



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103114129 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 22

(21) 申请号 201210441696. 2

(22) 申请日 2012. 11. 08

(71) 申请人 中国农业科学院作物科学研究所

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街  
12 号

(72) 发明人 郭刚刚 张京 张云霞 周芝辉  
袁兴森

(51) Int. Cl.

C12Q 1/68 (2006. 01)

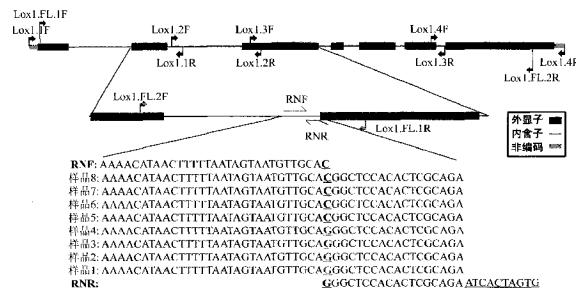
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种大麦脂肪氧化酶 (LOX-1) 合成缺陷基因  
的多态性分子标记方法

(57) 摘要

本发明为一种大麦种质资源的分子标记方法，属于植物分子育种领域。大麦种质资源进行磨粉和酶液粗提，并用化学显色的方法进行 LOX-1 活性鉴定，最终筛选出 LOX-1 活性缺失的自然变异材料。根据已经报道的 LOX-1 基因序列，设计基因特异性引物，对自然变异和活性正常材料的基因组 DNA 进行 PCR 扩增和克隆测序，最终确定导致 LOX-1 活性缺失的突变位点；同时，从发芽后的大麦组织中提取 mRNA，反转录为 cDNA，对上述功能突变材料的 LOX-1 基因进行测序，并将筛选出的目的基因进行序列比对和功能缺失原因分析，进一步开发出改功能位点的多态性分子标记，实验证该分子标记用于辅助育种的可靠性和有效性。



1. 一种大麦脂肪氧化酶 (LOX-1) 合成缺陷基因的多态性分子标记方法,其特征在于包括以下步骤:对大麦种质资源进行磨粉和酶液粗提,并用化学显色的方法进行 LOX-1 活性鉴定,筛选出 LOX-1 活性缺失的自然变异材料,设计基因特异性引物,对自然变异和活性正常材料的基因组 DNA 进行 PCR 扩增和克隆测序,最终确定导致 LOX-1 活性缺失的突变位点;同时,从发芽后的大麦组织中提取 mRNA,反转录为 cDNA,对上述功能突变材料的 LOX-1 基因进行测序,并将筛选出的目的基因进行序列比对和功能缺失原因分析,进一步开发出改功能位点的多态性分子标记,其中基因组 DNA 测序引物为:

Lox1. 1 GTCCGATCCATCTCTCCAAA TCGATCTGCACCAAACCATA

Lox1. 2 CTTTCATTTCACCGCCTTC GGCACGTAGATCTGCTCCA

Lox1. 3 CGCTACGACGTCTACAACGA GCGCGTTCAATCAATCATA

Lox1. 4 GTACGTTCTCCACGGTCGAT AGCAATTGTTCCGCTTAAA

cDNA 克隆测序引物:

Lox1. FL1 AGCAGTGAAAGCGAGGAGAG TGATGGAGTAGCCCAGGAAG

Lox1. FL2 CGCCAACTCATGGATCTACC GAACGCCCTTATTCAATCCA

SNP 鉴定引物:

