(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107058552 B
(45)授权公告日 2020.08.14

(21)申请号 201710313270.1

(22)申请日 2017.05.05

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107058552 A

(43)申请公布日 2017.08.18

(73)专利权人 天津科润农业科技股份有限公司
黄瓜研究所
地址 300192 天津市南开区白堤路295号院内

(72)发明人 韩毅科 杜胜利 赵峰月 魏爱民 刘楠 陈正武 付薪蒙

(74)专利代理机构 北京汇知杰知识产权代理有限公司 11587
代理人 杨巍 蔡伦

(51)Int.Cl.
C12Q 1/6895(2018.01)
C12N 15/29(2006.01)
C07K 14/415(2006.01)

(56)对比文件
CN 105420408 A,2016.03.23
CN 103525917 A,2014.01.22
CN 104120126 A,2014.10.29
WO 2016086305 A1,2016.06.09
路洪凤.“黄瓜早花基因的QTL定位”.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 农业科技辑》.2014,(第11期),
NCBI.“PREDICTED: Cucumis sativus PHD finger protein MALE MEIOCYTE DEATH 1 (LOC101209218), mRNA”.《Genbank》.2015,
Yike Han等.“Fine mapping of a male sterility gene ms-3 in a novel cucumber (Cucumis sativus L.) mutant”.《Theoretical and Applied Genetics》.2017,第131卷

审查员 夏士博

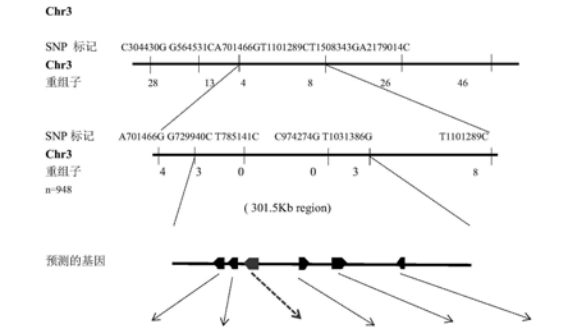
权利要求书2页 说明书5页
序列表10页 附图5页

(54)发明名称

黄瓜雄性不育基因、分子标记、筛选方法及其用途

(57)摘要

本发明涉及与黄瓜雄性不育基因相关的SNP和InDel标记及其筛选方法,并根据这些标记筛选获得了黄瓜雄性不育基因。具体地,筛选方法包括如下步骤。(1)配置群体;(2)建库测序;(3)分离群体分组分析(BSA)和(4)竞争性等位基因特异性PCR(KASP),精细定位不育基因,并得到与不育性状紧密连锁的SNP或InDel位点。该雄性不育基因的获得为快速鉴定黄瓜雄性不育性植株和黄瓜杂交种的高效生产提供了有效的工具。



位置	775835	785141	806246	861262	874895	901285
WT/MS	GA/G	T/C	A/C	T/G	G/C	ATACTCTTTGATGAT /AA
突变子类型	InDel-内含子	SNP-内含子	SNP-外显子 nonsyn	SNP-内含子	SNP-上游	InDel-内含子
基因	Csa3M006620.1	Csa3M006630.1	Csa3M006660.1	Csa3M006740.1	Csa3M006770.1	Csa3M008280.1
重组子	0	0	0	0	0	0

CN 107058552 B

1.一种定位黄瓜雄性不育基因的方法,所述方法包括以下步骤:

(1)配置群体:将植物雄性不育系作为母本与可育远缘品种为父本进行杂交,得到杂种F1,由杂种F1自交得到F2代分离群体,F2代分离群体中存在雄性可育和雄性不育两种表型;

(2)建库测序:提取母本、父本、F2代中可育单株和不育单株的基因组DNA并分别混合形成4个混池即母本池、父本池、可育池及不育池,对各混池的基因组DNA进行双末端测序,对测序得到的读段用BWA软件与正常黄瓜基因组比对,基于比对的结果,使用GATK软件进行SNP的检测和注释;

(3)分离群体分组分析(BSA):根据测序获得的SNP的检测结果,计算可育池与不育池的Δ(SNP-index)值,采用Δ(SNP-index)值的99%的置信区间,来确定目标基因所在区域,其中SNP-index指某个染色体位点含有SNP的读段数与测到的该位点的总读段数的比值, Δ(SNP-index) 指可育池与不育池的SNP-index值之差;

(4)竞争性等位基因特异性 PCR (KASP):针对候选区间内选取的候选SNP 位点设计SNP 分型引物在F2群体中进行KASP分型,得到与不育性状紧密连锁的SNP或InDel位点,其中分型引物为:

(1)AATTACATGAATAAGTGTTCGTAATTTCG(SEQ ID NO:5)和AATTACATGAATAAGTGTTCGTAATTTCC(SEQ ID NO:6);

(2)GGTTTGGAATCTTGCTTGGCATTG(SEQ ID NO:7)和GGTTTGGAATCTTGCTTGGCATTC(SEQ ID NO:8);

(3)ATCTAGAAACCAAATAAAAACTATAGCCAA(SEQ ID NO:9)和CTAGAAACCAAATAAAAACTATAGCCAG(SEQ ID NO:10);

(4)GGAACCCCTTCTGAAGCTGTG(SEQ ID NO:11)和GGAACCCCTTCTGAAGCTGTC(SEQ ID NO:12);

(5)GGGTCACGCAGATGGGTATTGA(SEQ ID NO:13)和 GGTCACGCAGATGGGTATTGG(SEQ ID NO:14);

(6)ATTTGGTTTCTTGATACTATCAATTATACC(SEQ ID NO:15)和ATTTGGTTTCTTGATACTATCAATTATACG(SEQ ID NO:16);

(7)TACGTGAATATTTTCTTTTTCTTTATACGTAT(SEQ ID NO:17)和CGTGAATATTTTCTTTTTCTTTATACGTAG(SEQ ID NO:18);

(8)AAGACTAATATGCCCTTCCTCTTCTA(SEQ ID NO:19)和 GACTAATATGCCCTTCCTCTTCTG(SEQ ID NO:20);

(9)TATGTACAGCATCAACAAGTGTGCA(SEQ ID NO:21)和 TGTACAGCATCAACAAGTGTGCC(SEQ ID NO:22);

和

(10)TTCGAACATATACAAAAGTAGATATATCAAAA(SEQ ID NO:23)和CGAACATATACAAAAGTAGATATATCAAAC(SEQ ID NO:24);

(5)根据KASP分型结果构建遗传图谱,定位雄性不育基因。

2.根据权利要求1所述的方法,其特征在于步骤(4)中F2群体中的植株至少为500株。

3.根据权利要求1所述的方法,其特征在于步骤(4)中F2群体中的植株为938株。

4.用于定位黄瓜雄性不育基因所用的SNP分型引物,其中所述SNP分型引物为:

（1）AATTACATGAATAAGTGTTCGTAATTTCG（SEQ ID NO:5）和AATTACATGAATAAGTGTTCGTAATTTCC(SEQ ID NO:6)；

(2)GGTTTGGAATCTTGCTTGGCATTG(SEQ ID NO:7)和GGTTTGGAATCTTGCTTGGCATTC(SEQ ID NO:8)；

（3）ATCTAGAAACCAAATAAAAACTATAGCCAA（SEQ ID NO:9）和CTAGAAACCAAATAAAAACTATAGCCAG(SEQ ID NO:10)；

(4)GGAACCCCTTCTGAAGCTGTG(SEQ ID NO:11)和GGAACCCCTTCTGAAGCTGTC(SEQ ID NO:12)；

(5)GGGTCACGCAGATGGGTATTGA(SEQ ID NO:13)和 GGTCACGCAGATGGGTATTGG(SEQ ID NO:14)；

（6）ATTTGGTTTCTTGATACTATCAATTATACC（SEQ ID NO:15）和ATTTGGTTTCTTGATACTATCAATTATACG(SEQ ID NO:16)；

（7）TACGTGAATATTTTCTTTTTCTTTATACGTAT（SEQ ID NO:17）和CGTGAATATTTTCTTTTTCTTTATACGTAG(SEQ ID NO:18)；

(8)AAGACTAATATGCCCTTCCTCTTCTA(SEQ ID NO:19)和 GACTAATATGCCCTTCCTCTTCTG(SEQ ID NO:20)；

(9)TATGTACAGCATCAACAAGTGTGCA(SEQ ID NO:21)和 TGTACAGCATCAACAAGTGTGCC(SEQ ID NO:22)；

和

（10）TTCGAACATATACAAAAGTAGATATATCAAAA（SEQ ID NO:23）和CGAACATATACAAAAGTAGATATATCAAAC(SEQ ID NO:24)。

5.一个黄瓜雄性不育基因,其核酸序列如SEQ ID NO:3所示。

6.一个黄瓜雄性不育基因编码的蛋白质,其氨基酸序列如SEQ ID NO:4所示。

7.一种鉴定黄瓜雄性不育株的方法,其特征在于,如果黄瓜植株的SEQ ID NO:1所示的核酸序列第1258位碱基从T突变为G,或者SEQ ID NO:2所示的氨基酸序列第420位氨基酸从酪氨酸Y突变为天冬氨酸D,那么该植株为不育株。

