



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106244701 A

(43)申请公布日 2016.12.21

(21)申请号 201610719359.3

(22)申请日 2016.08.25

(71)申请人 黑龙江省林副特产研究所

地址 157011 黑龙江省牡丹江市爱民区北
山街165号

申请人 牡丹江师范学院

(72)发明人 皇甫永冠 闫宝松 宗宪春

魏继承 张跃新 马凤

(74)专利代理机构 牡丹江市丹江专利商标事务

所(特殊普通合伙) 23205

代理人 张雨红

(51)Int.Cl.

C12Q 1/68(2006.01)

C12Q 1/04(2006.01)

C12N 15/11(2006.01)

权利要求书2页 说明书5页

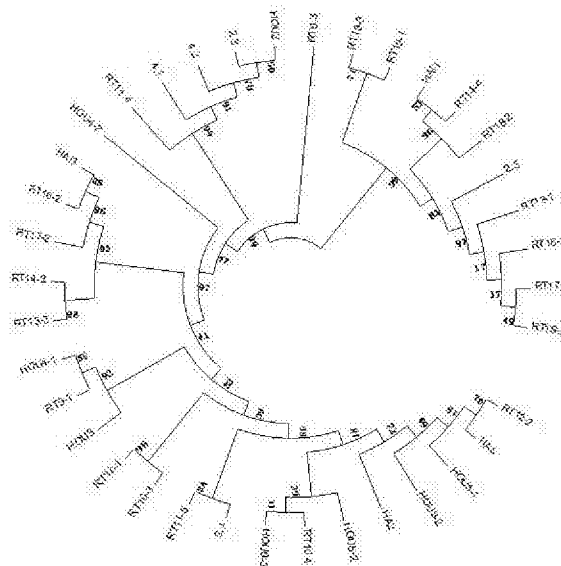
序列表7页 附图9页

(54)发明名称

一种猴头菇DNA条形码的构建及鉴定方法

(57)摘要

本发明涉及一种猴头菇DNA条形码的构建及鉴定方法,依据NCBI中猴头菇 β -tubulin基因设计了一对引物Betu-F1:ATGCGTGAAATCGTCCACC Betu-R2:GAAGACGGGGGAAAGGAAC,用其对目的片段进行扩增、T-A克隆、测序,测序成功的序列结合primer5.0、BLAST、ClustalW、MEGA 5.1进行处理和比对找出多态性位点,针对多态性位点设计猴头菇品种的专属条形码的引物,用此引物进行PCR验证,结果表明,猴头菇RT9中有三个条形码成功构建。将三个猴头菇DNA条形码序列与GenBank数据库中含有猴头菇 β -tubulin基因的序列进行比对,发现这三个条形码序列与已发表的猴头菇序列间存在差异,这三个序列可以作为鉴定猴头菇RT9的专属条形码。此方法与形态学分析法比较,省时、省力、准确性高,对种质资源的鉴定、保护及育种工作都具有重要的意义。



1. 一种猴头菇DNA条形码的构建及鉴定方法,其特征在于:依据NCBI中猴头菇 β -tubulin基因的全长设计了一对引物Betu-F1:ATGCGTGAAATCGTCCACC、Betu-R2:GAAGACGGGGGAAAGGAAC,利用这对引物对目的基因片段进行扩增、T-A克隆、测序,测序成功的序列结合primer5.0对其进行整理,得到有效的序列,用BLAST软件对单一序列进行核对,利用ClustalW对有效序列的核酸序列进行多重比对,找出每个品种的代表性序列,再将代表性序列进行多重序列比对,在此基础上利用MEGA 5.1的邻接法Neighbor-Joining构建系统发育树,找出成功设计DNA条形码的多态性位点,针对多态性位点设计猴头菇品种的专属DNA条形码的引物,用此引物进行PCR鉴定,结果成功构建出猴头菇RT9的三个DNA条形码;将构建出的三个猴头菇RT9的DNA条形码序列与GenBank数据库中已发表的含有猴头菇 β -tubulin基因的序列进行比对,发现这三个条形码序列与已发表的所有猴头菇序列间存在差异,因此应用这三个序列可以很好地将猴头菇RT9与其他的猴头菇品种区分开,所以这三个序列可以作为鉴定猴头菇RT9的专属条形码。

2. 如权利要求1所述的一种猴头菇DNA条形码的构建及鉴定方法,其特征在于根据权利要求1所述的猴头菇DNA条形码的构建方法构建出的猴头菇RT9三个专属条形码的引物序列分别为:

RT9-2F :TCCTCACACACACTGGTAC ; RT9-2R :GTACGGATGTTGCAGTAG

CRT9-3F1:CGGTACGAGGATCGCGCAAAC ; CRT9-3R1:GCGACCGTCTTCCCACA

CRT9-3F1:CGGTACGAGGATCGCGCAAAC;CRT9-3R2:GTGTCAAGTCGCAAAAAT。

3. 如权利要求2所述的一种猴头菇DNA条形码的构建及鉴定方法,其特征在于权利要求2中三个成功构建的条形码引物,在分子鉴定时的应用,步骤如下:

(1)从样品组织中提取基因组DNA;

(2)以步骤(1)所提取的基因组DNA为模板,用权利要求2所提供的特异性引物,进行聚合酶链式反应;

(3)对步骤(2)扩增得到的DNA产物进行电泳检测,其特征是DNA产物长度应用引物RT9-2F/RT9-2R的为723bp;应用引物CRT9-3F1/CRT9-3R1的为353bp;应用引物CRT9-3F1/CRT9-3R2的为483bp。

4. 如权利要求3所述的一种猴头菇DNA条形码的构建及鉴定方法,其特征在于条形码引物扩增出的条形码序列分别为:

引物CRT9-3F1/CRT9-3R1扩增的条形码:

CGGTACGAGGATCGCGCAAACGAGGCTGGGTGGCAGTGGCTCACGCATGTTTTTCAGGTGTCAAGTTCTGGGAG
GTCATTTTCAGACGAGCACGGCATCGAGCGTGACGGTCTCTACAAGGGCACCAATGACCTCCAGCTTGAGCGCATCTC
CGTCTACTACAATGAGACCGGTGCGAACAATACTGTCCTCGCGCCGTCCTTATCGACCTCGAGCCTGGTACCATGG
ACGCCGTCCGCGCCGGCCCCCTTGGTGGACTTTTCCGTCCGGACAACCTCGTTTTTGGTCAGAGTGGAGCGGGTAAC
AACTGGGCGAAAGGACGTGAGTGCATTTATTGTGTGGGAAGACGGTCGC

引物CRT9-3F1/CRT9-3R2扩增的条形码:

CGGTACGAGGATCGCGCAAACGAGGCTGGGTGGCAGTGGCTCACGCATGTTTTTCAGGTGTCAAGTTCTGGGAG
GTCATTTTCAGACGAGCACGGCATCGAGCGTGACGGTCTCTACAAGGGCACCAATGACCTCCAGCTTGAGCGCATCTC
CGTCTACTACAATGAGACCGGTGCGAACAATACTGTCCTCGCGCCGTCCTTATCGACCTCGAGCCTGGTACCATGG
ACGCCGTCCGCGCCGGCCCCCTTGGTGGACTTTTCCGTCCGGACAACCTCGTTTTTGGTCAGAGTGGAGCGGGTAAC

AACTGGGCGAAAGGACGTGAGTGCATTTATTGTGTGGGAAGACGGTCGCGAAGCACCGTCGTGCATGGAATCGTTGT
TTGTCCCAATGTTAGTCGGTTCGACGCGTCCCTAGCGCGTCGGCGGTGGCATTGTTTTCGGCCCCGACTTACCCCATT
ACTGTATATTTTTGCGACTTGACAC

引物RT9-2F/RT9-2R扩增的条形码:

TCCTCACACACACTGGTACATCGTTTACTGACGTGGGTTCTCCCGTTATGTAGTGCGGTAACCAGATCGGTAC
GAGGATCATGCAA-CGAGGCTTGGCGTCAGTGGCTCACGCATGTTTTTCAGGTGTCAAGTTCTGGGAGGTCATTTTCAG
ACGAGCACGGCATCGAGCGCGACGGTCTGTACAAGGGCACCAATGATCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCGTCTACTAC
AATGAGACCGGTGCGAACAAGTACGTGCCTCGCGCCGTCCTCATCGACCTCGAGCCCGGTACCATGGACGCCGTCGG
CGCCGGCCCCCTTGGTGGACTTTTCCGCCCGGACAACTTCGTTTTTGGTCAGAGTGGAGCGGGTAACAACCTGGGCAA
AAGGACGTGAGTGCATTTATTGCGTGGGAAGACAGTCGTGAAGCACCGTCGTGCATGGAATCGTCATTTGTCCCAAT
GTTAGTTGGTTTCGACGCGTTCCTAGCGCGTCGGCGGTGGCATTGTTTTCGGCCCCGACTTACCCCATTACTGTATTT-
TTTTCGACTTGACACGTGCCTGACGGACTTTTCATTCTAGATTATACGGAGGGAGCTGAGCTCGTTGACTCCGTCCT
TGATGTTGTTTCGAAAGAGGCTGAGGGTACCGAAGCACTCCAAGGTTTCGTGCACCCCATCCGTCACGCCACGCGATG
CGGCAAATCTATTCTTCTACTGCAACATCCGTAC。

5. 如权利要求1所述的一种猴头菇DNA条形码的构建及鉴定方法,其特征在于猴头菇目的基因的T-A克隆:

(1)、设计引物

依据NCBI中猴头菇 β -tubulin基因的全长设计了一对引物Betu-F1:
ATGCGTGAAATCGTCCACC;Betu-R2:GAAGACGGGGGAAAGGAAC;

(2)、扩增目的基因

PCR的体系如下;反应体系20 μ L:10 $\times$ buffer 缓冲液 2 μ L,d NTP 1.6 μ L,上下游引物各1 μ L,r-Taq DNA 聚合酶0.3 μ L,基因组 DNA 1 μ L,用灭过菌的去离子水定容至20 μ L;
反应条件:94 $^{\circ}$ C预变性 5 min;94 $^{\circ}$ C变性 30s,55 $^{\circ}$ C退火 30 s,72 $^{\circ}$ C延伸 1min20s,共 35 个循环;72 $^{\circ}$ C再延伸 20 min;