RNR CACTAGTGATTCTGCGAGTGTGGAGCCC

RNF AAAACATAACTTTTAATAGTAATGTTGCAC。

2. 如权利要求 1 所述的一种大麦脂肪氧化酶 (LOX-1) 合成缺陷基因的多态性分子标记方法,其特征在于:所述的化学显色方法为:称取大麦粉溶蒸馏水中,混合均匀后离心,取上清至另一离心管中;向离心管中一次加 A 溶液,反应 20 分钟,再加入的 B 溶液反应 10 分钟,最后用 SDS 终止反应,如果离心管中呈深蓝色,表明 LOX-1 活性正常,如果呈现浅蓝或者无色,表明 LOX-1 活性低或者无活性,其中反应溶液 A :10ml 20mmDMAB/100mm 磷酸缓冲液,0.4ml 25mm 亚油酸底物和 9.6ml 双蒸水;反应溶液 B :0.4ml 10mm MBTH,0.4ml 5mg/ml 血红蛋白,19.2ml 双蒸水。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的一种大麦脂肪氧化酶 (LOX-1) 合成缺陷基因的多态性分子标记方法,其特征在于:区分纯合和杂合突变位点,能够用于优质新品种选育的分子标记辅助选择,实现分子标记辅助进行大麦品质改良的育种目标上的应用。

# 一种大麦脂肪氧化酶 (LOX-1) 合成缺陷基因的多态性分子 标记方法

## 技术领域

[0001] 本发明涉及一种大麦脂肪氧化酶 (LOX-1) 合成缺陷的基因变异及其应用。

## 背景技术

[0002] 以脂肪氧化酶 (Lipoxygenase, LOX) 为核心的脂质降解途径是影响以大麦为主要原料的诸如啤酒等饮料的风味的一项重要因素,同时,也是导致谷物储藏期间品质变劣、产生陈味的根源。在啤酒工业中,反式 -2- 壬烯醛 (T2N) 是由脂质降解产生的一种典型的风味老化物质,被认为是啤酒老化的指示剂,严重影响啤酒长期储存的商品性 (刘明丽等 2011, 酿酒科技 5 :98–102)。在脂质降解途径中,脂肪氧化酶分别将亚油酸转化为 9- 氢过氧化十八碳二烯酸 (9-HPOD) 和 13- 氢过氧化十八碳二烯酸 (13-HPOD) 的双加氧作用。在酿酒工业中,9-HPOD 为主要的脂肪氧化酶通路代谢产物,通过进一步酶促或自发反应导致反式 -2- 壬烯醛 (T2N) 的产生 (Kuroda 等 2003, Biosci Biotechnol Biochem 67 :691–697)。在谷物储藏过程中,脂肪氧化酶促进氧元素与多链不饱和脂肪酸结合,形成双链的氢过氧化物,进一步转变成一些挥发性的醛、酮类气体化合物,从而导致谷物变质和变味;缺失脂肪氧化酶的稻米与未缺失的品种相比耐储藏性更好,同时品质、发芽率更高,虫害率更低 (Zhang 等 2007, Journal of Stored Products Research 43 :87–91)。目前,大麦中已知有 3 个脂肪氧化酶基因 (Lox-1 或 LoxA, Lox-2 或 LoxC 以及 Lox-3 或 LoxB) (Van Mechelen 等 1999, Plant Mol Biol. 39 (6) :1283–1298), 其中 Lox-1 是影响大麦麦芽脂肪氧化酶活性的主要基因 (Kuroda 等 2005, EBC Congress, 750–756)。已有报道称,经通过人工诱变获得的 LOX-1 基因失活的变异 (US20030167544A1), 此外还有筛选种质资源发掘到的自然变异 (Hirota 等 2005, Theor Appl Genet, 111 :1580–1584), 并随即用于高品质啤酒大麦新品种的选育。研究表明,这些 LOX-1 基因失活的大麦原料均可显著降低啤酒中 T2N 的含量, 经过长时间储存也不会显著增加,从而保证啤酒风味不发生改变 (US20090285932A1)。目前丹麦嘉士伯啤酒公司以及日本札幌啤酒有限公司已分别经过人工化学诱变以及筛选自然的 LOX-1 基因合成缺陷型突变体,并对相关基因变异申请了专利保护。