黄瓜雄性不育基因、分子标记、筛选方法及其用途

技术领域

[0001] 本发明涉及分子遗传育种技术领域，具体地说，涉及与黄瓜雄性不育基因相关的SNP或InDel的标记，及其筛选，以及获得的雄性不育基因及它们在鉴定雄性不育植株的用途。

背景技术

[0002] 目前在其他作物上定位了很多雄性不育基因，并开发了很多与雄性不育基因紧密连锁的标记，但在在黄瓜上雄性不育基因的报道很少，更谈不上应用。此外，目前利用最多的是核质互作不育系、光敏不育系及温敏不育系等，对核不育基因的利用很少，主要是因为难以找到保持系。传统上基因定位的方法是利用已有的分子标记，分离群体中大量的筛选差异条带，定位基因太过耗时耗力。

[0003] 虽然专利申请CN105420408A对黄瓜不育基因的分子标记进行了探索，但是其只获得了一个SNP标记，并且该SNP标记过于单一，不能定位黄瓜不育基因。

发明内容

[0004] 在本申请的一个实施方案中，本申请涉及一种获得植物雄性不育分子标记SNP或InDel标记和定位雄性不育基因的方法。所述方法包括以下步骤：

[0005] (1)配置群体：将植物雄性不育系作为母本与可育远缘品种为父本进行杂交，得到杂种F1，由杂种F1自交得到F2代分离群体，F2代分离群体中存在雄性可育和雄性不育两种表型；

[0006] (2)建库测序：提取母本、父本、F2代中可育单株和不育单株的基因组DNA并分别混合形成4个混池即母本池、父本池、可育池及不育池，对各混池的基因组DNA进行双末端测序，对测序得到的读段用BWA软件与正常黄瓜基因组比对，基于比对的结果，使用GATK软件进行SNP的检测和注释；

[0007] (3)分离群体分组分析(BSA)：根据测序获得的SNP的检测结果，计算可育池与不育池的Δ(SNP-index)值，采用Δ(SNP-index)值的99%的置信区间，来确定目标基因所在区域。其中SNP-index指某个染色体位点含有SNP的读段数与测到的该位点的总读段数的比值， Δ(SNP-index) 指可育池与不育池的SNP-index值之差(Takagi 等人，2013)；

[0008] (4)竞争性等位基因特异性 PCR (KASP)：针对候选区间内选取的候选SNP 位点设计SNP 分型引物在938株F2群体中进行KASP分型，得到与不育性状紧密连锁的SNP或InDel位点；

[0009] (5)根据KSAP分型结果构建遗传图谱，定位雄性不育基因。

[0010] 本研究引入了一个SNP位点的测序深度相关的参数SNP-index，该参数是指某个位点含有SNP的读段数与测到该位点的总读段数的比值，大小范围为0-1。若该参数为0，代表所有测到的读段都来自被用作参考基因组的那个亲本的基因组；该参数为1，代表所有读段都来自另一个亲本；该参数为0.5，则代表此混池中SNP来自两个亲本的基因组的频率一致。

将两个池观测到的SNP都计算出SNP-index,然后将两个池的SNP-index值相减后得到Δ(SNP-index),将Δ(SNP-index)对应该SNP所在染色体位置作图,采用Δ(SNP-index)值的99%的置信区间筛选雄性不育基因候选区域。针对Δ(SNP-index)再做零假设,得出相应的p值,用于检验该数值的可信度,一般p＜0.05才认为有统计学意义。

[0011] 在本发明的一个实施方案中,所述植株是黄瓜。

[0012] 在本发明的一个实施方案中,所述分子标记是SNP标记。

[0013] 在本发明的一个实施方案中,所述分子标记是InDel标记。

[0014] 在本发明的一个实施方案中,所述分子标记是SNP标记和InDel标记。

[0015] 在本发明的一个实施方案中,雄性不育基因位于SNP标记G729940C和SNP标记C974274G之间的基因组片段。

[0016] 在本发明的一个实施方案中,雄性不育基因位于黄瓜3号染色体上。

[0017] 在本发明的一个实施方案中,雄性不育基因位于黄瓜3号染色体上805,509 -807,682。

[0018] 在本发明的一个实施方案中,控制黄瓜雄性不育的基因为SEQ ID NO:1所示的Csa3M006660.1基因,其编码如SEQ ID NO:2所示的氨基酸序列的蛋白质。

[0019] 在本发明的一个实施方案中,黄瓜不育系的 Csa3M006660.1基因第1258位发生点突变。

[0020] 在本发明的一个实施方案中,黄瓜不育系的 Csa3M006660.1基因的核酸序列如SEQ ID NO:3所示。其编码如SEQ ID NO:4所示的氨基酸序列的蛋白质。

[0021] 在本发明的一个实施方案中,竞争性等位基因特异性 PCR (KASP)使用的引物的SNP 分型引物如下所示所示。

[0022] 针对C304430G标记的引物为:

[0023] AATTACATGAATAAGTGTTCGTAATTTCG(SEQ ID NO:5)和AATTACATGAATAAGTGTTCGTAATTTCC(SEQ ID NO:6);

[0024] 针对G564531C标记的引物为:

[0025] GGTTTGGAATCTTGCTTGGCATTG(SEQ ID NO:7)和GGTTTGGAATCTTGCTTGGCATTC(SEQ ID NO:8)

[0026] 针对A701466G标记的引物为:

[0027] ATCTAGAAACCAAATAAAAACTATAGCCAA(SEQ ID NO:9)和CTAGAAACCAAATAAAAACTATAGCCAG(SEQ ID NO:10)

[0028] 针对G729940C标记的引物为:

[0029] GGAACCCCTTCTGAAGCTGTG(SEQ ID NO:11)和GGAACCCCTTCTGAAGCTGTC(SEQ ID NO:12)

[0030] 针对T785141C标记的引物为:

[0031] GGGTCACGCAGATGGGTATTGA(SEQ ID NO:13)和 GGTCACGCAGATGGGTATTGG(SEQ ID NO:14)

[0032] 针对C974274G标记的引物为:

[0033] ATTTGGTTTCTTGATACTATCAATTATACC(SEQ ID NO:15)和ATTTGGTTTCTTGATACTATCAATTATACG(SEQ ID NO:16)

[0034] 针对T1031386G标记的引物为：

[0035] TACGTGAATATTTTCTTTTTCTTTATACGTAT（SEQ ID NO:17）和CGTGAATATTTTCTTTTTCTTTATACGTAG(SEQ ID NO:18)

[0036] 针对T1101289C标记的引物为：

[0037] AAGACTAATATGCCCTTCCTCTTCTA(SEQ ID NO:19)和 GACTAATATGCCCTTCCTCTTCTG(SEQ ID NO:20)

[0038] 针对T1508343G标记的引物为：

[0039] TATGTACAGCATCAACAAGTGTGCA(SEQ ID NO:21)和 TGTACAGCATCAACAAGTGTGCC(SEQ ID NO:22)

