 rhd6 突变的那些。

[0052] 根毛缺陷 6(RHD6) 相关多肽可以属于 RHD6 进化枝,其包括蛋白质序列的进化分枝图中的 AtRHD6, AtRSL1, PpRSL1, PpRSL2, BdRSLb, TaRSLa, OsRSLc, BdRSLc, OsRSLb, ZmRSLa, PtRSLa, PrRSLb, OsRSLa, BdRSLa, SmRSLa, SmRSLb, SmRSLc 和 SmRSLd(根毛缺陷 6(RHD6) 进化枝),其例如利用 AtIND 和 PpINDa 的序列作为外类群(见图 3)。

[0053] 备选地,根毛缺陷 6(RHD6) 相关多肽可以属于 RSL 进化枝,其包括蛋白质序列的进化分枝图中的 AtRSL3, CtRSLa, PtRSLc, OsRSLi, AtRSL5, AtRSL4, PtRSLc, PtRSLd, AtRSL2, MtRSLa, OsRSLd, OsRSLh, LsRSLa, MaRSLa, OsRSLc, GmRSLb, GmRSLa, ZmRSLb, ZmRSLd, BdRSLd, ZmRSLc, OsRSLg, BdRSLc, OsRSLf, PpRSL3, PpRSL4, PpRSL5, PpRSL6, PpRSL7, SmRSLg, SmRSLf, SmRSLh 和 SmRSLc(根毛缺陷 6 样(RSL) 进化枝),其例如利用 AtIND 和 PpINDa 的序列作为外类群(见图 3)。

[0054] 进化分枝图可以利用常规技术生成。例如,进化分枝图可以利用用于比对蛋白质序列的 ClustalW,关于具有 1000 个自展复制的数图输出的 Phylip 形式和用于视觉化 TreeViewX(版本 0.5.0) 计算。

[0055] 合适的根毛缺陷 6(RHD6) 相关多肽可以包括 SEQ ID NO:1,3,5,7,9,11,13-26,28,30,32,34,36,38,40,42,44,46,48,50,52,54,56,58,60,62,64,66,68,70,72,74,76,78,80,82,84,86,88,90,92,94,96,98,100,102,104,106,108,110,112 或 114 所示的氨基酸序列或可以是这些序列之一的片段或变体,所述片段或变体保持 RHD6 活性。

[0056] 在一些优选的实施方案中,根毛缺陷 6(RHD6) 相关多肽可以是具有 SEQ ID NO:1 的氨基酸序列的根毛缺陷 6(RHD6) 多肽(At1g66470;NP_176820.1 GI:15219658),或可以是该序列的片段或变体,所述片段或变体保持 RHD6 活性。

[0057] 在其他实施方案中,根毛缺陷 6(RHD6) 相关多肽可以是具有 SEQ ID NO:5,7,9 和 11 中任意之一的氨基酸序列的根毛缺陷 6 样(RSL) 多肽或可以是这些序列中任意之一的片段或变体,所述片段或变体保持 RHD6 活性。

[0058] 根毛缺陷 6(RHD6) 相关多肽,其是本文中所述参考序列,诸如 SEQ ID NO:1,3,5,7,9,11,13-26,28,30,32,34,36,38,40,42,44,46,48,50,52,54,56,58,60,62,64,66,68,70,72,74,76,78,80,82,84,86,88,90,92,94,96,98,100,102,104,106,108,110,112 或 114 的变体,可以包括与参考氨基酸序列共享高于 20%,优选高于 30%,高于 40%,高于 50%,高于 60%,高于 65%,高于 70%,高于 80%,高于 90%或高于 95%序列同一性的氨基酸序列。

[0059] 具体的氨基酸序列变体可以通过插入、添加、置换或缺失 1 个氨基酸,2,3,4,5-10,10-20,20-30,30-50,或多于 50 个氨基酸与本文所述的 RHD6 相关多肽序列相区别。

[0060] 序列同一性一般参考运算法则 GAP(Wisconsin Package(威斯康星包装),Accelrys,圣地亚哥,美国)定义。GAP 使用 Needleman 和 Wunsch 运算法则比对两个完整

序列,其最大化匹配的数量和最小化裂隙的数量。通常,使用默认参数,其裂隙形成处罚=12 和裂隙伸长处罚=4。

[0061] 使用GAP可以是优选的但是可以使用其他运算法则,例如BLAST(其使用Altschul等(1990)J.Mol.Biol.(分子生物学杂志)215:405-410的方法),FASTA(其使用Pearson和Lipman(1988)PNAS美国85:2444-2448的方法),或Smith-Waterman运算法则(Smith和Waterman(1981)J.Mol.Biol.(分子生物学杂志)147:195-197),或上文Altschul等(1990)的TBLASTN程序其通常使用默认参数。特别地,可以使用 ψ -Blast运算法则(Nucl.AcidsRes.(核酸研究)(1997)253389-3402)。

[0062] 序列比较可以在本文中所述相关序列的全长上进行。

[0063] RHD6 相关多肽的某些结构域相对于作为整体的 RHD6 相关多肽序列,可以显示出与参考序列,诸如SEQ ID NO:1,3,5,7,9,11,13-26,28,30,32,34,36,38,40,42,44,46,48,50,52,54,56,58,60,62,64,66,68,70,72,74,76,78,80,82,84,86,88,90,92,94,96,98,100,102,104,106,108,110,112 或 114 的结构域增高的同一性水平。例如,RHD6 相关多肽可以包括一个或多个由这样的氨基酸序列组成的结构域或基序,所述氨基酸序列与选自 SEQ ID NOS:13-25 或表 1 和 2 中所示的其它 RHD6 相关多肽结构域组成的组中的氨基酸序列具有至少 70%,至少 75%,至少 80%,至少 90%,至少 95%或至少 98%序列同一性或相似性。

[0064] 在一些优选的实施方案中,RHD6- 相关多肽可以包括一个或多个由氨基酸序列组成的结构域或基序,所述氨基酸序列选自 SEQ ID NOS:13-25 或表 1 和 2 中所示的其它 RHD6 相关多肽结构域组成的组。

[0065] 在不同方面,本发明提供根毛缺陷 6(RHD6) 相关基因和编码根毛缺陷 6(RHD6) 相关多肽的核酸序列,如本文中所述。

[0066] 编码 RHD6 相关多肽的核酸可以包括下列核苷酸序列或由下列核苷酸序列组成: SEQ ID NOS:2,4,6,8,10,12,27,29,31,33,35,37,39,41,43,45,47,49,51,53,55,57,59,61,63,65,67,69,71,73,75,77,79,81,83,85,87,89,91,93,95,97,99,101,103,105,107,109,111,113,和 115 中任意之一的核苷酸序列,或可以是这些序列中任意之一的变体或片段,所述变体或片段编码保持 RHD6 活性的多肽。

[0067] 在一些优选的实施方案中,编码 RHD6 相关多肽的核酸可以包括或由 SEQ ID NO:2 的核苷酸序列组成或可以是这些序列中任意之一的变体或片段,所述变体或片段编码保持 RHD6 活性的多肽。

[0068] 变体序列可以是 SEQ ID NOS:2,4,6,8,10,12,27,29,31,33,35,37,39,41,43,45,47,49,51,53,55,57,59,61,63,65,67,69,71,73,75,77,79,81,83,85,87,89,91,93,95,97,99,101,103,105,107,109,111,113 和 115 中任意之一的突变体、同源物、或等位基因,或可以通过核酸中的一个或多个添加、插入、缺失或置换一个或多个核苷酸相区别,由此导致在编码的多肽中添加、插入、缺失或置换一个或多个氨基酸。当然,包括对核酸的这样的改变,该改变不对编码的氨基酸序列产生改变。编码 RHD6 相关多肽的核酸,其具有本文中所述的 RHD 相关核酸序列的变体的核苷酸序列,可以包括与 SEQ ID NOS:2,4,6,8,10,12,27,29,31,33,35,37,39,41,43,45,47,49,51,53,55,57,59,61,63,65,67,69,71,73,75,77,79,81,83,85,87,89,91,93,95,97,99,101,103,105,107,109,111,113 和 115 中任意之

一的核酸序列具有至少 30%，例如，优选高于 40%，高于 50%，高于 60%，高于 65%，高于 70%，高于 80%，高于 90%或高于 95%的序列同一性。序列同一性如上所述。

[0069] 片段或变体可以包括这样的序列，其编码功能性 RHD6 相关多肽，即保持由野生型 RHD6 基因编码的多肽的一种或多种功能性特征，例如，能够刺激或增加植物中根毛数量、生长或寿命或补偿 *rh6* 突变的多肽。

[0070] 在其他实施方案中，编码 RHD6 多肽的核酸，其具有这样的核苷酸序列，所述核苷酸序列是 SEQ ID NOS :2, 4, 6, 8, 10, 12, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39, 41, 43, 45, 47, 49, 51, 53, 55, 57, 59, 61, 63, 65, 67, 69, 71, 73, 75, 77, 79, 81, 83, 85, 87, 89, 91, 93, 95, 97, 99, 101, 103, 105, 107, 109, 111, 113, 和 115 中任意之一的序列的变体，可以在严格条件下与该核酸序列或其补体选择性杂交。

[0071] 严格条件包括，例如，为了约 80–90%相同的序列杂交，在 42℃, 0.25MNa₂HPO₄, pH 7.2, 6.5% SDS, 10% 葡聚糖硫酸酯中杂交过夜，并在 55℃, 0.1X SSC, 0.1% SDS 中最后清洗。为了检测高于约 90%相同的序列，合适的条件包括在 65℃, 0.25M Na₂HPO₄, pH 7.2, 6.5% SDS, 10% 葡聚糖硫酸酯中杂交过夜，并在 60℃, 0.1X SSC, 0.1% SDS 最后清洗。

[0072] 备选方案，其可特别适合于植物核酸制备，是 5x SSPE 溶液（最终 0.9M NaCl, 0.05M 磷酸钠, 0.005M EDTA pH 7.7), 5X Denhardt 溶液, 0.5% SDS, 在 50℃或 65℃, 过夜。清洗可以在 0.2x SSC/0.1% SDS 中, 65℃或在 50–60℃, 在 1x SSC/0.1% SDS 中进行，如所需。

[0073] 如本文中所述的核酸可以是完全或部分合成的。具体地，它们可以是重组体，其中将天然不共同存在（不连续存在）的核酸序列人工连接或否则组合。备选地，它们可以例如利用自动化合成仪直接合成。

[0074] 核酸当然可以是双链或单链，cDNA 或基因组 DNA, 或 RNA。根据设计，核酸可以是完全或部分合成的。自然，技术人员应该理解当核酸包括 RNA 时，针对所示序列的参考应该被解释为针对 RNA 等价物的参考，其中 U 被替换为 T。

[0075] 根毛缺陷 6(RHD6) 相关多肽和核酸可以容易地通过植物，包括选自以下各项组成的组中的农业植物的范围内的常规序列分析技术识别：紫草 (*Lithospermum erythrorhizon*)、红豆杉属 (*Taxus*) 物种、烟草属 (*tobacco*)、葫芦 (*cucurbits*)、胡萝卜 (*carrot*)、蔬菜芸苔属 (*vegetable brassica*)、瓜 (*melons*)、辣椒属 (*capsicums*)、葡萄藤 (*grape vines*)、莴苣属 (*lettuce*)、草莓属 (*strawberry*)、芸苔属油料作物 (*oilseed brassica*)、甜菜 (*sugar beet*)、小麦属 (*wheat*)、大麦属 (*barley*)、玉蜀黍属 (*maize*)、稻属 (*rice*)、大豆属 (*soyabeans*)、豌豆属 (*peas*)、蜀黍属 (*sorghum*)、向日葵属 (*sunflower*)、番茄属 (*tomato*)、马铃薯 (*potato*)、胡椒属 (*pepper*)、茼蒿属 (*chrysanthemum*)、麝香石竹 (*carnation*)、亚麻籽 (*linseed*)、大麻属 (*hemp*) 和黑麦属 (*rye*) 组成的组。

[0076] 如本文中所述的 RHD6 相关核酸可以可操作地连接于异源调节序列，诸如启动子，例如组成型可诱导、根特异性或发育特异性启动子。

[0077] “异源的”表示有疑问的核苷酸的基因 / 序列或调节有疑问的基因 / 序列的序列，利用遗传工程或重组方式，即通过人干涉连接于 RHD6 相关核酸。与 RHD6 相关核酸异源的调节序列可以是天然不调节 RHD6 相关核酸或天然不与 RHD6 相关核酸有关的调节序列。“分离的”包括分离的分子（例如多肽或核酸）存在于这样的环境中，所述环境与其天然存在的

环境不同。例如,分离的核酸可以基本针对其天然存在的基因组环境分离。

[0078] 许多合适的调节序列是本领域中已知的且可以按照本发明使用。合适的调节序列的实例可以来源于植物病毒,例如花椰菜花叶病毒 35S (CaMV35S) 基因启动子,其事实上在所有植物组织中高水平表达 (Benfey 等, (1990) EMBO J (EMBO 杂志) 9 :1677-1684)。其他合适的组成型调节元件包括花椰菜花叶病毒 19S 启动子;玄参花叶 (Figwort mosaic) 病毒启动子;和胭脂氨酸合成酶 (nos) 基因启动子 (Singer 等, Plant Mol. Biol. (植物分子生物学) 14 :433 (1990); An, Plant Physiol. (植物生理学) 81 :86 (1986))。例如, RHD6 相关基因诸如 AtRHD6, AtRSL1 和 AtRSL4 可以利用组成型启动子表达。

[0079] 在下文中例证用于在强组成型启动子 (35S 启动子) 控制下表达 RHD6 和 RSL 基因的构建体。显示由 35S 启动子开始表达 AtRHD6, AtRSL1 和 AtRSL4 在不引起另外的表型变化的条件下调节植物中根毛的发育。

[0080] 然而,本领域中的那些技术人员应该理解可以在具体的上下文中使用广泛多种其他启动子,以突显其优势。因此,例如,可以选择表皮或根特异性启动子来确保这些构建体仅在根中表达。合适的根特异性启动子记述在例如 Qi 等 PNAS (2006) 103 (49) 18848-18853 中。例如, RHD6 相关基因诸如 AtRSL2 和 AtRSL3 可以利用根特异性启动子表达。

[0081] 备选地,或另外地,可以选择可诱导的启动子。这样,例如,在细胞培养设置中,生成特殊目的基因产物可以通过诱导驱动本文中所述基因表达的启动子来增强或抑制。可诱导的启动子包括可以使用醇可诱导的 alc 基因表达系统 (Roslan 等, Plant Journal (植物杂志); 2001 Oct ;28 (2) :225-35)。

[0082] RHD6 相关核酸可以包含在核酸构建体或载体上。构建体或载体优选适合于转化到植物细胞中和 / 或在植物细胞中表达。

[0083] 尤其是,载体是采用双链或单链线性或圆形的任何质粒、粘粒、噬菌体或土壤杆菌属 (Agrobacterium) 二元载体,其可以或不可以自我传递或可移动的,且其可以通过整合到细胞基因组中或存在于染色体外 (例如,具有复制源的自发复制质粒),转化原核或真核宿主,特别是植物宿主。

[0084] 具体包括穿梭载体,通过穿梭载体意指能够天然地或通过设计在两种不同生物体内复制的 DNA 载体,其可以选自放线菌和相关物种,细菌和真核 (例如,高等植物、哺乳动物、酵母或真菌) 细胞。

[0085] 包括如上所述的核酸的构建体或载体不需要包括启动子或其他调节序列,特别是如果该载体将用于将核酸引入到细胞,从而重组到基因组中。

[0086] 构建体或载体还可以包括可选择的遗传标记物,其由赋予可选择表型诸如对抗生素诸如卡那霉素,潮霉素,草胺磷 (phosphinotricin),氯磺隆 (chlorsulfuron),甲氧蝶呤,庆大霉素,大观霉素,咪唑啉酮,草甘磷和 d-氨基酸的抗性的基因组成。

[0087] 本领域中的那些技术人员充分能够构建载体和设计流程,以用于特别在植物细胞中获得重组基因表达。合适的载体可以选择或构建为包含适当的调节序列,包括启动子序列、终止子片段、多聚腺嘌呤序列、增强子序列、标记物基因和其他适当的序列。为了其他详细信息,参见,例如, Molecular Cloning :a Laboratory Manual :3rd edition (分子克隆 :实验室手册 :第 3 版), Sambrook & Russell, 2001, Cold Spring Harbor Laboratory Press (冷泉港实验室出版社)。

[0088] 本领域中的那些技术人员可以构建载体和设计流程,以用于例如在微生物或植物细胞中获得重组基因的表达。合适的载体可以选择或构建为包含适当的调节序列,包括启动子序列、终止子片段、多聚腺嘌呤序列、增强子序列、标记物基因和其他适当的序列。为了其他详细信息,参见,例如, *Molecular Cloning:a Laboratory Manual:3rd edition* (分子克隆:实验室手册:第3版), Sambrook & Russell, 2001, Cold Spring Harbor Laboratory Press (冷泉港实验室出版社) 和 *Protocols in Molecular Biology* (分子生物学流程), 第2版, Ausubel 等编. John Wiley & Sons, 1992。以前广泛成功用于植物的特异性程序和载体记述在 Bevan, *Nucl. Acids Res.* (核酸研究) (1984) 12, 8711-8721, 和 Guerinneau 和 Mullineaux, (1993) *Plant transformation and expression vectors* (植物转化和表达载体) 中。在 *Plant Molecular Biology Labfax* (Croy RRD ed) Oxford, BIOS Scientific Publishers (BIOS 科学出版社), 第 121-148 页。

[0089] 当将所选的基因构建体引入到细胞中时,必须考虑某些事项,其是本领域中那些技术人员公知的。待插入的核酸应该在包含应该驱动转录的有效调节元件的构建体内装配。应当存在将构建体运送到细胞中的方法。构建体一旦在细胞膜内,将发生或不将发生整合到内源染色质中。最后,靶细胞类型优选是这样的,即能够将细胞再生到整个植物中。

[0090] 本领域中的那些技术人员还应该理解,在制备用于获得按照本发明的基因表达的构建体中,使用增强 RHD6 基因、RSL 基因或其功能同源物表达的构建体或转化方法是理想的。将仅有的单拷贝整合到植物细胞的基因组中可以有益于最小化基因沉默作用。同样地,控制整合的复杂性可以在这方面有益。在这方面特别感兴趣的是利用最少基因表达构建体转化植物细胞,其根据例如, EP 专利号 EP 1 407 000 B1, 为了该目的通过参考将其引入本文中。

[0091] 本领域中的技术人员公知的技术可以用于将核酸构建体和载体引入植物细胞,从而产生具有本文中所述特性的转基因植物。土壤杆菌属 (*Agrobacterium*) 转化是本领域中技术人员广泛使用的转化本植物物种,具体的硬木物种诸如白杨的方法。产生稳定可繁殖转基因植物现在在本领域中是常规的:(Toriyama, 等 (1988) *Bio/Technology* (生物/技术) 6, 1072-1074; Zhang, 等 (1988) *Plant Cell Rep.* (植物细胞报告) 7, 379-384; Zhang, 等 (1988) *Theor Appl Genet* (应用遗传学理论) 76, 835-840; Shimamoto, 等 (1989) *Nature* (自然) 338, 274-276; Datta, 等 (1990) *Bio/Technology* (生物/技术) 8, 736-740; Christou, 等 (1991) *Bio/Technology* (生物/技术) 9, 957-962; Peng, 等 (1991) *International Rice Research Institute* (国际稻米研究所), 马尼拉, 菲律宾 563-574; Cao, 等 (1992) *Plant Cell Rep.* (植物细胞报告) 11, 585-591; Li, 等 (1993) *Plant Cell Rep.* (植物细胞报告) 12, 250-255; Rathore, 等. (1993) *Plant Molecular Biology* (植物分子生物学) 21, 871-884; Fromm, 等 (1990) *Bio/Technology* (生物/技术) 8, 833-839; Gordon-Kamm, 等 (1990) *Plant Cell* (植物细胞) 2, 603-618; D' Halluin, 等 (1992) *Plant Cell* (植物细胞) 4, 1495-1505; Walters, 等. (1992) *Plant Molecular Biology* (植物分子生物学) 18, 189-200; Koziel, 等 (1993) *Biotechnology* (生物技术) 11, 194-200; Vasil, I. K. (1994) *Plant Molecular Biology* (植物分子生物学) 25, 925-937; Weeks, 等 (1993) *Plant Physiology* (植物生理学) 102, 1077-1084; Somers, 等 (1992) *Bio/Technology* (生物/技术) 10, 1589-1594; W092/14828; Nilsson, O. 等 (1992) *Transgenic Research* (转基因

研究)1,209-220)。

[0092] 其他方法,诸如显微注射或颗粒轰击(US 5100792, EP-A-444882, EP-A-434616),电穿孔(EP 290395, WO 8706614),和显微注射(WO92/09696, WO 94/00583, EP 331083, EP 175966, Green等(1987)Plant Tissue and Cell Culture(植物组织和细胞培养), Academic Press(学术出版社)),直接DNA吸收(DE 4005152, WO 9012096, US 4684611),脂质体介导的DNA吸收(例如Freeman等Plant Cell Physiol.(植物细胞生理学)29:1353(1984)),或涡旋法(例如Kindle, PNAS U. S. A. 87:1228(1990d))可以是优选的,其中土壤杆菌属转化,例如在一些裸子植物物种中,是效率低或无效的。

[0093] 用于转化植物细胞的物理方法在Oard, 1991, Biotech. Adv.(生物技术进展)9:1-11中综述。

[0094] 备选地,可以使用不同技术的组合提高转化过程,例如使用土壤杆菌属包被的微粒的轰击(EP-A-486234)或微注射轰击诱导损伤及随后使用土壤杆菌属共培养(EP-A-486233)的效率。

[0095] 转化后,可以例如由单细胞、胼胝体组织或叶盘(discs)再生植物,如本领域中的标准。几乎任何植物可以完全由植物的细胞、组织和器官再生。可使用的技术综述在Vasil等, Cell Culture and Somatic Cell Genetics of Plants(植物细胞培养和体细胞遗传学),卷I, II和III, Laboratory Procedures and Their Applications(实验室程序及其应用), Academic Press(学术出版社), 1984, 和Weissbach和Weissbach, Methods for Plant Molecular Biology(关于植物分子生物学的方法), Academic Press(学术出版社), 1989中。

[0096] 转化技术的具体选择应该由其转化某些植物物种的效率以及利用选择的具体方法学实践本发明的人的经验和偏好决定。对技术人员应该清楚的是,具体选择转化系统以将核酸引入植物细胞既不是本发明的必需或限制,也不是植物再生技术的选择。

[0097] 本发明的其他方面涉及利用如本文中所述的RHD6相关多肽和核酸对植物根毛发育的调节。

[0098] 在植物中调节根毛发育或改变根毛表型的方法可以包括;

[0099] 相对于对照植物,增加所述植物细胞内RHD6相关多肽的表达。

[0100] 调节植物中根毛发育可以包括增加以下的一种或多种:根毛生长、根毛数量、根毛长度、根毛生长速度、和植物上每根根毛的寿命。

[0101] RHD6相关多肽在上文中更详细记述。

[0102] RHD6相关多肽的表达可以通过任何合适的方法增加。在一些实施方案中,RHD6相关多肽的表达可以通过在所述植物的细胞内表达编码RHD6相关多肽的异源核酸来增加。

[0103] 合适的对照对技术人员而言应该是清楚的,且可以包括这样的植物,其中RHD6相关多肽的表达不增加。

[0104] 生成具有改变的根毛表型的植物的方法可以包括:

[0105] 将改变RHD6相关多肽表达的异源核酸通过转化的方式引入植物细胞,和;

[0106] 由一个或多个转化的细胞再生植物。

[0107] 合适的RHD6相关多肽在上文中更详细记述。

[0108] 在一些实施方案中,所述植物可以是这样的植物,其根天然不被共生真菌,诸如菌

根所定居。其根天然不被真菌定居的植物,包括非菌根植物诸如芸苔属植物 (Brassicas)。

[0109] 用于本文中所述方法的植物优选缺少 RHD6 相关基因中的突变。例如,所述植物可以是野生型植物。

[0110] 如上所述生成的具有改变的根毛表型的植物可以显示出针对营养缺乏生长条件改善的耐受性、植物化学物质 (phytochemicals) 增加的产生和 / 或增加的植物除污特性,诸如吸收重金属。

[0111] 编码 RHD6 相关多肽的核酸及其在植物中的表达在上文中更详细记述。

[0112] 在其他实施方案中, RHD6 相关多肽的表达可以通过增加所述植物的细胞中编码 RHD6 相关多肽的内源核酸的表达来增加。

[0113] 编码 RHD6 相关多肽的内源核酸在所述植物的细胞中的表达可以通过重组方式,诸如调节因子的靶向插入来增加。

[0114] 编码 RHD6 相关多肽的内源核酸在所述植物的细胞中的表达可以通过非重组方式来增加,例如, RHD6 相关多肽在植物中的表达可以通过选择植物育种方法来增加,所述选择植物育种方法使用 RHD6 相关氨基酸或核酸序列作为分子标记物,从而生成具有改变的根毛表型,例如相对于对照增加的根毛尺寸、数量或寿命的植物。

[0115] 生成具有改变的根毛表型的植物的方法可以包括:

[0116] 提供植物群,

[0117] 确定如本文中所述的 RHD6 相关多肽在所述群中的一株或多株植物中表达的量,和

[0118] 识别所述群中具有相对于所述群中其他成员增加的 RHD6 相关多肽表达的一株或多株植物。

[0119] 识别的植物可以进一步繁殖或,例如与具有增加的 RHD6 相关多肽表达的其他植物杂交,或自花受粉杂交生成近交系。可以确定 RHD6 相关多肽在后代植物群中的表达并识别具有减少的 RHD6 相关多肽表达的一株或多株后代植物。

[0120] RHD6 相关多肽在植物中的表达可以通过任何常规方法确定。在一些实施方案中, RHD6 相关多肽的表达量可以以蛋白质水平确定。生成具有改变的根毛发育的植物的方法可以包括:

[0121] 提供植物群,

[0122] 确定 RHD6 相关多肽在所述群中的一株或多株植物中的量,和

[0123] 识别所述群中具有相对于所述群中其他成员增加的 RHD6 相关多肽的量的一株或多株植物。

[0124] RHD6 相关多肽的量可以在植物的一种或多种细胞,优选来自植物的地下部分或组织,诸如根的细胞中确定。

[0125] RHD6 相关多肽的量可以利用任何合适的技术确定。常规地,可以使用免疫学技术,诸如 Western 印迹,其利用结合 RHD6 相关多肽并对植物中的其他抗原表现出很少或无结合的抗体。例如,植物细胞中的 RHD6 相关多肽的量可以通过使包含所述植物细胞的样品与针对 RHD6 相关多肽的抗体或其他特异性结合成员相接触,和确定 RHD6 相关多肽与所述样品的结合来确定。特异性结合成员的结合量指示在细胞中表达的 RHD6 相关多肽的量。

[0126] 在其他实施方案中, RHD6 相关多肽的表达可以以核酸水平确定。例如,可以确定

编码 RHD6 相关多肽的核酸的量。生成具有改变的根毛发育的植物的方法可以包括：

[0127] 提供植物群，

[0128] 确定所述群中的一株或多株植物的细胞中编码 RHD6 相关多肽的核酸，例如 mRNA 的水平或量，和

[0129] 识别所述群中具有相对于所述群中其他成员增加的编码 RHD6 相关多肽的核酸量的一株或多株植物。

[0130] 编码核酸在植物细胞中的水平或量可以例如通过检测细胞中转录的编码核酸的量来确定。本领域中存在许多用于确定植物细胞中编码 RHD6 相关多肽的核酸量的合适方法，包括，例如，Northern 印迹或 RT-PCR（参见例如 Molecular Cloning: a Laboratory Manual: 3rd edition（分子克隆：实验室手册：第 3 版），Sambrook & Russell (2001) Cold Spring Harbor Laboratory Press（冷泉港实验室出版社）NY；Current Protocols in Molecular Biology（当前分子生物学流程），Ausubel 等编，John Wiley & Sons (1992)；DNA Cloning, The Practical Approach Series（DNA 克隆，实践方法丛书）(1995)，series eds（丛书版），D. Rickwood 和 B. D. Hames，IRL Press（IRL 出版社），牛津，英国和 PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications（PCR 流程：方法和应用指导）(Innis, 等 1990, Academic Press（学术出版社），圣地亚哥，加利福尼亚州）。

[0131] 合适的细胞可以来自植物的地下部分或组织，诸如根。

[0132] 被识别为具有增加的 RHD6 相关多肽表达的后代植物可以相对于对照测试其改变的根毛发育，例如，增加的根毛生长、数量或寿命，或可以测试其它特性，诸如对营养缺乏条件增加的耐受性，增加的植物化学物质产生，增加的植物除污特性或组成型低磷酸盐响应。

[0133] 生成具有改变的根毛表型的植物的方法可以包括：

[0134] 使第一和第二植物杂交，以产生后代植物群；

[0135] 确定所述群中植物后代中的 RHD6 相关多肽的表达，和；

[0136] 在所述群中识别其中 RHD6 相关多肽表达相对于对照增加的后代植物。

[0137] 具有改变的根毛表型的后代植物可以表现出相对于对照（例如，具有野生型表型的群的其他成员）增加的根毛生长、数量或寿命。

[0138] 识别的后代植物可以进一步繁殖或，例如与所述第一或第二植物杂交（即回交）或自花受粉杂交，以生成近交系。

[0139] 可以相对于对照，测试识别的后代植物针对营养缺乏条件增加的耐受性。

[0140] 本发明的其他方面提供如本文中所述的 RHD6 相关多肽或编码核酸作为标记物选择育种相对于对照植物具有改变的根毛表型的植物的用途，和选择育种相对于对照植物具有改变的根毛表型的植物的方法，其使用 RHD6 相关氨基酸和编码核酸序列。

[0141] 在一些实施方案中，具有减少的 RHD6 相关多肽表达的植物可以通过随机诱变，随后筛选突变体以获得减少的 RHD6 相关多肽表达来生成。合适的技术是本领域中公知的且包括基因组中靶诱导局部病灶 (Targeting Induced Local Lesions IN Genomes (TILLING))。TILLING 是高通量筛选技术，其导致系统性识别特定靶基因中的非 GMO 来源突变 (Comai 和 Henikoff, The Plant Journal (植物杂志) (2006) 45, 684-694 Till 等 BMC Plant Biol. (BMC 植物生物学) 2007 年 4 月 7 日, 19。

[0142] 本领域中技术人员还应该理解，基于本文中公开的遗传信息，可以进行基因组中

靶诱导局部病灶（“TILLING”，例如，利用基于 PCR 筛选通过化学诱变（通常通过甲磺酸乙酯（EMS）处理）产生的植物，通常导致靶基因的错义和无义突变等位基因的分离；TILLING 允许在不产生遗传学修饰生物体的条件下高通量识别靶基因中的突变，且其可以是识别可能不通过其自身赋予强表型的特定基因中的突变的有效途径），以生成在 RHD6 或 RSL 基因中具有变化的植物和其后代，由此允许识别具有与植物根毛产生有关的特定表型的植物。

[0143] 生成具有改变的根毛表型的植物的方法可以包括：

[0144] 使植物群暴露于诱变剂，

[0145] 确定所述群中一株或多株植物中 RHD6 相关多肽或核酸的表达，和

[0146] 识别具有相对于所述群中其他成员增加的 RHD6 相关多肽表达的植物。

[0147] 合适的诱变剂包括甲磺酸乙酯（EMS）。

[0148] 用于确定在植物中的 RHD6 相关多肽或核酸表达的方法在上文中更详细记述。

[0149] 可以相对于对照，进一步测试识别的植物，以获得针对低营养条件增加的耐受性或抗性，增加的植物化学物质的产生或增加的植物除污。

[0150] 被识别为具有相对于对照（例如所述群的其他成员）增加的 RHD6 相关多肽表达的植物可以表现出相对于对照增加的根毛生长、数量或寿命。

[0151] 如上所述生成或识别的植物可以有性或无性繁殖或生长，以生成后代（off-spring）或后裔。由一种或多种细胞再生的植物的后代（off-spring）或后裔可以有性或无性繁殖或生长。所述植物或其后代（off-spring）或后裔可以与其他植物或其本身杂交。

[0152] RHD6 相关基因诸如 RSL4 的表达显示在本文中，以生成其中根毛表现出真菌样形态的表型。该形态的特征在于类似真菌样菌落的生长细胞的大量不确定团块（图 10）并导致极大增大的根毛表面积。该表型可以赋予显著增强的根吸收磷酸盐和铁，这主要受根毛长度和表面积的限制。