## 发明内容

[0003] 针对上述现有技术的缺点,本发明从中国大麦品种中发掘出的 LOX-1 合成缺陷型自然变异,位于第二内含子中,与其他已有报道的变异位点均不属于同一位点,为新的基因变异类型,且已同步开发出特异的功能性分子标记用于辅助快速育种。

[0004] 为实现本发明的目的,从大麦种质资源中筛选获得脂肪氧化酶活性缺失的自然变异材料,进一步获得 LOX-1 基因突变位点,并开发相应的单核苷酸多态性分子标记 (SNP Marker)。具体地说,对 1000 份原产于我国的大麦种质资源进行磨粉和酶液粗提,并用化学显色的方法进行 LOX-1 活性鉴定,最终筛选出 LOX-1 活性缺失的自然变异材料。根据已经报道的 LOX-1 基因序列,设计基因特异性引物,对自然变异和活性正常材料的基因组 DNA 进

行 PCR 扩增和克隆测序,最终确定导致 LOX-1 活性缺失的突变位点;同时,从发芽后的大麦组织中提取 mRNA,反转录为 cDNA,对上述功能突变材料的 LOX-1 基因进行测序,并将筛选出的目的基因进行序列比对和功能缺失原因分析。进一步开发出改功能位点的多态性分子标记,实验验证该分子标记用于辅助育种的可靠性和有效性。

[0005] 大麦粗提蛋白的脂肪氧化酶活性分析结果显示,第二内含子中 642bp 处的单个碱基突变 (G 型) 的大麦种质资源 LOX-1 活性缺失,而对照的正常的野生型 (C 型) 则表现为活性正常,说明这是进行 LOX-1 活性缺失大麦新品种选育的新的基因资源。

[0006] 此外,本发明通过开发该 SNP 位点的特异性分析标记,可用于分子标记辅助育种。采用 LOX-1 活性缺失的啤酒大麦原料,能够使酿酒者生产出即使经长期储藏,T2N 特异性的陈腐异味水平也不明显增加的啤酒;并能够辅助培育耐储藏的高品质食用大麦(青稞)和饲用大麦新品种。

## 附图说明

- [0007] 图 1 为 LOX-1 活性缺失材料的筛选示意图
- [0008] 图 2 为大麦脂肪氧化酶基因 LOX-1 的基因结构及其功能变异位点
- [0009] 样品 1~4 为大麦 LOX-1 活性缺失型大麦品种 (G 型);5~8 为活性正常大麦品种 (C 型)
- [0010] 图 3 为 Lox1 基因组第二内含子单碱基变异导致内含子剪切位点改变示意图
- [0011] 图 4 为 Lox1 基因第二内含子剪切位点改变导致所编码蛋白变异的示意图
- [0012] 样品 1~3 (G 型) 的 Lox-1 基因由于发生移码突变和提前终止,导致编码 LOX-1 蛋白失活;样品 4 (G 型) 的 Lox-1 基因由于发生提前终止,导致编码 LOX-1 蛋白失活;样品 5~8 (C 型) 的 Lox-1 基因可编码有活性的 LOX-1 蛋白;
- [0013] 图 5 为 Lox-1 基因 SNP 特异性分子标记检测不同大麦样品的电泳图谱
- [0014] M: 分子量标准 (2000bp Ladder); 样品 1~4 为大麦 Lox1 基因的突变型大麦品种 (G 型),其 PCR 产物 (Lox1.FL.2F/RNR) 为 720bp; 样品 5~8 为没有突变的野生型大麦品种 (C 型),其 PCR 产物 (RNF/Lox1.FL.1R) 为 320bp; 样品 9~12 为杂交种 (F1 型),其 PCR 产物两条电泳带均有。