[0040] 针对A2179014C标记的引物为：

[0041] TTCGAACATATACAAAAGTAGATATATCAAAA（SEQ ID NO:23）和CGAACATATACAAAAGTAGATATATCAAAC(SEQ ID NO:24)。

[0042] 本发明的一个实施方案涉及鉴定黄瓜不育株与可育株的方法，其特征在于，如果Csa3M006660.1基因第1258位碱基为G，那么该植株为不育株。

[0043] 本发明鉴定了与黄瓜雄性不育基因更加紧密连锁的10个SNP标记，其中有6个SNP标记更加与黄瓜雄性不育基因紧密连锁。本发明首次鉴定出黄瓜雄性不育基因为位于黄瓜3号染色体的Csa3M006660.1基因。通过本发明鉴定的不育基因，能够更直接、快速识别黄瓜雄性不育株，而且能够用于黄瓜杂交种的高效生产。

附图说明

[0044] 图1为通过分离群体分组分析(BSA)所示出的可育池和不育池ΔSNP-index在黄瓜7条染色体上的分布情况。

[0045] 图2为KASP基因分型所用候选SNP标记及其对应的引物。

[0046] 图3为C974274G 标记的KASP基因分型结果。(a)为对可育单株的KASP基因分型结果；(b)为对不育单株的KASP基因分型结果。

[0047] 图4为通过SNP标记构建的遗传图谱以及突变基因的精细定位。

[0048] 图5为得到的Csa3M006660.1基因的核酸序列。

具体实施方式

[0049] 通过结合说明书附图和以下实施例来具体说明本发明的具体实施方式。

[0050] 实施例1

[0051] 黄瓜雄性不育性状相关的SNP分子标记的及不育基因的获得，包括以下步骤：

[0052] (1)配置群体：将“YL-5”雄性不育系为母本与远缘品种“D37-1”为父本进行杂交，得到杂种F1，由杂种F1自交得到F2代分离群体，F2代分离群体中存在雄性可育和雄性不育两种表型。

[0053] (2)建库测序：鉴定表型后，通过CTAB法提取母本“YL-5”基因组DNA、父本“D37-1”基因组DNA、F2代中可育单株基因组DNA、F2代中不育单株基因组DNA，共形成4个混池即母本池、父本池、可育池及不育池。将检验合格的DNA样品用Illumina HiSeq 2500平台进行双末端测序，对测序得到的原始读段进行质量评估并过滤得到干净无杂质的读段，用BWA软件将

干净无杂质的读段比对到黄瓜参考基因组，基于比对的结果，使用GATK软件进行SNP的检测和注释。

[0054] (3)分离群体分组分析(BSA)：根据SNP的检测结果，计算可育池与不育池的SNP-index值，方法为覆盖该位点的突变基因型的读段占覆盖该位点的总读段数的比值，如覆盖某一位点的读段数为20，而突变基因型基因型的读段为15，则该位点SNP-index值为0.75。若SNP-index=0，则该读段来源于父本“D37-1”，若SNP-index=1，则该读段来源于母本“YL-5”。然后计算可育池与不育池的Δ(SNP-index)值，得到Δ(SNP-index)图(图1)。假设位点A为目标基因所在位点，则可育池该位点SNP-index=0(因可育池中有杂合基因型，所以实际值一般大于0，小于1)，而不育池该位点SNP-index=1，所以Δ(SNP-index)＝1，所以Δ(SNP-index)越大，与接近目标基因。则本研究采用Δ(SNP-index)值的99%的置信区间，来确定目标基因所在位点，结果表明可育池与不育池仅在3号染色体末端813 Kb (区域1: 166710-564531, 大小397 Kb; 区域2: 1954776-2371279, 大小416 Kb)范围内出现明显的分离趋势。

[0055] (4)竞争性等位基因特异性 PCR (KASP)分型：选取10个SNP位点，采用 Leal-Bertioli 等(2015)的方法进行引物设计，该项技术是基于引物末端碱基的特异匹配来对 SNP 分型以及检测插入和缺失(InDels)。针对 10 个 SNP 位点共设计了10 套 SNP 分型引物(图2)，并在948株F2群体中进行KASP分型。在948株F2分离群体中检测相应位点的基因型进行分型，部分结果见图3：该图为C974274G 标记的KASP基因分型图，其中图3. a为C974274G 标记在96份可育单株即MF1至MF-96上的分型情况，图3. b为C974274G 标记在96份不育单株即MS-1至MS-96上的分型情况，图中每一个点都对应这一个单株，红色代表该单株的基因仅带有EXC标签序列即该位点基因型为G/G，蓝色代表该单株的基因带仅有FAM标签序列即该位点基因型为C/C，绿色代表该单株的基因即带有EXC标签序列也带有FAM标签序列即该位点基因型为杂合G/C，黑色代表未能识别；另外，只有使三种基因型的单株各自成簇的引物的分型结果才可用。从图3. a中可以看出96份可育单株中除一株未鉴定成功外，均成功分型，从图3. b中可以看出96份不育单株中均分型成功；另外，在两次的分型结果中，3种基因型的单株分簇情况良好，结果可用。

[0056] 根据分型结果构建遗传图谱(图4)，精细定位不育基因，并得到与不育性状紧密连锁的SNP或InDel位点。最终定位到的该基因为Csa3M006660.1(图5)，与不育性状紧密连锁的6个SNP或InDel位点。

[0057] (5)序列与表达分析：通过氨基酸序列分析发现Csa3M006660.1具有典型的PHD结构(Cys4HisCys3)，是真核生物中一种进化保守的锌指结构域，能特异性识别组蛋白的甲基化密码。

[0058] 通过不同物种氨基酸序列同源对比以及28个不同品系黄瓜的序列分析发现Csa3M006660.1的第420位氨基酸高度保守，在可育植株中为酪氨酸Y，在不育植株中突变为天冬氨酸D。换言之，黄瓜不育系的 Csa3M006660.1基因第1258位发生点突变，从T突变为G。

[0059] BLAST分析发现，Csa3M006660.1与拟南芥MMD1氨基酸序列的同源性为49.8%，在420位具有相同的氨基酸类型，并具有PHD结构域。有多篇文献报道拟南芥MMD1突变会导致雄性不育，可能调控花粉母细胞的减数分裂过程。

[0060] Csa3M006660.1表达模式分析发现该基因只在幼小花蕾中表达。

[0061] 实施例2

[0062] 不育基因的验证

[0063] 申请人随机挑选了100株黄瓜正常可育珠和100株黄瓜不育株。针对SEQ ID NO:1设计引物。分别对这些植株的基因组进行PCR扩增并测序。结果显示,从所有的可育珠扩增获得的核酸序列其1258位碱基为T,而所有的不育株的基因扩增产物第1258位碱基为G。

[0001] 序列表

[0002] <110> 天津科润农业科技股份有限公司黄瓜研究所

[0003] <120> 黄瓜雄性不育基因、分子标记、筛选方法及其用途

[0004] <130> CP20170590

[0005] <160> 24

[0006] <170> PatentIn version 3.5

[0007] <210> 1

[0008] <211> 1995

[0009] <212> DNA

[0010] <213> 黄瓜(Cucumis sativus)