[0153] 通过本文中所述基因在植物中的表达，植物可以被制备为表现出对否则较低效率吸收的营养增强的吸收。因此，例如，本领域中已知，从土壤吸收磷酸盐和铁主要通过植物根毛完成。通过表达、过表达、或靶向错表达（在否则可能不生成根毛的细胞中表达）RHD6 相关基因，提高植物根毛的数量、长度、生成时间或存活期间，铁或磷酸盐或二者，以及其他营养的吸收可以得到增强。特别地，吸收可以通过真菌样根毛形态增加，所述真菌样根毛形态通过过表达 RHD6 相关基因诸如 AtRSL4 产生（见图 10）。因此，在该文献中显示，*rh6* 突变体在其吸收磷酸盐的能力上受到损害，见 Plant Growth and Phosphorus Accumulation of Wild Type and TwoRoot Hair Mutants of *Arabidopsis thaliana* (Brassicaceae)（拟南芥（芸苔）的野生型和两种根毛突变体的植物生长和磷累积），Terence R. Bates 和 Jonathan P. Lynch, American Journal of Botany (美国植物学杂志) 87(7) : 958-963. 2000。该作用可以通过增补本文中所述的功能性基因而逆转。本发明的方面应该，例如，在含有低铁或低磷酸盐的土壤，诸如中国、黑非洲 (sub-Saharan Africa) 和澳大利亚中存在的土壤中特别有益。

[0154] 改善植物针对营养缺乏条件的耐受性或抗性的方法可以包括；

[0155] 相对于对照植物增加所述植物的细胞内 RHD6 相关多肽的表达。

[0156] 营养缺乏条件包括包含一种或多种营养诸如硝酸盐、磷酸盐和 / 或铁水平的条

件,其不足以满足野生型植物的营养需要。经历营养缺乏条件的野生型植物可以采用营养缺乏表型,诸如减少的生长导致极大降低的产量和农作物品质。

[0157] 例如,相对于对照植物(即其中 RHD6 相关多肽表达不改变的植物),所述植物可以在含有低水平的一种或多种营养诸如硝酸盐、磷酸盐和/或铁的土壤中表现出改进的生长。

[0158] 此外,磷酸盐的缺乏增加 RHD6 相关多肽诸如 AtRHD6 和 AtRSL1 在植物根表皮中的表达。RHD6 相关多肽在根表皮中的表达可以因此有效用于在植物中产生组成型“低磷酸盐”响应。

[0159] 本文中所述的基因可以用于实现提高生成目的化合物,包括医学有关化合物。因此,例如,已知植物根毛是生成抗生素化合物的原因。在自然界中,这些化合物通过植物的根和尤其是植物根毛分泌,从而改变或否则控制植物根周围的微生物区系和微动物区系。这些植物化学物质的产生在这样的植物中增强,在所述植物中根毛发育和生长的数量、长度、产生期间、产生时间和其他特征可以按照本发明的方法改变。

[0160] 增加根分泌植物化学物质在植物中的生成或分泌的方法包括;

[0161] 增加通过其根分泌植物化学物质的植物的细胞中 RHD6 相关多肽的表达。

[0162] 根分泌的植物化学物质包括可以由紫草 (*Lithospermum erythrorhizon*) 产生的紫草宁 (Brigham LA, 等 *Plant Physiol.* (植物生理学) 1999 年 2 月; 119(2): 417-28), 和可以由紫杉属物种 (*Taxus spp*) 产生的紫杉醇。

[0163] 重金属是重要的环境污染并可以通过在污染的土壤上生长植物去除。在植物除污或植物吸取中,植物由土壤中吸收污染物质诸如重金属,并且植物在成熟时收获,由此从这些区域除去这些污染物。由增加 RHD6 相关多肽表达赋予的长根毛表型可以提高植物物种的植物除污特性。

[0164] 减少土壤中污染物质的量的方法包括;

[0165] 增加植物细胞内 RHD6 相关多肽的表达,所述植物通过其根吸收污染物质,

[0166] 在包含污染物质的土壤上生长所述植物或其后代,从而使得所述植物或后代从土壤中吸收污染物质,和

[0167] 收获所述植物或其后代。

[0168] 污染物质包括铀、多氯联苯、盐、砷和重金属诸如镉、锌和铅。

[0169] 适合用于本方法的植物优选是高等植物,例如,选自由以下各项组成的组的农业植物:其选自由紫草 (*Lithospermum erythrorhizon*)、红豆杉属 (*Taxus*) 物种、烟草属 (*tobacco*)、葫芦 (*cucurbits*)、胡萝卜 (*carrot*)、蔬菜芸苔属 (*vegetable brassica*)、瓜 (*melons*)、辣椒属 (*capsicums*)、葡萄藤 (*grapevines*)、莴苣属 (*lettuce*)、草莓属 (*strawberry*)、芸苔属油料作物 (*oilseedbrassica*)、甜菜 (*sugar beet*)、小麦属 (*wheat*)、大麦属 (*barley*)、玉蜀黍属 (*maize*)、稻属 (*rice*)、大豆属 (*soyabeans*)、豌豆属 (*peas*)、蜀黍属 (*sorghum*)、向日葵属 (*sunflower*)、番茄属 (*tomato*)、马铃薯 (*potato*)、胡椒属 (*pepper*)、茼蒿属 (*chrysanthemum*)、麝香石竹 (*carnation*)、亚麻籽 (*linseed*)、大麻属 (*hemp*) 和黑麦属 (*rye*) 组成的组。

[0170] 在涉及植物化学物质生成的实施方案中,紫草和紫杉属物种可以是优选的。

[0171] 在涉及植物除污的实施方案中,向日葵 (*Helianthus annuus*), 中国凤尾蕨

(Chinese Brake fern), 阿尔卑斯蕨 (alpine pennycress) (天蓝遏蓝菜 (*Thlaspi caerulescens*)), 印度芥末 (芥菜 (*Brassica juncea*)), 豚草 (*Ambrosia artemisiifolia*) 白麻 (加拿大麻 (*Apocymun cannabinum*)) 和白杨可以是优选的。

[0172] 本发明的另一方面提供通过本文中所述方法生成的植物, 其中所述植物相对于对照表现出改变的根毛表型。

[0173] 例如, 植物可以表现出相对于对照 (例如, 具有野生型表型的群中的其他成员) 增加的根毛生长、数量或寿命。

[0174] 植物可以表现出针对营养缺乏条件增加的耐受性和 / 或增加的根分泌植物化学物质的产生。

[0175] 还提供所述植物的任何部分或繁殖体, 例如, 种子, 自花受粉或杂交的后代和后裔。

[0176] 按照本发明的植物可以是在一种或多种特性中不正确繁殖 (breed true) 的植物。可以排除植物变体, 特别是按照植物育种者权利可登记的植物变体。

[0177] 除通过本文中所述方法生成的植物外, 本发明包括所述植物、种子、自花授粉或杂交后代和后裔的任何克隆, 和这些中任一项的任何部分或繁殖体, 诸如插枝和种子, 其可以用于再生或繁殖, 无性或有性。本发明还包括所述植物的有性或无性繁殖的后代、克隆或后裔, 或所述植物、后代、克隆或后裔的任何部分或繁殖体。

[0178] 虽然前述公开内容提供本发明范围内包括的主题, 包括制备和使用本发明的方法, 以及其最佳模式的一般描述, 提供以下实施例进一步容许本领域中技术人员实践本发明并提供其完整书面描述。然而, 本领域中的技术人员应该理解, 这些实施例的具体性不应该被解读为对本发明的限制, 本发明的范围应该由本说明书所附的权利要求书及其等效物来理解。由本公开内容, 本发明的多种其他方面和实施方案应该对本领域中技术人员非常清楚。

[0179] 本说明书中提及的所有文献通过参考作为整体引入本文。

[0180] “和 / 或” 在用于本文中时, 意欲解释为两种特定要素或成分中的每一种具有或不具有其中另一种的具体公开。例如, “A 和 / 或 B” 意欲解释为 (i) A, (ii) B 和 (iii) A 和 B 每一种的具体公开, 正如同在本文中分别陈述每种。

[0181] 除非上下文另外指明, 以上所述要素的说明和定义不局限于本发明的任何具体方面或实施方案, 且同等地应用于所述的所有方面和实施方案。

[0182] 现将通过实施例和参考以上所述附图和以上所述的表, 例证本发明的某些方面和实施方案。

[0183] 表 1 和 2 显示由 ClustalW (<http://www.ebi.ac.uk>) 产生的 bHLH 氨基酸序列 (Heim 等 *Mol. Biol. Evol.* (分子生物进化) 2003) 的序列比对。

[0184] 表 3 显示通过 DNA Strider (Christain Mark, Center. d' Etudes de Saclay) 确定的 RHD6 相关蛋白的 % 同一性。

[0185] 表 4 显示 RHD6 相关蛋白的 bHLH 结构域与 RHD6 的相对同一性。

[0186] 表 5 显示图 3 树图上名称之间的相关性和表 1 和 2 与各自物种和基因座或 GI 编号的比对。

实施例

[0187] 根毛是高度极化的细胞,其增加植物与土壤接触的表面积。它们在那些具有根的陆生植物中起重要的营养获得和固着作用^{1,2}。其他顶端生长细胞诸如假根和茎原丝细胞在缺少根的更基础陆生植物组中具有类似的功能^{3,4}。于此,我们识别和表征两种基本螺旋环螺旋转录因子,其控制拟南芥孢子体中根毛细胞的发育,并显示它们在小立碗藓(*Physcomitrella patens*)的最接近同源物是在该苔藓的配子体中发育假根和茎原丝细胞二者所必需的。这说明古老机制控制功能性和形态学类似但非同源细胞类型在这些趋异陆生植物组中的发育。这提示陆生植物体经过超过 475,000,000 年的进化^{5,6}至少部分地由配子体到孢子体的独立基因募集引起。

[0188] 除非另外指出,标准技术如下:

[0189] RT-PCR

[0190] 用 Superscript 第一链合成系统 (Invitrogen, Carlsbad, 美国),在 20 μ l 含有寡 d(T) 12-18 引物的反应物中反转录总 RNA (关于拟南芥 5 μ g 和关于小立碗藓 1 μ g)。将 1 μ g 该产物用于在本文中所述的含有引物的 20 μ l 反应物中进行 PCR。

[0191] 花粉生长实验

[0192] 如前所述进行体内和体外花粉管生长实验 (44, 45)。

[0193] 插入物的 Southern 分析

[0194] 按照制造商的流程,使用 DIG 系统对 DNA 探针 (Roche Diagnostics (罗氏诊断), Penzberg, 德国) 的 PCR 标记进行 Southern 印迹。杂交在 DIG EasyHyb 杂交缓冲液中,在 42°C 进行。

[0195] 拟南芥生长条件

[0196] 拟南芥 (*L. Heyn.* 品系在连续照射下,24°C,在用 0.5% Phytigel 固化的 MS 培养基 +2% 蔗糖上垂直生长 4 天。为了赛璐玢膜实验,在应用种子前,用赛璐玢膜 (AA 包装, Preston, 英国) 覆盖琼脂。

[0197] 增强子捕获和克隆 *AtRHD6* 基因

[0198] *Atrhd6-2* 是用 DsE 元件¹⁸产生的拟南芥的增强子捕获品系 (1261) (生态型 *Lansberg erecta*),其被筛选以获得根无毛表型和在毛细胞中的报告基因表达。未能补偿 *Atrhd6-1*⁷ 说明品系 1261 携带与 *Atrhd6-1* 等位的突变。侧邻 DsE 元件插入的 DNA 序列通过反向 PCR 识别¹⁹。1261 品系的基因组 DNA 由 *Sau3A* I 消化并随后用 T4DNA 连接酶连接。连接的 DNA 用于使用 Ds 元件特异性引物的 PCR。这显示 DsE 在 *Atlg66470* 基因的 ATG 位点上游 111bp 处插入 (图 7)。

[0199] GUS 染色拟南芥根和包埋

[0200] 4 日龄幼苗在 37°C, 1mM 5-溴-4-氯-3-吲哚基-葡萄糖苷酸, 0.5mM 氰铁酸钾, 0.5mM 氰亚铁酸钾, 和 10mM 磷酸钠缓冲液 (pH 7) 中染色 12 小时。按照制造商的说明将幼苗包埋在 Technovit 7100[®] 树脂 (Kulzer GmbH, 德国) 中并由根获得 10 μ m 横切面。

[0201] 识别拟南芥突变体和生成转基因植物

[0202] 在该工作中使用的突变体中确认 T-DNA 插入位点 (图 7) 通过测序使用本文中所述引物扩增的 PCR 片段进行。*Atrhd6-3* (生态型哥伦比亚 (*Columbia*) 0) 对应于 GABI-Kat 品系 475E09 (10)。对应于品系 *WiscDsLox356A02* 的 *Atrsl1-1* (生态型哥伦比亚 0) 来自威

斯康星大学生物技术中心 (Biotechnology centre of the University of Wisconsin), 先前描述了 *cpc*, *wer*, *ttg1* 和 *gl2* 突变体 (32-35)。

[0203] 基因组构建体 *AtRHD6p::GFP:AtRHD6* 和 *AtRSL1p::GFP:AtRSL1* 包含启动子和 GFP 编码序列的 *AtRHD6* 或 *AtRSL1* 上游的 5' UTR, 所述 GFP 编码序列融合在 *AtRHD6* 或 *AtRSL1* 编码区的 N 端, 所述 *AtRHD6* 或 *AtRSL1* 编码区包括内含子和具有终止子的 *AtRHD6* 或 *AtRSL1* 3' UTR。这些构建体利用 Gateway 系统 (Invitrogen, Carlsbad, 美国) 生成。*AtRHD6* 或 *AtRSL1* 启动子 +5' UTR 和 *AtRHD6* 或 *AtRSL1* 编码区 +3' UTR+ 终止子利用包含重组序列的 PCR 引物扩增并克隆到 pDONR P4-P1R 和 pDONR2R-P3 中。然后利用两种由此产生的 pDONR 质粒, 质粒 p207-GFP2.5 和二元载体 pGWBmultisite (目的载体) 进行 GATEWAY 多位点反应。二元载体 pGWBmultisite 通过将 pGWB1 的 R1-CmR-ccdB-R2 盒替换到 R4-CmR-ccdB-R3 中产生 (pGWB1 来自 Tsuyoshi Nakagawa, Shimane 大学, 日本)。*AtRHD6p::GFP:AtRHD6* 和 *AtRSL1p::GFP:AtRSL1* 通过花浸泡 (36) 分别转化到 *Atrhd6-3* 中和 *Atrhd6-3 Atrsl1-1* 双突变体中, 并在卡那霉素 (50 μ g/ml) 和潮霉素 (50 μ l/ml) 上选择转化株。获得 9 种在 *Atrhd6-3* 背景中包含 *AtRHD6p::GFP:AtRHD6* 构建体的独立转基因品系。它们表现出 *AtRhd6-* 无毛表型的不同水平的补偿, 但是所有品系在出现根毛前在毛细胞中表达 GFP。针对 *Atrhd6Atrsl1* 中的 *AtRSL1p::GFP:AtRSL1* 转化株, 获得 5 种具有相同 GFP 表达模式并恢复 *Atrhd6-3* 表型的独立品系。

[0204] 对于 *p35S::PpRSL1* 构建体, *PpRSL1* 编码序列由原丝体 cDNA 开始扩增。该片段被克隆在修饰的 pCambia1300 质粒的 BamHI 和 SalI 位点之间, 所述修饰的 pCambia1300 质粒包含 CaMV 35S 启动子和豌豆 Rubisco 小亚单 E9 的终止子, 所述豌豆 Rubisco 小亚单 E9 来自克隆到其 EcoRI 和 PstI 位点中的 35S-pCambia1301 (37)。*p35S::PpRSL1* 构建体通过在 *Atrhd6-3* 中花浸泡转化并在潮霉素 (50 μ g/ml) 上选择转化株。获得 10 种补充 *Atrhd6-3* 无毛表型的独立转基因品系。

[0205] *Physcomitrella* 基因分离和系统发育分析

[0206] *Physcomitrella* RSLs 和 *PpIND1* 基因组序列在从可获得的基因组序列的 BLAST 获得时, 装配到重叠群中 (<http://moss.nibb.ac.jp/>)。使用 NetPlantGene20 预期剪接位点并通过 RTPCR 和测序验证 bHLH 编码序列。*PpRSL1* 的全长编码序列通过测序 EST 克隆 pdp31414 获得, 其由 RIKEN BioResourceCenter (RIKEN 生物资源中心) 提供²¹, 且 *PpRSL2* 的全长编码序列通过 RT-PCR 获得。序列如下保藏在 GenBank 中: *PpRSL1* (EF156393), *PpRSL2* (EF156394), *PpRSL3* (EF156395), *PpRSL4* (EF156396), *PpRSL5* (EF156397), *PpRSL6* (EF156398), *PpRSL7* (EF156399) 和 *PpIND1* (EF156400)。系统发育分析如前所述利用 PAUP* 软件进行²²。

[0207] *Physcomitrella* 生长条件

[0208] 在本研究中使用小立碗藓 (*Hedw.*) 的 Gransden 野生型品系 Bruch 和 Schimp 23。培养物在 25°C 生长, 并用 16h 光亮 / 8h 黑暗的光照方案和 40 μ Em⁻²s⁻¹ 量子辐照度照射。为了分析原丝体表型, 使在 4°C 保持至少 1 个月的孢子在涂布在 9cm Petri 皿中的 5ml 顶层琼脂 (0.8%) 中发芽, 其中包含 25ml 用赛璐玢膜 (AA 包装, Preston, 英国) 覆盖的 0.8% 琼脂。叶状配子孢子增补了 5mg/L NH₄ 酒石酸盐和 50mg/L 葡萄糖的 100 倍稀释的基本培养基²⁴ 中生长。

[0209] 构建 *Physcomitrella* 基因中的突变体

[0210] 用于 *Physcomitrella* 转化的构建体在质粒 pBNRF 和 pBHSNR 中制备。pBNRF 携带由克隆在 pBilox, 即携带克隆在 XhoI-KpnI 和 BglIII-SpeI 位点中的 loxP 位点的 2 个直接重复的 pMCS5 (MoBiTec, Goettingen, 德国) 的衍生物的 EcoRI 位点中的 35S 启动子驱动的 NptII 基因。pBHSNR 包含由使用 SacI 和 NotI 克隆在 pBilox 的 2 个 loxP 位点之间的 35S 启动子驱动的 AphIV 基因。pPpRSL1-KO 通过以下步骤制备: 在被 XbaI 和 XhoI 消化的 pBNRF 中克隆 PpRSL1 基因组片段 1 和然后在被 HpaI 和 AscI 消化的由此产生的质粒中克隆 PpRSL1 基因组片段 2。pPpRSL2-KO 通过以下步骤制备: 在被 MluI 和 SpeI 消化的 pBHSNR 中克隆 PpRSL2 基因组片段 1 和然后在被 BamHI 和 HindIII 消化的由此产生的质粒中克隆 PpRSL2 基因组片段 2。

[0211] 原生质体的 PEG 转化

[0212] 原生质体的 PEG 转化如先前所述进行²⁵。在原生质体转化前使用 ScaI 和 SspI 线性化 pPpRSL1-KO 并在 G418 (50 μ l/ml) 上选择转化株。在原生质体转化前使用 BclI 和 SspI 线性化 pPpRSL2-KO 并在潮霉素 B (25 μ l/ml) 上选择转化株。Pprs11 Pprs12 双突变体通过用 pPpRSL2-KO 构建体转化 Pprs11 品系 1 获得。稳定的转化株首先通过使用侧邻重组位点的引物的 PCR 进行选择然后通过 Southern 印迹和 RT-PCR 进行分析。对于各种转化, 选择三个具有预期的单插入模式且是 RNA 无效突变体的独立品系 (图 9)。在每种情形中, 选择的 3 个转化株具有相同的表型。

[0213] 过表达 RHD6 或 RSL 基因的植物

[0214] 对于 35S::RHD6 和 RSL2, 3, 和 4 构建体, 使用如下列出的引物, 由根 cDNA 扩增各种基因的编码序列。将该片段亚克隆到修饰的 pCAMBIA1300 质粒中, 所述修饰的 pCAMBIA1300 质粒含有 CaMV 35S 启动子和豌豆 Rubisco 小亚单 E9 的终止子。所有这些过表达构建体均通过在 rhd6/rs11 中花浸泡转化, 并在潮霉素 (50 μ l/ml) 上选择转化株。

[0215] 35S::RHD6

[0216] CCAGGATCCATGGCACTCGTTAATGACCAT

[0217] CCAGTCGACTTAATTGGTGATCAGATTCGAA

[0218] 35S::RSL2

[0219] CCAGGATCCATGGGAGAATGGAGCAACAA

[0220] CCAGTCGACTCATCTCGGTGAGCTGAGA

[0221] 35S::RSL3

[0222] CGGGGTACC ATGGAAGCCATGGGAGAAT

[0223] CGCGGATCC TCATCTGGTCAGTGCATTGAG

[0224] 35S::RSL4

[0225] CGGGGTACCATGGACGTTTTTGTGATGGT

[0226] CGCGGATCCTCACATAAGCCGAGACAAAAG

[0227] 结果

[0228] 拟南芥根表皮以交替的生成顶端生长突起 (根毛) 的毛形成细胞 (H 细胞) 行和保持无毛的非毛细胞 (N 细胞) 行排列。AtRHD6 (根毛缺陷 6) 阳性调节 H 细胞的发育 -Atrhd6 突变体发育很少的根毛 (图 1a)⁷。

[0229] 我们使用增强子捕获品系 (Atrhd6-2) 克隆 AtRHD6, 其中 GUS 报告基因在 H 细胞而非 N 细胞中表达 (图 1c, d, 图 7)。AtRHD6 编码基本-螺旋-环-螺旋 (bHLH) 转录因子 At1g66470⁸。另一种具有类似表型的独立等位基因 (Atrhd6-3) 的识别和用完整基因 AtRHD6p::GFP:AtRHD6 融合补偿 Atrhd6-3 突变证实在该突变体中观察到的根毛发育缺陷归因于 At1g66470 的突变 (图 1a)。该补偿性 AtRHD6p::GFP:AtRHD6 融合说明 AtRHD6 蛋白在分裂组织和伸长区中的 H 细胞核内累积 (图 1b), 但在出现根毛前消失。拟南芥根表皮中的 N 细胞和 H 细胞的空间模式受到转录网络, 包括 H 细胞同一性阳性调节子 CPC 和 H 细胞同一性阴性调节子 WER, TTG 和 GL2 的控制⁹。

[0230] 为了确定 AtRHD6 是否受到这些基因的调节, 我们分析了不同突变背景中 Atrhd6-2 增强子捕获的启动子活性。虽然 Atrhd6-2 增强子捕获在 H 位置中的细胞内表达 GUS, 但是该表达散布到 wer, ttg 和 gl2 突变背景中的 N 位置中的细胞, 这说明 WER, TTG 和 GL2 阴性调节 N 位置中的 AtRHD6 转录 (图 1d)。在 cpc 突变体中没有观察到表达, 这说明 CPC 阳性调节 AtRHD6 表达 (图 1d)。因此, AtRHD6 控制根毛细胞发育并在参与表皮模式形成的基因下游起作用。

[0231] AtRHD6 是 bHLH 转录因子亚家族 VIIIc 的成员, 所述亚家族包括 5 种其他成员^{8,10}。这些基因之一, 即 At5g37800, 今后称为 RHD6 样 1 (AtRSL1), 非常类似于 AtRHD6, 并且这两种基因可以源自相对近期的复制事件⁸。这提供这样的指示, 即 AtRHD6 和 AtRSL1 可以具有冗余的功能。为了确定 AtRSL1 是否也是根毛发育所需的, 我们识别了携带 AtRSL1 基因完全失功能突变的品系 (Atrsl1-1) 并构建 Atrhd6-3 Atrsl1-1 双突变体 (图 7)。

[0232] 因为当这些突变体在我们的标准生长条件中生长时没有观察到新的表型, 所以我们在赛璐珞膜表面上生长它们, 其中在 Atrhd6-3 单突变体中发育少量根毛 (图 2a)。Atrsl1-1 突变的纯合植物在赛璐珞膜上生长时, 具有野生型根毛形态 (图 2a)。然而, Atrhd6-3 Atrsl1-1 双突变体没有发育根毛, 这说明 AtRHD6 和 AtRSL1 在根毛发育中具有部分冗余的功能 (图 2a)。携带基因组构建体 AtRSL1p::GFP:AtRSL1 的 Atrhd6-3 Atrsl1-1 双突变体植物表现出 AtRhd6 突变体表型, 这证实 Atrhd6-3 Atrsl1-1 双突变体的极端无毛表型是 AtRHD6 和 AtRSL1 基因二者失功能的结果 (图 2a)。补偿性 GFP:AtRSL1 融合蛋白在分裂组织和伸长区中的毛细胞核内累积, 这说明 AtRHD6 和 AtRSL1 具有相似的表达模式 (图 2b)。这些数据说明 AtRHD6 和 AtRSL1 一起起阳性调节根毛发育的作用。

[0233] 为了确定 AtRHD6 和 AtRSL1 是否是开花植物中唯一其他顶端生长细胞, 即花粉管发育所需要的, 我们体外和体内表征了 Atrhd6-3, Atrsl1-1 和 Atrhd6-3 Atrsl1-1 突变体中的花粉管表型。我们既未在花粉管生长中检测到缺陷也未在与野生型回交的 F2 代中的突变等位基因分离中检测到缺陷 (图 8)。在 Atrhd6-3, Atrsl1-1 或 Atrhd6-3 Atrsl1-1 突变体中任何其他部分中未检测到其他缺陷性表型。

[0234] 总之, 这些数据说明 AtRHD6 和 AtRSL1 是 bHLH 转录因子, 其是根毛发育特别需要的, 且在调节开花植物拟南芥中表皮模式形成的基因下游起作用。

[0235] 最祖先级的陆生植物是苔藓类植物-来自中奥陶纪约 475Ma 的最早的陆生植物微化石具有苔藓类植物特征⁶。苔藓类植物不具有根但具有顶端生长细胞, 其在形态学上类似于根毛并满足根固定 (rooting) 功能。在苔藓中, 茎原丝细胞增加与基层相接触的丝状原丝体组织的表面积, 且假根使叶状配子孢子锚定它们的生长基层^{3,4}并假设这两种细胞类型

参与营养的获得³。然而,假根和茎原丝由苔藓的配子体开始发育,而根毛由现代维管植物的孢子体开始发育。因此,根据当前的观点,即陆生植物通过由单倍体藻类祖先开始插入孢子体世代及随后与减少配子体并行地递增孢子体的尺寸和复杂性来进化^{11,12},假根或茎原丝均不与根毛同源。

[0236] 为了确定控制被子植物中根毛发育的发育机制是否也控制苔藓植物中与根固定功能非同源的顶端生长细胞的发育,我们识别了来自苔藓小立碗藓的 RHD6 样基因。我们从可公开获得的 *Physcomitrella* 基因组序列 (<http://moss.nibb.ac.jp/>) 中识别了 bHLH 基因 AtRHD6 亚家族的 7 个成员,这提供这样的指示,即这些基因在陆生植物进化中是保守的。将这些命名为小立碗藓 RHD6 样 1-7 (PpRSL1-PpRSL7)。为了分析 *Physcomitrella* 和拟南芥 RSL 基因之间的关系,我们通过最大简约性构建系统发育树图。严格共同树显示在图 3 中。这显示 AtRHD6, AtRSL1 和两种 *Physcomitrella* PpRSL1 和 PpRSL2 基因紧密相关并共同形成单源进化枝 (AtRHD6 进化枝),所述单源进化枝 (AtRHD6 进化枝) 是包括该亚家族所有其他成员的进化枝的姐妹枝 (姐妹进化枝) (图 3)。这说明 AtRHD6 进化枝在苔藓植物和维管植物由共同祖先分开前进化。

[0237] 为了表征苔藓中 RHD6 样基因的功能,我们构建了缺少 PpRSL1 和 PpRSL2 基因功能的缺失突变体,并确定它们是否发育形态学缺陷。制备了三种在 PpRSL1 中和在 PpRSL2 基因中具有单插入的独立 RNA 无效突变体。还生成在这两个基因中具有单插入的双突变体 (图 9)。然后分析这些突变体中每一种的表型。单倍体原丝体在野生型 *Physcomitrella* 孢子 3 发芽基础上是发育。这种丝状组织包括两种细胞类型,即 chloronema 和茎原丝 (图 4a, b)。Chloronemal 细胞含有大叶绿体并通过缓慢顶端生长机制生长。茎原丝细胞更加伸长,含有少量较小的叶绿体,通过快速顶端生长而生长并参与基层的集群。叶状配子孢子通常由茎原丝开始发育并通过顶端生长多细胞假根锚定它们的基层,所述假根在形态学上类似于茎原丝 (图 4c)。PpRSL1 和 PpRSL2 单突变体具有比 WT 稍微更小和更绿的原丝体培养物,且该表型在产生少深绿原丝体的 PpRSL1 PpRSL2 双突变体中更加强烈得多 (图 4a)。PpRSL1 和 PpRSL2 单突变体比 WT 产生更少茎原丝细胞,这说明更绿的原丝体表型是茎原丝细胞发育缺陷的结果 (图 4b)。在 PpRSL1PpRSL2 双突变体中没有茎原丝细胞发育,且该突变体的原丝体仅包括 chloronemal 细胞 (图 4b)。在野生型植物中,配子孢子由茎原丝开始发育,但是在 PpRSL1 PpRSL2 双突变体中,配子孢子由 chloronema 开始发育,如以前在另一种茎原丝缺陷性突变体中观察到的¹³。PpRSL1 PpRSL2 双突变体的配子孢子发育少量非常短的假根 (图 4c)。在 chloronema 中,在配子孢子的叶状部分中或在单或双突变体的孢子体中没有检测到其他缺陷性表型。这说明 PpRSL1 和 PpRSL2 共同调节苔藓配子体中茎原丝细胞和假根的发育。为了确定蛋白质功能在陆生植物间是否保守,我们进行了交叉物种补偿实验。PpRSL1 在 *Atrhd6-3* 突变体中 CaMV35S 启动子作用下表达导致形成野生型根毛 (图 4d)。因此,苔藓 PpRSL1 基因可以替代拟南芥中 AtRHD6 功能失去。这说明 PpRSL1 和 AtRHD6 的分子功能从种子植物和苔藓由共同的祖先分开起是保守的,并提示相同的分子机制控制拟南芥根毛和 *Physcomitrella* 茎原丝和假根的发育。

[0238] 利用组成型启动子,将植物改造为过表达 RHD6 或 RSL 基因,如上所述。这些转化株的表型描述如下。

[0239] 35S::RHD6

[0240] *rh*d6/*rs*l1 的根毛表型缺陷可以通过过表达 *RHD6* 拯救。转化株获得比 *col-0* 更长的根毛和更高的异位根毛（在非毛细胞上发育的根毛）百分比。在下胚轴上可以观察到少量根毛。

[0241] 磷酸盐缺乏改变 *AtRHD6* 和 *AtRSL1* 基因表达。当在存在足量磷酸盐的条件下生长时,这些基因在分裂组织和伸长区内表达,并且毛形成区域内的转录受到下调。当在磷酸盐限制的条件下生长时,*AtRHD6* 和 *AtRSL1* 在根毛形成区表达,在该区域中它们阳性调节根毛的发育。这显示磷酸盐缺乏促进表达。因此,在根表皮中表达高水平 *AtRSL1* 和 *AtRHD6* 导致组成型“低磷酸盐”响应。

[0242] 35S::*RSL2* 和 35S::*RSL3*

[0243] 具有 35S::*RSL2* 或 35S::*RSL3* 构建体的 *rh*d6/*rs*l1 也发育一些根毛。该根毛比 *col-0* 更长。一些转基因品系在根和下胚轴上显示出肿胀的表皮细胞。在下胚轴上也存在一些根毛。

[0244] 在野生型植物中利用 *CaMV35S* 启动子过表达 *AtRSL2* 和 *AtRSL3* 导致长根毛的发育。这些毛不如在过表达 *AtRSL4* 形成真菌样菌落的那些长。过表达 *AtRSL2* 和 *AtRSL3* 的植物发育矮小表型。这可能归因于在非根毛细胞中的表达。

[0245] 35S::*RSL4*

[0246] *rh*d6/*rs*l1 的根毛表型缺陷还可以部分地通过引入 *RSL4* 的过表达来补偿。转化株显示出比 *col-0* 更长的根毛。在下胚轴也检测到少量根毛,这与 *RHD6* 过表达转化株非常类似。

[0247] 在野生型植物中利用 *CaMV35S* 启动子过表达 *AtRSL4*,导致形成长根毛,其可以形成与真菌样菌落类似的细胞的大量不确定生长团块(图 10)。过表达 *RSL4* 的植物的根毛系统显示在图 10 中。该根被真菌样细胞团块包围,这类似于菌根,即与根形成连接的营养清除真菌。此外,当 *RSL4* 通过 35S 启动子表达时,发现该表型效果(长根毛)局限于根毛细胞。在植物的其他处没有观察到由 *RSL4* 表达产生的缺陷性表型。

[0248] 过表达 *RHD6* 相关基因的植物可以因此具有增加的营养吸收能力,因为它们由提高的根毛生长引起的增加的表面积。该作用在植物,诸如芸苔中可以是显著的,所述芸苔在贯穿其整个生命周期中缺乏菌根。