## 具体实施方式

- [0015] 下面结合附图对本发明作进一步的详细说明。
- [0016] 1. 大麦 LOX-1 突变材料的快速定性筛选
- [0017] 称取 0.1g 的大麦粉溶于 1ml 的蒸馏水中,用涡旋震荡器混合均匀后,3000rpm 离心 2min,取 50ul 上清至另一 2ml 的离心管中;向 2ml 的离心管中一次加 0.5ml 的 A 溶液 (10ml 20mmDMAB/100mm 磷酸缓冲液,0.4ml 25mm 亚油酸底物和 9.6ml 双蒸水,现用现配,避光保存),反应 20 分钟,再加入 0.5ml 的 B 溶液 (0.4ml 10mm MBTH,0.4ml 5mg/ml 血红蛋白,19.2ml 双蒸水,现用现配,避光保存) 反应 10 分钟,最后用 0.5ml 1% 的 SDS 终止反应。如果离心管中呈深蓝色,表明 LOX-1 活性正常,如果呈现浅蓝或者无色,表明 LOX-1 活性低或者无活性。最终筛选到 4 份 LOX-1 活性缺失的大麦种质。

- [0018] 2. 大麦 LOX-1 突变材料和野生型材料的 DNA 提取和基因组序列的获取

[0019] 取 0.1g 发芽后的新鲜大麦叶片,液氮速冻研磨后采用标准 CTAB 法进行大麦 DNA 提取,经 RNA 酶纯化后定量稀释为 50ng/uL 的工作液;根据 NCBI 数据库中的 Lox-1 基因组序列 (GenBank :L35931.1),采用 Primer 3 在线引物设计服务器,设计覆盖整个基因编码区的 PCR 引物 (表 1),并采用 ABI 3900 基因合成仪合成相应寡核苷酸探针。以上述提取的 DNA 工作液为模板,利用 Taq 聚合酶对这些大麦材料的 Lox-1 基因进行 PCR 扩增和克隆测序。PCR 扩增反应的条件为 95℃ 3min, (95℃ 20s, 58℃ 20s, 72℃ 2min) 共 35 个循环, 72℃ 延伸 7min 后终止反应。

[0020] 表 1 本发明用于基因组 DNA 和 cDNA 克隆测序及 SNP 鉴定的引物列表

[0021]

引物名称	正向引物 Froward (5'-3')	反向引物 Reverse (5'-3')	扩增目的
Lox1.1	GTCCGATCCATCTCTCCAAA	TCGATCTGCACCAAACCATA	基因组 DNA 测序
Lox1.2	CTTTCATTTCACCGCCTTC	GGCACGTAGATCTGCTCCA	
Lox1.3	CGCTACGACGTCTACAACGA	GCGCGTTCAATCAATCATA	
Lox1.4	GTACGTTCTCCACGGTCGAT	AGCAATTGTTCCGCTTAAA	
Lox1.FL1	AGCAGTGAAAGCGAGGAGAG	TGATGGAGTAGCCCAGGAAG	cDNA 克隆测序
Lox1.FL2	CGCCAACTCATGGATCTACC	GAACGCCCTTATTCAATCCA	
RNR	<u>CACTAGTGAT TCTGCGAGTGTGGAGCCC</u>		G 型 SNP 鉴定
RNF	<u>AAAACATAACTTTTAATAGTAATGTTGCAC</u>		C 型 SNP 鉴定

[0022] 对 PCR 产物进行琼脂糖凝胶电泳分离回收后,连接载体 pGEM-T 后,转化大肠杆菌 DH5 $\alpha$  感受态细胞,待检测获得阳性单克隆后,用 ABI3730 测序仪进行序列测定。采用 VecScreen 在线服务器进行载体去除,采用 DNAstar 软件进行序列拼接。

[0023] 3. 大麦 RNA 提取、反转录 cDNA 和 Lox-1 基因序列的获得

[0024] 取 0.1g 发芽后的新鲜大麦叶片,液氮速冻研磨后采用 Qiagen RNeasy™ mini kit 进行总 RNA 提取和纯化,然后采用 Promega 公司 M-MLV 反转录酶合成 cDNA。PCR 扩增反应和克隆测序方法同上。