[0011] <400> 1

[0012] atgtcgattt cgattctgga atcctgcaag aagagaaaaa gaaggcctaa acttttcggg 60

[0013] tttcaaacgt tcggggatcc tggatcgcca atcaacccca cgggtccatt tcgtgagaat 120

[0014] atcagaatct ttcttcaaca atgtgcagag attgaagatt acagaattca agaaatgcct 180

[0015] atatggtgta ctctccttgt tcatgaaaat aaaagcttcg ttgttccact ttacactatt 240

[0016] gaagaagatg tgaagctctc cccaaaaccc tactgcgatc aatgccgatg ttctgggtgg 300

[0017] agtaatcatt ttgtatcgaa aagaaaatat catatcgtaa taccgttgga tgatcggtgg 360

[0018] aacaaacgat tagacgatgg cggtttcgac ctcgatgatc aaactcatct tcttcatgga 420

[0019] ttgattcact gcaatggctt cgggcatttg ctctgcgtca atggaatcga aggaggatcc 480

[0020] aagtttcttt gtggcagaga agttatggat ctttgggata gaatctgcac aaatctaaga 540

[0021] acaaggaaaa ttacagttga ggatttatcc aagaaacgat caatggatct acgtcttctt 600

[0022] catggggtag catacggtca tccatggttt gggagatggg gctacagatt ttgccgagga 660

[0023] agctttggag tgaaagaaca ccattacagt agagctttgg aaatcctcag ctctctggaa 720

[0024] ctcgacaaga taatgcacga agtcgactat agcgatcgag gaagagaagt gaagcaaatc 780

[0025] attcgacatt atcgaaatct gagtgaaacg cagttgatca cactgaaaga tctactgaag 840

[0026] ttcatgttga cagtaaaata tgtttctgcg atcgagaaga aaacggttca accaatcgct 900

[0027] aaatctcctc ctccgtgtag acaatctctg cagcgaaaca agcagcaatc tctagtgaag 960

[0028] gagaagcaaa tacggtacag aaaattcgcc actgcaattt ctaatatgga cagccgatgg 1020

[0029] ccggcgagac ggttagaata cgcagcggag gtgattgtga aagcattgga agagaagaaa 1080

[0030] tcagataaat tcagccatgg cggaaatgga atgactcgtc aagatgttcg agatgctgct 1140

[0031] cgccttcaca tcggcgacac tggattgctc gattacgttc taaaatcact gaacaacgtg 1200

[0032] atcgtaggta accaaatagt tcgccgtgca gtgaatccta aaacacgaat tttagagtac 1260

[0033] acgattcatg aacttagaaa tggcattcaa ttaacagaag agcaagaatc aacagaaaat 1320

[0034] tcagaaccaa ccgtaactcc tggcaaagac atttacaacg acgtgctatg tatatacaga 1380

[0035] agcattttcc ttgactatcc agaatcagaa atggtagaat tagcaaccca gggagttctc 1440

[0036] gatagtaaac attttgctaa agaatggcct cttcaagatg aagaagagca tctattgacg 1500

[0037] ttcattatca aattgatgcc gaggctaact tttacacata cggatttaga gttgaagagt 1560

[0038] gatttcatgc catccggcga ggtagtggtt cttccactac acacaacaat cggagaagta 1620

[0039] aaagaagcag cagaaaaagc tctaagagac acatattacg ttacggaaca gttcgaggtt 1680

[0040] ttggcgatag agaatttgga gaattacgaa gacagagagg tgatttttgg agcggtagaa 1740

[0041] tcgggagcag agttgtttgt gaaaggaatg ggtattgatt tagatacacc attgaagtac 1800

[0042] caaggaggag ttggtacatg gaaagttcga tgtgagtgtg gcaccggaga cgacgatggc 1860

[0043] gagaggatgg tggcttgtga catatgcgag atctggcagc acactcgctg ctgtggaatc 1920

[0044] gacgacgctg ataatgtgcc gttgttgttc gtatgcgccg cctgctgcga ctcgcttgga 1980

[0045] caattaaaaa tttga 1995

[0046] <210> 2

[0047] <211> 664

[0048] <212> PRT

[0049] <213> 黄瓜(Cucumis sativus)