(3)、回收目的基因

利用琼脂糖凝胶DNA回收试剂盒对目标条带进行切胶回收;

(4)、载体连接

体系10 μ L:2 $\times$ Rapid ligation Buffer 5 μ L,PGEM-T Easy vector 1 μ L,PCR product 1 μ L,T4 DNA Ligase 1 μ L,ddH₂O 2 μ L.16 $^{\circ}$ C过夜连接不超过16小时;

(5)、连接产物转化感受态细胞

16 $^{\circ}$ C连接过夜后,冰浴30min,42 $^{\circ}$ C热激90秒,在冰浴2min转化到DH5a大肠杆菌感受态中,在加有AMP+IPTG+X-GAL的固体LB培养基上筛选阳性单菌落;

(6)、阳性克隆的检测

挑取白色的菌点至5mI含AMP 的LB液体培养基37度180转摇菌大概6小时左右,带菌液增值到浑浊状态进行菌液PCR,体系20 μ L,10 $\times$ buffer 缓冲液 2 μ L,d NTP 1.6 μ L,上下游引物各1 μ L,r-Taq DNA 聚合酶0.3 μ L,菌液1 μ L,用灭过菌的去离子水定容至20 μ L;反应条件:94 $^{\circ}$ C预变性 5 min;94 $^{\circ}$ C变性 30s,55 $^{\circ}$ C退火 30 s,72 $^{\circ}$ C延伸 1min20s,共 35 个循环;72 $^{\circ}$ C再延伸 5 min;之后用1%的琼脂糖凝胶电泳检测。

一种猴头菇DNA条形码的构建及鉴定方法

技术领域

[0001] 本发明涉及猴头菇品种分子标记,具体涉及一种猴头菇DNA条形码的构建及鉴定方法。

背景技术

[0002] 猴头菇(*Hericium erinaceus*)因形状酷似猴子的头,故而得名,猴头菇。其味道鲜美、营养丰富具有极高的食药价值。野生猴头菇在美国、日本、俄罗斯以及一些欧洲国家均有分布,在我国主要分布在内蒙、河北、河南、湖北、四川、浙江、广西以及东北大兴安岭,西北的天山和阿尔泰山等地区,浙江省常山县上世纪80年代至90年代初猴头菇栽培量非常大,但近些年已经只剩下一些零星栽培。目前黑龙江省是我国猴头菇生产的主产区,主要分布在海林市,牡丹江市磨刀石镇,虽然大、小兴安岭地区也有规模化栽培生产,但规模不大。黑龙江省海林市号称“中国猴头菇之乡”,它位于黑龙江省东南部,地处长白山余脉、张广才岭东麓,冷凉的气候、清新的空气、充足的日照和适宜的昼夜温差,使这里成为猴头菇生产的黄金地带。作为特色菌类,海林市猴头菇产量约占全国总产量的四分之一,位居全国第一。

[0003] 为了猴头菇深加工的需要,选择猴头菇的优良品种是非常重要的。以往对猴头菇的品种选育多数停留在形态学方面,但是猴头菇同名异物、同物异名的现象比较常见,因此这种方法并不能从根本上对猴头菇品种进行准确区分。

发明内容

[0004] 本发明的目的是针对以往利用形态学方法鉴别猴头菇品种不够准确的缺陷,提供一种可以准确、快捷鉴别猴头菇的所属品种,以利于猴头菇品种分类和择优选育的猴头菇DNA条形码的构建及鉴定方法。

[0005] 本发明的技术解决方案是:

一种猴头菇DNA条形码的构建及鉴定方法,依据NCBI中猴头菇 β -tubulin基因的全长设计了一对引物Betu-F1:ATGCGTGAAATCGTCCACC、Betu-R2:GAAGACGGGGAAAGGAAC,利用这对引物对目的基因片段进行扩增、T-A克隆、测序,测序成功的序列结合primer5.0对其进行整理,得到有效的序列,用BLAST软件对单一序列进行核对,利用ClustalW对有效序列的核酸序列进行多重比对,找出每个品种的代表性序列,再将代表性序列进行多重序列比对,在此基础上利用MEGA 5.1的邻接法Neighbor-Joining构建系统发育树,找出成功设计DNA条形码的多态性位点,针对多态性位点设计猴头菇品种的专属DNA条形码的引物,用此引物进行PCR鉴定,结果成功构建出猴头菇RT9的三个DNA条形码;将构建出的三个猴头菇RT9的DNA条形码序列与GenBank数据库中已发表的含有猴头菇 β -tubulin基因的序列进行比对,发现这三个条形码序列与已发表的所有猴头菇序列间存在差异,因此应用这三个序列可以很好地将猴头菇RT9与其他的猴头菇品种区分开,所以这三个序列可以作为鉴定猴头菇RT9的专属条形码。

[0006] 本发明的技术效果是:这种方法具有以下优点:(1)、可以利用小块生物体组织进行鉴别;(2)、可以在生物的不同生长阶段鉴别品种;(3)、可以准确地辨别形态相似性很高的品种;(4)、可以减少鉴别的模糊性;(5)、鉴定过程更加迅捷;(6)、鉴定过程无限制;(7)、在分类领域开展了用电子技术处理的新方向;(8)、对生命之树新的贡献;(9)、展示出收藏样本的价值。

[0007] 与以往的形态学分析法相比较,它具有省时、省力、准确性高的优点,对种质资源的鉴定、保护及育种工作都具有重要的意义。将这种方法应用在育种上会大大增加育种效率,在此过程中还可以很好的区分品种,甚至可以发现新品种。结合DNA条形码技术的研究,将成为一种非常有效的分子标记,这也将会在作物的遗传育种上发挥重大的作用,同时也为种质资源的鉴定及保护提供了便利的方法。

附图说明

[0008] 图1、系统发育进化树图

注:图1中2.3、2.4、2.5为猴99的代表性序列;4.1、4.2为野猴3的代表性序列;RT16-2、RT16-3为RT16的代表性序列;HAI1、HAI3为海猴的代表性序列;RT17-1、RT17-2为RT17的代表性序列;RT18-2、RT18-3为RT18的代表性序列;RT19-1、RT19-2为RT19的代表性序列;RT10-3、RT10-4为RT10的代表性序列;RT13-1、RT13-2为RT13的代表性序列;RT12-1、RT12-2为RT12的代表性序列;RT9-1、RT9-3为RT9的代表性序列;RT11-4、RT11-5为RT11的代表性序列;RT14-3、RT14-4为RT14的代表性序列;HOU4-1、HOU4-2为猴4的代表性序列;HA2、HA5为HA的代表性序列;HOU2、HOU3为猴的代表性序列;HOU5-1、HOU5-2为猴5的代表性序列;HOU9-2、HOU9-3为猴9的代表性序列;

图2:CRT9-3F1/CRT9-3R1、CRT9-3F1/CRT9-3R2的电泳检测图;

图3:RT9-2F/RT9-2R的电泳检测图;

图4:序列多重比对1-1;

图5:序列多重比对1-2;

图6:序列多重比对1-3;

图7:序列多重比对1-4;

图8:序列多重比对2-1;

图9:序列多重比对2-2;

图10:序列多重比对2-3。

具体实施方式

[0009] 一种猴头菇DNA条形码的构建及鉴定方法,具体步骤如下:

- 1、选取材料:选取19个猴头菇品种,名称及采集地见表1;
- 2、获得及培养菌丝体;
- 3、提取DNA;
- 4、猴头菇目的基因的T-A克隆:
 - (1)、设计引物

依据NCBI中猴头菇 β -tubulin基因的全长设计了一对引物Betu-F1:

ATGCGTGAAATCGTCCACC;Betu-R2:GAAGACGGGGGAAAGGAAC;

(2)、扩增目的基因

PCR的体系如下;反应体系20μL :10×buffer 缓冲液 2 μL,d NTP 1.6 μL,上下游引物各1 μL,r-Taq DNA 聚合酶0.3 μL,基因组 DNA 1 μL,用灭过菌的去离子水定容至20μL;反应条件:94℃预变性 5 min;94℃变性 30s,55℃退火 30 s,72℃延伸 1min20s,共 35 个循环;72℃再延伸 20 min;

(3)、回收目的基因

利用琼脂糖凝胶DNA回收试剂盒对目标条带进行切胶回收;

(4)、载体连接

体系10μL:2×Rapid ligation Buffer 5μL,PGEM-T Easy vector 1μL,PCR product 1μL,T4 DNA Ligase 1μL,ddH2O 2μL.16℃过夜连接不超过16小时;

(5)、连接产物转化感受态细胞

16℃过夜连接后,冰浴30min,42℃热激90秒,在冰浴2min转化到DH5a大肠杆菌感受态细胞中,在加有AMP+IPTG+X-GAL的固体LB培养基上筛选阳性单菌落;

(6)、检测阳性克隆

挑取白色的菌点至5mI含AMP 的LB液体培养基上,37度180转摇菌大概6小时左右,待菌液增值到浑浊状态进行菌液PCR,体系20μL:10×buffer 缓冲液 2 μL,d NTP 1.6 μL,上下游引物各1 μL,r-Taq DNA 聚合酶0.3 μL,菌液1 μL,用灭过菌的去离子水定容至20μL;反应条件:94℃预变性 5 min,94℃变性 30s,55℃退火 30 s,72℃延伸 1min20s,共 35 个循环;72℃再延伸 5 min;之后用1%的琼脂糖凝胶电泳检测。

[0010] 5、保存菌液:对于阳性的菌液进行保存。

[0011] 6、测序

取出保存的阳性菌液送至生物公司进行测序。

[0012] 7、针对测序结果进行生物信息学分析获取设计DNA条形码的多态性位点

测序成功的序列结合primer5.0对其进行整理,得到有效的序列,用BLAST软件对单一序列进行核对,利用ClustalW(<http://www.ebi.ac.uk>)对有效序列的核酸序列进行多重比对,找出每个品种的代表性序列(见附件1中的“代表性序列”),再将代表性序列进行多重序列比对(见图4、图5、图6、图7、图8、图9、图10“序列多重比对1-1、1-2、1-3、1-4;序列多重比对2-1、2-2、2-3”),在此基础上利用MEGA 5.1的邻接法(Neighbor-Joining)构建系统发育树(进化树图见图1),找出成功设计DNA条形码的多态性位点(见图4、图5、图6、图7、图8、图9、图10“序列多重比对1-1、1-2、1-3、1-4;序列多重比对2-1、2-2、2-3”)。