[0249] 在此,我们显示出控制种子植物孢子体和苔藓植物配子体中具有根固定功能的顶端生长细胞发育的转录因子是多么紧密地相关。这些数据说明我们已经确定了苔藓和维管植物(导管植物)的共同祖先中存在的古老的发育机制。这些基因在需要营养获得和锚定大陆表面固体基层时,对植物入侵陆地一直很重要。这样的观察,即在一些最古老的陆生植物大化石上发现假根,与该观点相一致 14-16。

[0250] 我们的结果提供这样的指示,即 *RHD6* 样基因在早期陆生植物生命周期,其可以是苔藓植物样¹⁴,的单倍体世代(配子体)中起作用,其中它们用根固定功能控制细胞的形成。我们提议在随后照射陆生植物过程中,这些基因在脉管植物的双倍体世代(孢子体)的发育中展开(deploy),其中它们控制被子植物中根毛的发育,且我们预期它们控制 *lycophytes*(石松和 allies)和 *monilophytes*(蕨类和马尾)中根毛和假根的发育。可能地,由生命周期的单倍体到双倍体阶段独立募集基因是造成绿色植物集落在星球的陆地表面的中生代中出现的生命周期(孢子体)双倍体阶段形态多样性爆发的部分原因¹⁷。

[0251] 参考文献

- [0252] 1. Carol, R. J. & Dolan, L. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* (伦敦皇家协会哲学学报 B 系列生物科学) 357, 815-21 (2002).
- [0253] 2. Gahoonia, T. S., Care, D. & Nielsen, N. E. *Plant Soil* (植物土壤) 191, 181-188 (1997).
- [0254] 3. Duckett, J. G. 等 *Protonemal morphogenesis* (原丝体形态发生). 在 21 世纪苔藓学 (*Bryology for twenty-first century*) 中 (Bates, J. W., Ashton, N. W. & Duckett, J. G. 编) 223-245 (British Bryological Society (英国苔藓学协会), 1998).
- [0255] 4. Sakakibara, K. 等 *Development* (发育) 130, 4835-4846 (2003).
- [0256] 5. Kenrick, P. & Crane, P. R. *Nature* (自然) 389, 33-39 (1997).
- [0257] 6. Wellman, C. H. 等 *Nature* (自然) 425, 282-285 (2003).
- [0258] 7. Masucci, J. D. 等 *Plant Physiol.* (植物生理学) 106, 1335-1346 (1994).
- [0259] 8. Heim, M. A. 等 *Mol. Biol. Evol.* (分子生物进化) 20, 735-747 (2003).
- [0260] 9. Schiefelbein, J. *Curr. Opin. Plant Biol.* (当前植物生物学观点杂志) 6, 74-78 (2003).
- [0261] 10. Bailey, P. C. 等 *Plant Cell* (植物细胞) 15, 2497-2501 (2003).
- [0262] 11. Blackwell, W. H. *Bot. Rev.* (植物性综述) 69, 125-148 (2003).
- [0263] 12. Graham, L. E. 等 *Proc. Natl Acad. Sci. USA* (美国国家科学院学报) 97, 4535-4540 (2000).
- [0264] 13. Thelander, M. 等 *J. Exp. Bot.* (实验植物性杂志) 56, 653-662 (2005).
- [0265] 14. Edwards, D. 等 *Nature* (自然) 374, 635-636 (1995).
- [0266] 15. Kerp, H. 等 *New Data on Nothia aphylla* Lyon 1964 ex El-Saadawy et Lacey 1979, a Poorly Known Plant from the Lower Devonian Rynie Chert. 在 *Plants Invade the Land* (植物入侵陆地) (Gensel, P. & Edwards, D. 编) 52-82 (Columbia University Press (哥伦比亚大学出版社), 纽约, 2001).
- [0267] 16. Kerp, H. 等 *T. Roy. Soc. Edin-Earth* (皇家爱丁堡地球协会学报) 94, 411-428 (2004).
- [0268] 17. Davis, P. & Kenrick, P. *Fossil Plants* (化石植物) (The Natural History Museum (自然历史博物馆), 伦敦, 2004).
- [0269] 18. Sundaresan, V. 等 *Genes Dev.* (基因发育) 9, 1797-1810 (1995).
- [0270] 19. Long, D. 等 *Mol. Gen. Genet.* (分子和普通遗传学) 241, 627-636 (1993).
- [0271] 20. Hebsgaard, S. M. 等 *Nucleic Acids Res.* (核酸研究) 24, 3439-3452 (1996).
- [0272] 21. Nishiyama, T. 等 *PNAS. USA* (美国 PNAS) 100, 8007-8012 (2003).
- [0273] 22. Harrison, C. J. & Langdale, J. A. *Plant J.* (植物杂志) 45, 561-572 (2006).
- [0274] 23. Ashton, N. W. & Cove, D. J. *Mol. Gen. Genet.* (分子和普通遗传学) 154, 87-95 (1977).
- [0275] 24. Ashton, N. W. 等 *Planta* 144, 427-435 (1979).
- [0276] 25. Schaefer, D. G. & Zryd, J. P. *Plant J.* (植物杂志) 11, 1195-1206 (1997).
- [0277] 26. Liljegren, S. J. 等 *Cell* (细胞) 116, 843-853 (2004).

- [0278] 27. Schiefelbein, J. W. 等 The Plant Cell (植物细胞), 2, 235-243 (1990).
- [0279] 28. V. Sundaresan 等, Genes Dev. (基因发育) 9, 1797 (1995).
- [0280] 29. J. D. Masucci 等 Plant Physiol. (植物生理学) 106, 1335 (1994).
- [0281] 30. D. Long 等, Mol. & Gen. Genet. (分子普通遗传学) 241, 627 (1993).
- [0282] 31. M. G. Rosso 等, Plant Mol. Biol. (植物分子生物学) 53, 247 (2003).
- [0283] 32. M. E. Galway 等, Dev. Biol. (发育生物学) 166, 740 (1994).
- [0284] 33. M. M. Lee, J. Schiefelbein, Cell (细胞) 99, 473 (1999).
- [0285] 34. J. D. Masucci, J. W. Schiefelbein, Plant Cell (植物细胞) 8, 1505 (1996).
- [0286] 35. T. Wada 等 Science (科学) 277, 1113 (1997).
- [0287] 36. S. J. Clough, A. F. Bent, Plant J. (植物杂志) 16, 735 (1998).
- [0288] 37. K. K. Yi 等., Plant Physiol. (植物生理学) 138, 2087 (2005).
- [0289] 38. S. M. Hebsgaard 等., Nucleic Acids Res. (核酸研究) 24, (1996 年 9 月 1 日).
- [0290] 39. T. Nishiyama 等 PNAS. USA (美国 PNAS) 100, 8007 (2003).
- [0291] 40. C. J. Harrison, J. A. Langdale, Plant J. (植物杂志) 45, 561 (2006).
- [0292] 41. N. W. Ashton, D. J. Cove, Mol. & Gen. Genet. (分子普通遗传学) 154, 87 (1977).
- [0293] 42. N. W. Ashton, N. H. Grimsley, D. J. Cove, Planta 144, 427 (1979).
- [0294] 43. D. G. Schaefer, J. P. Zryd, Plant J. (植物杂志) 11, 1195 (1997).
- [0295] 44. L. M. Fan 等 J. Exp. Bot. (实验植物学杂志) 52, 1603 (2001).
- [0296] 45. E. Ryan, 等 New Phytol. (新植物学) 138, 49 (1998).
- [0297] AtRHD6 TSPKDPQSLAAKNRRERISERLKLQELVPNGTKVDLVTMLEKAISYVKFLQVQVKVL
ATDEFWPAQ 67
- [0298] AtRSL1 TSPKDPQSLAAKNRRERISERLKLQELVPNGTKVDLVTMLEKAIGYVKFLQVQVKVL
AADEFWPAQ 67
- [0299] PpRSL1 GSANDPQSIAARVRRERISERLKLQALIPNGDKVDMVTMLEKAISYVQCLEFQIKML
KNDSLWPKA 67
- [0300] PpRSL2 GSANDPQSIAARVRRERISERLKLQALIPNGDKVDMVTMLEKAITYVQCLELQIKML
KNDSIWPKA 67
- [0301] PpRSL5 GSATDPQSVYARHRREKINERLKSLLQNLVPNGAKVDIVTMLDEAIIHYVKFLQNQVELL
KSDELWIYA 67
- [0302] PpRSL6 GSATDPQSVYARHRREKINERLKNLQNLVPNGAKVDIVTMLDEAIIHYVKFLQTQVELL
KSDEFWMFA 67
- [0303] PpRSL3 GSATDPQSVYARHRREKINERLKLQHLVPNGAKVDIVTMLDEAIIHYVQFLQLQVTLL
KSDEYWMYA 67
- [0304] PpRSL4 GSATDPQSVHARARREKIAERLRKLQHLIPNGGKVDIVTMLDEAVHYVQFLKRQVTLL
KSDEYWMYA 67
- [0305] PpRSL7 GSATDPQSVYARHRREKINERLKLQRLVPNGEQVDIVTMLEEAIIHFVKFLEFQLELL
RSDDRWMFA 67
- [0306] At4g33880 GAATDPQSLYARKRRERINERLRILQNLVPNGTKVDISTMLEEAIVHYVKFLQLQIKLL
SSDDLWMYA 67

[0307] At2g14760 GAATDPQSLYARKRRERINERLRILQHLVPNGTKVDISTMLEEAVQYVKFLQLQIKLL
SSDDLWMYA 67

[0308] At1g27740 GTATDPQSLYARKRREKINERLKTQLNLPNGTKVDISTMLEEAVHYVKFLQLQIKLL
SSDDLWMYA 67

[0309] At5g43175 GIASDPQSLYARKRRERINDRLKTLQSLVPNGTKVDISTMLEDAVHYVKFLQLQIKLL
SSEDLWMYA 67

[0310] AtIND RISDDPQTVVARRRRERISEKIRILKRIVPGGAKMDTASMLDEAIRYTKFLKRQVRIL
QPHSQIGAP 67

[0311] PpIND1 RISKDPQSVAARHRRERISDRIRVLQRLVPGGTKMDTASMLDEAIHYVKFLKLQLQVC
DTCNLVPVD 67

[0312] . * * * : : * : * * * : * : : : * : : * . * : : * : *
* : . * : : : * : * : : .

[0313] 表 1

[0315] 表 2

[0316]

[0318]

蛋白	序列同一性 AtRHD6	蛋白	序列同一性 AtRHD6
AtRHD6	1	PpRSL1	0.625
AtRSL1	0.93	PpRSL2	0.611
AtRSL2	0.611	PpRSL3	0.583
AtRSL3	0.611	PpRSL4	0.513
AtRSL4	0.597	PpRSL5	0.597
AtRSL5	0.583	PpRSL6	0.611
BdRSLa	0.835	PpRSL7	0.527
BdRSLb	0.763	PtRSLa	0.791
BdRSLc	0.675	PtRSLb	0.847
BdRSLd	0.611	PtRSLc	0.597
BdRSLe	0.569	PtRSLd	0.597
CtRSLa	0.625	PtRSLe	0.611
GmRSLa	0.611	SmRSLa	0.708
GmRSLb	0.597	SmRSLb	0.708
LsRSLa	0.611	SmRSLc	0.722
MaRSLa	0.611	SmRSLd	0.722
MtRSLa	0.611	SmRSLe	0.625
OsRSLa	0.78	SmRSLf	0.625
OsRSLb	0.902	SmRSLg	0.625

蛋白	序列同一性 AtRHD6	蛋白	序列同一性 AtRHD6
OsRSLc	0.652	SmRSLh	0.625
OsRSLd	0.597	TaRSLa	0.777
OsRSLe	0.638	ZmRSLa	0.835
OsRSLf	0.597	ZmRSLb	0.561
OsRSLg	0.602	ZmRSLc	0.493
OsRSLh	0.611	ZmRSLd	0.589
OsRSLi	0.597	AtIND	0.424

[0319] 表 4

[0320]	名称	物种	基因座名称	G1 编号
[0321]	AtRHD6		AT1G66470	
[0322]	AtRSL1		AT5G37800	
[0323]	AtRSL2		AT4G33880	
[0324]		拟南芥 (<i>Arabidopsis thaliana</i>)		
[0325]	AtRSL3		AT2G14760	
[0326]	AtRSL4		AT1G27740	
[0327]	AtRSL5		AT5G43175	
[0328]	8dRSLa			
[0329]	BdRSLb			
[0330]	BdRSLc	紫短柄草 (<i>Brachypodium distachyon</i>)	N/A	
[0331]	BdRSLd			
[0332]	BdRSLe			
[0333]	CtRSLa	红花 (<i>Carthamus tinctorius</i>)		125399878
[0334]	GmRSLa			26056905
[0335]		大豆		
[0336]	GmRSLb			15663066
[0337]	LsRSLa	<i>Lactuca saligna</i>		83790803
[0338]	MaRSLa	小果野蕉 (<i>Musa acuminata</i>)		102139852
[0339]	MtRSLa	截形苜蓿 (<i>Medicago truncatula</i>)		92870204
[0340]	OsRSLa		Os01g02110	
[0341]	OsRSLb		Os02g48060	

[0342]	OsRSLc	Os06g30090	
[0343]	OsRSLd	Os03g10770	
[0344]	水稻 (<i>Oryza sativa</i> ssp		
[0345]	OsRSLe japonica)	Os03g42100	
[0346]	OsRSLi	Os07g39940	
[0347]	OsRSLf	Os11g41640	
[0348]	OsRSLg	Os12g32400	
[0349]	OsRSLh	Os12g39850	
[0350]	PpRSL1		140084326
[0351]	PpRSL2		140084333
[0352]	PpRSL3		
[0353]	PpRSL4 小立碗藓 (<i>Physcomitrella patens</i>)		
[0354]	PpRSL5		
[0355]	PpRSL6		
[0356]	PpRSL7		
[0357]	PtRSLa		
[0358]	PtRSLb		
[0359]	PtRSLc Populus trichocarpa		
[0360]	PtRSLd		
[0361]	PtRSLe	N/A	
[0362]	SmRSLa		
[0363]	SmRSLh		
[0364]	SmRSLb		
[0365]	SmRSLc		
[0366]	江南卷柏 (<i>Selaginella moelendorffii</i>)		
[0367]	SmRSLd		
[0368]	SmRSLe		
[0369]	SmRSLf		
[0370]	SmRSLg		
[0371]	TaRSLa 普通小麦 (<i>Triticum aestivum</i>)		
[0372]	ZmRSLa 玉蜀黍 (<i>Zea mays</i>)	AZM4_60871	
[0373]	ZmRSLb	AZM4_70092	
[0374]	ZmRSLc	AZM4_91750	
[0375]	ZmRSLd	AZM4_86104	
[0376]	表 5		
[0377]	引物		
[0378]	A, 扩增和测序拟南芥突变体的插入		
[0379]	位点		
[0380]	rh6-1 插入位点		

- [0381] AtRHD6-A :5' -GGATTGATTTAATTACCATATTTAT-3'
- [0382] LB2 :5' -CAAGTATCAAACGATGTG-3'
- [0383] rhd6-2 插入位点 (反向 PCR)
- [0384] DL3 :5' -CACCG GTACCGACCGTTACCGACCG-3'
- [0385] Ds3I2 :5' -TACCGGTACCGAAAACGAACGGGA-3'
- [0386] rhd6-3 插入位点
- [0387] AtRHD6-B :5' -GTTCCCAATGGCACCAAGGTACA-3'
- [0388] GABI-LB :5' -CCCATTGTGACGTGAATGTAGACAC-3'
- [0389] rs11-1 插入位点
- [0390] AtRSL1-A :5' -CGTGTGGACCGACGTCTGA
- [0391] JL-202 :5' -CATTTTATAATAACGCTGCGGACATCTAC-3'
- [0392] B, 构建 pRHD6::GFP-RHD6::RHD6t 质粒
- [0393] 扩增 AtRHD6 启动子 + 来自 BAC F28G11 的 5' UTR 片段
- [0394] RHD6prom-attB4F :5' -GGGACAACCTTTGTATAGAAAAGTTGTTCTCAAAGAGGGACAAGACCAAA
GCCCATGAC-3'
- [0395] RHD6prom-attB1R :5' -GGGGACTGCTTTTTGTACAACTTGCTAGACACTAATAAGTTTGATAA
GTGATTTTTTGT-3'
- [0396] 扩增 AtRHD6 编码区 +3' UTR+ 来自 BAC F28G11 的终止子片段
- [0397] RHD6term-attB2F :5' -GGGGACAGCTTCTTGTACAAAGTGGCCATGGCACTCGTTAATGACCAT
CCCAACGAGA-3'
- [0398] RHD6term-attB3R :5' -GGGGACAACCTTTGTATAATAAAAGTTGCTGATAAATCGAGATCTTAGGTA
TGTCGTCC-3'
- [0399] C, 构建 pRSL1::GFP-RSL1::RSL1t 质粒
- [0400] 扩增 AtRSL1 启动子 + 来自 Col 0 基因组 DNA 的 5' UTR
- [0401] 片段
- [0402] RSL1prom-attB4F :5' -GGGGACAACCTTTGTATAGAAAAGTTGTGATAATGGATTGGAGAAAAATT
AAAG-3'
- [0403] RSL1prom-attB1R :5' -GGGGACTGCTTTTTGTACAACTTGATTGCAATGTTGTTAATGAGT
GAC-3'
- [0404] 扩增 AtRSL1 编码区 +3' UTR+ 来自 Col 0 基因组 DNA 的终止子片段
- [0405] RSL1term-attB2F :5' -GGGGACAGCTTCTTGTACAAAGTGGGTAATTACATCTCAACCCCAAAT
TCTT-3'
- [0406] RSL1term-attB3R :5' -_ACAACCTTTGTATAATAAAAGTTGATGTATAATTTCCGAAGATGCTTAA
AA-3'
- [0407] D, 构建 p35S::PpRSL1 质粒
- [0408] 扩增来自 Col 0 cDNA 的 RSL1 编码区
- [0409] 35SPpRDL1 F :5' -CCAGGATCCATGGCAGGTCCAGCAGGA-3'
- [0410] 35SPpRDL2 R :5' -CCAGTCGACTTAGTCAGCAGAAGGCTGATT-3'
- [0411] E, 构建 pPpRSL1-KO 质粒

- [0412] 扩增来自小立碗藓 WT DNA 的 PpRSL1 片段 1
- [0413] PpRSL1K0 1 F :5' -CCTCTAGAAGTACTTGTGATCCACAGCCTA-3'
- [0414] PpRSL1K0 1 R :5' -GGCTCGAGCCGTACTGGGTGGTTTG-3'
- [0415] 扩增来自小立碗藓 WT DNA 的 PpRSL1 片段 2
- [0416] PpRSL1K0 2 F :5' -CCGTAACTTCTACATGTTGCGTTATTTATGGT-3'
- [0417] PpRSL1K0 2 R :5' -CCGGCGCGCCAATATTTATATAAATAAGCATAATACACTTCGA-3'
- [0418] F, 构建 pPpRSL2-KO 质粒
- [0419] 扩增来自小立碗藓 WT DNA 的 PpRSL2 片段 1
- [0420] PpRSL2K0 1 F :5' -GCAACGCGTGGGTTTGATCAAAGACGGAA-3'
- [0421] PpRSL2K0 1 R :5' -GCTACTAGTCGTCAACCTAACCCAAACAT-3'
- [0422] 扩增来自小立碗藓 WT DNA 的 PpRSL2 片段 2
- [0423] PpRSL2K0 2 F :5' -GAGGGATCCGTGAGGTGAAAGCAGTGAAA-3'
- [0424] PpRSL2K0 2 R :5' -CCAAAGCTTAGGCCTGTGAACTCGGACA-3'
- [0425] G, 扩增用于 Southern 印迹的大标记探针
- [0426] 扩增来自小立碗藓 WT DNA 的 PpRSL1 探针
- [0427] PpRSL1 探针 F :5' -GCTGCTAGGGTAACATAAACATTCTT-3'
- [0428] PpRSL1 探针 R :5' -CTGGACACTGGAATGAACCTA-3'
- [0429] 扩增来自 pBNRF 的 NptII (新霉素磷酸转移酶 II) 探针
- [0430] NptII 探针 F :5' -CCCATGGAGTCAAAGATTCA-3'
- [0431] NptII 探针 R :5' -CCGCGAATTCGAGCTCGGT-3'
- [0432] 扩增来自小立碗藓 WT DNA 的 PpRSL2 探针
- [0433] PpRSL2 探针 F :5' -CCCAAATATGCATTTTAAATCTTT-3'
- [0434] PpRSL2 探针 R :5' -GCGACAATCCAGCAGCCTCTAT-3'
- [0435] 扩增来自 pBHSNR 的 AphIV (氨基糖苷磷酸转移酶 IV) 探针
- [0436] 探针
- [0437] AphIV 探针 F :5' -GTAGGAGGGCGTGGATATGT-3'
- [0438] AphIV 探针 R :5' -CGAGTGCTGGGGGCGT-3'
- [0439] H, 扩增来自原丝体 cDNA 的 PpRSL2 编码序列
- [0440] PpRSL2RT-PCR F :5' -GGGACCTCAAGGATGCAGCA-3'
- [0441] PpRSL2RT-PCR R :5' -CGAACTCAATAACGTCAGGA-3'
- [0442] I, RT-PCRs
- [0443] AtAPT1 (腺嘌呤磷酸核基糖转移酶 1) 的 RT-PCR
- [0444] AtAPT1 RT-PCR F :5' -TCCCAGAATCGCTAAGATTGCC-3'
- [0445] AtAPT1 RT-PCR R :5' -CCTTTCCCTTAAGCTCTG-3'
- [0446] AtRHD6 的 RT-PCR
- [0447] AtRHD6 RT-PCR F :5' -CTCACACGGGAGAGAGCA-3'
- [0448] AtRHD6 RT-PCR R :5' -CTTCGATTCTTGCTGCTA-3'
- [0449] AtRSL1 的 RT-PCR
- [0450] AtRSL1 RT-PCR F :5' -GCCTAGCAGCCAAGAACCGAA-3'

- [0451] AtRSL1 RT-PCR R :5' -CTCATCGGCTGCAAGTACCTTA-3'
- [0452] PpRSL1 的 RT-PCR
- [0453] PpRSL1 RT-PCR F :5' -CTGGTTGGTTAGGAGATCTTGCAT-3'
- [0454] PpRSL1 RT-PCR R :5' -GTTGTAATTTGGTCCATTTCTGCT-3'
- [0455] PpRSL2 的 RT-PCR
- [0456] PpRSL2 RT-PCR F :5' -GGGACCTCAAGGATGCAGCA-3'
- [0457] PpRSL2 RT-PCR R :5' -CGAACTCAATAACGTCAGGA-3'
- [0458] PpGAPDH(三磷酸甘油醛脱氢酶)的 RT-PCR
- [0459] PpGAPDH RT-PCR F :5' -GAGATAGGAGCATCTGTACCGCTTGT-3'
- [0460] PpGAPDH RT-PCR R :5' -CGCATGGTGGGATCGGCT-3'
- [0461] 序列
- [0462] MALVNDHPNETNYLSKQNSSSSEDLSSPGLDQPDAAAYAGGGGGGSASSSSTMNSDHQQH
- [0463] QGFVFYPSGEDHHNSLMDFNSSFLNFDHHESFPPPAISCGSSGGGGFSFLEGNNMSYG
- [0464] FTNWNHQHMDIISPRSTETPQGQKDWLYSDSTVVTTGSRNESLSPKSAGNKRSHGTGEST
- [0465] QPSKKLSSGVTGKTKPKPTTSPKDPQSLAAKNRRERISERLKILQELVPNGTKVDLVTML
- [0466] EKAIISYVKFLQVQVKVLATDEFWPAQGGKAPDISQVKDAIDAILSSSQQRDRNSNLITN
- [0467] RHD6 氨基酸序列 (Atlg66470 ;NP_176820.1 GI :15219658 SEQ ID NO :
- [0468] 1)
- [0469] atggcactcggttaatgaccatcccaacgagaccaattacttgtcaaaacaaaattcctcc
- [0470] tcttccgaagatctctcctcgccgggactggatcagccagatgcagcttatgccggtgga
- [0471] ggaggaggaggaggtcggttcgagcagtagcacgatgaattcagatcatcaacaacat
- [0472] caggggtttgtattttaccatccggtgaagatcatcacaactctttgatggatttcaac
- [0473] ggatcatcatcttcttaactttgatcatcacgagagctttcctcctccagccataagctgt
- [0474] ggtggttagtagcggtggggcggttctccttcttgaggggcaacaacatgagctacggc
- [0475] ttcacaaactggaatcatcaacatcatatggatattattagccctagatccaccgaaact
- [0476] cccaaggccagaaagactgggttatattctgattcaactggttgtaaccactggttctaga
- [0477] aacgagtcctctttcgctaaatccgctggaaacaaacgttctcacacgggagagagcact
- [0478] caaccgtcgaagaaactgagtagcggtgtgaccggaaagaccaagcctaagccaacaact
- [0479] tcacctaaagatccacaaagcctagcagccaagaatcgaagagaaaggataagtgaacgt
- [0480] ctcaagatatattgcaagaacttgttcccaatggcaccaaggttgatttggtgacaatgctt
- [0481] gaaaaggctatttagttatgtcaagttccttcaagtacaagttaaggtattagcgaccgat
- [0482] gagttttggccggctcaaggaggaaaagctcctgacattttctcaagttaaagacgccatt
- [0483] gatgccattctctcctcatcacaacgagacaggaattcgaatctgatcaccaattaa
- [0484] RHD6 核苷酸序列 (NM_105318.2 GI :30697352 SEQ ID NO :2)
- [0485] MSLINEHCNE RNYISTPNSS EDLSSPQNCG LDEGASASSS STINS DHQNN QGFVFYPSGE
- [0486] TIEDHNSLMD FNASSFFTFD NHRSLISPVT NGGAFPVVDG NMSYSYDGWS HHQVDSISPR
- [0487] VIKTPNSFET TSSFGLTSNS MSKPATNHGN GDWLYSGSTI VNIGSRHEST SPKLAGNKR
- [0488] FTGENTQLSK KPSSGTNGKI KPKATTSPKD PQSLAAKNRR ERISERLKVL QELVPNGTKV
- [0489] DLVTMLEKAI GYVKFLQVQV KVLAADEFWP AQGGKAPDIS QVKEAIDAIL SSSQQRDSNST

- [0490] RETSIAE
- [0491] RSL1 氨基酸序列 (At5g37800 SEQ ID NO :3)
- [0492] atgtcactcattaacgaacattgcaatgagcgtattacatctcaacccccaaattcttca
- [0493] gaagatctctcttccaccacagaattgcggattagacgaaggagcttcagcttcaagcagt
- [0494] agcaccataaattctgatcatcaaaataatcaagggtttgtgttttacccttccggggaa
- [0495] accattgaagatcataattctttgatggatttcaatgcttcatcattcttcacctttgat
- [0496] aatcacccaagccttatctctcccgtgaccaacgggtggccttcccggctcgtggacggg
- [0497] aacatgagttacagctatgatggctggagtcacatcaagtggatagtagccctaga
- [0498] gtcacaaaactccaaatagctttgaaacaacgagcagttttggattgacttcaaactcc
- [0499] atgagtaaaccggccacaaacatggaaatggagactgggttatactctgggttcaactatt
- [0500] gtaaacatcggttcaaggcacgagtcacgtcccttaaactggctggcaataaacggcct
- [0501] ttcacgggagagaacacacaactttcaaagaagccgagtagcggtacgaatggaaagatc
- [0502] aagcctaaggcaacaacttcacctaagatccacaaagcctagcagccaagaaccgaaga
- [0503] gaaaggataagcgaacgcctcaaggtattgcaagaacttgtaccgaatggtaccaaggtg
- [0504] gatttggtaactatgcttgagaaagcaattggctatgtaaagtttcttcaagtacaagtt
- [0505] aaggtacttgcagccgatgagttttggccggcacaaggagggaaagctccggacatttct
- [0506] caagttaaagaagctattgacgcaatcctctcatcatcacaacgagatagtaactcaact
- [0507] agagaaacaagtatagcagaataa
- [0508] RSL1 核苷酸序列 (SEQ ID NO :4)
- [0509] MEAMGEWSNN LGGMYTYATE EADFMNQLLA SYDHPGTGSS SGAAASGDHQ GLYWNLGSHH
- [0510] NHLSLVSEAG SFCFSQESSS YSAGNSGYT VVPPTVEENQ NETMDFGMED VTINTNSYLV
- [0511] GEETSECDVE KYSSGKTLMP LETVVENHDD EESLLQSEIS VTTTKSLTGS KKRSRATSTD
- [0512] KNKRARVNKR AQKNVEMSGD NNEGEEEEGE TKLKKRKNGA MMSRQNSSTT FCTEEESNCA
- [0513] DQDGGGEDSS SKEDDPSKAL NLNGKTRASR GAATDPQSLY ARKRRERINE RLRILQNLVP
- [0514] NGTKVDISTM LEEAVHYVKF LQLQIKLLSS DDLWMYAPIA FNGMDIGLSS PR
- [0515] RSL2 氨基酸序列 (At4g33880 ;SEQ ID NO :5)
- [0516] atggaagccatgggagaatggagcaacaacctcggaggaatgtacacttatgcaaccgag
- [0517] gaagccgatttcatgaaccagcttctcgcctcttatgatcatcctggcaccggctcatcc
- [0518] tccggcgcagcagccagtggtgaccaccaaggcttgtattggaaccttggttctcatcac
- [0519] aaccaccttagcctcgtgtctgaagccggtagcttctgtttctctcaagagagcagcagc
- [0520] tacagcgctgggaacagcggatattacaccgttgttccaccacgggtgaagagaaccaa
- [0521] aatgagacaatggactttgggatggaagatgtgaccatcaatacaaaactcataccttgtt
- [0522] ggtgaggagacaagtgagtgtgacgttgagaaatactcttcttgaaaagactcttatgcct
- [0523] ttggaaaccgtagtgagaaaccagatgacgaggaaagcttgttgcaatctgagatctct
- [0524] gtgactactacaaaatctctcaccggctccaaaaagagatcccgtgccacatctactgat
- [0525] aaaaacaagagagcaagagtgaataagagggcccaagaacgtagagatgagtggggat
- [0526] aacaatgaaggagaagaggaagaaggagagacgaagttgaagaaaagaaagaatggggca
- [0527] atgatgagtagacagaactcaagcaccactttctgtacggaggaagaatcaaaactgcgct
- [0528] gatcaagacggtggaggagaagactcatcctctaaggaagatgatccctcaaaggccctc

- [0529] aacctcaatggtaaaacaagagccagtcgtggtgcagccaccgatcctcaaagcctctat
[0530] gcaaggaaaagaagagaaaggattaacgagagactaaggattttacaaaatctcgtcccc
[0531] aatggaacaaaggtcgatattagtagacaatgcttgaggaagcagttcattacgtcaaattt
[0532] ttgcagctccaaattaagttattgagctctgatgatctatggatgtatgcgccgattgct
[0533] ttcaatgggatggacattgggtctcagctcaccgagatga
[0534] RSL2 核苷酸序列 (SEQ ID NO :6)
[0535] MEAMGEWSTG LGGIYTEEAD FMNQLLASYE QPCGGSSET TATLTAYHHQ GSQWNGGFCF
[0536] SQESSYSYGY CAAMPQEED NGMEDATIN TNLYLVGEET SECDATEYSG KSLPLETVA
[0537] ENHDHSMQLP ENSLTTTTDE KMFNQCESSK KRTRATTTDK NKRANKARRS QKCVEMSGEN
[0538] ENSGEEYEYTE KAAGKRKTKP LKPQKCCSD DESNGGDTFL SKEDGEDSKA LNLNGKTRAS
[0539] RGAATDPQSL YARVDISTML EEAVQYVKFL QLQIKRLAI GTNHRNRSIP LWTARNRQIS
[0540] KAHSRKRLRL RAVAKIIWSD EMTRFLELI TLEKQAGNYR GKSLIEKGKE NVLVKFKKRF
[0541] PITLNNKVK NRLDTLKKQY EIYPAKLRSR PLRFIPLLDV VFRDETVVVE ESWQPRRGVH
[0542] RRAPVLDLSD SECPNNGDE REDLMQNRER DHMRPPTPDW MSQTPMENSF TSANSPPFA
[0543] SQERSSTHTQ VKNVSRNRKR KQNPADSTLD RIAATMKKI
[0544] RSL3 氨基酸序列 (At2g14760 ;SEQ ID NO :7)
[0545] atggaagccatgggagaatggagcaccggcctaggcggaatatatacagaggaagctgac
[0546] tttatgaatcagctccttgccctcctatgagcaaccttgtggcggttcattcttcagagaca
[0547] accgccacactcacggcctaccaccaccagggttctcaatggaatggtggcttttgcctc
[0548] tctcaggagagcagtagttatagtggttactgcgcggcgatgccacggcaagaagaagat
[0549] aacaatgggatggaggacgcgacaatcaacacgaacttgtaccttgttggtgaagagaca
[0550] agtgaatgtgatgcgacggaatactccggtaaaagcctcttgcccttggagactgtcgca
[0551] gaaaaccacgaccatagtagtctacagcctgagaactccttgaccacgaccactgatgag
[0552] aaaatgttcaaccaatgtgagagttcaaagaagaggacgcgtgccacaacaactgataag
[0553] aacaagagagccaacaaggcacgaaggagccagaaatgcgtagagatgagtggcgaaaat
[0554] gaaaatagcggcgagaagaagaatatagcgagaaggctgcgggggaagagaaagaccaaacca
[0555] cttaagccgcaaaagacttgttgttcggatgacgaatcaaacgggtggagacactttcttg
[0556] tccaaagaagatggcgaggactctaaggctctcaacctcaacggcaagactagggccagc
[0557] cgcggcgcggccacagatcctcaaagcctttacgcaaggaaaagaagagagaggataaac
[0558] gagaggctaaggattttgcaacatctcgtccctaataaggaaaggttgatattagcacg
[0559] atgttggaagaagcagtacaatacgtcaaatttctacagctccaaattaagttattgagc
[0560] tctgatgatctatggatgtatgcgcctattgcttacaacggaatggacattggccttgac
[0561] ctaaaactcaatgcactgaccagatga
[0562] RSL3 核苷酸序列 (SEQ ID NO :8)
[0563] MDVFVDGELE SLLGMFNFDQ CSSSKEERPR DELLGLSSLY NGHLLHQHQQH NNVLSSDHHA
[0564] FLLPDMFPFG AMPGGNLPAM LDSWDQSHHL QETSSLKRKL LDVENLCKTN SNCDVTRQEL
[0565] AKSKKKQRVS SESNTVDESN TNWVDGQSLS NSSDDEKASV TSVKKGKTRAT KGATDPQSL
[0566] YARKRREKIN ERLKTLQNLV PNGTKVDIST MLEEAVHYVK FLQLQIKLLS SDDLWMYAPL
[0567] AYNGLDMGFH HNLLSRLM