[0050] <400> 2

[0051] Met Ser Ile Ser Ile Leu Glu Ser Cys Lys Lys Arg Lys Arg Arg Pro

[0052] 1 5 10 15

[0053] Lys Leu Phe Gly Phe Gln Thr Phe Gly Asp Pro Gly Ser Pro Ile Asn

[0054] 20 25 30

[0055] Pro Thr Gly Pro Phe Arg Glu Asn Ile Arg Ile Phe Leu Gln Gln Cys

[0056] 35 40 45

[0057] Ala Glu Ile Glu Asp Tyr Arg Ile Gln Glu Met Pro Ile Trp Cys Thr

[0058] 50 55 60

[0059] Leu Leu Val His Glu Asn Lys Ser Phe Val Val Pro Leu Tyr Thr Ile

[0060] 65 70 75 80

[0061] Glu Glu Asp Val Lys Leu Ser Pro Lys Pro Tyr Cys Asp Gln Cys Arg

[0062] 85 90 95

[0063] Cys Ser Gly Trp Ser Asn His Phe Val Ser Lys Arg Lys Tyr His Ile

[0064] 100 105 110

[0065] Val Ile Pro Leu Asp Asp Arg Trp Asn Lys Arg Leu Asp Asp Gly Gly

[0066] 115 120 125

[0067] Phe Asp Leu Asp Asp Gln Thr His Leu Leu His Gly Leu Ile His Cys

[0068] 130 135 140

[0069] Asn Gly Phe Gly His Leu Leu Cys Val Asn Gly Ile Glu Gly Gly Ser

[0070] 145 150 155 160

[0071] Lys Phe Leu Cys Gly Arg Glu Val Met Asp Leu Trp Asp Arg Ile Cys

[0072] 165 170 175

[0073] Thr Asn Leu Arg Thr Arg Lys Ile Thr Val Glu Asp Leu Ser Lys Lys

[0074] 180 185 190

[0075] Arg Ser Met Asp Leu Arg Leu Leu His Gly Val Ala Tyr Gly His Pro

[0076] 195 200 205

[0077] Trp Phe Gly Arg Trp Gly Tyr Arg Phe Cys Arg Gly Ser Phe Gly Val

[0078] 210 215 220

[0079] Lys Glu His His Tyr Ser Arg Ala Leu Glu Ile Leu Ser Ser Leu Glu

[0080] 225 230 235 240

[0081] Leu Asp Lys Ile Met His Glu Val Asp Tyr Ser Asp Arg Gly Arg Glu

[0082] 245 250 255

[0083] Val Lys Gln Ile Ile Arg His Tyr Arg Asn Leu Ser Glu Thr Gln Leu

[0084] 260 265 270

[0085] Ile Thr Leu Lys Asp Leu Leu Lys Phe Met Leu Thr Val Lys Tyr Val

[0086] 275 280 285

[0087] Ser Ala Ile Glu Lys Lys Thr Val Gln Pro Ile Ala Lys Ser Pro Pro

[0088] 290 295 300

[0089] Pro Cys Arg Gln Ser Leu Gln Arg Asn Lys Gln Gln Ser Leu Val Lys

[0090] 305 310 315 320

[0091] Glu Lys Gln Ile Arg Tyr Arg Lys Phe Ala Thr Ala Ile Ser Asn Met

[0092] 325 330 335

[0093] Asp Ser Arg Trp Pro Ala Arg Arg Leu Glu Tyr Ala Ala Glu Val Ile

[0094] 340 345 350

[0095] Val Lys Ala Leu Glu Glu Lys Lys Ser Asp Lys Phe Ser His Gly Gly

[0096] 355 360 365

[0097] Asn Gly Met Thr Arg Gln Asp Val Arg Asp Ala Ala Arg Leu His Ile

[0098] 370 375 380

[0099] Gly Asp Thr Gly Leu Leu Asp Tyr Val Leu Lys Ser Leu Asn Asn Val

[0100] 385 390 395 400

[0101] Ile Val Gly Asn Gln Ile Val Arg Arg Ala Val Asn Pro Lys Thr Arg

[0102] 405 410 415

[0103] Ile Leu Glu Tyr Thr Ile His Glu Leu Arg Asn Gly Ile Gln Leu Thr

[0104] 420 425 430

[0105] Glu Glu Gln Glu Ser Thr Glu Asn Ser Glu Pro Thr Val Thr Pro Gly

[0106] 435 440 445

[0107] Lys Asp Ile Tyr Asn Asp Val Leu Cys Ile Tyr Arg Ser Ile Phe Leu

[0108] 450 455 460

[0109] Asp Tyr Pro Glu Ser Glu Met Val Glu Leu Ala Thr Gln Gly Val Leu

[0110] 465 470 475 480

[0111] Asp Ser Lys His Phe Ala Lys Glu Trp Pro Leu Gln Asp Glu Glu Glu

[0112] 485 490 495

[0113] His Leu Leu Thr Phe Ile Ile Lys Leu Met Pro Arg Leu Thr Phe Thr

[0114] 500 505 510

[0115] His Thr Asp Leu Glu Leu Lys Ser Asp Phe Met Pro Ser Gly Glu Val

[0116] 515 520 525

[0117] Val Val Leu Pro Leu His Thr Thr Ile Gly Glu Val Lys Glu Ala Ala

[0118] 530 535 540

[0119] Glu Lys Ala Leu Arg Asp Thr Tyr Tyr Val Thr Glu Gln Phe Glu Val

[0120] 545 550 555 560

[0121] Leu Ala Ile Glu Asn Leu Glu Asn Tyr Glu Asp Arg Glu Val Ile Phe

[0122] 565 570 575

[0123] Gly Ala Val Glu Ser Gly Ala Glu Leu Phe Val Lys Gly Met Gly Ile

[0124] 580 585 590

[0125] Asp Leu Asp Thr Pro Leu Lys Tyr Gln Gly Gly Val Gly Thr Trp Lys

[0126] 595 600 605

[0127] Val Arg Cys Glu Cys Gly Thr Gly Asp Asp Asp Gly Glu Arg Met Val

[0128] 610 615 620

[0129] Ala Cys Asp Ile Cys Glu Ile Trp Gln His Thr Arg Cys Cys Gly Ile

[0130] 625 630 635 640

[0131] Asp Asp Ala Asp Asn Val Pro Leu Leu Phe Val Cys Ala Ala Cys Cys

[0132] 645 650 655

[0133] Asp Ser Leu Gly Gln Leu Lys Ile

[0134] 660

[0135] <210> 3

[0136] <211> 1995

[0137] <212> DNA

[0138] <213> 黄瓜(Cucumis sativus)

[0139] <400> 3

[0140] atgtcgattt cgattctgga atcctgcaag aagagaaaaa gaaggcctaa acttttcggg 60

[0141] tttcaaacgt tcggggatcc tggatcgcca atcaacccca cgggtccatt tcgtgagaat 120

[0142] atcagaatct ttcttcaaca atgtgcagag attgaagatt acagaattca agaaatgcct 180

[0143] atatggtgta ctctccttgt tcatgaaaat aaaagcttcg ttgttccact ttacactatt 240

[0144] gaagaagatg tgaagctctc cccaaaaccc tactgcgatc aatgccgatg ttctgggtgg 300

[0145] agtaatcatt ttgtatcgaa aagaaaatat catatcgtaa taccgttgga tgatcggtgg 360

[0146] aacaaacgat tagacgatgg cggtttcgac ctcgatgatc aaactcatct tcttcatgga 420

[0147] ttgattcact gcaatggctt cgggcatttg ctctgcgtca atggaatcga aggaggatcc 480

[0148] aagtttcttt gtggcagaga agttatggat ctttgggata gaatctgcac aaatctaaga 540

[0149] acaaggaaaa ttacagttga ggatttatcc aagaaacgat caatggatct acgtcttctt 600

[0150] catggggtag catacggtca tccatggttt gggagatggg gctacagatt ttgccgagga 660

[0151] agctttggag tgaaagaaca ccattacagt agagctttgg aaatcctcag ctctctggaa 720

[0152] ctcgacaaga taatgcacga agtcgactat agcgatcgag gaagagaagt gaagcaaatc 780

[0153] attcgacatt atcgaaatct gagtgaaacg cagttgatca cactgaaaga tctactgaag 840

[0154] ttcatgttga cagtaaaata tgtttctgcg atcgagaaga aaacggttca accaatcgct 900

[0155] aaatctcctc ctccgtgtag acaatctctg cagcgaaaca agcagcaatc tctagtgaag 960

[0156] gagaagcaaa tacggtacag aaaattcgcc actgcaattt ctaatatgga cagccgatgg 1020

[0157] ccggcgagac ggttagaata cgcagcggag gtgattgtga aagcattgga agagaagaaa 1080

[0158] tcagataaat tcagccatgg cggaaatgga atgactcgtc aagatgttcg agatgctgct 1140

[0159] cgccttcaca tcggcgacac tggattgctc gattacgttc taaaatcact gaacaacgtg 1200

[0160] atcgtaggta accaaatagt tcgccgtgca gtgaatccta aaacacgaat tttagaggac 1260

[0161] acgattcatg aacttagaaa tggcattcaa ttaacagaag agcaagaatc aacagaaaat 1320

[0162] tcagaaccaa ccgtaactcc tggcaaagac atttacaacg acgtgctatg tatatacaga 1380

[0163] agcattttcc ttgactatcc agaatcagaa atggtagaat tagcaaccca gggagttctc 1440

[0164] gatagtaaac attttgctaa agaatggcct cttcaagatg aagaagagca tctattgacg 1500

[0165] ttcattatca aattgatgcc gaggctaact tttacacata cggatttaga gttgaagagt 1560

[0166] gatttcatgc catccggcga ggtagtggtt cttccactac acacaacaat cggagaagta 1620

[0167] aaagaagcag cagaaaaagc tctaagagac acatattacg ttacggaaca gttcgaggtt 1680

[0168] ttggcgatag agaatttgga gaattacgaa gacagagagg tgatttttgg agcggtagaa 1740

[0169] tcgggagcag agttgtttgt gaaaggaatg ggtattgatt tagatacacc attgaagtac 1800

[0170] caaggaggag ttggtacatg gaaagttcga tgtgagtgtg gcaccggaga cgacgatggc 1860

[0171] gagaggatgg tggcttgtga catatgcgag atctggcagc acactcgctg ctgtggaatc 1920

[0172] gacgacgctg ataatgtgcc gttgttgttc gtatgcgccg cctgctgcga ctcgcttgga 1980

[0173] caattaaaaa tttga 1995

[0174] <210> 4

[0175] <211> 664

[0176] <212> PRT

[0177] <213> 黄瓜(Cucumis sativus)