[0025] 4. 导致 LOX-1 活性缺失的 SNP 位点的确定

[0026] 对测序获得的基因组 DNA 序列和 cDNA 序列,进行多序列比对,同时比较这些 cDNA 翻译成蛋白质的序列变异情况,最终找到引起大麦 LOX-1 活性缺失的功能位点,结果表明,在步骤 1 中获得的四份活性缺失大麦种质,在 Lox-1 基因第二外显子中的一个单碱基突变 (C- > G),而其他 10 份活性正常的大麦种质均为未发生突变,说明这一 SNP 与 LOX-1 活性缺失性状高度相关;cDNA 测序结果也表明该基因在这个碱基突变位点处,内含子剪切位点发生两种类型的改变,导致其中 3 份材料所翻译蛋白质发生移码突变,另有一份材料翻译提前终止,最终使这些材料中 LOX-1 活性缺失。

[0027] 5. SNP 位点特异性分子标记的开发和有效性检测

[0028] 针对该 SNP 位点,开发出特异性分子标记 (参见表 1RNF 和 RNR),对 4 个 LOX-1 活性缺失材料和 4 个活性正常的材料以及杂交组配获得的 F1 代 DNA,进行 PCR 扩增和琼脂糖凝胶电泳检测,结果表明,拥有 G 型变异的 4 个 LOX-1 活性缺失材料均可以扩增出 720bp 左右的特异性目的条带,4 个活性正常材料均可扩增出 320bp 的 C 型特异目的条带。不仅如

此,对4个杂交获得的F1代进行PCR鉴定,能同时得到G型和C型两种类型的目的条带,说明本发明所开发的功能型分子标记可有效区分纯合和杂合突变位点,能够用于优质新品种选育的分子标记辅助选择,实现分子标记辅助进行大麦品质改良的育种目标。