- [0568] RSL4 氨基酸序列 (At1g27740 ;SEQ ID NO :9)
- [0569] atggacgtttttgttgatggtgaattggagtcctctcttggggatgttcaactttgatcaa
- [0570] tgttcatcatctaaagaggagagaccgcgagacgagttgcttggcctctctagcctttac
- [0571] aatggtcatcttcatcaacatcaacaccataacaatgtctttatcttctgatcatcatgct
- [0572] ttcttgcctccctgatatgttcccatttgggtgcaatgccgggaggaaatcttccggccatg
- [0573] cttgattcttgggatcaaagtcacacctccaagaaacgtcttctcttaagaggaaacta
- [0574] cttgacgtggagaatctatgcaaaactaactctaactgtgacgtcacaagacaagagctt
- [0575] gcgaaatccaagaaaaaacagagggtaagctcggaaagcaatacagttgacgagagcaac
- [0576] actaattgggtagatggtcagagtttaagcaacagttcagatgatgagaaagcttcgggtc
- [0577] acaagtgttaaaggcaaaactagagccaccaaagggacagccactgatcctcaaagcctt
- [0578] tatgctcggaaacgaagagagaagattaacgaaaggctcaagacactacaaaaccttgtg
- [0579] ccaaacgggacaaaagtcgatataagcacgatgcttgaagaagcgggtccattacgtgaag
- [0580] ttcttgcagcttcagattaagttgttgagctcggatgatctatggatgtacgcaccattg
- [0581] gcttacaacggcctggacatgggggttccatcacaaccttttgtctcggcttatgtga
- [0582] RSL4 核苷酸序列 (SEQ ID NO :10)
- [0583] MENEAFVDGELESLLGMFNFDQCSSNESSFCNAPNETDVFSSDDFFPFGTILQSNYAAVL
- [0584] DGSNHQTNRNVDNRQDLLKPRKKQKLSSESNLVTEPKTAWRDGQSLSSYNSSDDEKALGL
- [0585] VSNTSKSLKRKAKANRGIASDPQSLYARKRRERINDRLKTLQSLVPNGTKVDISTMLEDA
- [0586] VHYYVKFLQLQIKLLSSEDLWMYAPLAHNGLNMLHHNLLSRLI
- [0587] RSL5 氨基酸序列 (At5g43175 ;SEQ ID NO :11)
- [0588] atggagaatgaagctttttagatggtgaattggagtcctcttttggggatgttcaacttt
- [0589] gatcaatgttcatctaacgaatcgagcttttgaatgctccaaatgagactgatgttttc
- [0590] tcttctgatgatttcttcccatttgggtacaattctgcaaagtaactatgcggccgttctt
- [0591] gatggttccaaccaccaaacgaaccgaaatgtcgactcaagacaagatctgttgaaacca
- [0592] aggaagaagcaaaagttaagctcggaaagcaatttgggtaccgagcctaagactgcttgg
- [0593] agagatggtcaaagcctaagcagttataatagttcagatgatgaaaaggcttttaggttta
- [0594] gtgtctaatacatcaaaaagcctaaaacgcaaagcgaaagccaacagagggatagcttcc
- [0595] gatcctcagagcctatacgctaggaaacgaagagaaaggataaacgataggctaaagaca
- [0596] ttgcagagcctagttcctaattgggacaaaggctcgatataagcacaaatgctggaagatgct
- [0597] gtccattacgtgaagtctctgcagcttcaaataagctcttgagttcagaagatctatgg
- [0598] atgtatgcacctcttgtcacaatgggtctgaatatgggactacatcacaatcttttgtct
- [0599] cggttattttaa
- [0600] RSL5 核苷酸序列 (SEQ ID NO :12)
- [0601] TSPKDPQSLAAKNRRERISERLKILQELVPNGTKVDLVTMLEKAISYVKFLQVQVKVLATDEFWPAQ
- [0602] AtRHD6 bHLH 氨基酸序列 (SEQ ID NO :13)
- [0603] TSPKDPQSLAAKNRRERISERLKVQLQELVPNGTKVDLVTMLEKAIGYVKFLQVQVKVLADEFWPAQ
- [0604] AtRLD1 bHLH 氨基酸序列 (SEQ ID NO :14)
- [0605] GSANDPQSIAARVRRERISERLKVQLALIPNGDKVDMVTMLEKAISYVQCLEFQIKMLKNDSLWPKA
- [0606] PpRSL1 bHLH 氨基酸序列 (SEQ ID NO :15)

- [0607] GSANDPQSIAARVRRERISERLKVLAALIPNGDKVDMVTMLEKAITTYVQCLELQIKMLKND SIWPKA
- [0608] PpRSL2 bHLH 氨基酸序列 (SEQID NO :16)
- [0609] GSATDPQSVYARHRREKINERLKSLLQNLVPNGAKVDIVTMLDEATHYVKFLQNQVELLKSDELWIYA
- [0610] PpRSL5 bHLH 氨基酸序列 (SEQID NO :17)
- [0611] GSATDPQSVYARHRREKINERLKNLQNLVPNGAKVDIVTMLDEATHYVKFLQTQVELLKSDEFWMFA
- [0612] PpRSL6 bHLH 氨基酸序列 (SEQID NO :18)
- [0613] GSATDPQSVYARHRREKINERLKTLLQHLVPNGAKVDIVTMLDEATHYVQFLQLQVTLLKSDEYWMYA
- [0614] PpRSL3 bHLH 氨基酸序列 (SEQID NO :19)
- [0615] GSATDPQSVHARARREKIAERLRKLQHLIPNGGKVDIVTMLDEAVHYVQFLKRQVTLLKSDEYWMYA
- [0616] PpRSL4 bHLH 氨基酸序列 (SEQ ID NO :20)
- [0617] GSATDPQSVYARHRREKINERLKTLLQRLVPNGEQVDIVTMLEEAITHFVKFLEFQLELLRSDDRWMFA
- [0618] PpRSL7 bHLH 氨基酸序列 (SEQID NO :21)
- [0619] GAATDPQSLYARKRRERINERLRILQNLVPNGTKVDISTMLEEAVHYVKFLQLQIKLLSSDDLWMYA
- [0620] At4g33880 bHLH 氨基酸序列 (SEQID NO :22)
- [0621] GAATDPQSLYARKRRERINERLRILQHLVPNGTKVDISTMLEEAVQYVKFLQLQIKLLSSDDLWMYA
- [0622] At2g14760 bHLH 氨基酸序列 (SEQID NO :23)
- [0623] GTATDPQSLYARKRRERINERLKTLLQNLVPNGTKVDISTMLEEAVHYVKFLQLQIKLLSSDDLWMYA
- [0624] At1g27740bHLH 氨基酸序列 (SEQID NO :24)
- [0625] GIASDPQSLYARKRRERINDRLKTLLQSLVPNGTKVDISTMLEDAVHYVKFLQLQIKLLSSEDLWMYA
- [0626] At5g43175 bHLH 氨基酸序列 (SEQID NO :25)
- [0627] MAGPAGALWSTCDPQPIQQAEIFSGPDNQAGLMSFHVDTPFHWGSEPWALHSRSDDIALMSPSLVHDIS
PYDSVL
- [0628] HLSGVSGDVQDLVCGNPKFRQSGQWGQSEFSYSVQDNMQDLLTNQFIPYNTSSLGLNHLSPNFTDLDC
PVYNDT
- [0629] KAFGTVTHNRAVPSTNTQSAQHGSSTMVSSNRPISTASPTTQYGGPRTPSQTTQYGGSSMVTNSMEMF
ASAAPQ
- [0630] GIMTTSGLSGGCNSDLMHLPKRQHAHSLPPTTGRDLTASEVVGNSISNISGVGSFNSSQKSSASVMMS
PLAASS
- [0631] HMKAAAVSEELKMASFNPGPFVPTQKKQHEQQDTMTSNRIWADKNNLGKISSSPIPIMGFEQSQQQS
MSNSSP
- [0632] VTSLGFEQRQKMSMGSSPSITIIIGFEQRQKQPMSSSSPISNMVFEPQKQPMSSSSPISNIVFEQRQLP
TVGSSP
- [0633] PISISGFEPKKQPSLSNSPPLSNLGFQRLQPMNASPISNLPFEQQRQQATMSNTRSAEPDSVESTTK
WPLRMD
- [0634] GAIGGCAGLPSSQKAPVIMQPETGTMKCIPTMPSNAKACPAVQNANSVNRPLTVDDKDQTGSMNKK
SMQKFL
- [0635] GPQGCSRLESISALAHQKVSQSTTSGRALGPALNTNLKPRARQGSANDPQSIAARVRRERISERLKVLA
ALIPNG
- [0636] DKVDMVTMLEKAISYVQCLEFQIKMLKND SLWPKALGPLPNTLQELLELAGPEFAGIDGKNTEESSEKP

KKSALE

[0637] VIELDGNQPSAD *

[0638] Physcomitrella RHD6 样 1(PpRSL1) 氨基酸序列 (SEQ ID NO :26 ;

[0639] AB084930.1 GI :140084327)

[0640] atggcaggtccagcaggagctttatggagtacttgtgatccacagcctattcaacaggcagagatattt
agtgg

[0641] cctgacaaccaagctggtttgatgtcttttcatgtggatacccggttcattggggatctgaacatgg
gctctc

[0642] cactctcggtcagatgacatcgcccttgatgtccccctcgcttggttcacgacatatcaccttatgattct
gtcttg

[0643] catctttccggagtgtctggggatgtgcaagatttagtttgcggaatcccaaatttcgcaaagtggg
caatgg

[0644] gggcagagcgagttttcatactctgttcaggacaacatgcaagatctcctaaccaaccagttcataccg
tacaac

[0645] acatcttcattgggtttaaatcatctctccccgaatttcaccgacttgattgcgccacgggtatacaat
gatacc

[0646] aaggcttttggcactgttacacacaacagggcagtcaggagcactaataccagagtgtcagcacggg
agttcg

[0647] tctatggtttcaagtaacaggccaatcactagcacagcttctctactactcagtatggaggtccgagg
actcca

[0648] tcccaaaccaccagctacgggggttcattctatggttaccactcgatggaaatgtttgcttcagctgca
cctcag

[0649] ggtattatgactacatctggcttgagtggcggttgcaactcagacttgatgcatctgccgaagcgccag
catgct

[0650] cactctcttctctaccactggcagagatttaactgcatctgaagtggatatctggaaattcgatatca
aacatt

[0651] tccggggttggatcttttaacagcagccagaaaagcagtgcatccgtgatgatgtctccttttagctgct
tcttct

[0652] cacatgcacaaggctgctgctgtatctgaagaacttaagatggcaagtttcaaccctgggtccattcgta
cctacg

[0653] cagaaaaagcagcaacatgagcagcaggatacgatgacctctaategtatatggcgataagaacaac
ttggga

[0654] aaaattagttcatcgccattccgatcatggggtttgagcagagtcaacagcaatccatgagcaattcc
tccct

[0655] gttaccagtttggggtttgagcaaaggcaaaaaatgtccatgggtagctctcctccatcacgatcatt
ggattt

[0656] gagcaaagacagaagcaacctatgagtagttcttccccatttcaaacatggtttttgaaccaagacaa
aacag

[0657] ccaatgagtagctcttctcctatctctaattgtctttgagcaaagacaactcccaactgtgggtagc

tctcct

[0658] ccgatttcaatctcaggatttgagccaaagaacaaccatctttgagcaattctcctcccctctctaattctgggt

[0659] tttgagcaaaggctacaacccatgagtaatgcatctcctatttccaacttaccctttgagcaacaaagacaaca

[0660] gcaacatgagtaacaccagatctgcagaacccgattctgtcagagtctaccacgaagtggcccttgccgatggat

[0661] ggtgccataggtggatgtgctggcttaccagcagtcagaaagctcctgttatcatgcagcctgagactgggact

[0662] atgaagtgtcctattccgaggaccatgccagcaatgctaaggcttgcccagctgtgcagaatgctaattccgta

[0663] aacaagcgcctcttacggttgatgacaaggaccaaactggatcgatgaataagaagtcgatgcaaaagtttttg

[0664] ggacctcaaggttgtagcagacttgaaagtatcagtgccttagctcacaaaaagtgagtcaaagtacaacaagc

[0665] ggtcgtgctctagggcctgctttgaacaccaatctcaagcctcgtgcacgccaaaggagtgccaatgatccgcag

[0666] agcattgctgctaggggtgcgaagagaaagaataagtgagcggctcaaagttttgcaagccttgatacctaacggt

[0667] gataaagtggatatggtcaccatgctggagaaggctatcagctacgtgcagtggttggaaatttcagattaagatg

[0668] ttaaaaaatgactctttgtggcctaaggcgcttggccctctaccgaacactttgcaagagcttctcgaaattgct

[0669] gggccagagtttgccggcatagatggcaagaatactgaggagtcgtcagagaaaccgaagaaatctgctcttgaa

[0670] gtaattgagttggacggcaatcagccttctgctgactaa

[0671] Physcomitrella RHD6 样 1(PpRSL1) 核苷酸序列 (SEQ ID NO :27 ;

[0672] EF156393.1 GI :140084326)

[0673] MNKKPMQKALGPQGCSRLESISALAHQKVSQSASGRALGPALNTNLKPRARQGSANDPQSIAARVRERISERLK

[0674] VLQALIPNGDKVDMVTMLEKAITYVQCLELQIKMLKND SIWPKALGPLPNTLQELLELAGPEFSGTESKNVEEPP

[0675] AKPKKSAPDVIEFDGNQPSADKE *

[0676] Physcomitrella RHD6 样 2(PpRSL2) 氨基酸序列 (SEQ ID NO :28

[0677] AB084931.1 GI :140084334)

[0678] atgaataagaagcctatgcaaaaagctttgggacctcaaggatgcagcaggctagaaagcatcagtgcttttagct

[0679] catcaaaaagtgagtcagagtgcaagtggtcgtgcactagggcctgctctgaacaccaacctcaagcctcgtgct

- [0680] cgtcaagggagtgccaatgacccacagagcattgccgctagggttcgaagagaaaggataagtgagcgg
ctgaaa
- [0681] gttttgcaagccttgatacctaattggtgataaggtagatatggtgaccatgctggagaaggctatcacc
tacgtg
- [0682] cagtgtctggaactccagattaagatgttaaagaatgattctatctggcccaaggcgttgacacctta
ccaaac
- [0683] actcttcaagagcttctggagcttgctggaccagaattttctggaacggaaagcaagaatgtagaggag
ccccca
- [0684] gcgaagccaaagaaatcagctcctgacgttattgagttcgacggcaatcaaccttctgccgacaaagag
tag
- [0685] Physcomitrella RHD6 样 2 (PpRSL2) 核苷酸序列 (SEQ ID NO :29 ;
- [0686] EF156394.1 GI :140084333)
- [0687] GSATDPQSVYARHRREKINERLKLQHLVPNGAKVDIVTMLDEAIHYVQFLQLQVTLKSDYWMYA
- [0688] Physcomitrella RHD6 样 3 (PpRSL3) 氨基酸序列 (SEQ ID NO :30 ;
- [0689] AB084932.1 GI :140084346)
- [0690] gggttcagcgactgatccgcagagtgtatatgccaggcatagaaggagagaagatcaacgagcgcgttgaa
acatta
- [0691] cagcacttggtaccaaattggagctaaggtagacatcgtgaccatgcttgacgaagccattcactacgtc
caattt
- [0692] ctgcagctccaagtgacgctgttgaagtcggatgaatattggatgtacgcc
- [0693] Physcomitrella RHD6 样 3 (PpRSL3) 核苷酸序列 (SEQ ID NO :31 ;
- [0694] EF156395.1 GI :140084345)
- [0695] MTDLISILESSGSSREEMCPVAVPSSVASSCERLIWEGWTAQPSPEESTTSKLLPKLLPELETSSYSA
LTLQQP
- [0696] DALSSILSVLHPFSHYSSASLELARNPDWSLKSSNPLRESSSEAGIRTSSFEGLYSGQHTTKIHLGVI
PYHLSE
- [0697] DQRQCAVSPPENECRLLSANSSGSLHWWHSIGPESPSSTLAFHNIGIQHSTFEKCEPRGQSHSSWPAAS
GTSPTV
- [0698] QYFHAHSADNEGVEVVKQDDSQISKALATYQPHGDHSLVLNSDRIASTTSHSEDPCGPKPGRPAASYD
TEMILS
- [0699] PSESFLTTPNMLSTLECVISGASNISDQYMN FVREPQEQLSSISDLSLIPDSHADPHSIGFISGTFRT
DSHGTG
- [0700] IRKNRIFLSDEESDFLPKKRSKYTVRGDFQMDRFDVWGNTGLRGSSCPGNSVSQMMAIYEFGPALNRN
GRPRVQ
- [0701] RGSATDPQSVHARARREKIAERLRKLQHLIPNGGKVDIVTMLDEAVHYVQFLKRQVTLKSDYWMYAT
PTSYSRS
- [0702] KFDDCSLVPGENN *
- [0703] Physcomitrella RHD6 样 4 (PpRSL4) 氨基酸序列 (SEQ ID NO :32 ;
- [0704] AB084933.1 GI :140084359)

[0705] ATGACCGATCTGATTTTCGATCTTGGAGTCATCAGGGTCATCACGAGAGGAGATGTGCCCTGTTGCTGTG
CCAAGC

[0706] TCCGTGGCTTCTTCTTGTGAAAGGTTGATATGGGAGGGGTGGACTGCACAACCATCTCCTGTGGAAGAA
AGCACC

[0707] ACCAGCAAGTTACTTCCAAAGCTACTTCCAGAGCTCGAGACATCATCCTACTCTGCACTCACCCCTCAG
CAACCT

[0708] GATGCGCTCTCCAGCATACTTTCAGTCCTCCACCCTTTTCTCATTACAGTTCGGCCAGTTTAGAACTC
GCTCGC

[0709] AATCCTGACTGGAGCTTGAAATCTTCAAAATCCTCTGCGGGAAAGCAGCTCGGAGGCTGGCATCCGAACC
TCATCT

[0710] TTCGAAGGCTTGTAATCTGGTCAGCACACCACCAAAAAGATTCAATTTGGGGGTCATACCCTACCACTTG
TCCGAA

[0711] GATCAGCGCCAGTGCGCTGTCAGTCCTCCGAAAAATGAGTGCCGCCTACTGTCTGCAAATTCCTCTGGA
TCCCTT

[0712] CACTGGTGGCATTCCATAGGCCCCGAGTCTCCTTCTCTACTCTTGCAATTCATAATATTGGGATCCAA
CACTCT

[0713] ACCTTCGAAAAGTGTGAGCCTAGGGGCCAGTCGCACTCATCATGGCCAGCGGCCAGCGGCACGTCGCCA
ACAGTT

[0714] CAATACTTTTCATGCCCATCTGCAGATAATGAAGGTGTCGAGGTCGTCAGCAAGATGACTCGCAGATA
TCCAAG

[0715] GCTCTGGCGACCTATCAACCCACGGCGACCATAGTCTCGTGCTAAATTCAGACCGCATTGCAAGCACA
ACCAGC

[0716] CACTCAGAAGATCCTTGCGGCCCTAAACCTGGACGCAGACCAGCTGCATCATACGACACCGAGATGATT
CTTAGC

[0717] CCAAGTGAGAGTTTCTTGACAACTCCCAATATGTTATCAACGTTGGAGTGCCTAATATCCGGTGCAAGT
AACATA

[0718] TCTGATCAGTATATGAACTTCGTGAGAGAACCGCAGGAGCAAAGGCTGTCCTCTATCTCCGATCTGTCC
CTTATT

[0719] CCTGACAGCCACGCGGATCCGCACAGTATCGGATTTATCTCTGGGACCTTTAGAACAGACTCCACGGA
ACTGGA

[0720] ATAAGAAAGAACCGCATCTTTCTCAGTGATGAGGAATCCGACTTCTTGCCTAAGAAGCGATCCAAGTAC
ACGGTC

[0721] CGCGGCGATTTTCAGATGGATCGCTTCGACGCAGTTTGGGGGAATACCGGTCTTCGGGGATCTAGCTGT
CCTGGA

[0722] AATTGAGTATCCCAGATGATGGCGATTTACGAATTCGGACCCGCACTGAACAGGAACGGCAGGCCGCGA
GTACAA

[0723] CGTGGTTCGGCGACTGATCCGCAGAGTGACACGCCAGGGCGCGGAGGGAGAAAATCGCCGAGCGCTTG
AGAAAG

[0724] TTGCAGCACCTCATTCCAAACGGCGGGAAGGTGGACATCGTAACCATGCTCGACGAAGCCGTTCACTAT

GTTTCAG

[0725] TTTTGAAGCGACAAGTTACGCTTCTGAAATCCGACGAGTATTGGATGTACGCCACGCCGACCTCGTAC
CGGAGC

[0726] AAATTCGACGACTGCAGTCTGGTTCCCGGCGAGAACAACTGA

[0727] Physcomitrella RHD6 样 4(PpRSL4) 核苷酸序列 (SEQ ID NO :33 ;

[0728] EF156396.1 GI :140084358)

[0729] MVQLYMSSVVEEQRETMTVQPYVSSMDSGSTSGRQTPSCVVQQGSNTFETSNLWEEWTQASNGDDTVSTSN
FLPEIS

[0730] SFTSSRSLSFQQSDSLTTWMSGFPPLSQTALSPDLSSHSDPVDHPPAFMQEGLGPGDSILDYSPALTEMY
PKSSSK

[0731] HNSSDCLPYPAASAPDKKMTDHELGSAISLAYDRGTVSRQLLRALGPLSPSSPLALQNLQNLGDPWD
ASPSAM

[0732] PWPMATTGHAYGPGATRTSIPDHLANAINHLEGIAPSSASHASKPRHTDIFIAPNGTFDSTPGGWTPQY
YDGSVT

[0733] TDESVKAMKLIASLREAGHAEATIGFCTESKPSFLRGGDRITSPVDSFFGKCVGAKTSIKQACSGKHPL
ELEEIIV

[0734] DSENSELNPTQLKRSKLFENHPNALWSDQSMNGRELRSYSHLVGSSLTASQPMDI I AIGPALNTDGKPR
AKRGSA

[0735] TDPQSVYARHRREKINERLKSLQNLVPNGAKVDIVTMLDEAIIHYVKFLQNQVELLKSDELWIYATPNKY
NGMDIS

[0736] DLSDMYLQELESRA *

[0737] Physcomitrella RHD6 样 5(PpRSL5) 氨基酸序列 (SEQ ID NO :34 :

[0738] AB084934.1 GI :140084368)

[0739] ATGGTGCAGTTATACATGTCCTCAGTTGAAGAGCAGCGGGAACAATGGTACAGCCATACGTCTCAAGC
ATGGAC

[0740] TCAGGCTCAACGTCGGGGCGCCAGACGCCATCTTGGTCGTTACAGAGGAAGTAACACATTTGAGACT
TCGAAT

[0741] CTGTGGGAGGAATGGACGCAAGCATCGAACGGCGACGATACAGTCTCCACCAGCAATTTCTCCCCGAA
ATCAGT

[0742] TCCTTCACGTCGAGTCGTCTCTCCTTCCAGCAAAGCGACTCTCTCACCCTTGATGTCAGGGTTCCCT
CCCCTC

[0743] TCCCAAACCTGCCTTGAGCCCGGATCTTAGTCACTCCTCCGACCCCGTGGATCATCCCCAGCATTTCATG
CAGGAG

[0744] GGTTTAGGCCCCGGTGATTCTATTCTGGACTATTCCCCCGCTCTCACAGAGATGTACCCGAAAAGTAGC
TCCAAA

[0745] CATAATTCCTCGGATTGTTTACCTTACCCTGCGGCCAGTGCACCAGACAAAAAATGACTGATCACGAA
CTAGGT

[0746] TCGGCTATTTCCCTCGCGTATGATAGAGGCACCGTTTCCCGCCAGCTTCTTCGAGCCTTGGGCCCATTG
TCGCCT

[0747] TCATCGCCTCTAGCATTGCAGAAATGGGCTGCAAAACCCGCTTGGGGACCCCTGGGATGCTTCTCCATCT
GCAATG

[0748] CCGTGGCCAATGGCAACAACCGGTCATGCTTATGGACCAGGCGCCACCAGGACTTCTATTCCAGATCAC
TTAGCA

[0749] AATGCAATTAATCACCTGGAGGGCATTGCACCGTCCAGTGCCAGTCATGCATCGAAACCTCGTCACACT
GATATT

[0750] TTCATTGCACCCAATGGCACGTTGATTGACGCCGGGAGGTTGGACACCGCAGTATTACGATGGGTCC
GTGACG

[0751] ACAGATGAGTCTGTGAAGGCGATGAAGCTGATTGCGTCCCTACGTGAAGCAGGCCACGCAGAGGCTACA
ATTGGA

[0752] TTCTGTACAGAGAGCAAGCCTAGTTTCTCAGGGGTGGGGACAGAACAACCTCGCCAGTGGACAGCTTC
TTCGGC

[0753] AAATGTGTAGGGGCCAAAACGAGTATAAAGCAAGCCTGTTCTGGGAAACACCCTCTTGAACCTGAGGAG
ATCGTT

[0754] GATAGTGAAAACAGTGAATTAAATCCCACCCAGCTCAAACGCTCTAACTTTTTGAGAATCATCCGAAT
GCCTTG

[0755] TGGAGCGATCAGAGTATGAATGGAAGAGAACTGAGATCGTACTCTCATTTGGTTGGCAGCAGTCTTACT
GCATCG

[0756] CAGCCCATGGACATAATTGCAATTGGCCCAGCGCTCAACACTGATGGCAAACCACGAGCAAAGCGGGGT
TCAGCA

[0757] ACCGATCCTCAGAGTGTTTACGCTAGACATAGGAGAGAAAAAATCAACGAACGATTGAAGAGTTTACAA
AACCTA

[0758] GTACCTAATGGAGCCAAGGTTGACATAGTAACCATGCTGGACGAAGCTATACATTACGTCAAATTTTTA
CAAAAT

[0759] CAAGTTGAGCTGCTGAAGTCCGACGAGTTGTGGATTTACGCAACACCAAATAAGTACAACGGCATGGAC
ATTTCC

[0760] GACCTCTCTGACATGTATTTGCAGGAGCTGGAGTCACGTGCGTGA

[0761] Physcomitrella RHD6 样 5 (PpRSL5) 核苷酸序列 (SEQ ID NO :35 ;

[0762] EF156397.1 GI :140084367)

[0763] MVRFNMYMPVQEQL EAMTDQH T PSMDSVSSAGEKTSSCIVQQGNASETSNLWEEWTQGSNGDDSVSTS
NFLPEL

[0764] NSSTSSRLAFHQSDILSTWISGYHPLSQSSLSEFSHTSDRENHPPAFMQEGLIPSGLIILSDPALTDI
YTRSSS

[0765] SDSLPYPTARIMDKALTDHELESAPLAYEKGCVPPQVLRNLGPLSPSSPLAFQNGLLNPLRDPWDSCP
SALPWS

[0766] NVTASQTYGQVTTTRTFIPDHSASAIKLEAVATITAGYGASKPQHTDVFIEPNGTFQSTPAGWAPQFY
DGSEAT

[0767] GLLVKPMRAIASLGEAGCGEATSEFCTKTKPGLLKGGDTITSPVGSLLGDCKKAESSMKQVWPGKHRLE
LVELVD

[0768] GEDTKSSPTQLKRPKHSTDYANVLLSDHILKGAE LRSYFHS GDVGLNASQAMDII VIGPALNTNGKPRA
KRG SAT

[0769] DPQSVYARHRREKINERLKNLQNLVPNGAKVDI VTMLDEA IHYVKFLQTQVELLKSDEFWMFANPHNYN
GIDISD

[0770] PSSMHSPELESNI *

[0771] Physcomitrella RHD6 样 6 (PpRSL6) 氨基酸序列 (SEQ ID NO :36 ;

[0772] AB084935.1 GI :140084376)

[0773] ATGGTGCGGTTTAACTACATGTACCCGGTTCAAGAGCAGCTGGAAGCCATGACGGACCAACACACCCCA
AGCATG

[0774] GATTCGGTCTCGTCCGCCGAGAGAAGACATCCTCTTG CATCGTCCAGCAGGGAGGAAATGCATCCGAA
ACTTCA

[0775] AACTTGTGGGAAGAATGGACACAAGGGTCGAACGGCGACGATTCTGTCTCTACCAGCAACTTCTCTCCC
GAACTG

[0776] AATTCCTCCACCTCCAGTCGTCTCGCATTCACCAAAGCGACATTCTTTCCACTTGGATCTCAGGCTAC
CACCCA

[0777] CTCTCGCAAAGCAGCCTGAGTTCCGAATTCAGCCACACCTCCGACCGCGAGAATCACCCCCCAGCATTC
ATGCAA

[0778] GAGGGTTTAATCCCCAGTGGTTTAATTCTTGACTCTGATCCTGCTCTCACAGATATTTATACGAGAAGC
AGCTCC

[0779] TCGGACTCTTTGCCATACCCACGGCTAGGATCATGGACAAAGCATTGACCGATCACGAGCTTGAGTCT
GCTGTC

[0780] CCACTTG CATATGAAAAAGGCTGCGTTCTCTCCCAGGTTCTGCGTAACCTAGGGCCATTGTACCTTCT
TCGCCT

[0781] CTGGCATTCCAGAATGGACTGCTAAACCCCTCAGGGACCCTTGGGATTCTGTGCCATCTGCATTGCCA
TGGTCA

[0782] AATGTGACCACAGCCAGCCAGACTTACGGTCAAGTGACAACCAGGACTTTCATTCCAGATCACTCTGCA
AGTGCA

[0783] ATCGACAAGTTGGAGGCCGTCGCAACGATCACTGCCGGATACGGCGCGTCGAAACCACAACATACTGAC
GTCTTC

[0784] ATAGAACCCAAACGGGACGTTTCAGTCGACTCCGGCAGGGTGGGCACCGCAGTTTTACGATGGATCCGAG
GCGACG

[0785] GGCCTGTTGGTCAAGCCAATGAGGGCCATCGCATCTCTGGGTGAAGCCGGCTGTGGGGAGGCCACTAGT
GAATTC

[0786] TGCACAAAGACCAAGCCAGGACTTCTCAAAGGTGGGGACACAATAACCTCGCCGGTGGGTAGCCTGTTG
GGCGAT

[0787] TGCAAAAAAGCTGAGTCAAGTATGAAGCAAGTTTGGCCTGGAAAACACCGTCTTGAACCTCGTGGAAC TA
GTCGAT

[0788] GGTGAAGACACCAAATCAAGTCCCACCCAGCTCAAACGGCCGAAACATTCTACGGATTATGCGAATGTC
CTGTTG

- [0789] AGCGATCATATTCTGAAAGGAGCGGAGCTGCGGTCCTACTTCCATTCTGGTGATGTTGGTCTAAATGCA
TCTCAA
- [0790] GCGATGGACATTATTGTAATTGGCCCAGCCTTGAATACTAATGGCAAGCCGCGAGCTAAACGGGGTTCA
GCCACC
- [0791] GATCCCCAGAGTGTGTACGCTAGACATAGGCGAGAAAAAATCAACGAACGACTGAAGAATTTACAAAAT
CTCGTG
- [0792] CCAAATGGAGCCAAGGTTGACATTGTGACCATGCTAGACGAAGCCATACACTACGTCAAATTCTTGCAA
ACTCAA
- [0793] GTTGAGCTGCTGAAATCCGACGAGTTCTGGATGTTGCGAAATCCACACAACTACAACGGCATAGATATC
TCCGAT
- [0794] CCCTCTAGCATGCATTGCCGAGCTGGAGTCGAATATTTAG
- [0795] Physcomitrella RHD6 样 6 (PpRSL6) 核苷酸序列 (SEQ ID NO :37 ;
- [0796] EF156398.1 GI :140084375)
- [0797] GSATDPQSVYARHRREKINERLKTQLRQVPNGEQVDIVTMLEEA IHFVKFLEFQLELLRSDDRWMFA
- [0798] Physcomitrella RHD6 样 7 (PpRSL7) 氨基酸序列 (SEQ ID NO :38 ;
- [0799] AB084936.1 GI :140084384)
- [0800] Gggtcagctactgatcctcagagtgtgtacgcaaggcatcgccgggagaagattaacgagcgcctaaag
acattg
- [0801] cagcggttggttcctaacggagaacaggctcgacattgtgacatgctggaagaagccattcactttgtc
aaattt
- [0802] ttggagttccaactggagctgttgcgatccgatgatcgctggatgttcgcc
- [0803] Physcomitrella RHD6 样 7 (PpRSL7) 核苷酸序列 (SEQ ID NO :39 ;
- [0804] EF156399.1 GI :140084383)
- [0805] LNTNLKPRAKQGCANDPQSIAARQRRERISDRLKILQELIPNGSKVDLVTMLEKAINYVKFLQLQVKVL
MNDEYW
- [0806] PPKGD
- [0807] 江南卷柏 SmRSLa 氨基酸序列 (SEQ ID NO :40)
- [0808] CTCAACACTAATCTTAAGCCGCGAGCAAAGCAAGGTTGTGCTAATGATCCACAAAGCATTGCTGCCAGA
CAACGA
- [0809] AGAGAACGGATAAGTGACCGGCTTAAATCCTGCAGGAGCTCATACAAATGGATCCAAGGTCGATCTG
GTAACC
- [0810] ATGCTGGAGAAGGCCATCAACTACGTCAAGTTCTTGCAATTGCAAGTCAAAGTTCTTATGAACGATGAG
TATTGG
- [0811] CCACCAAAGGGAGAT
- [0812] 江南卷柏 SmRSLa 核苷酸序列 (SEQ ID NO :41)
- [0813] LNTNLKPRAKQGCANDPQSIAARQRRERISDRLKILQELIPNGSKVDLVTMLEKAINYVKFLQLQVKVL
MNDEYW
- [0814] PPKGD
- [0815] 江南卷柏 SmRSLb 氨基酸序列 (SEQ ID NO :42)