[0178] <400> 4

[0179] Met Ser Ile Ser Ile Leu Glu Ser Cys Lys Lys Arg Lys Arg Arg Pro

[0180] 1 5 10 15

[0181] Lys Leu Phe Gly Phe Gln Thr Phe Gly Asp Pro Gly Ser Pro Ile Asn

[0182] 20 25 30

[0183] Pro Thr Gly Pro Phe Arg Glu Asn Ile Arg Ile Phe Leu Gln Gln Cys

[0184] 35 40 45

[0185] Ala Glu Ile Glu Asp Tyr Arg Ile Gln Glu Met Pro Ile Trp Cys Thr

[0186] 50 55 60

[0187] Leu Leu Val His Glu Asn Lys Ser Phe Val Val Pro Leu Tyr Thr Ile

[0188] 65 70 75 80

[0189] Glu Glu Asp Val Lys Leu Ser Pro Lys Pro Tyr Cys Asp Gln Cys Arg

[0190] 85 90 95

[0191] Cys Ser Gly Trp Ser Asn His Phe Val Ser Lys Arg Lys Tyr His Ile

[0192] 100 105 110

[0193] Val Ile Pro Leu Asp Asp Arg Trp Asn Lys Arg Leu Asp Asp Gly Gly

[0194] 115 120 125

[0195] Phe Asp Leu Asp Asp Gln Thr His Leu Leu His Gly Leu Ile His Cys

[0196] 130 135 140

[0197] Asn Gly Phe Gly His Leu Leu Cys Val Asn Gly Ile Glu Gly Gly Ser

[0198] 145 150 155 160

[0199] Lys Phe Leu Cys Gly Arg Glu Val Met Asp Leu Trp Asp Arg Ile Cys

[0200] 165 170 175

[0201] Thr Asn Leu Arg Thr Arg Lys Ile Thr Val Glu Asp Leu Ser Lys Lys

[0202] 180 185 190

[0203] Arg Ser Met Asp Leu Arg Leu Leu His Gly Val Ala Tyr Gly His Pro

[0204] 195 200 205

[0205] Trp Phe Gly Arg Trp Gly Tyr Arg Phe Cys Arg Gly Ser Phe Gly Val

[0206] 210 215 220

[0207] Lys Glu His His Tyr Ser Arg Ala Leu Glu Ile Leu Ser Ser Leu Glu

[0208] 225 230 235 240

[0209] Leu Asp Lys Ile Met His Glu Val Asp Tyr Ser Asp Arg Gly Arg Glu

[0210] 245 250 255

[0211] Val Lys Gln Ile Ile Arg His Tyr Arg Asn Leu Ser Glu Thr Gln Leu

[0212] 260 265 270

[0213] Ile Thr Leu Lys Asp Leu Leu Lys Phe Met Leu Thr Val Lys Tyr Val

[0214] 275 280 285

[0215] Ser Ala Ile Glu Lys Lys Thr Val Gln Pro Ile Ala Lys Ser Pro Pro

[0216] 290 295 300

[0217] Pro Cys Arg Gln Ser Leu Gln Arg Asn Lys Gln Gln Ser Leu Val Lys

[0218] 305 310 315 320

[0219] Glu Lys Gln Ile Arg Tyr Arg Lys Phe Ala Thr Ala Ile Ser Asn Met

[0220] 325 330 335

[0221] Asp Ser Arg Trp Pro Ala Arg Arg Leu Glu Tyr Ala Ala Glu Val Ile

[0222] 340 345 350

[0223] Val Lys Ala Leu Glu Glu Lys Lys Ser Asp Lys Phe Ser His Gly Gly

[0224] 355 360 365

[0225] Asn Gly Met Thr Arg Gln Asp Val Arg Asp Ala Ala Arg Leu His Ile

[0226] 370 375 380

[0227] Gly Asp Thr Gly Leu Leu Asp Tyr Val Leu Lys Ser Leu Asn Asn Val

[0228] 385 390 395 400

[0229] Ile Val Gly Asn Gln Ile Val Arg Arg Ala Val Asn Pro Lys Thr Arg

[0230] 405 410 415

[0231] Ile Leu Glu Asp Thr Ile His Glu Leu Arg Asn Gly Ile Gln Leu Thr

[0232] 420 425 430

[0233] Glu Glu Gln Glu Ser Thr Glu Asn Ser Glu Pro Thr Val Thr Pro Gly

[0234] 435 440 445

[0235] Lys Asp Ile Tyr Asn Asp Val Leu Cys Ile Tyr Arg Ser Ile Phe Leu

[0236] 450 455 460

[0237] Asp Tyr Pro Glu Ser Glu Met Val Glu Leu Ala Thr Gln Gly Val Leu

[0238] 465 470 475 480

[0239] Asp Ser Lys His Phe Ala Lys Glu Trp Pro Leu Gln Asp Glu Glu Glu

[0240] 485 490 495

[0241] His Leu Leu Thr Phe Ile Ile Lys Leu Met Pro Arg Leu Thr Phe Thr

[0242] 500 505 510

[0243] His Thr Asp Leu Glu Leu Lys Ser Asp Phe Met Pro Ser Gly Glu Val

[0244] 515 520 525

[0245] Val Val Leu Pro Leu His Thr Thr Ile Gly Glu Val Lys Glu Ala Ala

[0246] 530 535 540

[0247] Glu Lys Ala Leu Arg Asp Thr Tyr Tyr Val Thr Glu Gln Phe Glu Val

[0248] 545 550 555 560

[0249] Leu Ala Ile Glu Asn Leu Glu Asn Tyr Glu Asp Arg Glu Val Ile Phe

[0250] 565 570 575

[0251] Gly Ala Val Glu Ser Gly Ala Glu Leu Phe Val Lys Gly Met Gly Ile

[0252] 580 585 590

[0253] Asp Leu Asp Thr Pro Leu Lys Tyr Gln Gly Gly Val Gly Thr Trp Lys

[0254] 595 600 605

[0255] Val Arg Cys Glu Cys Gly Thr Gly Asp Asp Asp Gly Glu Arg Met Val

[0256] 610 615 620

[0257] Ala Cys Asp Ile Cys Glu Ile Trp Gln His Thr Arg Cys Cys Gly Ile

[0258] 625 630 635 640

[0259] Asp Asp Ala Asp Asn Val Pro Leu Leu Phe Val Cys Ala Ala Cys Cys

[0260] 645 650 655

[0261] Asp Ser Leu Gly Gln Leu Lys Ile

[0262] 660

[0263] <210> 5

[0264] <211> 29

[0265] <212> DNA

[0266] <213> 人工序列

[0267] <400> 5

[0268] aattacatga ataagtgttc gtaatttcg 29

[0269] <210> 6

[0270] <211> 29

[0271] <212> DNA

[0272] <213> 人工序列

[0273] <400> 6

[0274] aattacatga ataagtgttc gtaatttcc 29

[0275] <210> 7

[0276] <211> 24

[0277] <212> DNA

[0278] <213> 人工序列

[0279] <400> 7

[0280] ggtttggaat cttgcttggc attg 24

[0281] <210> 8

[0282] <211> 24

[0283] <212> DNA

[0284] <213> 人工序列

[0285] <400> 8

[0286] ggtttggaat cttgcttggc attc 24

[0287] <210> 9

[0288] <211> 30

[0289] <212> DNA

[0290] <213> 人工序列

[0291] <400> 9

[0292] atctagaaac caaataaaaa ctatagccaa 30

[0293] <210> 10

[0294] <211> 28
[0295] <212> DNA
[0296] <213> 人工序列
[0297] <400> 10
[0298] ctagaaacca aataaaaact atagccag 28
[0299] <210> 11
[0300] <211> 21
[0301] <212> DNA
[0302] <213> 人工序列
[0303] <400> 11
[0304] ggaacccctt ctgaagctgt g 21
[0305] <210> 12
[0306] <211> 21
[0307] <212> DNA
[0308] <213> 人工序列
[0309] <400> 12
[0310] ggaacccctt ctgaagctgt c 21
[0311] <210> 13
[0312] <211> 22
[0313] <212> DNA
[0314] <213> 人工序列
[0315] <400> 13
[0316] gggtcacgca gatgggtatt ga 22
[0317] <210> 14
[0318] <211> 21
[0319] <212> DNA
[0320] <213> 人工序列
[0321] <400> 14
[0322] ggtcacgcag atgggtattg g 21
[0323] <210> 15
[0324] <211> 30
[0325] <212> DNA
[0326] <213> 人工序列
[0327] <400> 15
[0328] atttggtttc ttgatactat caattatacc 30
[0329] <210> 16
[0330] <211> 30
[0331] <212> DNA
[0332] <213> 人工序列
[0333] <400> 16
[0334] atttggtttc ttgatactat caattatacg 30
[0335] <210> 17

[0336] <211> 32
[0337] <212> DNA
[0338] <213> 人工序列
[0339] <400> 17
[0340] tacgtgaata ttttcttttt ctttatacgt at 32
[0341] <210> 18
[0342] <211> 30
[0343] <212> DNA
[0344] <213> 人工序列
[0345] <400> 18
[0346] cgtgaatatt ttctttttct ttatacgtag 30
[0347] <210> 19
[0348] <211> 26
[0349] <212> DNA
[0350] <213> 人工序列
[0351] <400> 19
[0352] aagactaata tgcccttcct cttcta 26
[0353] <210> 20
[0354] <211> 24
[0355] <212> DNA
[0356] <213> 人工序列
[0357] <400> 20
[0358] gactaatatg cccttcctct tctg 24
[0359] <210> 21
[0360] <211> 25
[0361] <212> DNA
[0362] <213> 人工序列
[0363] <400> 21
[0364] tatgtacagc atcaacaagt gtgca 25
[0365] <210> 22
[0366] <211> 23
[0367] <212> DNA
[0368] <213> 人工序列
[0369] <400> 22
[0370] tgtacagcat caacaagtgt gcc 23
[0371] <210> 23
[0372] <211> 32
[0373] <212> DNA
[0374] <213> 人工序列
[0375] <400> 23
[0376] ttcgaacata tacaaaagta gatatatcaa aa 32
[0377] <210> 24