[0013] 8、设计特异引物

分析内含子的多态性,再根据多态性位点设计每个特异品种的特有引物(如果后续的条形码验证成功,此引物则为条形码序列的特异引物)。

[0014] 9、验证DNA条形码

在收集的现有的猴头菇19个品种의DNA中进行PCR鉴定,结果只有RT9的三条用于扩增条形码序列的引物

RT9-2F :TCCTCACACACACTGGTAC、RT9-2R :GTACGGATGTTGCAGTAG;CRT9-3F1:

CGGTACGAGGATCGCGCAAAC、CRT9-3R1:GCGACCGTCTTCCCACA;CRT9-3F1:CGGTACGAGGATCGCGCAAAC、CRT9-3R2:GTGTCAAGTCGAAAAAT在目标处扩增出条带,见图2、图3电泳检测图,从上述成功构建的条形码引物,在分子鉴定时的步骤如下:

(1)从样品组织中提取基因组DNA;

(2)以步骤(1)所提取的基因组DNA为模板,用前文所提供的特异性引物,进行聚合酶链式反应;

(3)对步骤(2)扩增得到的DNA产物进行电泳检测,其特征是DNA产物长度应用引物CRT9-3F1/CRT9-3R1的为353bp;应用引物CRT9-3F1/CRT9-3R2的为483bp;应用引物RT9-2F/RT9-2R的为723bp。

[0015] 用以上三个条形码引物扩增出的条形码序列及长度如下:

引物CRT9-3F1/CRT9-3R1扩增的条形码:353bp

CGGTACGAGGATCGCGCAAACGAGGCTGGGTGGCAGTGGCTCACGCATGTTTTCAGGTGTCAAGTTCTGGGAGGTCATTTTCAGACGAGCACGGCATCGAGCGTGACGGTCTCTACAAGGGCACCAATGACCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCGTCTACTACAATGAGACCGGTGCGAACAATACTGCCTCGCGCCGTCCTTATCGACCTCGAGCCTGGTACCATGGACGCCGTCCGCGCCGGCCCCCTTGGTGGACTTTTCCGTCCGGACAACCTCGTTTTTGGTCAGAGTGGAGCGGGTAACAAGTGGGCGAAAGGACGTGAGTGCATTTATTGTGTGGGAAGACGGTCGCG

引物CRT9-3F1/CRT9-3R2扩增的条形码:483bp

CGGTACGAGGATCGCGCAAACGAGGCTGGGTGGCAGTGGCTCACGCATGTTTTCAGGTGTCAAGTTCTGGGAGGTCATTTTCAGACGAGCACGGCATCGAGCGTGACGGTCTCTACAAGGGCACCAATGACCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCGTCTACTACAATGAGACCGGTGCGAACAATACTGCCTCGCGCCGTCCTTATCGACCTCGAGCCTGGTACCATGGACGCCGTCCGCGCCGGCCCCCTTGGTGGACTTTTCCGTCCGGACAACCTCGTTTTTGGTCAGAGTGGAGCGGGTAACAAGTGGGCGAAAGGACGTGAGTGCATTTATTGTGTGGGAAGACGGTCGCGAAGCACCGTCGTGCATGGAATCGTTGTTGTGCCAATGTTAGTCGGTTCGACGCGTCCCTAGCGCGTCGGCGGTGGCATTGTTTGGCGCCCGACTTACCCCATTTACTGTATATTTTTGCGACTTGACAC

引物RT9-2F/RT9-2R扩增的条形码:723bp

TCCTCACACACACTGGTACATCGTTTACTGACGTGGGTCTCTCCGTTATGTAGTGGGTAACCAGATCGGTACGAGGATCATGCAA-CGAGGCTTGGCGTCAGTGGCTCACGCATGTTTTCAGGTGTCAAGTTCTGGGAGGTCATTTTCAGACGAGCACGGCATCGAGCGGACGGTCTGTACAAGGGCACCAATGATCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCGTCTACTACAATGAGACCGGTGCGAACAAGTACGTGCCTCGCGCCGTCCTCATCGACCTCGAGCCCGGTACCATGGACGCCGTCCGCGCCGGCCCCCTTGGTGGACTTTTCCGCCCGGACAACCTCGTTTTTGGTCAGAGTGGAGCGGGTAACAAGTGGGCAAAGGACGTGAGTGCATTTATTGCGTGGGAAGACAGTCGTGAAGCACCGTCGTGCATGGAATCGTCATTTGTGCCAATGTTAGTTGGTTCGACGCGTTCCTAGCGCGTCGGCGGTGGCATTGTTTGGCGCCCGACTTACCCCATTTACTGTATTTTGGCGACTTGACACGTGCCTGACGGACTTTTCATTCTAGATTATACGGAGGGAGCTGAGCTCGTTGACTCCGTCCTTGATGTTGTTTCGAAAGAGGCTGAGGGTACCGAAGCACTCCAAGGTTTCGTGCACCCCATCCGTCACGCCACGCGATGCGGCAAATCTATTCTTCTACTGCAACATCCGTAC

以上实验结果证明用此特异性引物可以将猴头菇RT9与猴头菇的其他18个品种区分开。结果表明猴头菇RT9的三个DNA条形码在这19个品种中有效。

[0016] 把上述已构建成功的三个猴头菇RT9DNA条形码序列与GenBank数据库中已发表的含有猴头菇 β -tubulin基因的序列(见“GenBank中含有 β -tubulin基因的猴头菇的序列”)

进行比对,发现这三个条形码序列与已发表的所有猴头菇序列间存在差异,因此应用这三个序列可以很好地将猴头菇RT9与其他的猴头菇品种区分开,所以这三个序列可以作为鉴定猴头菇RT9的专属条形码。

[0017] 表1:19种猴头菇品种名称及采集地

序号	名称	采集地
1	猴	黑龙江省林副特产研究所原有
2	海猴	黑龙江省海林市猴头产区主栽
3	猴4	黑龙江省小兴安岭(伊春)
4	猴5	黑龙江省大兴安岭农林科学院
5	HA	福建省三明市
6	猴99	浙江省常山县
7	野猴1	吉林省长白山野生
8	猴9	黑龙江省牡丹江市柴河林区野生
9	野猴3	黑龙江省牡丹江市三道关林区野生
10	RT9	黑龙江省林副特产研究所自育
11	RT10	黑龙江省农业经济学院
12	RT11	黑龙江省农业经济学院
13	RT12	黑龙江省农业经济学院
14	RT13	黑龙江省农业经济学院
15	RT14	黑龙江省农业经济学院
16	RT16	黑龙江省农业经济学院
17	RT17	黑龙江省农业经济学院
18	RT18	黑龙江省农业经济学院
19	RT19	黑龙江省农业经济学院

附件:代表性序列。

>2.4

ATGCGTGAAATCGTCCACCTCCAGACTGGCCAGGTAAGTGTATATTCCTCAGACACGCTGGCGGATCTATCACT
GACGTGGGTTTCCCCGATATGTAGTGCGGTAACCAGATCGGTACGAGGGTCACGCAACGAGACTGGGCGTCAGTGGC
TCACGCATATCTTCAGGTGTCAAGTCTGGGAGGTCATTTTCAGACGAGCACGGCATCGAGCGCGACGGTCTCTACAA
GGGCACCAATGATCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCGTCTACTACAATGAGACCGGTGCAAACAAGTACGTGCCTCGCG
CCGTCTTATCGACCTCGAGCCCGGTACCATGGACGCCGTCCGCGCTGGCCCCCTTGGCGGACTTTTCCGCCCCGAC
AACTTCGTTTTTGGTCAGAGTGGAGCGGGTAACAACCTGGGCAAAAGGACGTGAGTGCATTTATTGCGTGGGAAGACA
GTCGTGAAGCACCGTCGTGCATGGAATCGTCATTTGTCCCAATGTTAGTTGGTTCGACGCGTTCCTAGCGCGTCGGC
GGTGGCATTGTTTGGGCCCCGACTTACCCCACTACTGTATTTTTTGGGACCTGACACGTGTCTGACGGACTTTTCAT
TCTAGATTATACGGAGGGAGCTGAGCTCGTTGACTCCGTCTTGTATGTTGTTTCGCAAAGAGGCTGAGGGTACCGAAG
CACTCCAAGGgTTCGTGCACCCCATCCGTACGCCACGCGATGCGGCAAATCTATTTCTTCTACTGCAACATCCGTAC
TGATCTGGCGCTCTAGGCTTCCAGATCACCCACTCCCTTGGAGGTGGCACTGGTGCCGGTATGGGTACACTCCTGAT
CTCGAAGATTTCGTGAGGAGTACCCCGACAGAATGATGTGCACGTTCTCTGTCTGCGCCAGTCCCAAGGTCTCCGACA
CCGTCTGTTGAAGTAAGTCATGCGCCGTAGCCTAGCGATACTGTTTTCCCTGACATCTGAATAGCCCTACAACGCCAC
GCTCTCAGTTCACCAGCTGGTTGAGAACTCTGATGAGACCTTCTGCATTGATAACGAGGCGCTTTACGACATCCACT
TCCGCACACTCAAGCTGTGACGCCCCAGTACGGTGATCTCAACCACCTCGTGTCATCGTCATGTCTGGTATCACC
ACTTGCTTGTTTTCCCTGGTCAGCTGAACTCGGATCTTCGTAAGCTCGCTGTCAACATGGGTGCGTCGTTTCAAAC
TATGCCTTGTTTTCATAAATTAATAATGCGCAGTTCCTTTCCCCCGTCTTC