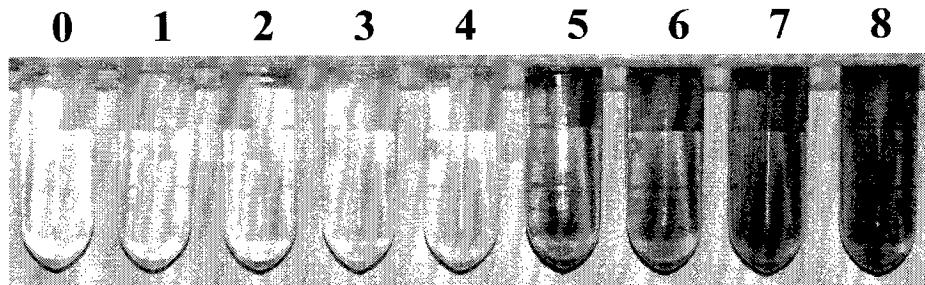


图 1

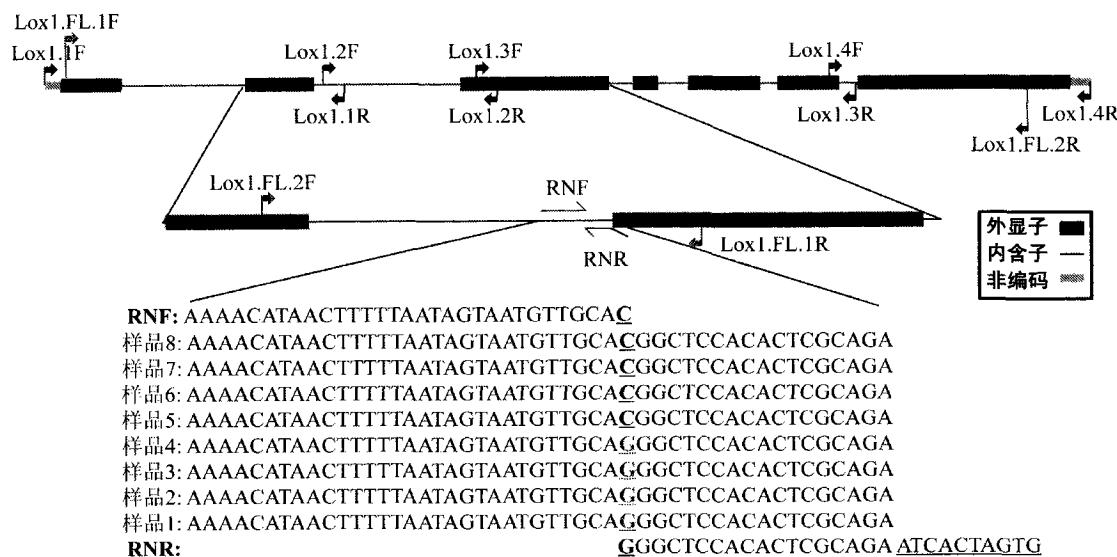


图 2

```

8_DNA: TCGCCAACGACGTGCGTGG... ...TTAATAGTAATGTTGCACGGGCTCCACACTCGCAGACGTACCT
7_DNA: TCGCCAACGACGTGCGTGG... ...TTAATAGTAATGTTGCACGGGCTCCACACTCGCAGACGTACCT
6_DNA: TCGCCAACGACGTGCGTGG... ...TTAATAGTAATGTTGCACGGGCTCCACACTCGCAGACGTACCT
5_DNA: TCGCCAACGACGTGCGTGG... ...TTAATAGTAATGTTGCACGGGCTCCACACTCGCAGACGTACCT
4_DNA: TCGCCAACGACGTGCGTGG... ...TTAATAGTAATGTTGCACGGGCTCCACACTCGCAGACGTACCT
3_DNA: TCGCCAACGACGTGCGTGG... ...TTAATAGTAATGTTGCACGGGCTCCACACTCGCAGACGTACCT
2_DNA: TCGCCAACGACGTGCGTGG... ...TTAATAGTAATGTTGCACGGGCTCCACACTCGCAGACGTACCT
1_DNA: TCGCCAACGACGTGCGTGG... ...TTAATAGTAATGTTGCACGGGCTCCACACTCGCAGACGTACCT
8_cDNA: TCGCCAACGAC-----ACGTACCT
7_cDNA: TCGCCAACGAC-----ACGTACCT
6_cDNA: TCGCCAACGAC-----ACGTACCT
5_cDNA: TCGCCAACGAC-----ACGTACCT
4_cDNA: TCGCCAACGAC-----TAATGTTGCACGGGCTCCACACTCGCAGACGTACCT
3_cDNA: TCGCCAACGAC-----GGCTCCACACTCGCAGACGTACCT
2_cDNA: TCGCCAACGAC-----GGCTCCACACTCGCAGACGTACCT
1_cDNA: TCGCCAACGAC-----GGCTCCACACTCGCAGACGTACCT

```

图 3

5-8 (C型): 1 MLLGGLIDTL TGANKSARLK GTVVLMRKNV LDLNDFGATI IDGIGEFLGK GVTQLISST  
 4 (G型): 1 MLLGGLIDTL TGANKSARLK GTVVLMRKNV LDLNDFGATI IDGIGEFLGK GVTQLISST  
 1-3 (G型): 1 MLLGGLIDTL TGANKSARLK GTVVLMRKNV LDLNDFGATI IDGIGEFLGK GVTQLISST

5-8 (C型): 61 AVDQDNNGRG KVGAEEAELQ WVTSLPSLTT GESKFGLTFD WEVEKLGVPG AIVVNHYHSS  
 4 (G型): 61 AVDHDNNGRG KVGAEEAELQ WVTSLPSLTT GESKFGLTFD WEVEKLGVPG AIVVNHYHSS  
 1-3 (G型): 61 AVDQDNNGRG KVCAEEAELQ WVTSLPSLTT GESKFGLTFD WEVEKLGVPG AIVVNHYHSS