[0378] <211> 30

[0379] <212> DNA

[0380] <213> 人工序列

[0381] <400> 24

[0382] cgaacatata caaaagtaga tatatcaaac 30

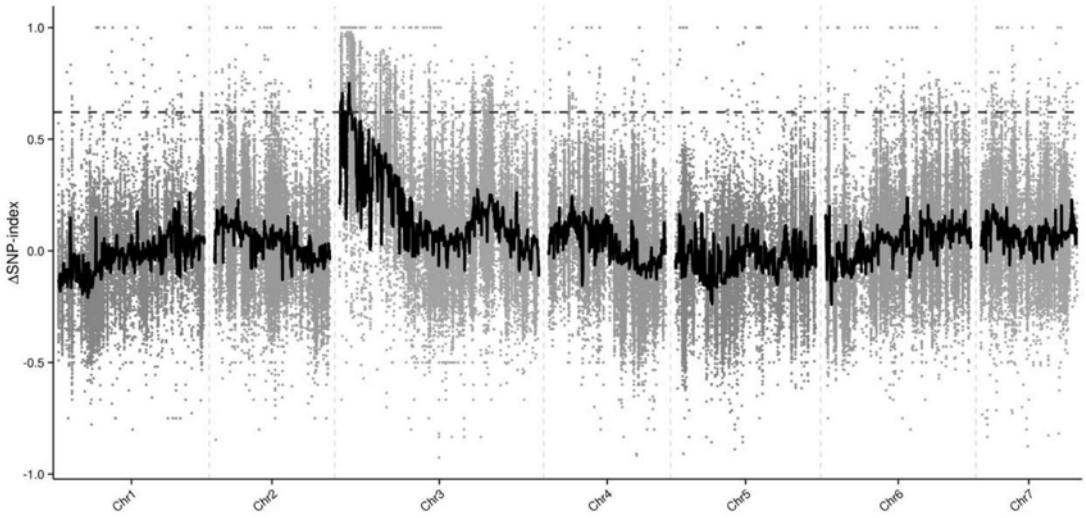
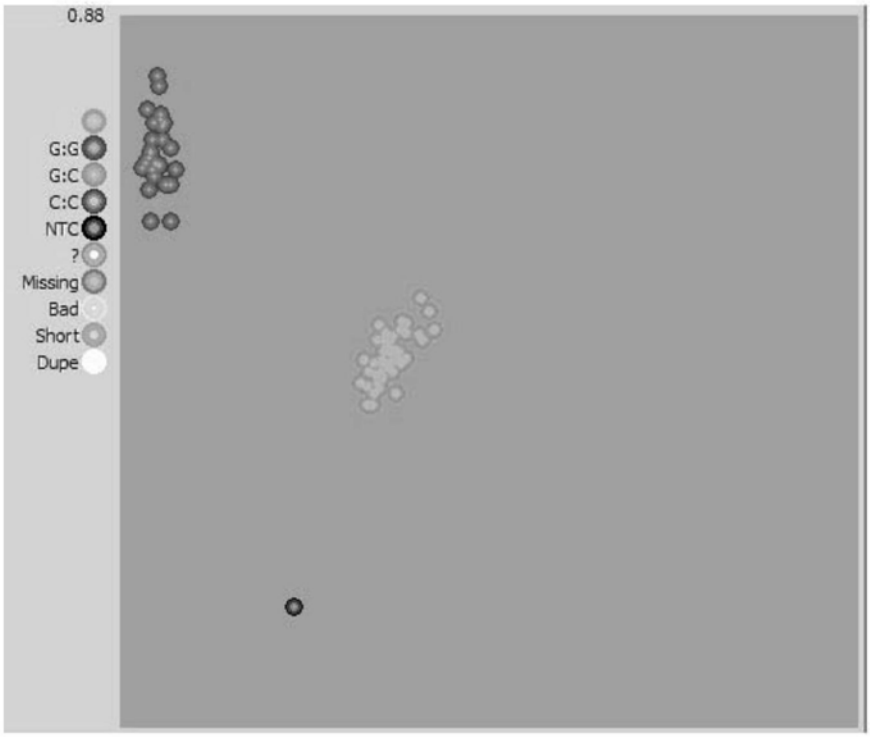


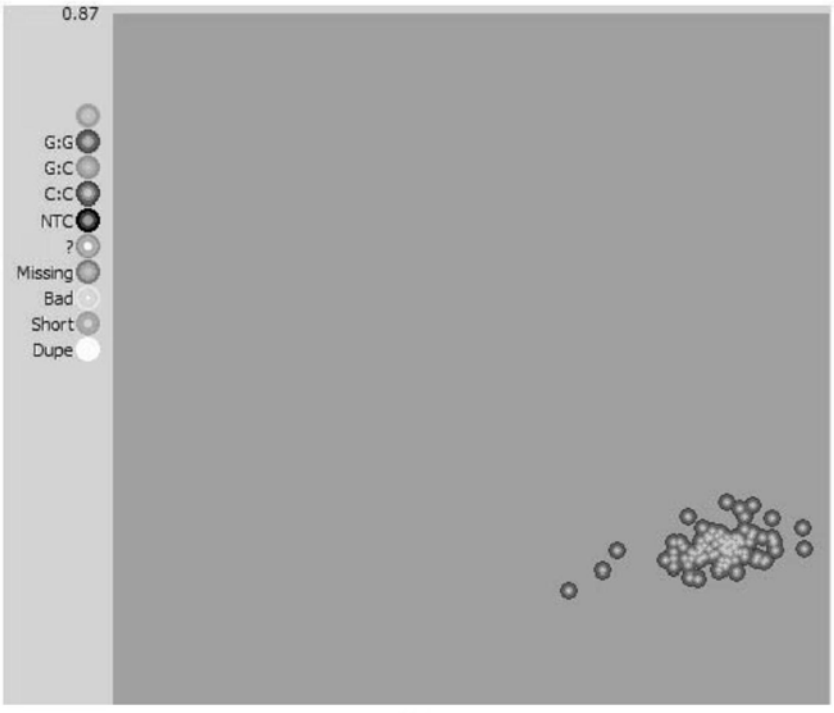
图1

SNP 标记名称	染色上的位置	等位基因 X	等位基因 Y	引物_等位基因 X(5′-3′) 引物_等位基因 Y (5′-3′)	引物_共同 (3′-5′)
C304430G	304430	C	G	AATTACATGAATAAGTGTTCGTAATTTCG AATTACATGAATAAGTGTTCGTAATTTCC	AAACTTCAAGTTTAGGATAGAATCGGTTTGA
G564531C	564531	G	C	GGTTTGGAATCTTGCTTGGCATTG GGTTTGGAATCTTGCTTGGCATTC	CAATCAACCATATTCAGTTTAATCAACTAAACAAA
A701466G	701466	A	G	ATCTAGAAACCAAATAAAAACTATAGCCAA CTAGAAACCAAATAAAAACTATAGCCAG	AATTTAGTTTCAAAATTTGTTTATTAATAAAAATATACATCTCT
G729940C	729940	G	C	GGAACCCCTTCTGAAGCTGTG GGAACCCCTTCTGAAGCTGTC	GTAGCTATAAGAAAGGGCAGAGACC
T785141C	785141	T	C	GGGTCACGCAGATGGGTATTGA GGTCACGCAGATGGGTATTGG	TCCAATCACCACTTCCTACAATTTATCG
C974274G	974274	C	G	ATTTGGTTTCTTGATACTATCAATTATACC ATTTGGTTTCTTGATACTATCAATTATACG	CAAATGTTGGACAACAACATGATATTTAGTAG
T1031386G	1031386	T	G	TACGTGAATATTTTCTTTTTCTTTATACGTAT CGTGAATATTTTCTTTTTCTTTATACGTAG	ATTTAGAAAACACACGTATCAAAATTAACTTAGC
T1101289C	1101289	T	C	AAGACTAATATGCCCTTCCTCTTCTA GACTAATATGCCCTTCCTCTTCTG	ATTCCAAGTTGGGATTGAATGGAAATGG
T1508343G	1508343	T	G	TATGTACAGCATCAACAAGTGTGCA TGTACAGCATCAACAAGTGTGCC	ATCATCTGTCTCCAATTCACTTGAAAACTTT
A2179014C	2179014	A	C	TTCGAACATATACAAAAGTAGATATATCAAAA CGAACATATACAAAAGTAGATATATCAAAC	GTGATTCATTGAGAATATCTATTTAATTGTACTTG