>RT9-1

ATGCGTGAAATCGTCCACCTCCAGACCGGCCAGGTAAGTGTGCACTCCTCACACACTGGTACATCGTTTACT
GACGTGGGTTTCTCCCGTTATGTAGTGCGGTAACCAGATCGGTACGAGGATCATGCAACGAGGCTTGGCGTCAGTGGC
TCACGCATGTTTTTCAGGTGTCAAGTCTGGGAGGTCATTTTCAGACGAGCACGGCATCGAGCGCGACGGTCTGTACAA
GGGCACCAATGATCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCGTCTACTACAATGAGACCGGTGCGAACAAGTACGTGCCTCGCG
CCGTCTCATCGACCTCGAGCCCGGTACCATGGACGCCGTCCGCGCCGGCCCCCTTGGTGGACTTTTCCGCCCCGAC
AACTTCGTTTTTGGTCAGAGTGGAGCGGGTAACAACCTGGGCAAAAGGACGTGAGTGCATTTATTGCGTGGGAAGACA
GTCGTGAAGCACCGTCGTGCATGGAATCGTCATTTGTCCCAATGTTAGTTGGTTCGACGCGTTCCTAGCGCGTCGGC
GGTGGCATTGTTTGGGCCCCGACTTACCCCACTACTGTATTTTTTGGGACTTGACACGTGCCTGACGGACTTTTCAT
TCTAGATTATACGGAGGGAGCTGAGCTCGTTGACTCCGTCTTGTATGTTGTTTCGCAAAGAGGCTGAGGGTACCGAAG
CACTCCAAGGTTTCGTGCACCCCATCCGTACGCCACGCGATGCGGCAAATCTATTTCTTCTACTGCAACATCCGTACT
GATCTGGCGCTCTAGGCTTCCAGATCACCCACTCCCTTGGAGGTGGCACTGGTGCCGGTATGGGTACACTCCTGATC
TCGAAGATTTCGTGAGGAGTACCCCGACAGGATGATGTGCACGTTCTCTGTCTGCGCCAGTCCTAAGGTCTCCGACAC
TGTCGTTGAGGTAAGCCATGCGCTGTAGCCTAGCAATACTATTGTCTGCTGACATCTGTGAATAGCCCTACAACGCCA
CGCTTTCAGTTCACCAGCTGGTTGAGAACTCTGACGAGACCTTCTGCATTGATAACGAGGCGCTTTACGACATCCAC
TTCCGCACACTTAAGCTGTGACGCCCCAGTACGGTGACCTCAACCACCTTGTGTCCATCGTCATGTCCGGCATCAC
CACTTGCTTGCGTTTTCCCTGGTCAGCTCAACTCGGATCTTCGTAAGCTCGCTGTCAACATGGGTGCGTTGTTTCAA
CTATGCCTTGTTTTCATGAACTTAACATGCGCAGTTCCTTTCCCCCGTCTTC

>RT9-3

ATGCGTGAAATCGTCCACCTTCAGACCGGCCAGGTAAGTGTACACTCCTCAGACACGCCGGCGGATCGTTTACT

GACGTGGGTTCTCCCGATTTGTAGTGCGGTAACCAGATCGGTACGAGGATCGCGCAAACGAGGCTGGGTGGCAGTGG
CTCACGCATGTTTTTCAGGTGTCAAGTTCTGGGAGGTCATTTTCAGACGAGCACGGCATCGAGCGTGACGGTCTCTACA
AGGGCACCAATGACCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCGTCTACTACAATGAGACCGGTGCGAACAATACTGTCCTCGC
GCCGTCTTATCGACCTCGAGCCTGGTACCATGGACGCCGTCCGCGCCGGCCCCCTTGGTGGACTTTTCCGTCCGGA
CAACTTCGTTTTTGGTCAGAGTGGAGCGGGTAACAACGGGCGAAAGGACGTGAGTGCATTTATTGTGTGGGAAGAC
GGTCGCGAAGCACCGTCGTGCATGGAATCGTTGTTGTCCCAATGTTAGTCGGTTCGACGCGTCCCTAGCGCGTCGG
CGGTGGCATTGTTTTCGGCCCCGACTTACCCCATTAAGTATATTTTTCGCGACTTGACACGTGTCTGACGGACTTTTT
ATTCTAGATTATACGGAGGGAGCTGAGCTCGTTGACTCCGTCCCTTGATGTTGTTTCGCAAAGAGGCTGAGGGCACCGA
AGCACTCCAAGGTTTCGTGCACCCCATCCGTACGCCACTCGATGCGACAATTTCTATTCTTCTTCTACTGCAACA
TCCGTACTGATCTGGCGCTCTAGGCTTCCAGATCACCCACTCCCTTGGAGGCGGCACTGGTGCCGGTATGGGTACGC
TGCTGATCTCGAAGATTTCGTGAGGAGTACCCGGACAGGATGATGTGCACGTTCTCCGTCTGCGCCAGTCCCAAGGTC
TCCGATACCGTCGTTGAGGTAAGTCACGCGCCGTAGCCTAGCAATACTGTTGTCCCTGACGTATCTGAATAGCCCTA
CAATGCCACGCTCTCAGTTCACCAGCTAGTTGAGAACTCTGATGAGACCTTCTGCATTGATAACGAGGCGCTTTACG
ACATCCACTTCCGCACACTCAAGCTGTGACGCCCACGTACGGTGATCTCAACCACCTCGTGTCCATCGTCATGTCT
GGCATCACCACTTGCTTTCGTTTTCCCTGGTCAGCTCAACTCGGATCTTCGTAAGCTCGCTGTCAACATGGGTGCGTC
GTTTCAAACATATGCCTTGTTTTTCATAAACTAAATAATGCGCAGTTCCTTTCCCCCGTCTTC

>RT11-5

ATGCGTGAAATCGTCCACCTCCAGACTGGCCAGGTAAGTGTATATTCCTCAGACACGCTGGCGGATCTATCACT
GACGTGGGTTTTCCCGATATGTAGTGCGGTAACCAGATCGGTACGAGGGTCACGCAACGAGACTGGGCGTCAGTGGC
TCACGCATATCTTCAGGTGTCAAGTTCTGGGAGGTCATTTTCAGACGAGCACGGCATCGAGCGCGACGGTCTCTACAA
GGGCACCAATGATCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCGTCTACTACAATGAGACCGGTGCAAACAAGTACGTGCCTCGCG
CCGTCTTATCGACCTCGAGCCCGGTACCATGGACGCCGTCCGCGCTGGCCCCCTTGGCGGACTTTTCCGCCCGGAC
AACTTCGTTTTTGGTCAGAGTGGAGCGGGTAACAACGGGCGAAAGGACGTGAGTGCATTTATTGCGTGGGAAGACA
GTCGTGAAGCACCGTCGTGCATGGAATCGTCATTTGTCCCAATGTTAGTTGGTTCGACGCGTTCCCTAGCGCGTCGGC
GGTGGCATTGTTTTCGGCCCCGACTTACCCCATTAAGTATATTTTTCGCGACTTGACACGTGTCTGACGGACTTTTCAT
TCTAGATTATACGGAGGGAGCTGAGCTCGTTGACTCCGTCCCTTGATGTTGTTTCGCAAAGAGGCTGAGGGTACCGAAG
CACTCCAAGGTTTCGTGCACCCCATCCGTACGCCACGCGATGCGGCAAATCTATTCTTCTACTGCAACATCCGTAC
TGATCTGGCGCTCTAGGCTTCCAGATCACCCACTCCCTTGGAGGTGGCACTGGTGCCGGTATGGGTACACTCCTGAT
CTCGAAGATTTCGTGAGGAGTACCCCGACAGAATGATGTGCACGTTCTCTGTCTGCGCCAGTCCCAAGGTCTCCGACA
CCGTGCTTGAAGTAAGTCATGCGCCGTAGCCTAGCGATACTGTTTTCCCTGACATCTGAATAGCCCTACAACGCCAC
GCTCTCAGTTCACCAGCTGGTTGAGAACTCTGATGAGACCTTCTGCATTGATAACGAGGCGCTTTACGACATCCACT
TCCGCACACTCAAGCTGTGACGCCCACGTACGGTGATCTCAACCACCTCGTGTCCATCGTCATGTCTGGTATCACC
ACTTGCTTTCGTTTTCCCTGGTCAGCTGAACTCGGATCTTCGTAAGCTCGCTGTCAACATGGGTGCGTCGTTTTCAAAC
TATGCCTTGTTTTTCATAAATTAATAATGCGCAGTTCCTTTCCCCCGTCTTC

>HOU4-1

ATGCGTGAAATCGTCCACCTCCAGACCGGCCAGGTAAGTGTATATTCCTCAGACACGCTGGCGGATCTATCACT
GACGTGGGTTTTCCCGATATGTAGTGCGGTAACCAGATCGGTACGAGGGTCACGCAACGAGACTGGGCGTCAGTGGC
TCACGCATATCTTCAGGTGTCAAGTTCTGGGAGGTCATTTTCAGACGAGCACGGCATCGAGCGCGACGGTCTCTACAA
GGGCACCAATGATCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCGTCTACTACAATGAGACCGGTGCAAACAAGTACGTGCCTCGCG

CCGTCCTTATCGACCTCGAGCCCGGTACCATGGACGCCGTCCGCGCTGGCCCCCTTGGTGGACTTTTCCGCCCGGAC
AACTTCGTTTTTTGGTCAGAGTGGAGCGGGTAACAACTGGGCAAAAGGACGTGAGTGCATTTATTGCGTGGGAAGACA
GTCGTGAAGCACCGTCGTGCATGGAATCGTCATTTGTCCCAATGTTAGTTGGTTCGACGCGTTCCTAGCGCGTCGGC
GGTGGCATTGTTTTGCGGCCCGACTTACCCCATTA CTGTATTTTTTGGCGACTTGACACGTGCCTGACGGACTTTTCAT
TCTAGATTATACGGAGGGAGCTGAGCTCGTTGACTCCGTCCTTGATGTTGTTCGCAAAGAGGCTGAGGGTACCGAAG
CACTCCAAGGTTTCGTGCACCCCATCCGTCACGCCACGCGATGCGGCAAATCTATTCTTCTACTGCAACATCCGTA CT
GATCTGGCGCTCTAGGCTTCCAGATCACCCACTCCCTTGGAGGTGGCACTGGTGCCGGTATGGGTACACTCCTGATC
TCGAAGATTTCGTGAGGAGTACCCCGACAGGATGATGTGCACGTTCTCTGTCTGCGCCAGTCCTAAGGTCTCCGACAC
TGTCGTTGAGGTAAGCCATGCGCTGTAGCCTAGCAATACTATTGTCTGCTGACATCTGTGAATAGCCCTACAACGCCA
CGCTTTCAGTTCACCAGCTGGTTGAGAACTCTGACGAGACCTTCTGCATTGATAACGAGGCGCTTTACGACATCCAC
TTCCGCACACTTAAGCTGTCTGACGCCACGTACGGTGACCTCAACCACCTTGTGCCCATCGTCATGTGCGGCATCAC
CACTTGCTTGCGTTTTCCCTGGTCAGCTCAACTCGGATCTTCGTAAGCTCGCTGTCAACATGGGTGCGTTGTTTTCAA
CTATGCCTTGTTTTTCATAAACTTAAACATGCGCAGTTCCTTTCCCCCGTCTTC