5-8 (C型): 121 EFLLKTITLH DVPGRSGNLT FVANSWIYPA ANYRYSRVFF ANDTYLPSQM PAALKPYRDD  
 4 (G型): 121 EFLIKTITLH DVPGRSGNLT FVANSWIYPA ANYRYSRVFF AND~~C~~CRAPH SQTYLPSQMP  
 1-3 (G型): 121 EFLLKTITLH DVPGRSGNLT FVANSWIYPA ANYRYSRVFF AND~~G~~STLAIV FAEPDAGGAE

5-8 (C型): 181 ELRNLRGDDQ QGPYQEHDRI YRYDVYNDLG EGRPILGGNS DHPYPRRGRT ERKPNASDPS  
 4 (G型): 181 AALKPYRDDE LRNLRGDDQQ GPYQEHDRLV RYDVYNDLG GRPILGGNSD HPYPRRGRTG  
 1-3 (G型): 181 AVPGRRAPEP AWRRPAGPVP GARPLPLRR LQRPRRGPPH PRRQLRPLP APRPHGAQAO

5-8 (C型): 241 LESRLSLLEQ IYVPRDEKFG HIKTSDFLGY SIKAITQGIL PAVRTYVDTT PGFDSFQDI  
 4 (G型): 241 RKPNAQDPSL ESRLSLLEQI YVPRDEKFGH LKTSDFLGY S IKAITQGILP AVRITYVDTTP  
 1-3 (G型): 241 RQRPEPGEPA VAAGADLRAA GREVRPPQDV RLPGLLHQGH HAGHPAGRAH LRGHHPRRVR

5-8 (C型): 301 INLYEGGIKL PKVAALEELR KQFPLQLIKD LLPVGGDSL KLPVPHIIQE NKQAWRTDEE  
 4 (G型): 301 GEFDSFQDII NLYEGGIKLP KVAALEELRK QFPLQLIKDL LPVGGDSLK LPVPHIIQEN  
 1-3 (G型): 301 LPGHHQPL~~\*~~ GRHQAAQGGR PGGAP\*AVPA PAHQGPPPRR RRLPA\*AFRA PHHPGEQAGV

5-8 (C型): 361 FAREVIAGVN PVMITRLTEF PPKSSLDP SK FGDHTSTITA EHIEKNLEGL TVQQALESNR  
 4 (G型): 361 KQAWRTDEEF AREVLAGVNP VMITRLTEFP PKSSLDP SK GDHTSTITAE HIEKNLEGLT  
 1-3 (G型): 361 EDRRGVRTGG ARRRQPGHDH ASHGVPACK\* SGP\*QWV\*PH QHHHGGAHRE EPRGPHGAAG

5-8 (C型): 421 LYILDHHDRF MPFLIDVNNL PGNFYIYATRT LFFLRGDGR, TPLAI~~ML~~SEP IIQGGLTTAK  
 4 (G型): 421 VQQALESNRL YILDHHDRFM PFLIDVNNLP GNFIYIYATRTL FFLRGDGRLT PLAIELSEPI  
 1-3 (G型): 421 AGKQQAVHP\* SP\*PVHAVPD RRQQPARQLH LRHEDPLLPA RRRQAHARH RAERAHHPGR

5-8 (C型): 481 SKVYTPVPSG SVEGWVWELA KAYVAVNDSG WHQLVSHWLN THAVMEPFVI STNRHLSVTH  
 4 (G型): 481 IQGGLTAKS KVYTPVPSGS VEGWVWELAK AYVAVNDSGW HQLVSHWLNT HAVMEPFVIS  
 1-3 (G型): 481 PYHGQEQLH AGAQRLRRRL GVGARQGLRR RQ\*LRVAPAR QPLA~~E~~HSRGD GAVRDLDEPA