图2

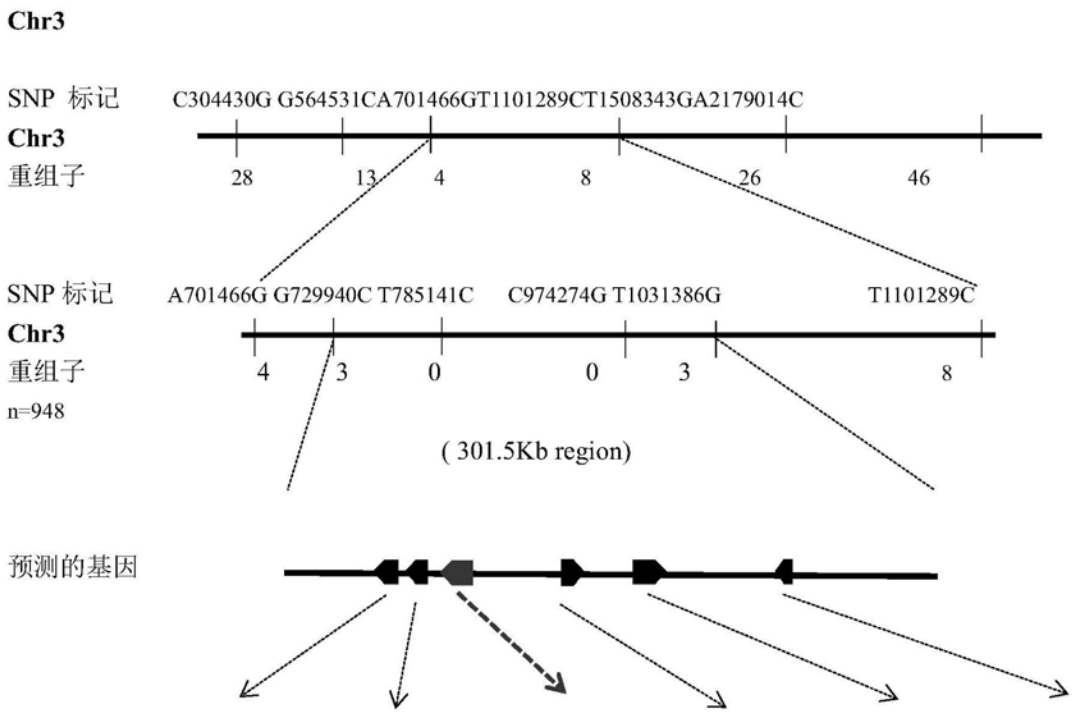

0.88
G:G
G:C
C:C
NTC
?
Missing
Bad
Short
Dupe

(a)


0.87
G:G
G:C
C:C
NTC
?
Missing
Bad
Short
Dupe

(b)

图3



位置	775835	785141	806246	861262	874895	901285
WT/MS	GA/G	T/C	A/C	T/G	G/C	ATACTCTTTGATGAT /AA
突变子类型	InDel-内含子	SNP-内含子	SNP-外显子 nonsyn	SNP-内含子	SNP-上游	InDel-内含子
基因	Csa3M006620 .1	Csa3M006630. 1	Csa3M006660. 1	Csa3M006740. 1	Csa3M006770. 1	Csa3M008280.1
重组子	0	0	0	0	0	0

图4

基因 ID	在染色体上的位置	基因功能
Csa3M006660.1	Chr3-805509-807682	含 PHD 结构域的锌指蛋白

CDS 序列：

ATGTCGATTTCGATTCTGGAATCCTGCAAGAAGAGAAAAAGAAGGCCTAAACTTTTCGGGTTT
CAAACGTTCGGGGATCCTGGATCGCCAATCAACCCCACGGGTCCATTTCGTGAGAATATCAGA
ATCTTTCTTCAACAATGTGCAGAGATTGAAGATTACAGAATTCAAGAAATGCCTATATGGTGTA
CTCTCCTTGTTCATGAAAATAAAAGCTTCGTTGTTCCACTTTACACTATTGAAGAAGATGTGAA
GCTCTCCCCAAAACCCTACTGCGATCAATGCCGATGTTCTGGGTGGAGTAATCATTTTGTATCG
AAAAGAAAATATCATATCGTAATACCGTTGGATGATCGGTGGAACAAACGATTAGACGATGGC
GGTTTCGACCTCGATGATCAAACTCATCTTCTTCATGGATTGATTCACTGCAATGGCTTCGGGC
ATTTGCTCTGCGTCAATGGAATCGAAGGAGGATCCAAGTTTCTTTGTGGCAGAGAAGTTATGG
ATCTTTGGGATAGAATCTGCACAAATCTAAGAACAAGGAAAATTACAGTTGAGGATTTATCCA
AGAAACGATCAATGGATCTACGTCTTCTTCATGGGGTAGCATACGGTCATCCATGGTTTGGGA
GATGGGGCTACAGATTTTGCCGAGGAAGCTTTGGAGTGAAAGAACACCATTACAGTAGAGCT
TTGGAAATCCTCAGCTCTCTGGAACTCGACAAGATAATGCACGAAGTCGACTATAGCGATCGA
GGAAGAGAAGTGAAGCAAATCATTCGACATTATCGAAATCTGAGTGAAACGCAGTTGATCAC
ACTGAAAGATCTACTGAAGTTCATGTTGACAGTAAAATATGTTTCTGCGATCGAGAAGAAAAC
GGTTCAACCAATCGCTAAATCTCCTCCTCCGTGTAGACAATCTCTGCAGCGAAACAAGCAGCA
ATCTCTAGTGAAGGAGAAGCAAATACGGTACAGAAAATTCGCCACTGCAATTTCTAATATGGA
CAGCCGATGGCCGGCGAGACGGTTAGAATACGCAGCGGAGGTGATTGTGAAAGCATTGGAAG
AGAAGAAATCAGATAAATTCAGCCATGGCGGAAATGGAATGACTCGTCAAGATGTTCGAGAT
GCTGCTCGCCTTCACATCGGCGACACTGGATTGCTCGATTACGTTCTAAAATCACTGAACAAC
GTGATCGTAGGTAACCAAATAGTTCGCCGTGCAGTGAATCCTAAAACACGAATTTTAGAGTAC
ACGATTCATGAACTTAGAAATGGCATTCAATTAACAGAAGAGCAAGAATCAACAGAAAATTC
AGAACCAACCGTAACTCCTGGCAAAGACATTTACAACGACGTGCTATGTATATACAGAAGCAT
TTTCCTTGACTATCCAGAATCAGAAATGGTAGAATTAGCAACCCAGGGAGTTCTCGATAGTAA
ACATTTTGCTAAAGAATGGCCTCTTCAAGATGAAGAAGAGCATCTATTGACGTTCATTATCAAA
TTGATGCCGAGGCTAACTTTTACACATACGGATTTAGAGTTGAAGAGTGATTTCATGCCATCCG
GCGAGGTAGTGGTTCTTCCACTACACACAACAATCGGAGAAGTAAAAGAAGCAGCAGAAAA
AGCTCTAAGAGACACATATTACGTTACGGAACAGTTCGAGGTTTTGGCGATAGAGAATTTGGA
GAATTACGAAGACAGAGAGGTGATTTTTGGAGCGGTAGAATCGGGAGCAGAGTTGTTTGTGA
AAGGAATGGGTATTGATTTAGATACACCATTGAAGTACCAAGGAGGAGTTGGTACATGGAAAG
TTCGATGTGAGTGTGGCACCGGAGACGACGATGGCGAGAGGATGGTGGCTTGTGACATATGC
GAGATCTGGCAGCACACTCGCTGCTGTGGAATCGACGACGCTGATAATGTGCCGTTGTTGTTC
GTATGCGCCGCCTGCTGCGACTCGCTTGGACAATTAAAAATTTGA

图5