>HOU3

ATGCGTGAAATCGTCCACCTCCAGACTGGCCAGGTACTGTATATTCCTCAGACACGCTGGCGGATCTATCACT
GACGTGGGTTTTCCCGATATGTAGTGGGTAACCAGATCGGTACGAGGGTCACGCAACGAGACTGGGCGTCAGTGGC
TCACGCATATCTTCAGGTGTCAAGTTCTGGGAGGTCAATTCAGACGAGCACGGCATCGAGCGCGACGGTCTCTACAA
GGGCACCAATGATCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCGTCTACTACAATGAGACCGGTGCAAACAAGTACGTGCCTCGCG
CCGTCCTTATCGACCTCGAGCCCGGTACCATGGACGCCGTCCGCGCTGGCCCCCTTGGCGGACTTTTCCGCCCGGAC
AACTTCGTTTTTTGGTCAGAGTGGAGCGGGTAACAACTGGGCAAAAGGACGTGAGTGCATTTATTGCGTGGGAAGACA
GTCGTGAAGCACCGTCGTGCATGGAATCGTCATTTGTCCCAATGTTAGTTGGTTCGACGCGTTCCTAGCGCGTCGGC
GGTGGCATTGTTTTGCGGCCCGACTTACCCCATTA CTGTATTTTTTGGCGACTTGACACGTGTCTGACGGACTTTTCAT
TCTAGATTATACGGAGGGAGCTGAGCTCGTTGACTCCGTCCTTGATGTTGTTCGCAAAGAGGCTGAGGGTACCGAAG
CACTCCAAGGTTTCGTGCACCCCATCCGTCACGCCACGCGATGCGGCAAATCTATTCTTCTACTGCAACATCCGTA CT
GATCTGGCGCTCTAGGCTTCCAGATCACCCACTCCCTTGGAGGTGGCACTGGTGCCGGTATGGGTACACTCCTGATC
TCGAAGATTTCGTGAGGAGTACCCCGACAGAATGATGTGCACGTTCTCTGTCTGCGCCAGTCCCAAGGTCTCCGACAC
CGTCGTTGAAGTAAGTCATGCGCCGTAGCCTAGCGATACTGTTTTCCCTGACATCTGAATAGCCCTACAACGCCACG
CTCTCAGTTCACCAGCTGGTTGAGAACTCTGATGAGACCTTCTGCATTGATAACGAGGCGCTTTACGACATCCACTT
CCGCACACTCAAGCTGTCTGACGCCACGTACGGTGATCTCAACCACCTCGTGTCCATCGTCATGTCTGGTATCACCA
CTTGCTTGCGTTTTCCCTGGTCAGCTGAACTCGGATCTTCGTAAGCTCGCTGTCAACATGGGTGCGTCGTTTTCAA
ATGCCTTGTTTTTCATAAATTAATAATGCGCAGTTCCTTTCCCCCGTCTTC

>HOU9-2

ATGCGTGAAATCGTCCACCTTCAGACCGGCCAGGTACTGTACAGTCCCTAGACACGCTGGCGGATCTATCACT
GACGTGGATTTCCCGATATGTAGTGGGTAACCAGATCGGTACGAGGGTCACGCAACGAGACTGGGCGTCAGTGGC
TCACGCATATCTTCAGGTGTCAAGTTCTGGGAGGTCAATTCAGACGAGCACGGCATCGAGCGCGACGGTCTGTACAA
GGGCACCAATGATCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCGTCTACTACAATGAGACCGGTGCAAACAAGTACGTGCCTCGCG
CCGTCCTTATCGACCTCGAGCCCGGTACCATGGACGCCGTCCGCGCTGGCCCCCTTGGTGGACTTTTCCGTCCGGAC
AACTTCGTTTTTTGGTCAGAGTGGAGCGGGTAACAACTGGGCGAAAGGACGTGAGTGCATTTATTGCGTGGGAAGACG
GTCACGAAGCACCGTGGTGCATAGAATCGTGGTTTGTCCCAATGTTAGTTGGTTCGACGCGTTTCTAGCGCGTCGGC

GGTGGCATTGTTTTCGGGCCCCGACTTACCCAAATTACCATATGTTTTTTCGCGACTGGACACGTGTCTGACGGACTTTTCA
TTCTAGATTATACGGAGGGAGCTGAGCTCGTTGACTCCGTCCTTGATGTTGTTTCGCAAAGAGGCTGAGGGTACCGAA
GCACTTCAAGGTTCGTGCATCCCATCCGTCACGCCACTCGATGCGACGATTTTATTCTACTACTGTAACATCCGTGC
TGATCTGGCGCTCTAGGCTTCCAGATCACCCACTCCCTTGGAGGCGGCACTGGTGCCGGTATGGGTACGCTCCTGAT
CTCGAAGATTTCGTGAGGAGTACCCGGACAGGATGATGTGCACGTTCTCCGTCGTGCCAGTCCCAAGGTCTCCGACA
CCGTCGTTGAGGTTAGTAACGCGCCGTAGCCTAGCAATACTTTTGTCCCTGACGTATCTGAATAGCCTTACAACGCC
ACGCTCTCAGTTCACCAGCTGGTTGAGAACTCTGACGAGACCTTCTGCATTGATAACGAGGCGCTTTACGACATCCA
CTTCCGCACACTCAAGCTGTGACGCCCACGTACGGTGATCTCAACCACCTCGTGTCCATCGTCATGTCTGGCATCA
CCACTTGCTTGCGTTTCCCTGGTCAGCTCAACTCGGATCTTCGTAAGCTCGCTGTCAACATGGGTGCGTCGTTTCAA
ACTATGCCTTGTTTTTCATAAATTAAATAATGCGCAGTTCCTTTCCCCCGTCTTC

>4-5

ATGCGTGAAATCGTCCACCTTCAGACCGGCCAGGTATTGTGCACTCAGATACCCTGGCGGATCGTTTACTGAC
GTGGTTTCTCCGATATGTAGTGCGGTAACCAGATCGGTACGAGGGTCACGCAACGAGACTGGGCGTCAGTGGCTCAC
GCATATCTTCAGGTGTCAAGTTCTGGGAGGTCATTTTCAGACGAGCACGGCATCGAGCGCGACGGTCTCTACAAGGGC
ACCAATGATCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCGTCTACTACAATGAGACCGGTGCAAACAAGTACGTGCCTCGCGCCGT
CCTTATCGACCTCGAGCCCGGTACCATGGACGCCGTCCGCGCTGGCCCCCTTGGCGGACTTTTCCGCCCGGACAACT
TCGTTTTTGGTCAGAGTGAGCGGGTAACAACCTGAGCAAAAGGACGTGAGTGCATTTATTGCGTGGGAAGACAGTCG
TGAAGCACCGTCGTGCATGGAATCGTCATTTGTCCCAATGTTAGTTGGTTCGACGCGTTCCTAGCGCGTCGGCGGTG
GCATTGTTTTCGGGCCCCGACTTACCCCACTTACTGTATTTTTTTCGCGACTTGACACGTGTCTGACGGACTTTTCATTCTA
GATTATACGGAGGGAGCTGAGCTCGTTGACTCCGTCCTTGATGTTGTTTCGCAAAGAGGCTGAGGGTACCGAAGCACT
CCAAGGTTTCGTGCACCCCATCCGTCACGCCACGCGATGCGGCAAATCTATTCTTCTACTGCAACATCCGTACTGATC
TGGCGCTCTAGGCTTCCAGATCACCCACTCCCTTGGAGGTGGCACTGGTGCCGGTATGGGTACACTCCTGATCTCGA
AGATTCGTGAGGAGTACCCCGACAGAATGATGTGCACGTTCTCTGTCTGTGCCAGTCCCAAGGTCTCCGACACCGTC
GTTGAAGTAAGTCATGCGCCGTAGCCTAGCGATACTGTTTTTCCCTGACATCTGAATAGCCCTACAACGCCACGCTCT
CAGTTCACCAGCTGGTTGAGAACTCTGATGAGACCTTCTGCATTGTTAACGAGGCGCTTTACGACATCCACTTCCGC
ACACTCAAGCTGTGACGCCCACGTACGGTGATCTCAACCACCTCGTGTCCATCGTCATGTCTGGTATCACCACTTG
CTTGCGTTTCCCTGGTCAGCTGAACTCGGATCTTCGTAAGCTCGCTGTCAACATGGGTGCGTCGTTTCAAACATATGC
CTTGTTTTTCATAAATTAAATAATGCGCAGTTCCTTTCCCCCGTCTTC