- [0816] CTCAACACTAATCTTAAGCCGCGAGCAAAGCAAGGTTGTGCTAATGATCCACAAAGCATTGCTGCCAGA
CAACGA
- [0817] AGAGAACGGATAAGTGACCGGCTTAAAAATCCTGCAGGAGCTCATACCAAATGGATCCAAGGTCGATCTG
GTAACC
- [0818] ATGTTGGAGAAGGCCATCAACTACGTCAAGTTCCTTGCAATTGCAAGTCAAAGTTCTTATGAACGATGAG
TATTGG
- [0819] CCACCAAAGGGAGAT
- [0820] 江南卷柏 SmRSLb 核苷酸序列 (SEQ ID NO :43)
- [0821] LNTNFKPRARQGSANDPQSIARHRRERISDRLKILQELVPNSTKVDLVTMLEKAINYVKFLQLQVKVL
TSDDYW
- [0822] P
- [0823] 江南卷柏 SmRSLc 氨基酸序列 (SEQ ID NO :44)
- [0824] CTCAACACCAATTTCAAGCCTCGAGCCAGGCAGGGAAGCGCCAATGATCCCCAGAGCATCGCTGCTAGA
CATCGC
- [0825] CGGGAGAGGATCAGTGACAGGCTCAAGATCTTGCAAGAGCTCGTTCCAAACAGCACAAAGGTTGATCTA
GTGACG
- [0826] ATGCTGGAGAAGGCCATCAATTACGTCAAGTTCCTCCAGCTGCAAGTTAAGGTGCTTACGTCGGACGAC
TACTGG
- [0827] CCA
- [0828] 江南卷柏 SmRSLc 核苷酸序列 (SEQ ID NO :45)
- [0829] LNTNFKPRARQGSANDPQSIARHRRERISDRLKILQELVPNSTKVDLVTMLEKAINYVKFLQLQVKVL
TSDDYW
- [0830] P
- [0831] 江南卷柏 SmRSLd 氨基酸序列 (SEQ ID NO :46)
- [0832] CTCAACACCAATTTCAAGCCTCGAGCCAGGCAGGGAAGCGCCAATGATCCCCAGAGCATCGCTGCTAGA
CATCGC
- [0833] CGGGAGAGGATCAGTGACAGGCTCAAGATCTTGCAAGAGCTCGTTCCAAACAGCACAAAGGTTGATCTA
GTGACG
- [0834] ATGCTGGAGAAGGCCATCAATTACGTCAAGTTCCTCCAGCTGCAAGTTAAGGTGCTTACGTCGGACGAC
TATTGG
- [0835] CCA
- [0836] 江南卷柏 SmRSLd 核苷酸序列 (SEQ ID NO :47)
- [0837] LNTDGKPRAKRGSAIDPQSIYARRRERINERLRALQGLVPNGAKVDIVTMLEEA INYVKFLQLQVKLL
SSDEYW
- [0838] MYAPT
- [0839] 江南卷柏 SmRSLe 氨基酸序列 (SEQ ID NO :48)
- [0840] CTAAACACCGACGGAAGCCACGCGCAAAGCGTGGATCTGCCACGGACCCGCAAAGCATCTACGCTCGG
CAAAGA
- [0841] AGAGAAAGGATCAACGAGCGTTTGAGAGCGCTACAAGGACTCGTACCAAACGGAGCGAAGGTTGACATT

GTGACG

[0842] ATGCTCGAGGAAGCCATCAACTATGTCAAGTTTTTGCAGCTGCAAGTAAAGCTGCTCAGCTCGGACGAG
TATTGG

[0843] ATGTACGCCCCACA

[0844] 江南卷柏 SmRSL_e 核苷酸序列 (SEQ ID NO :49)

[0845] LNTNGKPRAKRGSA TDPQSVYARHRRERINERLKT LQHLPNGAKVDIVTMLEEA IHYVKFLQLQVNML
SSDEYW

[0846] IYAPT

[0847] 江南卷柏 SmRSL_f 氨基酸序列 (SEQ ID NO :50)

[0848] CTCAACACGAATGGCAAGCCCAGAGCAAAGCGTGGATCTGCAACAGATCCCCAAAGCGTTTACGCAAGG
CACCGG

[0849] AGAGAGAGGATCAACGAGAGGCTCAAACTTTACAACACCTTGTTCCAAATGGTGCAAAGGTTGACATA
GTGACA

[0850] ATGCTTGAAGAAGCAATACATTACGTGAAGTTTCTACAGCTGCAAGTCAACATGTTAAGCTCTGATGAG
TACTGG

[0851] ATTTATGCACCCACA

[0852] 江南卷柏 SmRSL_f 核苷酸序列 (SEQ ID NO :51)

[0853] LNTNGKPRAKRGSA TDPQSVYARHRRERINERLKT LQHLPNGAKVDIVTMLEEA IHYVKFLQLQVNML
SSDEYW

[0854] TYAPT

[0855] 江南卷柏 SmRSL_g 氨基酸序列 (SEQ ID NO :52)

[0856] CTCAACACGAATGGCAAGCCCCGAGCAAAGCGTGGATCTGCAACAGATCCCCAAAGCGTTTATGCAAGG
CACCGG

[0857] AGAGAGAGGATCAACGAGAGGCTCAAACTTTACAACACCTTGTTCCAAATGGTGCAAAGGTTGACATT
GTGACA

[0858] ATGCTTGAAGAAGCAATACATTACGTGAAGTTTCTACAGCTGCAAGTCAACATGTTAAGCTCTGATGAG
TACTGG

[0859] ACTTATGCACCCACA

[0860] 江南卷柏 SmRSL_g 核苷酸序列 (SEQ ID NO :53)

[0861] LNTDGKPRAKRGSA TDPQSIYARQRRERINERLRALQGLVPNGAKVDIVTMLEEA INYVKFLQLQVKLL
SSDEYW

[0862] MYAPT

[0863] 江南卷柏 SmRSL_h 氨基酸序列 (SEQ ID NO :54)

[0864] CTA AACACCCGACGGAAAGCCACGCGCAAAGCGTGGATCTGCCACGGACCCGCAA
GTATCTACGCTCGGCAAAGA

[0865] AGAGAAAGGATCAACGAGCGTTTGAGAGCGCTACAAGGACTCGTACCAAACGGAGCGAAGGTTGACATT
GTGACG

[0866] ATGCTCGAGGAAGCCATCAACTATGTCAAGTTTTTGCAGCTGCAAGTAAAGCTGCTCAGCTCGGACGAG
TATTGG

- [0867] ATGTACGCCCCACA
- [0868] 江南卷柏 SmRSLh 核苷酸序列 (SEQ ID NO :55)
- [0869] MMAAQASSKRGMLLPREAVLYDDEPSMPLEILGYHNGVGGGGCVDADYYYSWSGSSSSSSSVLSFDQ
AAVGGs
- [0870] GGGCARQLAFHPGGDDDDCAMWMDAAAGAMVENTSVVAGGGNNYCHRLQFHGGAAGFGLASPGSSVVDN
GLEIHE
- [0871] SNVSKPPPPAAKKRACPSGEARAAGKKQCRKGSKPNAASASSPSPSPSPSPNKEQPQSAAAKVRRE
RISERL
- [0872] KVLQDLVPNGTKVDLVTMLEKAINYVKFLQLQVKVLATDEFWPAQGGKAPELSQVKDALDAILSSQHPN
K *
- [0873] 稻属 (*Oryza sativa* subsp. Japonica) OsRSLa 氨基酸序列 (SEQ ID NO :
- [0874] 56 ;LOC_Os01g02110.1 11971.m06853)
- [0875] ATGATGGCAGCTCAGGCAAGCAGCAAGCGCGGCATGCTGCTGCCACGGGAGGCGGTGCTCTACGACGAC
GAGCCC
- [0876] TCCATGCCGCTGGAGATCTTGGGCTACCACGGCAATGGCGTCGGCGGCGGTGGCTGCGTTGACGCCGAT
TACTAC
- [0877] TACAGCTGGTCGGGGTCCAGCTCCAGCTCCAGCTCGTCGGTGCTCAGCTTTGACCAGGCGGCGGTGGC
GGCAGC
- [0878] GGCGGCGGCTGCGCCCGGCAGCTGGCTTTCCATCCCGGCGGCGACGACGACGACTGCGCCATGTGGATG
GACGCC
- [0879] GCCGCCGGCGCCATGGTCGAGAACACGTCTGTCTGTCGCCGGCGGCGGCAACAACACTACTGTCTATCGCCTG
CAGTTC
- [0880] CACGGCGGCGCCGCCGGTTTCGGACTCGCGAGCCCAGGCTCGTCGGTCGTTGACAACGGCCTCGAAATC
CACGAG
- [0881] AGCAACGTCAGCAAGCCGCCACCGCCGGCAGCCAAGAAGCGCGCATGCCCGAGCGGCGAGGCGAGAGCA
GCGGGG
- [0882] AAGAAGCAGTGCAGGAAAGGGAGCAAGCCAAACAAGGCTGCTTCTGCTTCTTCTCCTTCTCCTTCTCCT
TCTCCT
- [0883] TCTCCTTCTCCTAACAAGGAACAACCTCAAAGCGCCGCTGCAAAGGTAAGAAGAGAGCGGATCAGTGAG
AGGCTC
- [0884] AAAGTTCTTCAGGATCTCGTGCCTAATGGCACAAAGGTAGACTTGGTCACCATGCTAGAAAAGGCGATC
AACTAC
- [0885] GTCAAATTCCTCCAGCTGCAAGTGAAGGTTTTGGCTACTGATGAGTTCTGGCCGGCACAAGGAGGGAAA
GCACCA
- [0886] GAGCTCTCTCAAGTCAAGGACGCCTTGGACGCCATCCTATCTTCTCAGCATCCAAACAAATGA
- [0887] 稻属 OsRSLa 核苷酸序列 (SEQ ID NO :57 ;LOC_Os01g02110.1
- [0888] 11971.m06853)
- [0889] MRMALVRERAMVYGGGCDAEAFGGGFESSQMGYGHDAALLDIDAAALFGGYEAAASAGCALVQDGAAGWA
GAGASS

- [0890] SVLAFDRAAQAEAECDAWIEAMDQSYGAGGEEAPYRSTTAVAFDAATGCFSLTERATGGGGGAGGRQF
GLLFPS
- [0891] TSGGGVSPERAAPAPAPRGSSQKRAHAESSQAMSPSKKQCGAGRKAGKAKSAPTTPTKDPQSLAAKNRRE
RISERL
- [0892] RILQELVPNGTKVDLVTMLEKAI SYVKFLQLQVKVLATDEFWPAQGGKAPEISQVKEALDAILSSSSPL
MGQLMN
- [0893] *
- [0894] 稻属 OsRSLb 氨基酸序列 (SEQ ID NO :58 ;LOC_0s02g48060.1
[0895] 11972. m09840)
- [0896] ATGCGCATGGCGCTGGTGCGGGAGCGCGCGATGGTGTACGGTGGAGGGTGGCAGCCGAGGCGTTTCGGC
GGCGGG
- [0897] TTCGAGTCGTCCCAGATGGGGTACGGCCACGACGCGCTGCTCGACATCGACGCGGCGGCGCTGTTTCGGG
GGGTAC
- [0898] GAGGCGGCCGCCAGCGCCGGGTGCGCCCTCGTGCAGGACGGCGCCGCGGGGTGGGCGGGCGCGGGCGCG
TCGTCC
- [0899] TCGGTGCTGGCGTTTCGACCGCGCCGCTCAGGCGGAGGAGGCCGAGTGCACGCGTGGATCGAAGCCATG
GACCAG
- [0900] AGCTACGGCGCCGGCGGGCGAGGCGGCGCCGTACCGGTCGACGACGGCCGTCGCCTTCGACGCGGCCACC
GGCTGC
- [0901] TTCAGCCTGACGGAGAGAGCCACCGGCGGCGGCGGCGGGTGGGCGGCAGTTCGGGCTGCTGTTC
CCGAGC
- [0902] ACGTCGGGCGGCGGCGTCTCCCCGAACGCGCCGCGCGGCGCGGCGCCCGCGGCTCGCAGAAGCGG
GCCCCAC
- [0903] GCGGAGTCGTGCGAGGCCATGAGCCCTAGCAAGAAGCAGTGCGGCGCCGGCAGGAAGGCGGGCAAGGCC
AAGTCG
- [0904] GCGCCGACCACCCCAACCAAGGACCCGCAAAGCCTCGCGGCCAAGAATCGGCGCGAGAGGATCAGCGAG
CGGCTG
- [0905] CGGATCCTGCAGGAGCTCGTGCCCAACGGCACCAAGGTCGACCTCGTCACCATGCTCGAGAAGGCCATC
AGCTAC
- [0906] GTCAAGTTCCTCCAGCTTCAAGTCAAGTTCTTGCGACGGACGAGTTCTGGCCGGCGCAGGGAGGGAAG
GCGCCG
- [0907] GAGATATCCCAGGTGAAGGAGGCGCTCGACGCCATCTTGTCGTCGTCGTCGCGGCTGATGGGACAATC
ATGAAC
- [0908] TGA
- [0909] 稻属 OsRSLb 核苷酸序列 (SEQ ID NO :59 ;LOC_0s02g48060.1
[0910] 11972. m09840)
- [0911] MAMVAGDEAMSVPHDVGVVVDPEAAGTAPFDAGAGYVPSYGQCQYYYYYDDHHHHPCSTELIHAGDAG
SAVAVA
- [0912] YDGVGDGWHAAAAATSPSSSSALTFDGHGAEEHSAVSWMDMDMDAHGAAPPLIGYGPTAATSSPSSCFS

SGGSGD

[0913] SGMVMVTTTTTPRSAAASGSQRRARPPPSPLQGSELHEYSSKKQRANNKETQSSAAKSRRERISERLRALQ
ELVPSG

[0914] GKVDMTMLDRAISYVKFMQMQLRVLETDAFWPASDGATPDISRVKDALDAIILSSSSPSQKASPPRSG
*

[0915] 稻属 OsRSLc 氨基酸序列 (SEQ ID NO :60 ;LOC_0s06g30090.1

[0916] 11976.m07553)

[0917] ATGGCTATGGTGGCCGGCGACGAGGCGATGTCAGTGCCATGGCACGACGTCGGCGTCGTCGTCGACCCC
GAGGCG

[0918] GCCGGGACGGCGCCGTTTCGACGCCGGCGCCGGCTATGTCCCATCGTACGGTCAGTGCCAATACTACTAC
TACTAC

[0919] GACGACCACCACCACCACCCGTGCAGCACGGAGCTGATCCACGCGGGCGACGCTGGCAGTGCGGTTGCG
GTTGCG

[0920] TACGACGGCGTCGACGGCTGGGTTACGCCGCCGCCGACCCACCTCCCCGTCTCTGTCATCTGCGCTC
ACCTTC

[0921] GATGGTCACGGCGCCGAGGAGCACAGCGCAGTGTCGTGGATGGACATGGACATGGACGCGCACGGCGCC
GCGCCT

[0922] CCCCTAATCGGCTACGGCCCGACGGCGGGCGACCTCCTCCCCCTCCTCTGCTTCAGCTCCGGCGGCTCC
GGCGAC

[0923] AGCGGCATGGTGATGGTGACCACCACCACCCGAGGAGCGCCGCCCTCTGGTTTCGAGAGGCGGGCA
CGCCCG

[0924] CCGCCGTCGCCGTTGCAGGGATCAGAGCTGCACGAGTACTCCAAGAAGCAGCGGCCAACAACAAGGAG
ACACAG

[0925] AGCTCAGCTGCCAAGAGCCGGCGGGAGAGGATCAGCGAGCGGCTGAGGGCGCTGCAGGAGCTGGTGCCG
AGCGGC

[0926] GGGAAGGTGGACATGGTGACCATGCTGGACAGGGCCATCAGCTACGTCAAGTTCATGCAGATGCAGCTC
AGGGTG

[0927] CTGGAGACCGACGCGTTCTGGCCGGCGTCCGACGGCGCCACGCCGGACATCTCCCGGGTCAAGGACGCG
CTCGAC

[0928] GCCATCATCCTCTCCTCGTCTCGCCCTCGAAAAAGGCTTCTCCTCCTCGGTCGGGCTAG

[0929] 稻属 OsRSLc 核苷酸序列 (SEQ ID NO :61 ;LOC_0s06g30090.1

[0930] 11976.m07553)

[0931] MEDSEAMAQLLGVQYFGNDQEQQQPAAAAAPPAMYWPAHDAADQYYGSAPYCYMQQQQHYGCYDGGAMVA
GGDFV

[0932] PEEQLVADPSFMVDLNLFEFDQHGGDAGGAGSSAAAAAATKMTPACKRKVEDHKDESCTDNVARKKAR
STAATV

[0933] VQKKGKNKAQSKKAQKGACSRSSNQKESNGGGDGGNVQSSSTNYLSDDDSLSEMTSCSNVSSASKSS
LSSPAT

[0934] GHGGA KARAGGAATDPQSLYARKRRERINERLKILQNLIPNGTKVDISTMLEEAVHYVKFLQLQIKLL

SSDDMW

[0935] MFAPIAYNGVNVGLDLKISPPQQQ *

[0936] 稻属 OsRSLd 氨基酸序列 (SEQ ID NO :62 ;LOC_Os03g10770.1

[0937] 11973.m06529)

[0938] ATGGAGGACTCGGAGGCGATGGCGCAGCTGCTCGGCGTGCAGTACTTCGGCAATGACCAGGAGCAGCAG
CAGCCG[0939] GCGGCGGCGGCGCCGCCGGCGATGTACTGGCCGGCGCACGACGCGGCCGACCAGTACTACGGCTCGGCG
CCATAC[0940] TGCTACATGCAGCAGCAGCAGCATTACGGGTGCTACGACGGCGGCGCGATGGTGGCCGGCGGCGACTTC
TTCGTG[0941] CCGGAGGAGCAGCTGGTGGCCGACCCGAGCTTCATGGTGGACCTGAACCTCGAGTTCGAGGACCAGCAC
GGCGGC[0942] GATGCTGGCGGCGCTGGGAGCAGCGCCGCCGCCGCCGCCGCCACCAAGATGACACCGGCGTGCAAG
AGGAAG[0943] GTTGAGGATCACAAGGATGAGAGCTGCACGGACAACGTGCGGAGGAAGAAGGCGCGCTCCACGGCAGCA
ACAGTG[0944] GTGCAGAAGAAGGGTAATAAGAACGCGCAGTCAAAGAAGGCGCAGAAGGGCGCGTGCAGCCGGAGCAGC
AACCAG[0945] AAGGAGAGCAATGGCGGCGGCGACGGCGGCAATGTGCAGAGCTCGAGCACCAACTACCTCTCTGATGAC
GACTCG[0946] CTGTCGCTGGAGATGACTTCGTGCAGCAACGTGAGCTCGGCGTCCAAGAAGTCGTCGTTGTCATCGCCG
GCGACC[0947] GGGCACGGCGGCGCGAAGGCGAGGGCCGGGCGGGGCGGGCGACCGATCCGCAAAGCCTCTATGCCAGG
AAGAGG[0948] AGAGAAAGGATCAATGAACGGCTAAAGATACTGCAGAATCTTATCCCAAATGGAACCAAGGTGGACATC
AGCACG[0949] ATGCTTGAAGAAGCAGTTCACTACGTCAAGTTCTTGCAGCTCCAAATCAAGCTTCTGAGCTCGGATGAT
ATGTGG[0950] ATGTTGCGCGCGATCGCGTACAACGGGGTCAACGTGCGGCTCGACCTCAAGATCTCTCCACCGCAGCAG
CAATGA

[0951] 稻属 OsRSLd 核苷酸序列 (SEQ ID NO :63 ;LOC_Os03g10770.1

[0952] 11973.m06529)

[0953] MESGGVIAEAGWSSLDMSSQAEESEMMAQLLGTCFPSNGEDDHHQELPWSVDTPSAYYLHCNGGSSSAY
SSTTSS[0954] NSASGSFTLIAPRSEYEGYYVSDSNEAALGISIQEQGAAQFMDAILNRNGDPGFDDLADSSVNLLDSIG
ASNKRK[0955] IQEQGRLDDQTKSRKSAKKAGSKRGKAAQCEGEDGSIAVTNRQSLSCCTSENDSIGSQESPVAAKSNG
KAQSGH

[0956] RSATDPQSLYARKRRERINERLKILQNLVPNGTKVDISTMLEEAMHYVKFLQLQIKLLSDEMWMYAPI

AYNGMN

[0957] IGIDLNLSQH *

[0958] 稻属 OsRSL_e 氨基酸序列 (SEQ ID NO :64 ;LOC_Os03g42100.1

[0959] 11973.m09268)

[0960] ATGGAGTCCGGAGGGGTGATCGCGGAGGCGGGGTGGAGCTCGCTCGACATGTCGTCGCAGGCCGAGGAG
TCGGAG[0961] ATGATGGCGCAGCTGCTTGAACCTGCTTCCCCTCCAATGGCGAGGATGATCATCACCAAGAGCTTCCT
TGGTCG[0962] GTTGACACCCCCAGTGCCTACTACCTCCATTGCAATGGAGGTAGCTCAAGTGCATACAGCTCTACCACT
AGCAGC[0963] AACAGTGCTAGTGGTAGCTTCACTCTCATTGCACCAAGATCTGAGTATGAGGGGTACTATGTGAGTGAC
TCTAAT[0964] GAGGCGGCCCTCGGGATCAGCATCCAGGAGCAAGGTGCAGCTCAGTTCATGGATGCCATTCTCAACCGG
AACGGC[0965] GATCCGGGCTTCGATGATCTCGCTGACTCGAGCGTTAATCTGCTGGATTCCATCGGCGCTTCTAACAAG
AGAAAG[0966] ATTCAGGAGCAAGGCAGGCTAGATGACCAAACGAAAAGTAGGAAATCTGCGAAGAAGGCTGGCTCGAAG
CGGGGA[0967] AAGAAGGCGGCGCAATGTGAAGGTGAAGATGGCAGCATTGCTGTCACCAACAGGCAAAGCTTGAGCTGC
TGCACC[0968] TCTGAAAATGATTCGATTGGTTCTCAAGAATCTCCTGTTGCTGCTAAGTCGAATGGCAAGGCTCAATCT
GGCCAT[0969] CGGTCAGCAACCGATCCCCAGAGCCTCTATGCAAGGAAAAGAAGAGAGAGGATCAATGAGAGGCTCAAG
ATTCTG[0970] CAGAACCTTGTACCAAATGGAACCAAAGTAGATATCAGCACTATGCTTGAAGAGGCAATGCATTACGTG
AAGTTC[0971] TTGCAGCTTCAAATCAAGCTCCTCAGCTCTGATGAAATGTGGATGTACGCACCGATTGCTTACAACGGG
ATGAAC

[0972] ATCGGGATCGATTTGAACCTCTCTCAGCATTGA

[0973] 稻属 OsRSL_e 核苷酸序列 (SEQ ID NO :65 ;LOC_Os03g42100.1

[0974] 11973.m09268)

[0975] MDARCANIWSSADARSEESEMIDQLKSMFWSSTDAEINFYSPDSSVNSCVTTSTMPSSLFLPLMDDEGF
GTVQLM[0976] HQVITGNKRMFPMDEHFEQQQKKPKKKTRTSRSVSSSSTITDYETSSSELVNPSCSSGSSVGEDSIAATD
GSVVLK[0977] QSDNSRGHKQCSKDTQSLYAKRRRERINERLRILQQLVPNGTKVDISTMLEEAVQYVKFLQLQIKLLSS
DDTWMF

[0978] APLAYNGMNMDLGHTLAENQE *

[0979] 稻属 OsRSL_f 氨基酸序列 (SEQ ID NO :66 ;LOC_Os11g41640.1

- [0980] 11981. m08005)
- [0981] ATGGATGCAAGGTGTGCAACATCTGGAGCTCTGCTGATGCAAGGAGTGAGGAATCTGAGATGATTGATCAACTA
- [0982] AAGTCCATGTTCTGGAGCAGCACTGATGCTGAAATCAACTTTTATTCTCCTGACAGTAGTGTAATTCTTGTGTC
- [0983] ACAACTAGCACAAATGCCTAGCAGCTTGTTCCTCTGATGGATGATGAGGGATTGGCACAGTGCAATTGATG
- [0984] CATCAGGTCATCACTGGAACAAGAGGATGTTCCCATGGATGAGCACTTTGAGCAGCAGCAGAAGAAGCCGAAG
- [0985] AAGAAAACCCGAACCTTCTCGCTCGGTATCAAGTAGTTCAACCATTACTGACTATGAGACTAGCTCTGAACTTGTC
- [0986] AATCCTAGCTGTTCTCCGGGAGCAGCGTCGGAGAGGATTCAATTGCTGCAACTGATGGATCTGTAGTGCTGAAA
- [0987] CAAAGTGACAATTCAAGAGGCCATAAGCAGTGCTCCAAGGATACACAAAGCCTCTATGCTAAGAGGAGAAGGGAA
- [0988] AGGATTAATGAGAGACTGAGAATACTTCAGCAGCTTGTTCCTAATGGCACTAAAGTTGACATCAGCACAATGCTG
- [0989] GAGGAAGCAGTTCAGTATGTCAAGTTTTTGCAGTTGCAAATAAAGCTATTGAGCTCTGACGACACATGGATGTTT
- [0990] GCGCCCCTAGCCTATAATGGCATGAACATGGATCTCGGTCATACTCTTGCTGAAAACCAAGAATGA
- [0991] 稻属 OsRSLf 核苷酸序列 (SEQ ID NO :67 ;LOC_0s11g41640. 1
- [0992] 11981. m08005)
- [0993] MECSSFEAICNESEMIHLQSLFWSSSDADPCFGSSSFSLISSEGYDTMTTEFVNSSTNVCFDYQDDSFVSAEET
- [0994] TIGNKRKVQMDTENELMTNRSKEVRTKMSVSKACKHSVSAESSQSYAKNRRQRINERLRILQELIPNGTKVDIS
- [0995] TMLEEAIQYVKFLHLQIKLLSSDEMWMYAPLAFDSGNNRLYQNSLSQE *
- [0996] 稻属 OsRSLg 氨基酸序列 (SEQ ID NO :68 ;LOC_0s12g32400. 1
- [0997] 11982. m07043)
- [0998] ATGGAATGCAGCTCCTTTGAAGCAATCTGCAATGAGTCGGAGATGATTGCGCATTTGCAGTCATTGTTC TGGAGC
- [0999] AGCAGCGATGCTGATCCTTGTTTTGGTAGCTCATCATTTTCTCTCATCAGTAGTGAGGGCTACGACACAATGACC
- [1000] ACAGAGTTTGTGAATAGCAGCACAAATGTATGTTTTGATTACCAAGATGATAGCTTCGTTTCAGCAGAGGAGACT
- [1001] ACCATTGGTAACAAGAGAAAAAGTTCAGATGGATACTGAGAATGAGCTGATGACGAACCGCAGCAAGGAA GTTCGC
- [1002] ACCAAGATGTCGGTGTCAAAAGCATGCAACATTCTGTTTCTGCAGAGAGCTCACAGTCTTATTATGCA AAGAAC

- [1003] AGGAGACAGAGGATCAATGAGAGATTGAGAATACTGCAAGAACTGATCCCTAATGGAACAAAAGTTGAC
ATCAGC
- [1004] ACAATGTTGGAGGAAGCAATTCAGTATGTCAAGTTTCTACACCTGCAAATCAAGCTCTTGAGCTCTGAT
GAAATG
- [1005] TGGATGTATGCGCCCCTTGCTTTTGACAGTGGTAACAACAGGCTCTATCAGAACTCTCTGTCACAAGAG
TAG
- [1006] 稻属 OsRSLg 核苷酸序列 (SEQID NO :69 ;LOC_0s12g32400.1
[1007] 11982.m07043)
- [1008] MEGGGLIADMSWTVFDLP SHSDESEMMAQLFSAFPIHGEEEGHEQLPWFDQSSNPCYYSCNASSTAYSN
SNASSI
- [1009] PAPSEYEGYCFSDSNEALGVSSSIAPHDLSMVQVQGATEFLNVIPNHSLDSFGNGELGHEDLDSVSGTN
KRKQSA
- [1010] EGEFDGQTRGSKCARKAEPKRAKKAKQTVEKDASVAIPNGSCSISDNDSSSSQEVDAGATSKGKSRA
RGAATD
- [1011] PQSLYARKRRERINERLKTQLNLPNGTKVDISTMLEEAVHYVKFLQLQIKLLSSDEMWMYAPIAYNGM
NIGLDL
- [1012] NIDT *
- [1013] 稻属 OsRSLh 氨基酸序列 (SEQ ID NO :70 ;LOC_0s12g39850.1
[1014] 11982.m07769)
- [1015] ATGGAGGGTGGAGGACTGATCGCCGATATGAGCTGGACCGTCTTCGACTTGCCATCGCACAGCGATGAG
TCGGAG
- [1016] ATGATGGCGCAGCTCTTCAGTGCATTCCCCATCCATGGTGAGGAGGAAGGCCATGAGCAGCTCCCATGG
TTTGAT
- [1017] CAATCTTCCAATCCATGCTACTATAGCTGCAATGCTAGCAGCACTGCATACAGCAACAGCAATGCTAGT
AGCATT
- [1018] CCTGCTCCATCTGAGTATGAAGGATACTGCTTCAGTGA CTCAAATGAGGCCCTGGGTGTCAGCTCCAGC
ATTGCA
- [1019] CCACATGACCTGAGCATGGTCCAGGTGCAAGGTGCAACTGAGTTTCTGAATGTGATCCCAAACCATTC
CTTGAT
- [1020] TCATTGCGTAATGGCGAGCTGGGCCACGAGGATCTTGATTGCGTTAGTGGGACTAACAAGAGAAAACAG
TCGGCA
- [1021] GAAGGAGAATTTGATGGCCAAACAAGAGGTTCAAAATGCGCGAGAAAGGCTGAACCGAAGCGAGCGAAG
AAGGCC
- [1022] AAGCAAACGTGGAGAAGGATGCAAGTGTTGCCATCCCAAATGGGAGCTGTTCCATTTCTGACAATGAT
TCCAGT
- [1023] TCATCCCAGGAGGTTGCAGATGCTGGTGCTACTTCGAAAGGCAAATCCCGGGCTGGCCGCGGAGCAGCC
ACTGAT
- [1024] CCCCAGAGCCTCTATGCAAGGAAAAGGAGAGAGAGGATCAATGAGAGGCTCAAGACACTTCAGAACCTT
GTGCCC