5-8 (C型): 541 PVHKLLSPHY RDTMTINALA RQTLINAGGI FEMTVFPGKF ALGMSAVVYK DWKFTEQGLP  
 4 (G型): 541 TNRHLSVTHP VHKLSPHYR DTMTINALAR QT LINAGGI FEMTVFPGKF ALGMSAVVYKD  
 1-3 (G型): 541 P\*RDAPGAQA AEPALPRHHD HQRAGAADAH QRRLHLRDDG VPGQVRVGDV GRGVQGLEVH

5-8 (C型): 601 DDLIKRGMAV DDPSSPYKVR LLVSDYPYAA DGLAIWHIAIE QYVSEYLAIY YPNDGVLQGD  
 4 (G型): 601 WKFTEQGLPD DLIKRGMAVE DPSSPYKVRL LVSDYPYAAD GLAIWHIAEQ YVSEYLATYY  
 1-3 (G型): 601 RAGTAGRSHQ EGHGGGPVE PVQGAVAGVG LPVRGGRAGD LARH\*AVRER VPGHLLPERR

5-8 (C型): 661 TEVQAWWKET REVGHGDLKD APWWPKMQSV PELAKACTTI IWIGSALHAA VNFGQYPYAG  
 4 (G型): 661 PNDGVLQCDT EVQAWWKETR EVGHGDLKDA PWWPKMQSVP ELAKACTTII WIGSALHAAV

1-3 (G型): 661 RAAGRYGGAG VVEGDARGRA RRPQGRPMVA QDAKCAGAGQ GVHHHHLDRV GAACGSQILRA

5-8 (C型): 721 FLPNRPTVSR RRMPEPGTEE YAELERDPER AFIHTITSQI QTIIIGVSLLE VLSKHSSDEL

4 (G型): 721 NFGQYPYAGF LPNRPTVSRR RMPEPGTEEY AELERDPERA FIHTITSQIQ TIIGVSLLEV

1-3 (G型): 721 VPLRGVPPEP ADGEPAPAHAG ARHGGVRGAG ARPGAGLHPH HHEPDPDHHR RVAAGGAVEA

5-8 (C型): 781 YLGQRDTPEW TSDPKALEVF KRFSDRLVEI ESKVVGMMHD PELKNRNGPA KFPYMLLYPN

4 (G型): 781 LSKHSSDELY LGQRDTPEWT SDPKALEVFK RFSDRLVEIE SKVVGMMHDP ELKNRNGPAK

1-3 (G型): 781 LLRRAVPRAA GHAGVDLGPQ GPAGVQAVQR PAGGDREQGG GHEP\*PGAQE PQRPG\*VSLH

5-8 (C型): 841 TSDHKGAAAG LTAKGIPNSI SI\*

4 (G型): 841 FPYMLLYPNT SDHKGAAAGL TAKGIPNSIS I\*

1-3 (G型): 841 AALPQHLRPQ GRRCRAYRQG HPQQHLHL

图 4

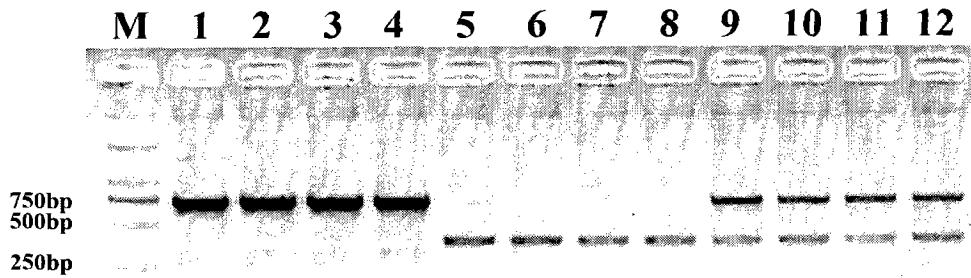


图 5