>6

ATGCGTGAAATCGTCCACCTCCAGACCGGCCAGGTACTGTATATTCCTCAGACACGCTGGCGGATCTATCACT
GACGTGGGTTTTCCCGATATGTAGTGCGGTAACCAGATCGGTACGAGGGTCACGCAACGAGACTGGGCGTCAGTGGC
TCACGCATATCTTCAGGTGTCAAGTTCTGGGAGGTCATTTTCAGACGAGCACGGCATCGAGCGCGACGGTCTCTACAA
GGGCACCAATGATCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCGTCTACTACAATGAGACCGGTGCAAACAAGTACGTGCCTCGCG
CCGTCCTTATCGACCTCGAGCCCGGTACCATGGACGCCGTCCGCGCTGGCCCCCTTGGTGGACTTTTCCGCCCGGAC
AACTTCGTTTTTGGTCAGAGTGAGCGGGTAACAACCTGGGCAAAAGGACGTGAGCGCATTTATTGCGTGGGAAGACA
GTCGTGAAGCACCGTCGTGCATGGAATCGTCATTTGTCCCAATGTTAGTTGGTTCGACGCGTTCCTAGCGCGTCGGC
GGTGGCATTGTTTTCGGGCCCCGACTTACCCCACTTACTGTATTTTTTTCGCGACTTGACACGTGCCTGACGGACTTTTCAT
TCTAGATTATACGGAGGGAGCTGAGCTCGTTGACTCCGTCCTTGATGTTGTTTCGCAAAGAGGCTGAGGGTACCGAAG
CACTCCAAGGTTTCGTGCACCCCATCCGTCACGCCACGCGATGCGGCAAATCTATTCTTCTACTGCAACATCCGTACT

GATCTGGCGCTCTAGGCTTCCAGATCACCCACTCCCTTGGAGGTGGCACTGGTGCCGGTATGGGTACACTCCTGATC
TCGAAGATTCTGTAGGAGTACCCCGACAGGATGATGTGCACGTTCTCTGTCTGTGCCCAGTCCTAAGGTCTCCGACAC
TGTCGTTGAGGTAAGCCATGCGCTGTAGCCTAGCAATACTATTGTCTGCTGACATCTGTGAATAGCCCTACAACGCCA
CGCTTTCAGTTCACCAGCTGGTTGAGAACTCTGACGAGACCTTCTGCATTGATAACGAGGCGCTTTACGACATCCAC
TTCCGCACACTTAAGCTGTGACGCCCACGTACGGTGACCTCAACCACCTTGTGTCCATCGTCATGTCCGGCATCAC
CACTTGCTTGCGTTTCCCTGGTCAGCTCAACTCGGATCTTCGTAAGCTCGCTGTCAACATGGGTGCGTTGTTTCAA
CTATGCCTTGTTTTCATAACTTAAACATGCGCAGTTCCTTTCCCCCGTCTTC

>H9-1

ATGCGTGAAATCGTCCACCTCCAGACTGGCCAGGTACTGTATATTCCTCAGACACGCTGGCGGATCTATCACT
GACGTGGGTTTTCCCGATATGTAGTGGGTAAACCAGATCGGTACGAGGGTCACGCAACGAGACTGGGCGTCAGTGGC
TCACGCATATCTTCAGGTGTCAAGTTCTGGGAGGTCAATTCAGACGAGCACGGCATCGAGCGGACGGTCTCTACAA
GGGCACCAATGATCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCGTCTACTACAATGAGACCGGTGCAAACAAGTACGTGCCTCGCG
CCGTCTTATCGACCTCGAGCCCGGTACCATGGACGCCGTCCGCGCTGGCCCCCTTGGCGGACTTTTCCGCCCGGAC
AACTTCGTTTTTGGTCAGAGTGGAGCGGGTAACAACCTGGGCAAAAGGACGTGAGTGCATTTATTGCGTGGGAAGACA
GTCGTGAAGCACCGTCGTGCATGGAATCGTCATTTGTCCCAATGTTAGTTGGTTCGACGCGTTCCTAGCGCGTCGGC
GGTGGCATTGTTTGGGCCCCGACTTACCCATTACTGTATTTTTTGGCACTTGACACGTGTCTGACGGACTTTTCAT
TCTAGATTATACGGAGGGAGCTGAGCTCGTTGACTCCGTCTTGTATGTTGTTTCGCAAAGAGGCTGAGGGTACCGAAG
CACTCCAAGGTTCTGTGCACCCCATCCGTACGCCACGCGATGCGGCAAATCTATTCTTCTACTGCAACATCCGTACT
GATCTGGCGCTCTAGGCTTCCAGATCACCCACTCCCTTGGAGGTGGCACTGGTGCCGGTATGGGTACACTCCTGATC
TCGAAGATTCTGTAGGAGTACCCCGACAGAATGATGTGCACGTTCTCTGTCTGTGCCCAGTCCCAAGGTCTCCGACAC
CGTCGTTGAAGTAAGTCATGCGCCGTAGCCTAGCGATACTGTTTTCCCTGACATCTGAATAGCCCTACAACGCCACG
CTCTCAGTTCACCAGCTGGTTGAGAACTCTGATGAGACCTTCTGCATTGATAACGAGGCGCTTTACGACATCCACTT
CCGCACACTCAAGCTGTGACGCCCACGTACGGTGATCTCAACCACCTCGTGTCCATCGTCATGTCTGGTATCACCA
CTTGCTTGCGTTTCCCTGGTCAGCTGAACTCGGATCTTCGTAAGCTCGCTGTCAACATGGGTGCGTCGTTTCAA
ATGCCTTGTTTTTATAAATTAATAATGCGCAGTTCCTTTCCCCCGTCTTC

>RT11-5-2

ATGCGTGAAATCGTCCACCTCCAGACTGGCCAGGTACTGTATATTCCTCAGACACGCTGGCGGATCTATCACT
GACGTGGGTTTTCCCGATATGTAGTGGGTAAACCAGATCGGTACGAGGGTCACGCAACGAGACTGGGCGTCAGTGGC
TCACGCATATCTTCAGGTGTCAAGTTCTGGGAGGTCAATTCAGACGAGCACGGCATCGAGCGGACGGTCTCTACAA
GGGCACCAATGATCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCGTCTACTACAATGAGACCGGTGCAAACAAGTACGTGCCTCGCG
CCGTCTTATCGACCTCGAGCCCGGTACCATGGACGCCGTCCGCGCTGGCCCCCTTGGCGGACTTTTCCGCCCGGAC
AACTTCGTTTTTGGTCAGAGTGGAGCGGGTAACAACCTGGGCAAAAGGACGTGAGTGCATTTATTGCGTGGGAAGACA
GTCGTGAAGCACCGTCGTGCATGGAATCGTCATTTGTCCCAATGTTAGTTGGTTCGACGCGTTCCTAGCGCGTCGGC
GGTGGCATTGTTTGGGCCCCGACTTACCCATTACTGTATTTTTTGGCACTTGACACGTGTCTGACGGACTTTTCAT
TCTAGATTATACGGAGGGAGCTGAGCTCGTTGACTCCGTCTTGTATGTTGTTTCGCAAAGAGGCTGAGGGTACCGAAG
CACTCCAAGGTTCTGTGCACCCCATCCGTACGCCACGCGATGCGGCAAATCTATTCTTCTACTGCAACATCCGTACT
GATCTGGCGCTCTAGGCTTCCAGATCACCCACTCCCTTGGAGGTGGCACTGGTGCCGGTATGGGTACACTCCTGATC
TCGAAGATTCTGTAGGAGTACCCCGACAGAATGATGTGCACGTTCTCTGTCTGTGCCCAGTCCCAAGGTCTCCGACAC
CGTCGTTGAAGTAAGTCATGCGCCGTAGCCTAGCGATACTGTTTTCCCTGACATCTGAATAGCCCTACAACGCCACG

CTCTCAGTTCACCACTGGTTGAGAACTCTGATGAGACCTTCTGCATTGATAACGAGGCGCTTTACGACATCCACTT
CCGCACACTCAAGCTGTGACGCCCCACGTACGGTGATCTCAACCACCTCGTGTCCATCGTCATGTCTGGTATCACCA
CTTGCTTGCGTTTCCCTGGTCAGCTGAACTCGGATCTTCGTAAGCTCGCTGTCAACATGGGTGCGTCGTTTCAAAC
ATGCCTTGTTTTTCATAAATTAAATAATGCGCAGTTCCTTTCCCCCGTCTTC

>RT9-2

ATGCGTGAAATCGTCCACCTCCAGACCGGCCAGGTACTGTGCACTCCTCACACACACTGGTACATCGTTTACT
GACGTGGGTTTCTCCGTTATGTAGTGCGGTAACCAGATCGGTACGAGGATCATGCAACGAGGCTTGGCGTCAGTGGC
TCACGCATGTTTTTCAGGTGTCAAGTTCTGGGAGGTCAATTCAGACGAGCACGGCATCGAGCGCGACGGTCTGTACAA
GGGCACCAATGATCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCGTCTACTACAATGAGACCGGTGCGAACAAGTACGTGCCTCGCG
CCGTCTCATCGACCTCGAGCCCGGTACCATGGACGCCGTCCGCGCCGGCCCCCTTGGTGGACTTTTCCGCCCGGAC
AACTTCGTTTTTGGTCAGAGTGGAGCGGGTAACAACCTGGGCAAAAGGACGTGAGTGCATTTATTGCGTGGGAAGACA
GTCGTGAAGCACCGTCGTGCATGGAATCGTCATTTGTCCCAATGTTAGTTGGTTCGACGCGTTCCTAGCGCGTCGGC
GGTGGCATTGTTTTCGGGCCGACTTACCCATTACTGTATTTTTTTCGCACTTGACACGTGCCTGACGGACTTTTCAT
TCTAGATTATACGGAGGGAGCTGAGCTCGTTGACTCCGTCCCTTGATGTTGTTTCGCAAAGAGGCTGAGGGTACCGAAG
CACTCCAAGGTTTCGTGCACCCCATCCGTACGCCACGCGATGCGGCAAATCTATTCTTCTACTGCAACATCCGTACT
GATCTGGTGCTCTAGGCTTCCAGATCACCACTCCCTTGGTGGTGGCACTGGTGCCGGTATGGGTACACTCCTGATC
TCGAAGATTTCGTGAGGAGTACCCTGACAGGATGATGTGCACGTTCTCTGTCGTGCCCAGTCCTAAGGTCTCCGACAC
TGTCGTTGAGGTAAGCCATGCGCTGTAGCCTAGCAATACTATTGTGCTGACATCTGTGAATAGCCCTACAACGCCA
CGCTTTCAGTTCACCACTGGTTGAGAACTCTGACGAGACCTTCTGCATTGATAACGAGGCGCTTTACGACATCCAC
TTCCGCACACTTAAGCTGTGACGCCCCACGTACGGTGACCTCAACCACCTTGTGTCCATCGTCATGTCCGGCATCAC
CACTTGCTTGCGTTTCCCTGGTCAGCTCAACTCGGATCTTCGTAAGCTCGCTGTCAACATGGGTGCGTTGTTTCAA
CTATGCCTTGTTTTTCATGAACCTAAACATGCGCAGTTCCTTTCCCCCGTCTTC