- [1025] AATGGCACCAAAGTTGATATCAGCACCATGCTTGAGGAGGCAGTCCACTATGTGAAGTTCCTGCAGCTT
CAGATC
- [1026] AAGCTCCTCAGCTCCGATGAAATGTGGATGTATGCGCCAATTGCGTACAACGGGATGAACATTGGGCTC
GATCTG
- [1027] AACATTGATACATGA
- [1028] 稻属 OsRSLh 核苷酸序列 (SEQID NO :71 ;LOC_0s12g39850.1
[1029] 11982.m07769)
- [1030] MAQFLGAHGDHCFTYEQMDSEMEAMAAMFLPGLDTSNSSSGCLNYDVPPQCWPQHGHSSTVSFPDPA
HSYGSF
- [1031] EFPVMDPFPIADLDAHCAIPYLTEDLISPPHGNHPSARVEEATKVVTPVATKRKSSAAMTASKSKKAG
KKDPIG
- [1032] SDEGGNTYIDTQSSSSCTSEEGNLEGNAPSSKKMGTRANRGAATDPQSLYARKRRERINERLRILQNL
VPNGTK
- [1033] VDISTMLEEAVQYVKFLQLQIKLLSSDDTWMYAPIAYNGVNISNIDLNISSLQK *
- [1034] 稻属 OsRSLi 氨基酸序列 (SEQ ID NO :72 ;LOC_0s07g39940.1
[1035] 11977.m08236)
- [1036] ATGGCGCAGTTTCTTGAGCTCATGGTGATCACTGCTTCACCTACGAGCAAATGGATGAGTCCATGGAG
GCAATG
- [1037] GCAGCGATGTTCTTGCTGGCCTTGACACCGACTCCAATTCTTCTTCTGGTTGTCTCAACTACGATGTG
CCTCCA
- [1038] CAATGCTGGCCTCAGCATGGCCATAGCTCTAGCGTCACCAGCTTCCCTGATCCAGCTCATAGCTATGGA
AGCTTT
- [1039] GAGTTCCCGGTCATGGATCCGTTCCCGATCGCCGATCTCGACGCGCATTGCGCCATCCCCTACCTTACT
GAGGAT
- [1040] CTGATCAGCCCTCCACATGGCAACCATCCATCAGCAAGAGTGGAAGAAGCTACAAAGGTTGTTACACCA
GTGGCT
- [1041] ACCAAGAGGAAGTCTAGTGCTGCCATGACGGCATCAAAGAAGAGCAAGAAGGCTGGCAAAAAAGATCCT
ATTGGC
- [1042] AGCGACGAAGGCGGCAACACCTACATTGATACGCAAAGTTCTAGCAGTTGCACCTCAGAGGAAGGAAAC
CTGGAG
- [1043] GGCAACGCGAAGCCGAGCTCGAAGAAGATGGGTACTAGGGCCAACCGTGGGGCGGCAACCGATCCCCAG
AGTCTC
- [1044] TATGCAAGGAAGAGGAGAGAGAGGATCAATGAAAGATTGAGGATCCTGCAGAACTTGGTTCCCAATGGA
ACAAAG
- [1045] GTTGACATCAGTACAATGCTGGAGGAAGCAGTGCAATGTCAAATTTTGGCAACTTCAGATTAAGTTG
CTAAGC
- [1046] TCTGATGACACGTGGATGTATGCACCAATCGCTTACAATGGAGTCAACATCAGCAATATTGATCTGAAC
ATCTCT
- [1047] TCTCTGCAAAAATAA

- [1048] 稻属 OsRSLi 核苷酸序列 (SEQ ID NO :73 ;LOC_Os07g39940.1
[1049] 11977.m08236)
[1050] MALAKDRMGSVQTCYPNGNVMGDFSSMGSYGFDEYQKVAFYEEGNSTFEKTSGLMIKNLAMTSSPSSLG
SPSSAI
[1051] SGELVFQATDHQAEEAHSLISFKGIGFDNIMHN GSLLSFEQSSRVSTSSQKDDYSAWEGNLSYNYQW
NEMNPK
[1052] CNTSPRLMEDFNCFQRAGNFISMTGKENHGDWLYAESTIVADSIQDSATPDASSFHKRPNMGESMQALK
KQCNA
[1053] TKKPKPKSAAGPAKDLQSIAAKNRRERISERLKVLDLVPNGSKVDLVTMLEKAISYVKFLQLQVKVLA
TDELWP
[1054] VQGGKAPDISQVKEAIDALLSSQTKDGNSSSSPK *
[1055] Populus trichocarpa PtRSLa 氨基酸序列 (SEQ ID NO :74)
[1056] ATGGCACTTGCCAAGGACCGTATGGGATCGGTTCAAACCTTGCCCCTATAATGGAAATGTGATGGGGGAT
TTTTCC
[1057] TCCATGGGGTCTTACGGATTTGATGAATATCAGAAGGTAGCATTTTATGAAGAGGGAAATAGCACCTTT
GAGAAA
[1058] ACCAGTGGGCTTATGATCAAGAATTTAGCTATGACCTCTTCTCCTTCTTCTTGGCAGTCCGAGCAGC
GCGATT
[1059] TCTGGTGAATTAGTGTTTCAGGCTACTGACCATCAAGCTGAGGAAGCTCATTCTTTGATCAGCTTCAAA
GGTATC
[1060] GGATTCGATAACATCATGCATAATAATGGATCTTTGCTTAGCTTTGAGCAAAGTAGTAGGGTTTCTCAA
ACTAGT
[1061] AGCCAGAAAGATGACTACTCAGCCTGGGAGGGTAATTTGAGTTACAACCTACCAGTGGAACGAAATGAAT
CCAAAA
[1062] TGTAACACAAGTCCTCGGTTGATGGAAGATTTTAATTGCTTTCAAAGAGCTGGCAACTTCATTTCCATG
ACTGGA
[1063] AAGGAAAATCATGGTGATTGGTTATACGCTGAATCCACAATTGTTGCTGATAGCATTGAGGATTCTGCA
ACACCA
[1064] GATGCCAGCAGCTTCCATAAGCGTCCTAATATGGGAGAGAGTATGCAGGCTCTAA
GAAGCAATGCAACAATGCA
[1065] ACAAAAAAGCCAAAACCGAAGTCCGCAGCAGGTCCAGCTAAGGATCTACAGAGTATTGCTGCCAAGAAT
CGACGA
[1066] GAGAGGATTAGCGAGAGGCTTAAGGTATTGCAGGATTTAGTCCCTAATGGCTCAAAGGTTGATTTGGTT
ACTATG
[1067] CTAGAGAAAGCCATTAGTTATGTTAAGTTTCTTCAATTGCAAGTAAAGGTGTTAGCCACTGATGAATTA
TGGCCA
[1068] GTTCAAGGTGGTAAAGCTCCTGATATTTCTCAAGTAAAGGAAGCCATCGATGCCCTACTCTCATCTCAG
ACTAAA
[1069] GACGGAACTCAAGCTCAAGCCCAAAGTAA

- [1070] *Populus trichocarpa* PtRSLa 核苷酸序列 (SEQ ID NO :75)
- [1071] MALAKDRMDSVQTCALYGNVMGDLSSLGPNYRFDEEGDRNFEKNSALMIKNLAMSPSPPSLGSPSSANS
GELVFQ
- [1072] ATDNQVEEAHSLINFKGTGFDSIMHANGSLISFEQSNRVSQTSSHKDDYSAWEGNLSCNYQWNQINPKC
NANPRL
- [1073] MEDLNCYQSASNFNSITNSAEKENHGDWLYTHESTIVTDSIPDSATPDASSFHKRPNMGESMQALKKQR
DSATKK
- [1074] PKPKSAGPAKDPQSIAAKNRRERISERLKMLQDLVPNGSKVDLVTMLEKAISYVKFLQLQVKVLATDEF
WPVQGG
- [1075] KAPDISQVKGAIDATLSSQTKDRNSNSSSK *
- [1076] *Populus trichocarpa* PtRSLb 氨基酸序列 (SEQ ID NO :76)
- [1077] ATGGCACTTGCCAAGGACCGTATGGATTTCGGTTCAAACCTTGCGCCCTTTATGGAAATGTGATGGGGGAT
CTTTCC
- [1078] TCCTTGGGGCCTAATTATAGATTTGATGAAGAGGGAGATAGGAACTTTGAGAAAA
TAGTGCGCTTATGATCAAG
- [1079] AATTTAGCTATGAGCCCTTCTCCTCCTTCTCTTGGCAGTCCAAGCAGTGCAAATTCTGGTGAAGTAGTG
TTTCAG
- [1080] GCTACTGACAATCAAGTTGAGGAAGCTCATTCTTTGATCAACTTCAAAGGTACCGGATTTGATAGTATC
ATGCAT
- [1081] GCTAATGGATCTTTGATTAGCTTTGAGCAAAGTAATAGGGTTTCTCAAACCTAGTAGTCACAAAGATGAC
TACTCT
- [1082] GCTTGGGAGGGTAATTTGAGTTGCAATTACCAGTGGAACCAAATCAATCCAAAATGTAACGCAAATCCT
CGGTTG
- [1083] ATGGAAGATCTTAATTGCTATCAAAGTGCAAGCAACTTCAACTCCATAACCAACAGTGCTGAAAAGGAA
AACCAT
- [1084] GGTGATTGGTTATACACTCATGAATCCACAATTGTTACTGATAGCATTCCTGATTCTGCAACACCAGAT
GCCAGC
- [1085] AGCTTCCATAAGCGTCCCAATATGGGAGAGAGTATGCAGGCTCTAAAGAAGCAACGCGACAGCGCCACA
AAAAAG
- [1086] CCGAAACCCAAGTCTGCTGGTCCAGCTAAGGATCCACAAAGTATTGCTGCCAAGAATCGACGAGAGCGG
ATTAGC
- [1087] GAGCGCCTTAAGATGTTGCAGGATTTAGTCCCTAACGGCTCCAAGGTTGATTTGGTTACTATGCTAGAG
AAAGCC
- [1088] ATTAGTTATGTTAAGTTTCTTCAATTGCAAGTAAAGGTGTTGGCCACTGATGAATTCTGGCCAGTTCAA
GGTGGT
- [1089] AAAGCTCCTGATATTTCTCAAGTAAAGGGAGCCATTGATGCCACACTCTCATCTCAGACTAAAGACAGA
AATTCA
- [1090] AACTCAAGCTCAAAGTGA
- [1091] *Populus trichocarpa* PtRSLb 核苷酸序列 (SEQ ID NO :77)

- [1092] MAEGEWSSLGGMYTSEEADFMAQLLGNCNPQVDSSSNFGVPSSFWPNEPTTDMEGANECLFYSLDFAN
INLHHF
- [1093] SQGSSSYSGGSGILFPNTSQDSYYMSDSHPILANNNSSMSMDFCMGDSYLVEGDDCSNQEMSNSNEEPG
GNQTVA
- [1094] ALPENDFRAKREPEMPASELPLEDKSSNPPQISKKRSRNSGDAQKNKRNASSKKSQKVASTSNDEGSN
AGLNGP
- [1095] ASSGCCSEDESNASHELNRGASSSLSSKGTATLNSSGKTRASRGAATDPQSLYARKRRERINERLRILQ
TLVPNG
- [1096] TKVDISTMLEEAVQYVKFLQLQIKLLSSEDLWMYAPIAYNGMDIGLDHLKVTAP *
- [1097] *Populus trichocarpa* PtRSLc 氨基酸序列 (SEQ ID NO :78)
- [1098] ATGGCAGAGGGAGAGTGGAGTTCTCTTGGTGGAATGTACACTAGTGAGGAGGCTGATTTTCATGGCACAG
TTGCTT
- [1099] GGTAAGTGTCTAATCAGGTTGATTCAAGTTCAAACCTTTGGAGTTCCATCTAGTTTCTGGCCTAACCAC
GAACCA
- [1100] ACAACGGACATGGAAGGGGCTAATGAATGTTTATTTTATTCTTTGGATTTTGCTAATATTAATTTGCAC
CATTTT
- [1101] TCACAAGGGAGTAGTAGTTATAGTGGTGGCAGTGGCATTCTTTTTCCCAACACAAGCCAAGATAGCTAC
TACATG
- [1102] AGTGATTCTCATCCAATTTTGGCTAACAATAATAGCTCAATGTCAATGGATTTTTCATGGGAGACTCA
TATCTC
- [1103] GTTGAAGGCGATGACTGCTCAAACCAAGAAATGAGCAATAGCAATGAGGAGCCTGGTGGAAACCAGACT
GTAGCT
- [1104] GCTCTTCCTGAAAAACGATTTTCGGGCCAAGAGAGAACCAGAGATGCCAGCTTCTGAACTACCCCTGGAA
GACAAA
- [1105] AGCAGCAACCCACCTCAGATTTCTAAGAAAAGATCACGAAATTCAGGAGATGCTCAAAGAACAAGAGG
AATGCA
- [1106] AGTTCAAAGAAGAGCCAGAAGGTTGCCTCGACTAGCAACAATGATGAAGGAAGTAATGCTGGCCTTAAT
GGGCCT
- [1107] GCCTCAAGCGGTTGCTGCTCAGAGGATGAATCCAATGCCTCTCATGAGCTCAATAGAGGAGCGAGTTCA
AGTTTG
- [1108] AGCTCGAAAGGGACTGCAACTCTCAACTCAAGTGGCAAAACAAGAGCCAGCAGGGGGGCAGCCACTGAT
CCCCAG
- [1109] AGTCTCTATGCAAGGAAAAAGAAGAGAAAGATAAATGAGAGGCTGAGAATTCTACAAACCCTTGTCCTC
AACGGA
- [1110] ACAAAGGTTGACATTAGCACAATGCTTGAAGAAGCTGTCCAGTATGTGAAGTTTTTGCAACTCCAAATT
AAGCTG
- [1111] CTAAGCTCTGAGGACTTGTGGATGTATGCGCCTATCGCTTACAACGGGATGGACATCGGTCTTGATCAT
CTGAAG
- [1112] GTTACCGCACCATGA

- [1113] *Populus trichocarpa* PtRSLc 核苷酸序列 (SEQ ID NO :79)
- [1114] MEPIGATAEGEWSSLSGMYTSEEADFMELLVNCPNPQVDSSSSFGVPSSFWPNHSTMNMEGANECCLYSLDIA
- [1115] DTNLYHFSQVSSGYSGELSNGNVEESGGNQTVAAALPEPESNLQPKRESKMPASELPLEDKSRKPPENSKKRSRRT
- [1116] GDAQKNKRNVRSKKSQKVASTGNNDDEESNGGLNGPVSSGCCSEDESNASQELNGGASSSLSSKGTTLNSSGKTR
- [1117] ASKGAATDPQSLYARKRRERINERLRILQNLVPNGTKVDISTMLEEAVQYVKFLQLQIKLLSSEDLWMYAPIAYN
- [1118] GMDIGLDHLKLTPRRL *
- [1119] *Populus trichocarpa* PtRSLd 氨基酸序列 (SEQ ID NO :80)
- [1120] ATGGAGCCTATTGGAGCCACTGCGGAGGGAGAGTGGAGTTCTCTTAGTGGAATGTACACAAGTGAGGAGGCTGAT
- [1121] TTCATGGAACAGTTGCTTGTCAACTGTCCTCCTAATCAGGTTGATTCAAGTTCAAGCTTTGGAGTTCCA TCTAGT
- [1122] TTTTGGCCTAACCATGAATCAACAATGAACATGGAAGGGGCCAATGAATGTTTATTGTATTCTTTGGATATTGCT
- [1123] GATACTAATCTGTACCATTTTTTCAACAAGTGAGCAGTGGTTATAGTGGTGAATTGAGCAATGGAAATGTGGAAGAG
- [1124] TCTGGTGGAACCAGACTGTAGCTGCTCTTCCTGAACCTGAAAGCAATTTGCAACCCAAGAGAGAATCA AAGATG
- [1125] CCAGCATCTGAACTACCCCTGGAAGATAAAAAGCAGAAAGCCACCTGAGAATTCGAAGAAAAGATCACGA CGTACG
- [1126] GGAGATGCCCCAAA AACAAAGAGGAATGTAAGGTCAAAGAAGAGCCAGAAGGTTGCCTCGACTGGCAAC AATGAT
- [1127] GAAGAAAGCAATGGTGGCCTTAATGGTCTGTCTCAAGCGTTGCTGCTCAGAGGATGAATCCAATGCC TCCAG
- [1128] GAGCTCAATGGAGGAGCGAGTTCAAGTTTGAGCTCAAAAGGGACAACAACCTCTCAACTCAAGTGGCAAA CAAGA
- [1129] GCCAGTAAGGGGGCAGCCACTGATCCCCAGAGCCTCTATGCAAGGAAAAGAAGAGAAAAGAATAAATGAG AGGCTG
- [1130] AGAATTCTACAAAACCTTGTCCTCAATGGAACAAAGGTTGACATTAGCACAATGCTTGAAGAGGCTGTC CAGTAT
- [1131] GTGAAGTTTTTGCAACTCCAAATTAAGCTGCTAAGCTCTGAAGACCTGTGGATGTATGCTCCTATCGCG TACAAT
- [1132] GGTATGGACATCGGTCTTGATCATCTGAAGCTTACCACACCAAGACGATTGTAG
- [1133] *Populus trichocarpa* PtRSLd 核苷酸序列 (SEQ ID NO :81)
- [1134] MNTQAMEAFRDGELWNFSRMFSMEEPDCTPELLGQCSFLQDTDEGLHFTIPSAFFPAPESDASMAEDES LFYSWH

- [1135] TPNPNLHFDSQESSNNSNSSSVFLPYSSHESYFFNDSNPIQATNNNSMSMDIMDEENIGLFMPLFPEI
AMAETA
- [1136] CMNGDMSGDKTGDLDLDDNLKPAANDVLAKGLQLKRKLDVPEPIANTLDDMKKKARVTRNVQKTRKVGQSK
KNQKNA
- [1137] PDISHDEEESNAGPDGQSSSSCSSEEDNASQDSDSKVSGLNSNGKTRATRGAATDPQSLYARKRRERI
NERLKI
- [1138] LQNLVPNGTKVDISTMLEEAVHYVNFLQLQIKLLSSDDLWMYAPLAYNGIDIGLNQKLSMFL *
- [1139] *Populus trichocarpa* PtRSLe 氨基酸序列 (SEQ ID NO :82)
- [1140] ATGAATACGCAGGCTATGGAAGCCTTTCGTGATGGAGAATTATGGAAGCTTCAGCAGAATGTTCTCCATG
GAAGAG
- [1141] CCTGATTGCACCCAGAATTACTTGGTCAGTGCTCTTTCTTCAGGATACTGATGAAGGATTGCATTTT
ACAATC
- [1142] CCATCAGCTTTCTTCCCTGCTCCTGAATCCGACGCGAGCATGGCTGAGGACGAGAGTTTGTTTTATTCT
TGGCAT
- [1143] ACTCCCAACCCCAATTTGCATTTTGATTCTCAAGAAAGTAGTAATAACAGTAATTCTAGCAGTAGTGTA
TTTCTT
- [1144] CCCTATTCCAGCCATGAATCCTACTTCTTCAATGATTCTAATCCCATTCAGCTACGAACAATAACTCT
ATGTCC
- [1145] ATGGATATTATGGATGAGGAAAAATATTGGCTTGTTTATGCCACTTTTCTGAAATTGCAATGGCAGAA
ACTGCC
- [1146] TGTATGAATGGAGATATGAGCGGTGACAAAACAGGAGATTTAGATGATAATCTGAAGCCAGCAGCTAAT
GATGTT
- [1147] CTGGCCAAGGGATTGCAGCTCAAAAGGAAGCTTGATGTTCCAGAACCAATAGCCAACACATTGGACGAC
ATGAAG
- [1148] AAAAAAGCCCGGGTTACAAGAAATGTGCAAAAGACTAGGAAGGTTGGACAGTCAAAAAAATCAGAAG
AACGCA
- [1149] CCAGATATTAGCCATGATGAAGAAGAGAGTAATGCTGGACCAGACGGACAAAGTTCCAGCAGTTGTAGT
TCAGAA
- [1150] GAGGACAATGCCTCTCAGGATTCTGATTCCAAGGTTTCTGGAGTTCTCAATTCCAATGGAAAAACAAGA
GCTACT
- [1151] AGGGGAGCTGCCACAGACCCCCAGAGCCTTTATGCAAGGAAA GAAGGGAGAGGATAAACGAGAGACTG
AAAATC
- [1152] TTGCAGAATCTTGTCCCTAACGGAACCAAGGTTGATATCAGCACGATGCTAGAAGAGGCAGTCCATTAC
GTAAAC
- [1153] TTTTTCAGCTTCAAATCAAGCTTTTGAGCTCGGATGATCTATGGATGTATGCACCTCTGGCTTACAAT
GGAATA
- [1154] GATATTGGACTCAACCAGAAGCTCTCTATGTTTCTATGA
- [1155] *Populustrichocarpa* PtRSLe 核苷酸序列 (SEQ ID NO :83)
- [1156] MAQESTWSSFDATMLAEESRMIAQLLSNYQCFGEQDRDVGCCCLPPSSCCSSHAADSCYCWSANENSN

PGLCYW

[1157] SQSGDESDGAHAIGTVPVFTNHCLVGDQVAVNQTLSEIHEPTAAHAEMPKRKIESHASEDDFRRQSSKKK
LQAPTN

[1158] ALKSVKKARPGRNQKSIVCGDEEENNARSSGRSCCSYSSEEDSQAFQADLNAKTRSNRWPATDPQSLYA
KQRRER

[1159] INARLRTLQNLVPNGTKVDISTMLEEAVRYVKFLQLQIKLLSDELWYAPVVHSGMIDGQVNSEIFVS
ANTRNE

[1160] WF *

[1161] 小果野蕉 (*Musa acuminata*) MaRSLa 氨基酸序列 (SEQ ID NO :84 ;GI102139852,

[1162] ABF70010.1)

[1163] atggctcaggagtcacttgagctcgtttgatgctacaatgcttgctgaggaggagtcccgatgatc
gcacaa

[1164] ttgctcagcaactaccagtgttttgccgagcaagatcgagatgttgatgctgtgaactcccgccatcg
tcttgt

[1165] tgttcttctcatgcagctgattcatgttactgttggtcagcaaatgagaacagtaacccgggtttgtgc
tactgg

[1166] tctcagagtggagatgaatccgatggagcacatgcaatcggcactgtgccgtcttcacgaaccattgc
ttggtg

[1167] ggagatcaagtcgctgtgaatcaaactttgagcattcacgaacctactgctgctcatgcagagatgcca
aagcgc

[1168] aagatagagtctcatgcttctgaagatgatttccgtcgtcaaagttctaagaaaaagcttcaggctccg
acgaat

[1169] gctctgaagagcgtgaagaaggcacgacctgggaggaaccagaagagcattgtgtgtggtgatgaggaa
gagaac

[1170] aatgccaggagcagtgcccgagttgctgcagctacagctctgaggaagactcacaagctttccaggct
gatctt

[1171] aatgcaaaaacacgatcgaatcgatggccagccacagatcctcaaagcctctatgcaaagcaaagaagg
gaaaga

[1172] atcaatgctagattgaggacattgcagaacctgggtgcctaattggaactaaagttgacattagcacaatg
ctcgaa

[1173] gaagctgttcgttacgtcaagttcttgagctgcagataaagcttttgagctcgatgagctgtggatg
tacgct

[1174] cctgttggtccacagtgaggatgattgatggccaagtcaactcagagatatttggtgtctgcaataactcgt
aatgag

[1175] tggttctga

[1176] 小果野蕉 (*Musa acuminata*) MaRSLa 核苷酸序列 (SEQ ID NO :85).

[1177] MEPIGTFPEGEWDFFRKMFASEDHEYYSQQFLDQNSLLLGENGLNNGTQSTFCTAEIGENERMFYSFD
HAHIQN

[1178] SNYIPQTQENSYNSSASDDTNYFSPNHLNINNCSNDFRMDENLFASSVPSLNEIVMEENV

MNEDSA

[1179] SDDHIVEKNGYNTQIMEPFDLHTKHEMQMKLKRKLDVIEVEVPVEEKINNNPKKKPRVSNDBGQGCМКNA
RSKKNH

[1180] KVIASHEEEMTEEINRGSNGNSSSSNISIEDDNASQENS GGTTLNSNGKTRASRG SATDPQSLYARKRE
RINERL

[1181] RVLQNLVPNGTKVDISTMLEEAVNYVKFLQTQIKLLSSDDMWMYAPLAYNGLDLGLNLNLNSSLPL *

[1182] Medicago truncatula MtRSLa 氨基酸序列 (SEQ ID NO :86 ;AC140548. 11

[1183] GI :156231148)

[1184] atggaacctataggtactttccctgaaggagaatgggatttcttcgcaaaatgtttgcaagtgaagat
catgaa

[1185] tattactcacaacaatttcttgatcaaaattcacttcttctaggggaaaatgatgggttgaacaatgga
acacag

[1186] tccacattttgcactgctgaaattgggtgaaaatgagcgtatgttttattcttttgatcatgctcatatc
caaaac

[1187] tctaactatattcctcaaactcaagagaatagttacaatagcaattctagtgttagtgatgatacaaat
tactat

[1188] tttagttatcctaatacatgtactagaaaataatattaataattgtatatccaatgattttcgcatggat
gagaat

[1189] ttgtttgcttcttctgttccatcccttaatgagattgtaatggaagagaatgtgagaatgaatgaagat
tctgca

[1190] agtgatgatcatattgtggagaaaaatgggtacaataactcaaataatggaaccttttgatcttcacacc
aagcat

[1191] gagatgcaaatgaagctcaaaaggaaacttgatgtgataagaagggttcccgttgaagaaaaaatt
aacaac

[1192] aatccgaagaaaaaacctcgtgtttcgaatgatggccaaggatgcatgaaaaatgcaaggtcaaagaag
aaccac

[1193] aaagttattgctagccatgaaggagatgacagaagagattaatagaggatcaaattgaaatagttct
agtagt

[1194] aacatttctgaggatgataatgcttctcaagaaaatagtgagggaactactctcaactcaaattggaag
acaaga

[1195] gctagtagaggatctgcaacagatcccccagggtctatatgcaaggaaaagaagagagagaataaatgaa
cgacta

[1196] agagtcttacaaaatcttgtaccaaacggaacaaagggtgatatcagtacaatgcttgaagaggcagtc
aattat

[1197] gtgaaatttttacagactcaaataagcttttgagctctgatgatatgtggatgtatgcaccacttgct
tacaat

[1198] ggacttgaccttggaactcaatctcaacctcaacagctctctaccactatga

[1199] Medicago truncatula 核苷酸序列 (SEQ ID NO :87, AC140548. 11

[1200] GI :156231148)

- [1201] XFLCFSQGSSSSTDNSGNNIFSITSSGAYSCDPEANFDSVSMVLCLGDAKFSPHSFQCDDNSNQQINEN
TDEESS
- [1202] LDPWKLA IADNNLQAKREYEMMVSEPVEVDRSRNLENLAKRLKSSIEVSKTLRSAKSGKNSKSASVSND
EDDRSL
- [1203] SLQAQRNSCFSQSDSNAYLEPNGGASKDPAPPNLHRKSRATTGAATDPQSLYARKRRERINERLRILQN
LVPNGT
- [1204] KVDISTMLEEAVQYVKFLQLQIKLLSSDDLWMY
- [1205] 大豆 (Soybean) GmRSLa 氨基酸序列 (SEQ ID NO :88)
- [1206] (gi | 26056905 | gb | CA799819.1 | CA799819)
- [1207] ATTTTTGTGTTTCTCACAAGGGAGTAGCTCCAGTACTGATAATAGTGGTAATAATATCTTTTCCATTA
CAAGTA
- [1208] GTGGAGCCTACTCCTGTGATCCAGAAGCAAACCTTTGATTCTGTGTCCATGGTTTTGTGCCTTGGAGATG
CCAAAT
- [1209] TTAGTCCCCATAGTTTTCAATGTGATGACAACTCAAACCAACAGATAAATGAAAACACTGATGAAGAGT
CAAGTC
- [1210] TAGACCCATGGAAGTTGGCTATAGCTGACAATAATTTGCAGGCTAAGAGGGAGTATGAAATGATGGTTT
CTGAAC
- [1211] CTGTAGAAGTGGATAGAAGCAGAAACCTGGAGAACCTAGCAAAAAGACTAAAGAGTTCAATAGAGGTTT
CAAAAA
- [1212] CATTGAGGAGTGCTAAATCAGGGAAAAATTCAAAATCTGCTTCAGTGAGCAACGATGAAGATGATAGAA
GCTTGA
- [1213] GCCTCCAAGCCCAAAGGAATAGCTGTTTTTCACAGAGTGACTCTAATGCTTATCTGGAGCCAAATGGAG
GGGCAT
- [1214] CAAAAGATCCTGCACCTCCCAATTTGCATAGAAAATCAAGAGCAACTACCGGTGCTGCCACTGATCCAC
AGAGCC
- [1215] TCTATGCAAGAAAGAGAAGAGAAAGAATAAATGAAAGGTTGAGAATACTGCAAAATCTTGTTCCCAACG
GAACTA
- [1216] AGGTGGATATCAGCACCATGCTTGAGGAAGCTGTCCAATACGTGAAGTTTTTACAGCTCCAAATTAAGC
TTCTGA
- [1217] GCTCTGACGATCTGTGGATGTAT
- [1218] 大豆 (Soybean) GmRSLa 核苷酸序列 (SEQ ID NO :89)
- [1219] (gi | 26056905 | gb | CA799819.1 | CA799819)
- [1220] XNLENLPKRLKSSIEVPKTSRNAKSRKNSKSASTSNDEDDRSLSLQVQRNNSCFSQSDSNAYLEPNGGA
SKDPAP
- [1221] PNLDRKSRATTSAAADPQSLYARKRRERINERLRILQNLVPNGTKVDISTMLEEAVQYVKFLQLQIKLL
SSEDLW
- [1222] MYAPIVYNGINIGLDLGISPTKGRSM *
- [1223] 大豆 (Soybean) GmRSLb 氨基酸序列 (SEQ ID NO :90)
- [1224] (gi | 15663066 | gb | BI700437.1 | BI700437)

- [1225] GAAACCTGGAGAACCTACCAAAAAAGACTAAAGAGCTCAATAGAGGTCCCAAAAACATCGAGGAATGCTA
AATCAA
- [1226] GGAAAAATTCAAAATCTGCTTCAACTAGCAACGATGAAGATGATAGAAGCTTGAGCCTCCAAGTCCAAA
GGAATA
- [1227] ATAGCTGTTTTTCACAGAGTGACTCTAATGCTTATCTTGAGCCAAATGGAGGGGCATCAAAAGATCCTG
CACCTC
- [1228] CTAATTTGGATAGAAAATCAAGAGCAACTACCAGTGCCGCCGCTGATCCACAGAGCCTCTATGCAAGAA
AGAGAA
- [1229] GAGAAAGAATAAATGAAAGGCTGAGAATACTGCAAAATCTTGTCCTCCCAACGGAATAAGGTGGATATCA
GCACCA
- [1230] TGCTTGAAGAAGCTGTCCAATACGTTAAGTTTTTACAGCTCCAAATTAAGCTTCTGAGCTCTGAAGATT
TGTGGA
- [1231] TGTATGCTCCAATTGTTTACAATGGAATAAACATTGGACTAGACCTCGGTATTTCTCCAACCAAAGGAA
GATCAA
- [1232] TGTGATAGCATAGCAATTAAGAGGATATAATATTTTCACTTA
- [1233] 大豆 (Soybean) GmRSLb 核苷酸序列 (SEQ ID NO :91).
- [1234] (gi | 15663066 | gb | BI700437.1 | BI700437)
- [1235] XRSKEAEILSSNGKRKASRGSATDPQSVYARKRRERINERLRILQNLVPNGTKVDISTMLEEAVEYVKF
LQLQIK
- [1236] LLSSDDMWMYAPIAYDGMDIGLHSTTIPSSSTR *
- [1237] Lettuce saligna LsRSLa 氨基酸序列 (SEQ ID NO :92)
- [1238] (gi | 83790803 | gb | DW051020.1 | DW051020 CLLX3812. b1_H18. ab1)
- [1239] TGAGATCAAAAGAGGCTGAAATCTGAGCTCAAATGGCAAGAGAAAAGCAAGTAGGGGGTCAGCAACTG
ATCCAC
- [1240] AAAGTGTCTATGCACGAAAAAGAAGAGAAAGAATTAACGAACGTTTAAGAATATTACAAAATCTTGTTT
CTAATG
- [1241] GTACAAAGGTTGATATAAGCACAAATGCTTGAAGAGGCTGTTGAGTACGTGAAGTTTTTGCAGCTTCAAA
TCAAGC
- [1242] TCTTGAGCTCCGATGATATGTGGATGTATGCTCCGATTGCATACGATGGAATGGACATTGGGCTTCATT
CAACAA
- [1243] CCATCCCATCATCGTCAACAAGATAATGCAAAGTTGGGCTATCCATATTGTCACATTTTTGTTGAATAA
AAGGCA
- [1244] ATCGATAACAAAATTCAAAGTTTATAAAGAGTACACATTTATGC
- [1245] Lettuce saligna LsRSLa 核苷酸序列 (SEQ ID NO :93)
- [1246] (gi | 83790803 | gb | DW051020.1 | DW051020 CLLX3812. b1_H18. ab1)
- [1247] MASKRATTRELRAMYDDEPSSMSLELFGYHGVVVDGDDENDDTATALPQLSFVDNFKGGCGSAADYYSW
AYNASG
- [1248] GTPGASSSTSSVLSFEHAGGAGHQLAYNSGTGDDDCALWMDSMADHQHGAARFGFMNPGSADVVPETQ
ESSIKQ

- [1249] PAKSAQKRSSSGGEAQAAAKKQCGGGRKSKAKVVP TKDPQSAVAKVRRERISERLKV LQDLVPNGTKVD
MVTMLE
- [1250] KAITYVKFLQLQVKVLATDEFWPVQGGKAPELSQVK TALDAILSSQQP *
- [1251] 普通小麦 (*Triticum aestivum*)TaRSLa 氨基酸序列 (SEQ ID NO :94)
- [1252] (gi | 25232820 | gb | CA654295.1 | CA654295)
- [1253] ATGGCGAGCAAGCGGGCCACCACGCGGGAGCTCCGGGCGATGTACGACGACGAGCCCTCCTCCATGTCC
CTCGAG
- [1254] CTCTTCGGCTACCATGGCGTGGTCGTCGACGGTGACGATGAAAACGACGACACTGCCACCGCCCTGCCC
CAGCTC
- [1255] TCCTTCGTCGACAACTTCAAAGGTGGGTGCGGGTCGGCGGCGGACTACTACAGCTGGGCGTACAACGCC
TCCGGC
- [1256] GGGACGCCGGGCGCCTCCTCCAGCTCCACCTCGTCGGTGCTCAGCTTTGAGCATGCCGGCGGTGCCGGT
CATCAG
- [1257] CTGGCTTATAATTCCGGCACAGGCGACGATGACTGCGCGCTCTGGATGGACAGCATGGCCGATCATCAG
CACGGC
- [1258] GCGGCCAGGTTTGGGTTCATGAACCCAGGGTCGGCCGATGTCTGCCAGAAATCCAGGAGAGCAGCATC
AAGCAG
- [1259] CCGGCCAAGTCTGCGCAGAAGCGCTCGAGCTCGGGTGGTGAGGCGCAAGCAGCGGCGAAGAAGCAGTGT
GGAGGA
- [1260] GGCAGGAAGAGCAAGGCCAAAGTTGTCCCTACCAAGGATCCTCAGAGCGCTGTTGCAAAGGTCCGAAGA
GAGCGC
- [1261] ATCAGTGAGAGGCTCAAAGTTCTGCAGGATCTTGTACCCAACGGCACGAAGGTGGACATGGTCACCATG
CTCGAG
- [1262] AAGGCAATCACCTATGTCAAGTTCCTGCAGCTGCAAGTCAAGGTGTTGGCGACCGACGAGTTCTGGCCG
GTGCAA
- [1263] GGAGGGAAGGCGCCGGAGCTCTCCCAAGTGAAGACCGCGCTGGACGCCATCCTTTCTTCCAGCAGCAA
CCCTAG
- [1264] 普通小麦 (*Triticum aestivum*)TaRSLa 核苷酸序列 (SEQ ID NO :95)
- [1265] (gi | 25232820 | gb | CA654295.1 | CA654295)
- [1266] DSQIIHPMPCEDELHKSLI * LYHIRRRYPYWVFTDGESTSFARPLLNSRIRGELLLTLSTTKHCKVT
ASSMRRSY
- [1267] SMMHDHEKS * KIQRRKSQKLVSKESEADHDAVFGQIMKMCGSDNDSNWPRESSTSPRPKEAANLN
SNGKTKAN
- [1268] RGSATDPQSVYARKRRERINERLRILQSLVPNGTKVDISTMLEDAVQYVKFLQLQIKPLSSDDLWMYAP
IAYNGM
- [1269] ETGLDSTIPSPR * RLSKVAASFLLKKGKPGA
- [1270] 红花 (*Safflower Carthamus tinctorius*)CtRSLa 氨基酸序列 (SEQ ID NO :96)
- [1271] (gi | 125399878 | gb | EL411863.1 | EL411863 CFFS9477.b1_I18.ab1)
- [1272] GATTACAGATAATCCACCCTATGCCGTGTGATGAACTCCACAAATCCTTAATTTAATTGTACCACATC

AGGCGA

[1273] CGTTATCCATATTGGGTGTTCACTGATGGTGAAAGCACATCTTTCGCGCGACCTCTACTCAATGACTCA
AGAATT

[1274] AGAGGTGAACTATTGCTTACACTATCTACTACTAAACATTGTAAAGTGACTGCCAGTTCTATGAGACGT
TCGTAT

[1275] AGCATGATGCATGATCATGAGAAAAGCTAAAAGATACAGCGCAGAAAGAGCCAGAAGCTCGTTTCTAAA
GGCAAC

[1276] GAAAGTGAAGCTGACCATGATGCAGTTTTTGGGCAAATAATGAAAATGTGTGGATCTGACAATGACTCG
AATTGG

[1277] CCTCGGGAGTCGAGCACAAGTCCAAGACCAAAAAGAGGCTGCAAATCTGAACTCAAATGGGAAGACAAAA
GCAAAT

[1278] AGGGGGTCAGCAACGGATCCACAAAAGTGCTACGCACGGAAGAGAAGAGAACGAATTAATGAACGGTTA
AGAATA

[1279] CTACAGAGTCTGGTTCCTAATGGTACAAAAGTTGATATAAGCACAATGCTTGAAGATGCTGTCCAGTAT
GTGAAA

[1280] TTTTTCGAGCTCCAAATCAAGCCGTTGAGCTCTGATGATCTGTGGATGTATGCCCCATCGCGTACAAC
GGGATG

[1281] GAGACGGGGCTTGATTCTACGATCCCCTCGCCAAGGTGAAGACTATCCAAAGTTGCCGCATCTTTTTTC
TTGAAA

[1282] AAAGGGAAGCCTGGGGCAA

[1283] 红花 (Safflower *Carthamus tinctorius*) CtRSLa 核苷酸序列 (SEQ ID NO :97)

[1284] (gi | 125399878 | gb | EL411863.1 | EL411863CFFS9477.b1_I18.ab1)

[1285] MALVREPMVLYDGGFDASEASAFDSIGCFGHGHGHDALLGGVDAAALFGGYAHDEPAGASASAYVKDGS
HWAGVG

[1286] ASVLAFDRAARGHGAQAMATAAAQEEEECDAWIDAMDEDNGEAPAPSIGFDPATGCFSLTQRPGAGAR
RPFGLL

[1287] FPSASGGAPSPDSAAPAPASRGSGKRPSAGIARAQDAEPRASKKQCGASRKTAKAKSPAPAITSPKDP
QSLAAK

[1288] NRREKISERLRTLQEMVPNGTKVDMVTMLEKAISYVKFLQLQVKVLATDEFWPAQGGMAPEISQVKEAL
DAILSS

[1289] QRGQFNCSS *

[1290] BdRSLa 氨基酸序列 (SEQ ID NO :98)

[1291] ATGGCATTAGTGCGGGAGCCGATGGTACTGTATGACGGCGGTTTCGACGCCTCGGAGGCGTCGGCATT
GACTCC

[1292] ATCGGCTGCTTCGGCCACGGCCACGGCCACGACGCGCTCCTAGGCGGCGTCGACGCGGCCGCGCTGTTC
GGGGGC

[1293] TACGCGCACGACGAGCCGGCCGGCGCCAGCGCCAGCGCCTACGTGAAGGACGGCTCGCACTGGGCCGGC
GTGGGT

[1294] GCGTCCGTGCTCGCGTTCGACCGTGCCGCTCGGGGCCACGGCGCGCAGGCCATGGCGACCGCGGCCGCT

CAGGAG

[1295] GAGGAAGAATGCGACGCGTGGATCGACGCCATGGACGAGGACAATGGCGAGGCGGCGCCGGCGCCGTCC
ATCGGC

[1296] TTCGACCCGGCCACGGGCTGCTTCAGCCTCACGCAGCGGCCCGGCGCCGGCGCGCGGCCCGTTTCGGG
CTCCTG

[1297] TTCCCGAGCGCGTCCGGTGGCGCGCCCTCGCCCGACAGCGCCGCGCCAGCGCCGGCATCCCGCGGTTCC
CAGAAG

[1298] CGGCCATCCGCCGGGATTGCGCGCGCGCAGGACGCGGAGCCGCGGGCCAGCAAGAAGCAGTGCGGCGCG
AGCAGG

[1299] AAGACGACGGCCAAGGCGAAGTCGCCTGCGCCTGCCATCACCTCGCCCAAGGACCCGCGAGAGCCTCGCT
GCAAAG

[1300] AACCGGAGGGAGAAGATCAGCGAGCGGCTCCGGACGTTGCAGGAGATGGTGCCCAACGGCACCAAGGTG
GACATG

[1301] GTCACCATGCTCGAGAAGGCCATCAGCTACGTCAAGTTCCTGCAGCTGCAAGTCAAGGTGCTCGCGACG
GACGAG

[1302] TTCTGGCCGGCGCAGGGAGGGATGGCGCCGGAGATCTCCCAGGTGAAGGAGGCGCTCGACGCCATCCTG
TCGTCG

[1303] CAGAGGGGGCAATTCAACTGCTCCAGCTAG

[1304] BdRSLa 核苷酸序列 (SEQ ID NO :99)

[1305] MASRHATTREPHLRMTYDDEPSMSLELFGYHGVVDGDDDDGDTATDLPQLTFVDNFKGGCGSADYYGWA
YSASGG

[1306] ASGACSSSSSVLSFEQAGGAGHQLAYNAGTGDDDCALWMDGMADQHDTAKFGFMDPGMSDVSLIQUES
SMKPPA

[1307] KMAQKRACQGGETQAAAKKQCGGSKKSKAKAAPAKDPQSAVAKVRRERISERLKVLDLVPNGTKVDMV
TMLEKA

[1308] ITYVKFLQLQVKVLATDDFWPVQGGKAPELSQVKDALDAILSSQNQS *

[1309] BdRSLb 氨基酸序列 (SEQ ID NO :100)

[1310] ATGGCAAGCAGGCACGCCACTACACGGGAGCCACACCTCCGGACCATGTACGACGACGAGCCATCCATG
TCCCTC

[1311] GAGCTCTTCGGCTACCATGGCGTCGTCGTCGACGGTGACGACGATGGCGACACCGCCACCGACCTTCCC
CAGCTC

[1312] ACCTTTGTTGACAACTTCAAAGGCGGGTGTGGGTCAGCCGACTACTACGGCTGGGCGTACAGCGCCTCC
GGTGGT

[1313] GCGTCAGGCGCCTGCTCCAGCTCCAGCTCGTCGGTGCTCAGCTTTGAGCAGGCGGGTGGTGCCGGTCAT
CAGCTG

[1314] GCTTATAACGCCGGCACAGGTGACGATGACTGCGCGCTCTGGATGGACGGCATGGCTGACCAGCATGAC
ACAGCC

[1315] AAGTTTGGGTTCATGGACCCAGGCATGTCTGATGTCAGCCTAGAAATCCAGGAGAGCAGCATGAAACCG
CCGGCC

- [1316] AAGATGGCACAGAAGCGCGCTTGCCAGGGTGGTGAGACGCAAGCAGCGCGGAAGAAGCAGTGTGGAGGA
AGCAAG
- [1317] AAGAGCAAGGCAAAAGCTGCCCCTGCCAAGGATCCTCAAAGCGCCGTTGCAAAGGTCCGAAGAGAGCGC
ATCAGC
- [1318] GAGAGGCTCAAAGTTCTGCAGGATCTCGTGCCCAATGGCACAAAGGTTGACATGGTCACCATGCTCGAA
AAGGCA
- [1319] ATCACCTATGTCAAGTTCCTGCAGCTGCAAGTCAAGGTATTGGCGACTGATGACTTCTGGCCGGTGCAA
GGAGGG
- [1320] AAAGCTCCGGAGCTCTCCCAAGTGAAGGACGCTCTGGACGCGATCCTGTCTTCCAGAATCAATCCTAG
- [1321] BdRSLb 核苷酸序列 (SEQ ID NO :101)
- [1322] MALVGQATKLCYDGFAGDGVPPFMDAACLAFDHGYDYNPHAWFPTGAEPGNSSAFDVAWTGVSSTSP
VLTFDA
- [1323] AEWMDATATDRLSSYSPSAATVPASYKRPAHVQPQQEAEQESITPNPKKQCGDGKVVIKSSAAATGT
SPRKEP
- [1324] QSQAAKSRRERIGERLRALQELVPNGSKVDMVTMLDKAITYVKFMQLQLTVLETDAFWPAQGGAPEIS
QVKAAL
- [1325] DAIILSSSQKPRQWS *
- [1326] BdRSLc 氨基酸序列 (SEQ ID NO :102)
- [1327] ATGGCTCTAGTGGGTCAGGCAACGAAGCTCTGCTACGACGGCTTCGCCGGAGACGGTGTGCCGCCGTTC
ATGGAC
- [1328] GCAGCTTGTCTGGCATTGACACGGGTATGATTACAACAATCCCCACGCATGGGAATTCCCCACCGGC
GCCGAG
- [1329] CCAGGCAACAGCAGCGCGTTCGACGTTGCCTGGACCGGCGTCTCCTCCACTTCTCCGGTGCTCACATTC
GACGCC
- [1330] GCCGAGTGGATGGACGCCACGGCCACGGACCGGCTGAGCTCCTACAGCCCGTCTGCGGCCACCGTGCCG
GCCTCT
- [1331] TACAAGCGGCCTCGTGCGCACGTGCAGCCACAGCAGGAAGCAGAAGAACAGGAAAGCATTACTCCCAAT
CCCAAG
- [1332] AAGCAGTGCGGCGATGGGAAAGTAGTTATCAAGTCATCGGCGGCGGCTACCGGCACCAGTCCACGCAAG
GAACCC
- [1333] CAAAGCCAAGCTGCCAAGAGCCGTCGTGAGCGGATCGGCGAGCGGCTGAGAGCGCTGCAGGAGCTGGTG
CCCAAC
- [1334] GGCAGCAAGGTGGACATGGTCACCATGCTCGACAAGGCCATCACTTATGTCAAGTTCATGCAGCTCCAG
CTCACG
- [1335] GTGCTCGAGACAGACGCGTTCTGGCCTGCGCAGGGTGGCGCGGCGCCGAGATCTCCCAGGTGAAGGCG
GCGCTC
- [1336] GACGCCATCATCCTCTCCTCGTGCAGAACCTCGTCAGTGGAGCTAG
- [1337] BdRSLc 核苷酸序列 (SEQ ID NO :103)
- [1338] MEAGGLISEAGWTMFDFPSQGESEIMSQLLGAFPSHLEEGHQDLPWYQASDPSYYDCNLNTSSESNAS

SLAVPS

[1339] ECMGYYLGDSSSESLDLSSCIAPNDLNLVQEQDATEFLNMTPNLSLDLRNGGESSCEDLTSVGPTNKRKH
SSAEEG

[1340] IDCQARGQKFARKAEPKRTKKTKQSGWEVAVATRNGSTASCCTSDDDSNASQESADTGVC PKGKARAAR
GASTDP

[1341] QSLYARKRRERINERLKTLLQTLVPNGTKVDMSTMLEEAVHYVKFLQLQIKVLSSDDMMYAPLAYNGMN
IGLDLN

[1342] IYTPERWRTASAAPSTEGREYAGVDRI SDLPDGI LGDIVSLLPTAEGARTQILKRRWRHIWRC SAPLNL
DCCTLV

[1343] ARGGGREAEDELVGLIPSILSSHQGTGRRFHPSSRHS DRAATIEAWLQSAALDNLQELDLWCTHTYLY
DYVPLP

[1344] PAVFRFSATVRVVTIANCNLRDSAVQGLQFPQLKQLGFKDIIIMEDSLHMHIAACPDLECLMIERSLGF
ACVRIN

[1345] SLSLRSIGVSTDHPHPHELQFVELVIDNAPCLKRLLHLEMCYHLDMHITVISAPKLETLSCCSSVSRSS
TKLSFG

[1346] SAAIQGLHIDSLTTVVRTVQILAVEMHSLCLDTIIDFMKCFPCLQKLYIKSFVSGNNWWQRKHRNVIKS
LDIRLK

[1347] TIALESYGGNQSDINFVTFFVLNARVLELMTF DVCSEHYTVEFLAEQYRKLQLDKRASRAARFHFTSNR
CVRGIP

[1348] YIGRAELFLPIKCSHVDTS PNLSSFRLSAVFSVCITRNLLRLKKAMWVISLYSPEFTKQVAVHNPNE M
PF *

[1349] BdRSLd 氨基酸序列 (SEQID NO :104)

[1350] ATGGAGGCTGGAGGGCTGATTTCTGAGGCTGGCTGGACCATGTTTGACTTCCCGTCGCAAGGCGAGGAA
TCAGAG

[1351] ATCATGTCGCAGCTGCTAGGCGCCTTCCCCTCCCATCTTGAGGAAGGCCATCAGGATCTGCCTTGGTAC
CAGGCT

[1352] TCTGACCCATCCTACTATGACTGTAATCTTAATACAAGTAGTGAAAGCAATGCTAGTAGTCTTGCTGTT
CCATCC

[1353] GAGTGTATGGGCTACTATTTGGGTGATTCAAGTGAGTCCCTGGACCTGAGCTCCTGCATTGCACCAAAT
GACCTG

[1354] AACTTGGTCCAGGAGCAAGATGCAACTGAGTTTCTGAATATGACACCAAATCTTCCCTTGATTTACGT
GGGAAT

[1355] GGTGAGTCGAGCTGCGAGGATCTCACTTCGGTCGGTCCTACTAACAAGCGAAAGCACTCCTCGGCAGAA
GAAGGA

[1356] ATCGACTGCCAAGCAAGAGGCCAGAAATTCGCCAGAAAGGCTGAACCGAAGCGAACAAGAAGACCAAG
CAAAGC

[1357] GGATGGGAGGTTGCTGTTGCCACCAGGAATGGAAGCACAGCGAGCTGCTGCACCTCTGATGATGACTCA
AACGCT

[1358] TCTCAAGAATCTGCAGATACCGGTGTTGTCCGAAAGGCAAGGCTCGGGCTGCCCGTGGCGCATCAACT

GATCCC

[1359] CAGAGCCTCTATGCAAGGAAAAGGAGGGAAAAGGATCAATGAGAGACTGAAGACACTGCAGACCCTTGTG
CCCAAT

[1360] GGAACCAAAGTAGATATGAGCACCATGCTTGAGGAGGCAGTCCACTACGTGAAGTTCCTGCAGCTTCAG
ATCAAG

[1361] GTCTTGAGCTCTGATGATATGTGGATGTATGCGCCGCTAGCATACAACGGGATGAACATTGGGCTTGAT
CTGAAC

[1362] ATATATACTCCGAGAGGTGGAGGACAGCGTCCGCGGCGCCCTCAACCGAAGGGCGTGAATACGCCGGC
GTCGAC

[1363] CGCATCAGCGACCTCCCCGACGGCATCCTCGGCGACATCGTCTCGTTGCTCCCCACCGCCGAAGGAGCC
CGCACC

[1364] CAGATCCTCAAGCGCAGGTGGCGCCACATCTGGCGCTGCTCCGCCCCCTCTCAACCTCGATTGCTGTACC
TTGGTC

[1365] GCCCGTGGCGGCGGCCGTGAGGCTGAAGATGAACTCGTCGGTCTCATACCGTCCATCCTTTCTTCTCAC
CAAGGC

[1366] ACCGGCCGCCGCTTCCACGTCCCCCTCGTCGCGCCACTCTGACCGAGCTGCTACCATTGAAGCCTGGCTC
CAATCT

[1367] GCTGCCCTCGACAATCTCCAGGAGCTCGATTTATGGTGCACCCACACCTATCTTTACGACTATGTTCCG
CTGCCA

[1368] CCCGCCGTCTTTTCGTTCTCCGCCACCGTCCGTGTTGTCACCATCGCAAATTGTAACCTCCGTGACAGC
GCCGTC

[1369] CAAGGCCTTCAATTCCCACAACCTTAAACAGCTCGGATTCAAAGATATCATCATCATGGAGGATTCGCTG
CACCAC

[1370] ATGATTGCTGCGTGTCAGATCTCGAGTGCTTGATGATTGAAAGGAGCTTAGGTTTTGCTTGCGTCCGG
ATCAAT

[1371] TCCCTTAGTCTTAGAAGCATCGGTGTGAGCACTGACCACCCTCACCCACATGAGCTCCAGTTTGTGGAA
CTCGTC

[1372] ATTGATAATGCACCTTGTCTTAAGAGATTGCTCCATCTTGAAATGTGTTATCACCTTGACATGCATATA
ACAGTA

[1373] ATCTCCGCGCCTAAACTGGAGACCTTGAGCTGCTGTTCTTCTGTGAGTCGCTCCTCCACCAAACCTCTCG
TTTGGC

[1374] TCCGCGGCCATTGAGGATTGCACATTGATAGCCTAACAACAGTGGTGCGCACTGTCCAAATTTTAGCT
GTAGAG

[1375] ATGCATTCTCTTTGTCTAGACACAATTATTGACTTCATGAAATGCTTTCCATGTCTGCAGAAGTTGTAC
ATTAAG

[1376] TCATTTGTAAGTGGAACAATTGGTGGCAACGTAAACACCGGAACGTTATCAAATCCCTTGACATCCGT
CTCAAG

[1377] ACAATAGCGTTGGAAGTTATGGGGGCAATCAGTCTGACATCAACTTTGTACATTCTTTGTCTTGAAC
GCGAGA

- [1378] GTGCTAGAGTTGATGACATTTGACGTTTGTCTGAGCATTACACTGTGGAGTTCTTGGCAGAGCAATAT
AGGAAG
- [1379] CTTCAGCTAGATAAGAGGGCTTCAAGAGCCGCTCGGTTCCATTTTACAAGTAACCGATGTGTCCGTGGT
ATTCCG
- [1380] TATATCGGACGTGCCGAGCTATTCTTGCCTATCAAATGTTCTCATGTTGACACCAGTCCAACTTGAGT
AGTTTC
- [1381] CGTTTGTCTGCAGTATTTTCAGTTTGTATTACCCGGAACCTTTTGC GTTTAAAAAAGCTATGTGGGTC
ATTAGT
- [1382] TTGTATTATTCTCCAGAATTTACAAAAACAAGTGGCCGTGCACAATCCCAATGAAATGCCGTTT TAG
- [1383] BdRSLd 核苷酸序列 (SEQ ID NO :105)
- [1384] MEAKCGAIWSSIDARSEDSEMI AHLQSMFWSNSDVALNLCSSNTSGNSCVTASTLPSSLFLPLVDNESY
GAAPSV
- [1385] DTGMDSCFDHQHSITGHKRISHMDEQMKKTRKKSRTVPSVSKALGSSLVDNQMNADIFNQSSSCSSG
EDSIGT
- [1386] SEKSIVANQSDNTSGCKRPSKNMQSLYAKRRERINEKLRLVQLIPNGTKVDISTMLEEAVQYVKFLQ
LQIKVL
- [1387] SSDETWMYAPLAYNGMDIGLTLALRTAANQE *
- [1388] BdRSLe 氨基酸序列 (SEQ ID NO :106)
- [1389] ATGGAGGCCAAGTGTGGAGCTATTTGGAGCTCTATCGATGCGAGGAGCGAGGACTCTGAGATGATTGCT
CACCTG
- [1390] CAGTCCATGTTCTGGAGCAACAGTGATGTTGCTCTCAACCTCTGTTCGTCAAACACCAGTGGCAATTCT
TGTGTC
- [1391] ACAGCTAGCACATTGCCTAGCAGCTTGTTCCTTCCTCTGTGCGATAATGAGAGCTATGGTGCAGCGCCA
TCGGTG
- [1392] GACACCGGCATGGATTCATGCTTTGATCACCAGCATCAGAGCATTACTGGTCACAAGAGGATATCGCAC
ATGGAT
- [1393] GAGCAGATGAAGAAGACGAGAAAGAAGTCCCGGACTGTTCCATCGGTATCAAAGGCTCTGGGTTCAGC
CTAGTC
- [1394] GATAATCAGATGAATGCTGACATTTTCAATCAGAGCTCCTCCTGCTGCAGCTCGGGAGAAGATTCAATT
GGAACA
- [1395] TCTGAGAAATCCATTGTTGCAAACAGAGTGACAATACGAGTGGTTGTAAGCGGCCTTCAAAGAATATG
CAAAGC
- [1396] CTTTATGCAAAGAAGAGAAGAGAGAGGATCAACGAGAAGTTGAGAGTACTGCAGCAGCTGATTCCCAAT
GGCACC
- [1397] AAAGTTGACATCAGCACAATGTTGGAGGAAGCAGTTCAGTATGTCAAGTTTCTGCAGCTGCAAATAAAG
GTCTTA
- [1398] AGCTCTGACGAGACATGGATGTATGCGCCCCTCGCCTACAATGGTATGGACATCGGTCTCACTCTCGCT
CTGAGA
- [1399] ACTGCTGCAAACCAAGAGTGA

- [1400] BdRSL_e 核苷酸序列 (SEQ ID NO :107)
- [1401] MALVREHGGYYGGFDSVEAAAFDTLGYGHGASLGFDASSALFGEGGYAAGGGDAWAGAGASTVLAFNRT
TAAAAV
- [1402] GVEEEEEECDAWIDAMDEDDQSSGPAAAAPEARHALTASVGFDASTGCFTLTERASSSSGGAGRPFGLL
FPSTSS
- [1403] SGGTPERTAPVRVPQKRTYQAVSPNKKHCGAGRKASKAKLASTAPTQSLAAKQNRERISERLRAL
QELVPN
- [1404] GTKVDLVTMLEKAISYVKFLQLQVKVLATDEFWPAQGGKAPEISQVREALDAILSSAS
- [1405] 玉蜀黍 (Zea mays) ZmRSL_a 氨基酸序列 (AZM4_60871 :SEQ ID NO :108)
- [1406] ATGGCGTTGGTGAGGGAGCACGGTGGGTACTACGGAGGCTTCGACAGCGTCGAGGCGGCGGCCTTCGAC
ACGCTC
- [1407] GGCTACGGCCACGGCGCGTCGCTGGGCTTTGACGCGTCGTCGGCGCTGTTCTGGGGAAGGCGGTTATGCG
GCGGGC
- [1408] GGCGGGGACGCCTGGGCGGGCGCGGGGGCGTCGACCGTCCTGGCGTTCAACCGCACAAACGGCAGCGGGC
GCCGTG
- [1409] GGTGTGGAAGAGGAGGAGGAGGAGTGCGACGCGTGGATCGACGCTATGGACGAGGACGACCAGAGCTCC
GGCCCC
- [1410] GCCGCGGCGGGCGCCAGAGGCGCGCCACGCGCTGACGGCCTCCGTGGGTTTCGACGCCTCCACGGGGTGC
TTCACC
- [1411] CTGACGGAGAGGGCGTCGTCGTCGTCAGGCGGAGCGGGGCGCCCGTTCTGGCCTGCTGTTCCCGAGCACG
TCGTCG
- [1412] TCGGGCGGCACGCCCCGAGCGCACGGCGCCGGTGCGCGTCCCGCAGAAACGGACCTACCAGGCTGTGAGC
CCCAAC
- [1413] AAGAAGCACTGCGGCGCGGGCAGGAAGGCGAGCAAGGCCAAGCTCGCGTCCACAGCCCCAACCAAGAT
CCCCAG
- [1414] AGCCTCGCGGCCAAGCAGAACCGGCGCGAGCGGATCAGCGAGCGGCTGCGGGCGCTGCAGGAGCTGGTG
CCCAAC
- [1415] GGCACCAAGGTCGACCTGGTCACCATGCTCGAGAAGGCCATCAGCTACGTTAAGTTCCTCCAGTTGCAA
GTCAAG
- [1416] GTTCTGGCAACAGACGAATTCTGGCCGGCACAGGGAGGGAAGGCGCCGGAGATCTCCAGGTGAGGGAG
GCGCTC
- [1417] GACGCCATCTTGTCGTCGGCGTCG
- [1418] 玉蜀黍 (Zea mays) ZmRSL_a 核苷酸序列 (AZM4_60871 :SEQ ID NO :109)
- [1419] MAQFLGAADDHCFTYEHVDESMEAIAALFLPTLDTDSANFSSSCFNAYVPPQCWPQPDHSSSVTSL
LDPANF
- [1420] EFPVRDPLPPSGFDPHCAVAYLTEDSSPLHGKRSSVIEEEAANAAPAAKKRKAGAAMQGSKSRKASKK
DNIGDA
- [1421] DDDGGYACVDTQSSSSCTSEDGNFEGNTNSSSKKTCARASRGAAATEPQSLYARKRRERINERLRILQNL
VPNGTK

- [1422] VDISTMLEEAAQYVKFLQLQIKLLSCDDTWMYAPIAYNGINIGNVDLNIYSLQK *
- [1423] 玉蜀黍 (Zea mays) ZmRSLb 氨基酸序列 (AZM4_70092 :SEQ ID NO :110)
- [1424] ATGGCTCAGTTTCTTGGGGCGGCTGATGATCACTGCTTCACCTACGAGTATGAGCATGTGGATGAGTCC
ATGGAA
- [1425] GCAATAGCAGCCCTGTTCTTGCCCTACCCTTGACACCGACTCCGCCAACTTCTCCTCTAGCTGTTTCAAC
TATGCT
- [1426] GTCCCTCCACAGTGCTGGCCTCAGCCAGACCATAGCTCTAGCGTTACCAGTTTGCTTGATCCAGCCGAG
AACTTT
- [1427] GAGTTTCCAGTCAGGGACCCGCTCCCCCAAGCGGCTTCGATCCACATTGCGCTGTGCGCTACCTCACT
GAGGAT
- [1428] TCGAGCCCTCTGCATGGCAAACGTTTCATCAGTCATTGAGGAAGAAGCAGCCAACGCCGCACCTGCTGCT
AAGAAG
- [1429] AGGAAGGCTGGTGCTGCAATGCAGGGATCAAAGAAATCCAGGAAGGCGAGCAAAAAGGATAACATCGGC
GACGCC
- [1430] GACGATGATGGCGGCTATGCCTGTGTTGACACGCAAAGCTCCAGTAGCTGCACCTCCGAGGACGGGAAC
TTCGAA
- [1431] GGAAATACGAATTCAAGCTCCAAGAAGACCTGCGCCAGGGCCAGCCGCGGAGCAGCAACTGAACCTCAG
AGTCTC
- [1432] TATGCAAGGAAGAGGAGAGAGAGGATCAACGAAAGGTTGAGAATCTTGCAAGACTTGTTCCAAATGGA
ACAAAA
- [1433] GTAGACATTAGCACGATGCTCGAGGAAGCGGCGCAGTATGTCAAGTTTTTACAGCTCCAGATTAAGCTG
TTGAGC
- [1434] TGTGACGACACATGGATGTATGCGCCAATCGCGTACAATGGAATTAACATCGGCAATGTTGATCTGAAC
ATCTAC
- [1435] TCTCTGCAAAAGTAA
- [1436] 玉蜀黍 (Zea mays) ZmRSLb 核苷酸序列 (AZM4_70092 :SEQ ID NO :111)
- [1437] MEDGGLXSEAGAWAELGTGGDESEELVAQLLGAFRRSHGEEGRHQLLWSDQASSDDVHGDGSLAVPLA
YDGCCG
- [1438] YLSYSGSNSDELPLGSSSRAAPAGGPPEELLGAAETEYLNVAADHPFFKWCNGEGLDGPTSVVGTL
GLGSGR
- [1439] KRARKKSGDEDEDPSTAIASGSGPTSCCTTSDSDSNASPLESADAGARRPKGNENARAAGRGAAAATTT
TAEPQS
- [1440] IYARVRRERINERLKVLSLVPNGTKVDMSTMLEEAVHYVKFLQLQIRVLQLLSSDDTWMYAPIAYNGM
GIGIDL
- [1441] RMHGQDR *
- [1442] 玉蜀黍 (Zea mays) ZmRSLc 氨基酸序列 (AZM4_91750 :SEQ ID NO :112)
- [1443] ATGGAGGACGGAGGGTTGRTCAGCGAGGCCGGCGCCTGGGCCGAGCTCGGCACCGGCGGCGACGAGTCG
GAGGAG
- [1444] CTGGTGGCGCAGCTGCTGGGCGCCTTCTTCCGGTCCCACGGCGAGGAAGGCCGGCACCACTGCTTTGG