>RT9-3-2

ATGCGTGAAATCGTCCACCTTCAGACCGGCCAGGTACTGTACACTCCTCAGACACGCCGGCGGATCGTTTACT
GACGTGGGTTTCTCCGATTTGTAGTGCGGTAACCAGATCGGTACGAGGATCGCGCAAACGAGGCTGGGTGGCAGTGG
CTCACGCATGTTTTTCAGGTGTCAAGTTCTGGGAGGTCAATTCAGACGAGCACGGCATCGAGCGTGACGGTCTCTACA
AGGGCACCAATGACCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCGTCTACTACAATGAGACCGGTGCGAACAATACTGTGCCTCGC
GCCGTCTTATCGACCTCGAGCCTGGTACCATGGACGCCGTCCGCGCCGGCCCCCTTGGTGGACTTTTCCGTCCGGA
CAACTTCGTTTTTGGTCAGAGTGGAGCGGGTAACAACCTGGGCGAAAGGACGTGAGTGCATTTATTGTGTGGGAAGAC
GGTCGCGAAGCACCGTCGTGCATGGAATCGTTGTTGTCCCAATGTTAGTCGGTTCGACGCGTCCCTAGCGCGTCGG
CGGTGGCATTGTTTTCGGGCCGACTTACCCATTACTGTATATTTTTTTCGCACTTGACACGTGTCTGACGGACTTTTT
ATTCTAGATTATACGGAGGGAGCTGAGCTCGTTGACTCCGTCCCTTGATGTTGTTTCGCAAAGAGGCTGAGGGCACCGA
AGCACTCCAAGGTTTCGTGCACCCCATCCGTACGCCACTCGATGCGACAATTCTATTCTTCTTCTACTGCAACA
TCCGTACTGATCTGGCGCTCTAGGCTTCCAGATCACCACTCCCTTGGAGGCGGCACCTGGTGCCGGTATGGGTACGC
TGCTGATCTCGAAGATTTCGTGAGGAGTACCCGGACAGGATGATGTGCACGTTCTCCGTGTCGCCAGTCCCAAGGTC
TCCGATACCGTCGTTGAGGTAAGTCACGCGCGTAGCCTAGCAATACTGTTGTCCCTGACGTATCTGAATAGCCCTA
CAATGCCACGCTCTCAGTTCACCACTAGTTGAGAACTCTGATGAGACCTTCTGCATTGATAACGAGGCGCTTTACG
ACATCCACTTCCGCACACTCAAGCTGTGACGCCCCACGTACGGTGATCTCAACCACCTCGTGTCCATCGTCATGTCT
GGCATCACCACTTGCTTGCGTTTCCCTGGTCAGCTCAACTCGGATCTTCGTAAGCTCGCTGTCAACATGGGTGCGTC

GTTTCAAACATATGCCTTGTTTTTCATAAACTAAATAATGCGCAGTTCCTTTCCCCCGTCTTC

>1-6

ATGCGTGAAATCGTCCACCTCCAGACTGGCCAGGTACTGTATATTCCTCAGACACGCTGGCGGATCTATCACT
GACGTGGGTTTTCCCCGATATGTAGTGCGGTAACCAGATCGGTACGAGGGTCACGCAACGAGACTGGGCGTCAGTGGC
TCACGCATATCTTCAGGTGTCAAGTTCTGGGAGGTCAATTCAGACGAGCACGGCATCGAGCGCGACGGTCTCTACAA
GGGCACCAATGATCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCGTCTACTACAATGAGACCGGTGCAAACAAGTACGTGCCTCGCG
CCGTCTTATCGACCTCGAGCCCGGTACCATGGACGCCGTCCGCGCTGGCCCCCTTGGCGGACTTTTCCGCCCGGAC
AACTTCGTTTTTGGTCAGAGTGGAGCGGGTAACAACCTGGGCAAAAGGACGTGAGTGCATTTATTGCGTGGAAGACA
GTCGTGAAGCACCGTCGTGCATGGAATCGTCATTTGTCCCAATGTTAGTTGGTTCGACGCGTTCCTAGCGCGTCGGC
GGTGGCATTGTTTGCGGCCCGACTTACCCCATTAAGTATTTTTTGGCGACTTGACACGTGTCTGACGGACTTTTCAT
TCTAGATTATACGGAGGGAGCTGAGCTCGTTGACTCCGTCCCTTGATGTTGTTTCGCAAAGAGGCCGAGGGTACCGAAG
CACTCCAAGGTTTCGTGCACCCCATCCGTACGCCACGCGATGCGGCAAATCTATTCTTCTACTGCAACATCCGTACT
GATCTGGCGCTCTAGGCTTCCAGATCACCACTCCCTTGAGAGTGGCACTGGTGCCGGTATGGGTACACTCCTGATC
TCGAAGATTTCGTGAGGAGTACCCCGACAGAATGATGTGCACGTTCTCTGTCGTGCCCAGTCCCAAGGTCTCCGACAC
CGTCGTTGAAGTAAGTCATGCGCCGTAGCCTAGCGATACTGTTTTCCCTGACATCTGAATAGCCCTACAACGCCACG
CTCTCAGTTCACCAGCTGGTTGAGAACTCTGATGAGACCTTCTGCATTGATAACGAGGCGCTTTACGACATCCACTT
CCGCACACTCAAGCTGTGACGCCACGTACGGTGATCTCAACCACCTCGTGTCCATCGTCATGTCTGGTATCACCA
CTTGCTTGCGTTTTCCCTGGTCAGCTGAACTCGGATCTTCGTAAGCTCGCTGTCAACATGGGTGCGTCGTTTCAAAC
ATGCCTTGTTTTTCATAAATTAATAATGCGCAGTTCCTTTCCCCCGTCTTC