TCTGAC

[1445] GACCAAGCTTCTTCCGACGACGTGCACGGCGACGGCAGCCTTGCCGTGCCGCTCGCATACGACGGCTGC
TGCGGC

[1446] TATCTGAGCTACTCAGGTAGCAACTCGGACGAGCTCCCCCTCGGGAGCAGCTCCCGCGCTGCGCCAGCA
GGTGGC

[1447] CCACCGGAGGAGCTGCTCGGTGCAGCTGAGACTGAGTACCTGAATAATGTGGCCGCCGAGACCATCCC
TTCTTC

[1448] AAATGGTGTGGGAATGGTGAGGGTCTGGATGGTCCGACGAGCGTCGTGGGCACGCTTGGGCTTGGCTCG
GGCCGG

[1449] AAACGCGCGCGCAAGAAGAGCGGGGACGAAGACGAAGACCCGAGCACGGCCATCGCCAGCGGAAGCGGC
CCCACG

[1450] AGCTGCTGCACTACCTCCGACAGCGACTCAAACGCGTCTCCTCTGGAGTCCGCGGACGCCGGCGCTCGT
CGCCCC

[1451] AAGGGCAACGAGAATGCCCCGGCAGCTGGCCGCGGCGGGCGGGCGGCGACGACGACAGCGGAGCCC
CAGAGC

[1452] ATCTACGCAAGGGTACGGAGGGAGCGGATCAACGAGAGGCTCAAGGTGCTGCAGAGCCTGGTGCCCAAC
GGCACC

[1453] AAGGTGGACATGAGCACCATGCTCGAGGAGGCCGTCCACTACGTCAAGTTCCTGCAGCTTCAGATCAGG
GTGCTG

[1454] CAGCTCCTGAGCTCCGACGACACGTGGATGTACGCGCCCATCGCGTACAACGGGATGGGCATCGGGATC
GACCTC

[1455] CGCATGCATGGACAGGACAGATGA

[1456] 玉蜀黍 (Zea mays) ZmRSLc 核苷酸序列 (AZM4_91750 :SEQ ID NO :113)

[1457] SKKSRKASKKDCIVDDDDVYVDPQSSGSCTSEEGNFEGNTYSSAKKTCTRASRGGATDPQSLYARKRRE
RINERL

[1458] RILQNLVPNGTKVDISTMLEEAAQYVKFLQLQIKLLSSDDMWMYAPIAYNGINISNVDLNIPALQK *

[1459] 玉蜀黍 (Zea mays) 氨基酸序列 (AZM4_86104 :SEQ ID NO :114)

[1460] TCAAAGAAATCCAGGAAGGCGAGCAAAAAAGATTGTATTGTTCGATGACGACGATGTCTATGTTGACCCG
CAAAGC

[1461] TCCGGTAGCTGCACCTCCGAGGAGGGGAATTTTGAAGGAATACGTATTCAAGCGCGAAAAAGACCTGC
ACCAGG

[1462] GCCAGCCGCGGAGGAGCAACTGATCCTCAGAGTCTCTATGCAAGGAAGAGGAGAGAGAGGATCAATGAA
AGGTTG

[1463] AGAATCTTGCAGAACTTGGTCCCCAATGGAACAAAGTTGACATTAGTACGATGCTCGAGGAAGCAGCA
CAGTAT

[1464] GTCAAATTTTTACAGCTTCAGATTAAGCTGTTGAGCTCTGACGACATGTGGATGTATGCGCCAATCGCG
TACAAT

[1465] GGGATCAACATCAGCAATGTTGATCTGAACATCCCTGCA

[1466] 玉蜀黍 (Zea mays) ZmRSLd 核苷酸序列 (AZM4_86104 :SEQ ID NO :115)

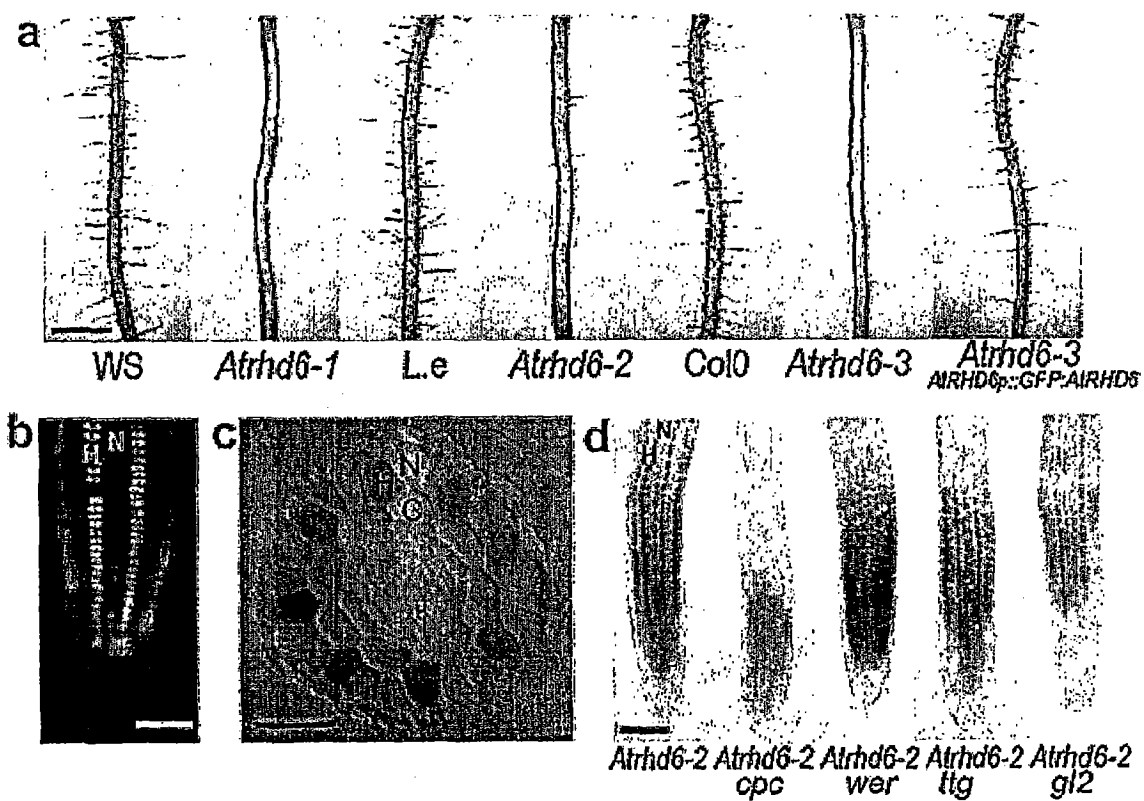


图 1

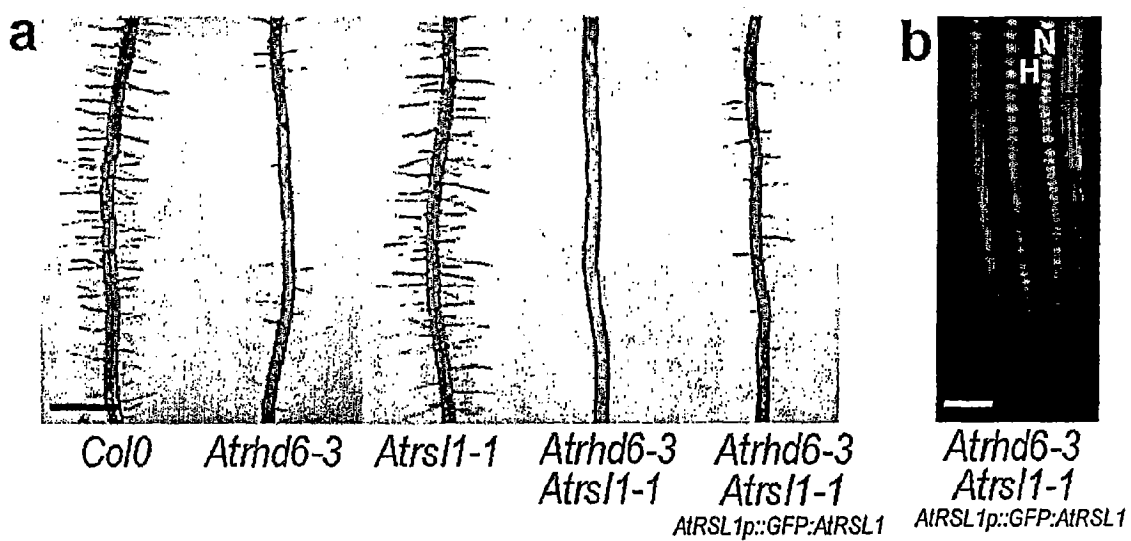


图 2

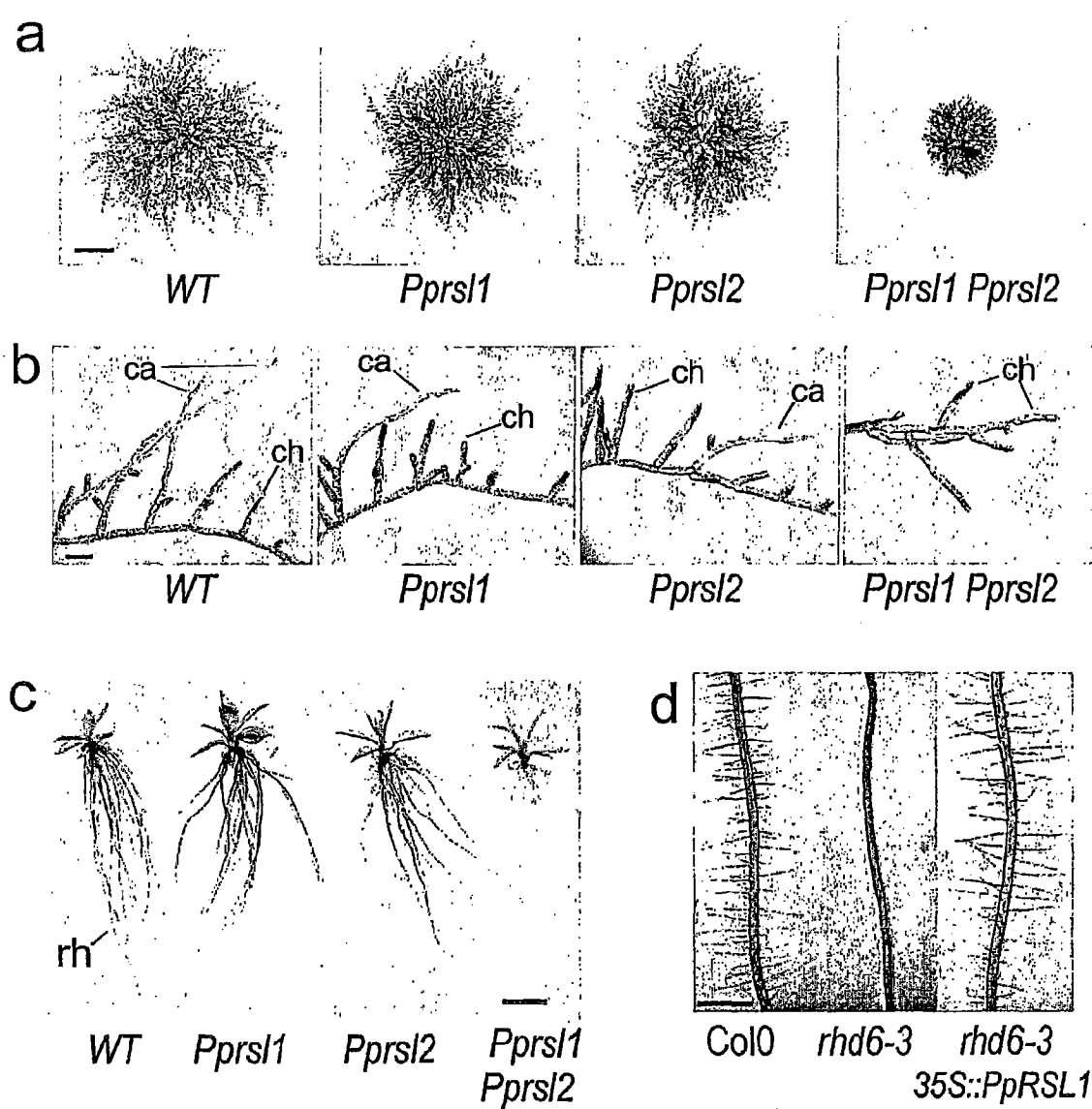


图 4

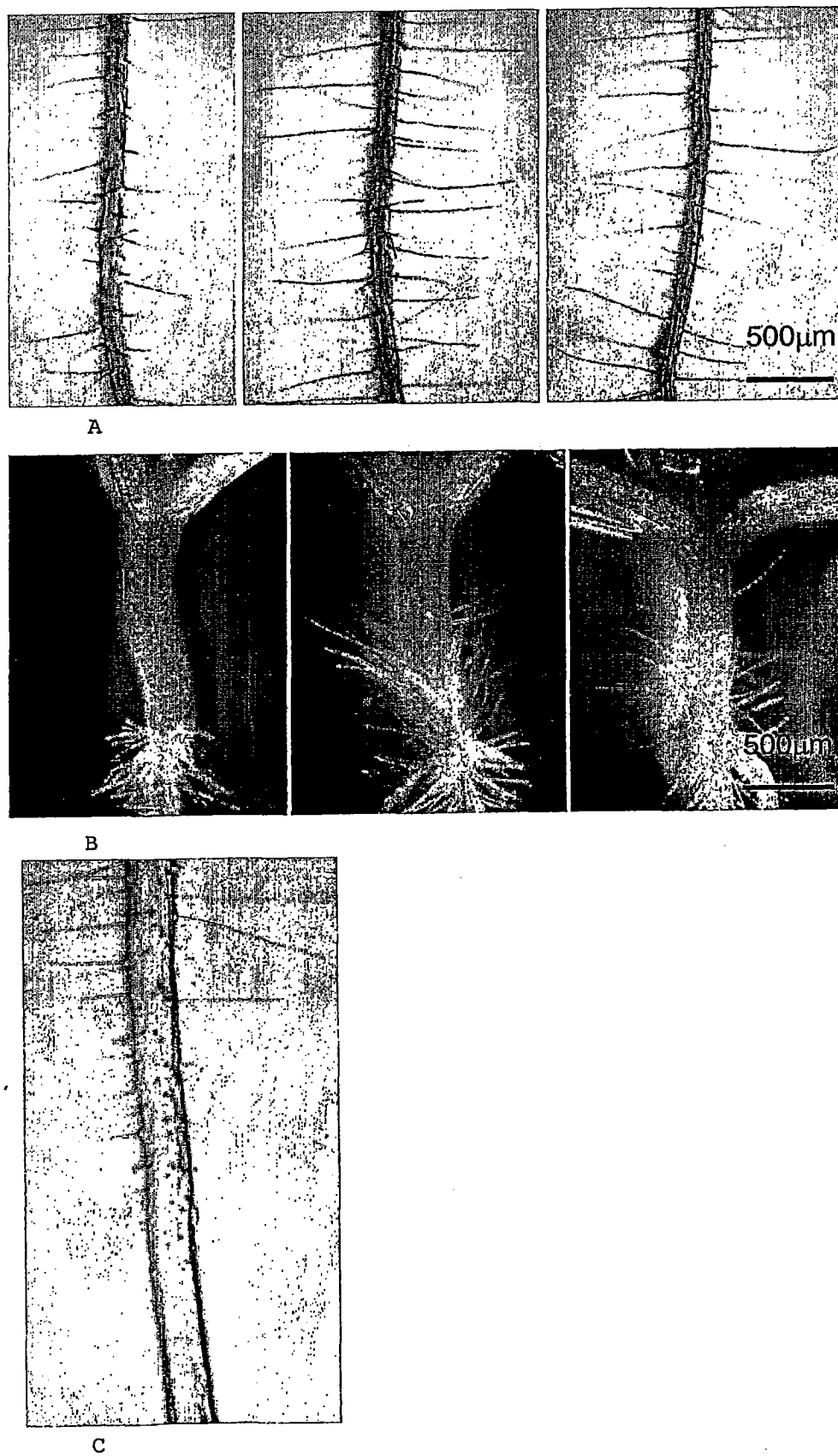
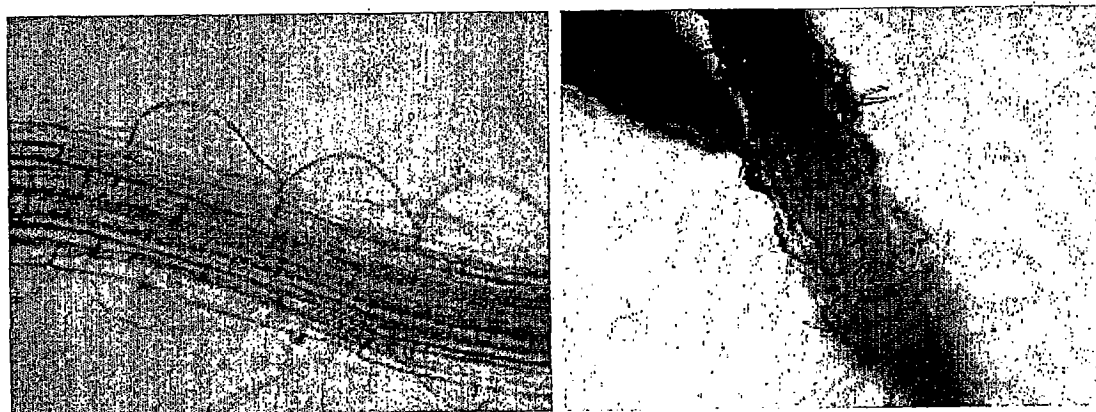


图 5



A



B

图 6

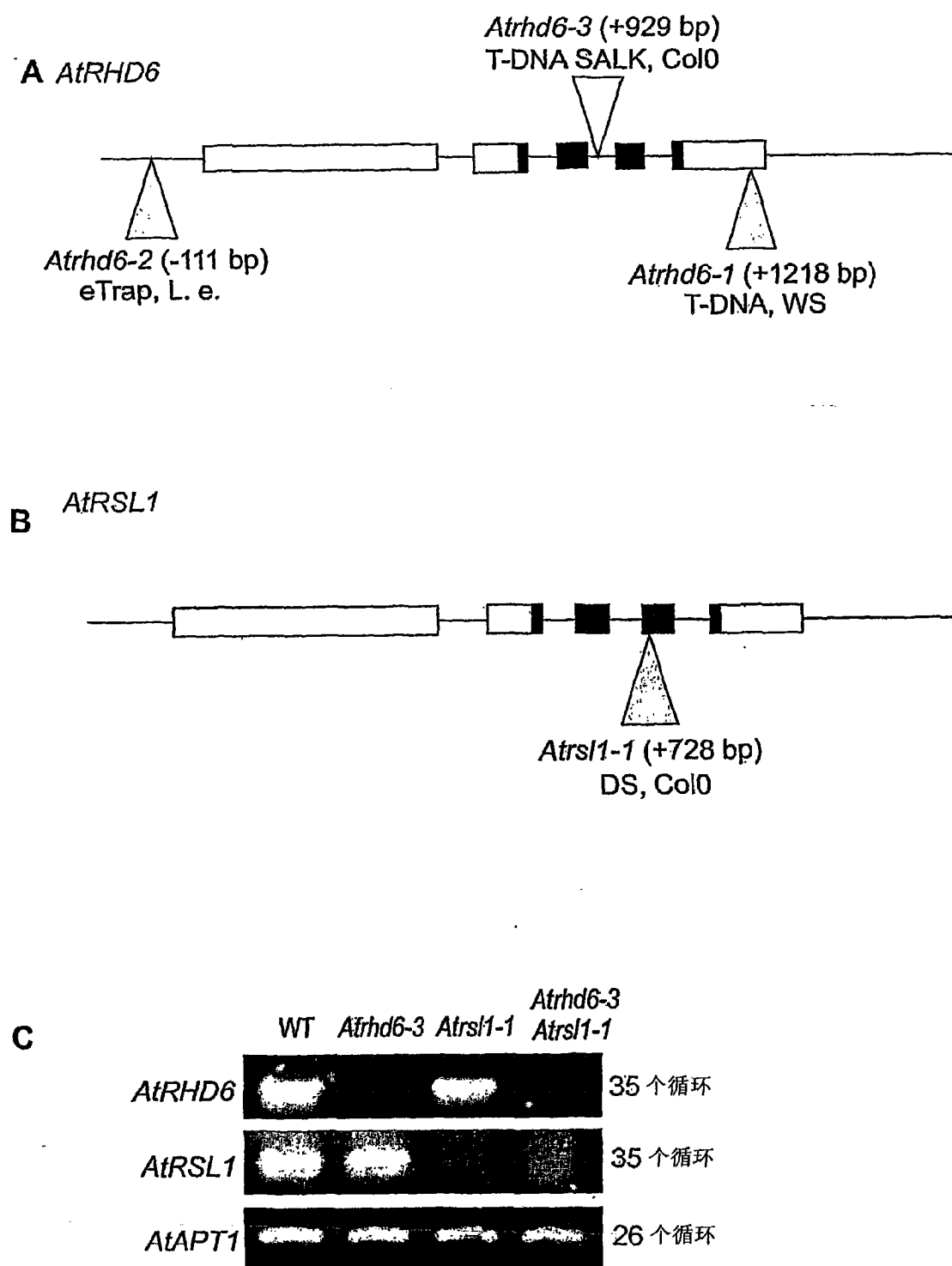


图 7

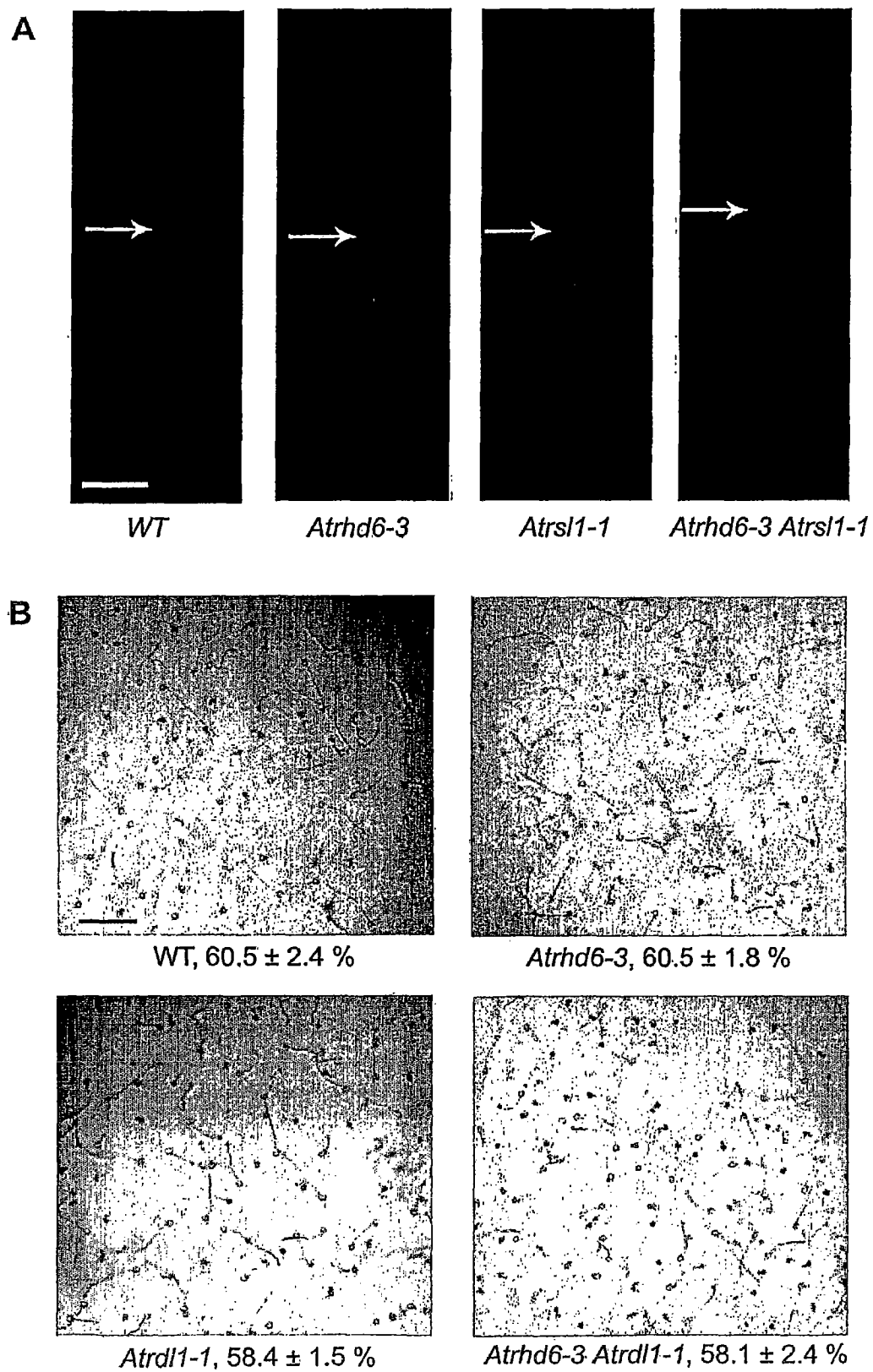


图 8

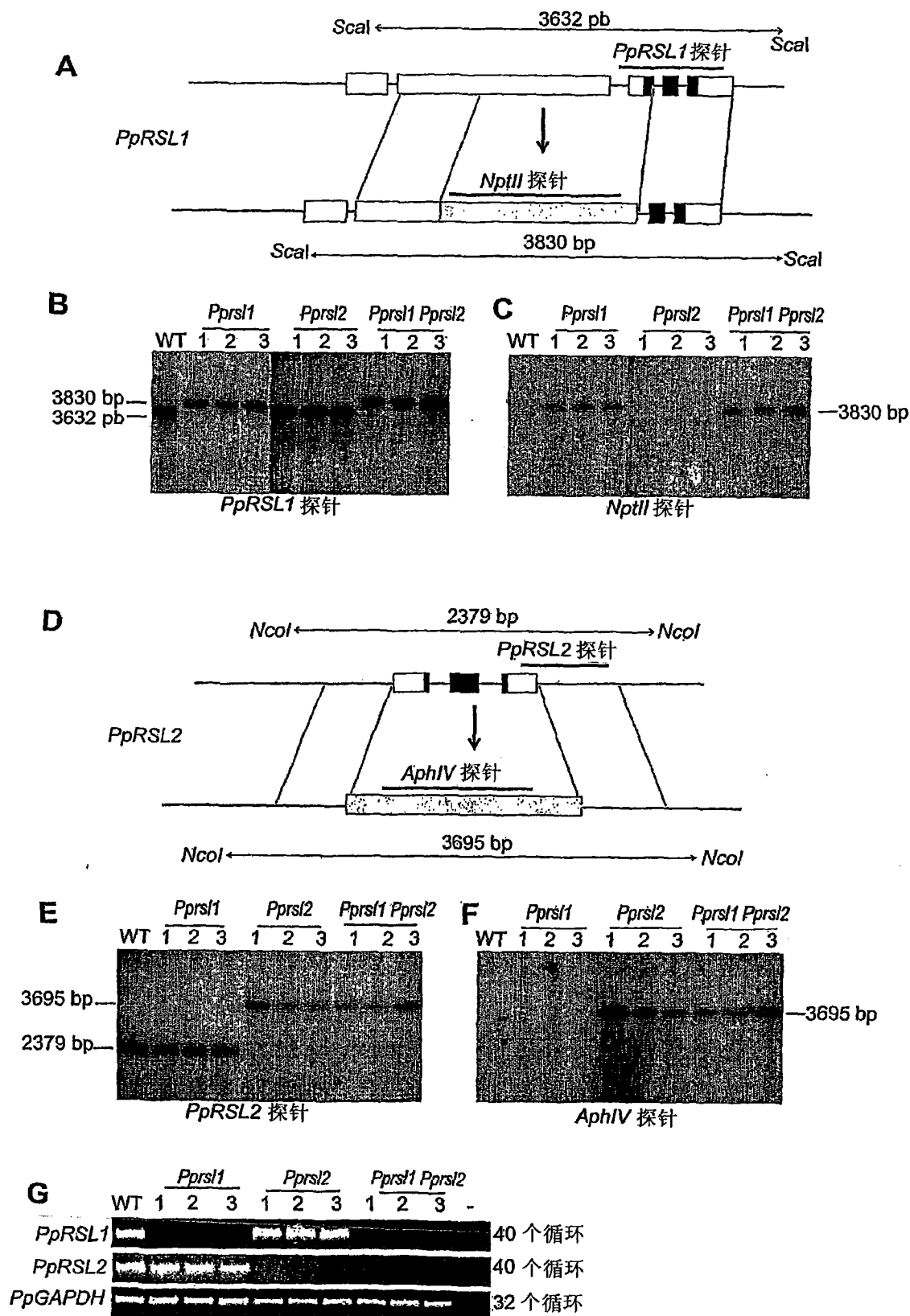


图 9

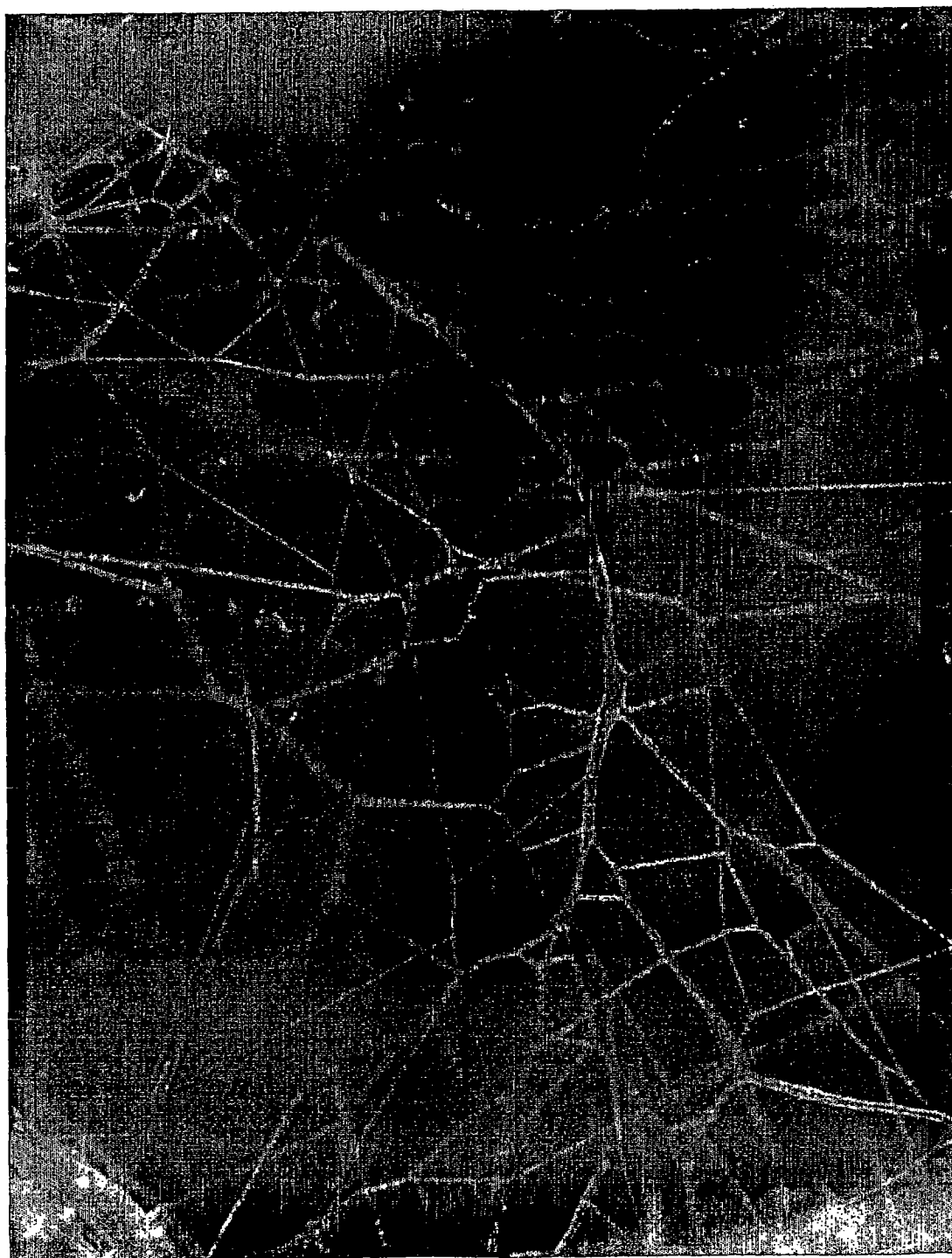


图 10