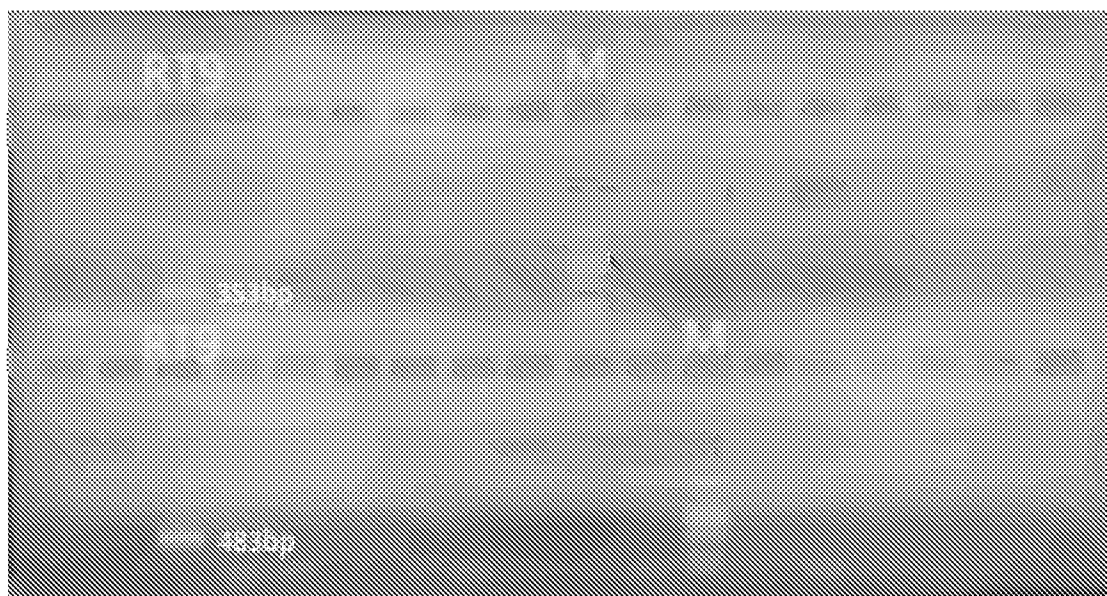


图2

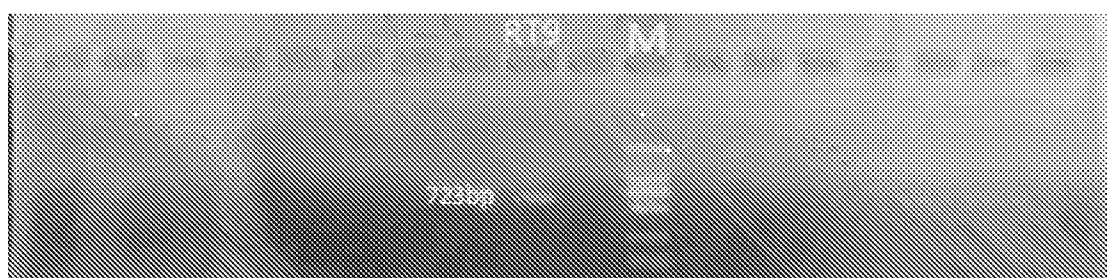


图3

CLUSTAL O(1.2.1) multiple sequence alignment

```

RT9-3      ATGCGTGAAATCGTCCACCTTCAGACCGGACAGGTACTGTACACTCCTCAGACACCGCGG
HX9-2      ATGCGTGAAATCGTCCACCTTCAGACCGGACAGGTACTGTACAGTCTTTAGACNCGCTGG
HX3        ATGCGTGAAATCGTCCACCTTCAGACTGGCCAGGTACTGTATATTCCTCAGACACCGTGG
2.4        ATGCGTGAAATCGTCCACCTTCAGACTGGCCAGGTACTGTATATTCCTCAGACACCGTGG
RT11-5     ATGCGTGAAATCGTCCACCTTCAGACTGGCCAGGTACTGTATATTCCTCAGACACCGTGG
RT9-1      ATGCGTGAAATCGTCCACCTTCAGACCGGACAGGTACTGTGCACTCCTCAGACACCGTGG
HX4-1      ATGCGTGAAATCGTCCACCTTCAGACCGGACAGGTACTGTATATTCCTCAGACACCGTGG
*****
RT9-3      CGGATCGTTTACTGACGTGGCTTCTCCGATTTGTAGTGCGGTAAACGAT
HX9-2      CGGATCTATCACTGACGTGGATTTCCCGGATATGTAGTGCGGTAAACGATCGGTACGAG
HX3        CGGATCTATCACTGACGTGGGTTTCCCGGATATGTAGTGCGGTAAACGATCGGTACGAG
2.4        CGGATCTATCACTGACGTGGGTTTCCCGGATATGTAGTGCGGTAAACGATCGGTACGAG
RT11-5     CGGATCTATCACTGACGTGGGTTTCCCGGATATGTAGTGCGGTAAACGATCGGTACGAG
RT9-1      TACATCGTTTACTGACGTGGGTTCTCCGTTATGTAGTGCGGTAAACGATCGGTACGAG
HX4-1      CGGATCTATCACTGACGTGGGTTTCCCGGATATGTAGTGCGGTAAACGATCGGTACGAG
*** * ***** ** *** * *****
RT9-3      [REDACTED]
HX9-2      GGTCAQCA-ACGAGACTGGCGTCAGTGCTCAACCATATCTTCAGGTGTCAAGTTCTG
HX3        GGTCAQCA-ACGAGACTGGCGTCAGTGCTCAACCATATCTTCAGGTGTCAAGTTCTG
2.4        GGTCAQCA-ACGAGACTGGCGTCAGTGCTCAACCATATCTTCAGGTGTCAAGTTCTG
RT11-5     GGTCAQCA-ACGAGACTGGCGTCAGTGCTCAACCATATCTTCAGGTGTCAAGTTCTG
RT9-1      GATCATQCA-ACGAGGCTTGGCGTCAGTGCTCAACCATATCTTCAGGTGTCAAGTTCTG
HX4-1      GGTCAQCA-ACGAGACTGGCGTCAGTGCTCAACCATATCTTCAGGTGTCAAGTTCTG
* ** *** ***** ** ** * *****
RT9-3      [REDACTED]
HX9-2      GGAGGTCAATTCAGACGACACACATGAGCGGACGCTCTGTACAGGACCAATGA
HX3        GGAGGTCAATTCAGACGACACACATGAGCGGACGCTCTGTACAGGACCAATGA
2.4        GGAGGTCAATTCAGACGACACACATGAGCGGACGCTCTGTACAGGACCAATGA
RT11-5     GGAGGTCAATTCAGACGACACACATGAGCGGACGCTCTGTACAGGACCAATGA
RT9-1      GGAGGTCAATTCAGACGACACACATGAGCGGACGCTCTGTACAGGACCAATGA
HX4-1      GGAGGTCAATTCAGACGACACACATGAGCGGACGCTCTGTACAGGACCAATGA
*****
RT9-3      [REDACTED]
HX9-2      TCTCCAGCTTGAGGCGCATCTCGGTCTACTACAATGAGACCGGTGCAACAGTACGTGCC
HX3        TCTCCAGCTTGAGGCGCATCTCGGTCTACTACAATGAGACCGGTGCAACAGTACGTGCC
2.4        TCTCCAGCTTGAGGCGCATCTCGGTCTACTACAATGAGACCGGTGCAACAGTACGTGCC
RT11-5     TCTCCAGCTTGAGGCGCATCTCGGTCTACTACAATGAGACCGGTGCAACAGTACGTGCC
RT9-1      TCTCCAGCTTGAGGCGCATCTCGGTCTACTACAATGAGACCGGTGCAACAGTACGTGCC
HX4-1      TCTCCAGCTTGAGGCGCATCTCGGTCTACTACAATGAGACCGGTGCAACAGTACGTGCC
*****
RT9-3      [REDACTED]
HX9-2      TGGCGCTGCTTATGACCTCGAGCCCGGTACCATGACCGCTCCGCGCTGGCCCTCT
HX3        TGGCGCTGCTTATGACCTCGAGCCCGGTACCATGACCGCTCCGCGCTGGCCCTCT
2.4        TGGCGCTGCTTATGACCTCGAGCCCGGTACCATGACCGCTCCGCGCTGGCCCTCT
RT11-5     TGGCGCTGCTTATGACCTCGAGCCCGGTACCATGACCGCTCCGCGCTGGCCCTCT
RT9-1      TGGCGCTGCTTATGACCTCGAGCCCGGTACCATGACCGCTCCGCGCTGGCCCTCT
HX4-1      TGGCGCTGCTTATGACCTCGAGCCCGGTACCATGACCGCTCCGCGCTGGCCCTCT
*****

```

图4

```

RT9-3
HOL9-2
HOL3
2.4
RT11-5
RT9-1
HOL4-1
*** *****

RT9-3
HOL9-2
HOL3
2.4
RT11-5
RT9-1
HOL4-1
*** *****

RT9-3
HOL9-2
HOL3
2.4
RT11-5
RT9-1
HOL4-1
* *****

RT9-3
HOL9-2
HOL3
2.4
RT11-5
RT9-1
HOL4-1
*****

RT9-3
HOL9-2
HOL3
2.4
RT11-5
RT9-1
HOL4-1
*****

RT9-3
HOL9-2
HOL3
2.4
RT11-5
RT9-1
HOL4-1
*****

```

图5

```

RT9-3      CACGCCACTCGATGCGACAATTCTATTCTTCTTCTTCTACTGCAACATCCGTACTGATCT
H89-2      CACGCCACTCGATGCGACGATTTTAT -----TCTACTACTGTAAATCCGTGCTGATCT
H89-3      CACGCCACTCGATGCGCAATCTAT -----TCTTCTACTGCAACATCCGTACTGATCT
2.4        CACGCCACTCGATGCGCAATCTAT -----TCTTCTACTGCAACATCCGTACTGATCT
RT11-5     CACGCCACTCGATGCGCAATCTAT -----TCTTCTACTGCAACATCCGTACTGATCT
RT9-1      CACGCCACTCGATGCGCAATCTAT -----TCTTCTACTGCAACATCCGTACTGATCT
H89-4-1    CACGCCACTCGATGCGCAATCTAT -----TCTTCTACTGCAACATCCGTACTGATCT
*****
RT9-3      GCGGCTCTAGGCTTCCAGATCACCCACTCCCTTGGAGGCGGCACTGGTGGCGTATGGGT
H89-2      GCGGCTCTAGGCTTCCAGATCACCCACTCCCTTGGAGGCGGCACTGGTGGCGTATGGGT
H89-3      GCGGCTCTAGGCTTCCAGATCACCCACTCCCTTGGAGGCGGCACTGGTGGCGTATGGGT
2.4        GCGGCTCTAGGCTTCCAGATCACCCACTCCCTTGGAGGCGGCACTGGTGGCGTATGGGT
RT11-5     GCGGCTCTAGGCTTCCAGATCACCCACTCCCTTGGAGGCGGCACTGGTGGCGTATGGGT
RT9-1      GCGGCTCTAGGCTTCCAGATCACCCACTCCCTTGGAGGCGGCACTGGTGGCGTATGGGT
H89-4-1    GCGGCTCTAGGCTTCCAGATCACCCACTCCCTTGGAGGCGGCACTGGTGGCGTATGGGT
*****
RT9-3      ACCTTCCTGATCTCGAAGATTCTGTAGGAGTACCCGACAGCATGATGTGCACGTTCTCT
H89-2      ACCTTCCTGATCTCGAAGATTCTGTAGGAGTACCCGACAGCATGATGTGCACGTTCTCT
H89-3      ACCTTCCTGATCTCGAAGATTCTGTAGGAGTACCCGACAGCATGATGTGCACGTTCTCT
2.4        ACCTTCCTGATCTCGAAGATTCTGTAGGAGTACCCGACAGCATGATGTGCACGTTCTCT
RT11-5     ACCTTCCTGATCTCGAAGATTCTGTAGGAGTACCCGACAGCATGATGTGCACGTTCTCT
RT9-1      ACCTTCCTGATCTCGAAGATTCTGTAGGAGTACCCGACAGCATGATGTGCACGTTCTCT
H89-4-1    ACCTTCCTGATCTCGAAGATTCTGTAGGAGTACCCGACAGCATGATGTGCACGTTCTCT
**
RT9-3      GTCTGTGCGCAGTCCCAAGGTCCTCCGATACCTCGTTGAGGTAACTACCGTCCGTAGGCT
H89-2      GTCTGTGCGCAGTCCCAAGGTCCTCCGATACCTCGTTGAGGTAACTACCGTCCGTAGGCT
H89-3      GTCTGTGCGCAGTCCCAAGGTCCTCCGATACCTCGTTGAGGTAACTACCGTCCGTAGGCT
2.4        GTCTGTGCGCAGTCCCAAGGTCCTCCGATACCTCGTTGAGGTAACTACCGTCCGTAGGCT
RT11-5     GTCTGTGCGCAGTCCCAAGGTCCTCCGATACCTCGTTGAGGTAACTACCGTCCGTAGGCT
RT9-1      GTCTGTGCGCAGTCCCAAGGTCCTCCGATACCTCGTTGAGGTAACTACCGTCCGTAGGCT
H89-4-1    GTCTGTGCGCAGTCCCAAGGTCCTCCGATACCTCGTTGAGGTAACTACCGTCCGTAGGCT
*****
RT9-3      AGCAATACTGTTTCCCTGACGATCTGAATAGCCCTACAAAGCCACGCTCTCAGTTTAC
H89-2      AGCAATACTGTTTCCCTGACGATCTGAATAGCCCTACAAAGCCACGCTCTCAGTTTAC
H89-3      AGCAATACTGTTTCCCTGACGATCTGAATAGCCCTACAAAGCCACGCTCTCAGTTTAC
2.4        AGCAATACTGTTTCCCTGACGATCTGAATAGCCCTACAAAGCCACGCTCTCAGTTTAC
RT11-5     AGCAATACTGTTTCCCTGACGATCTGAATAGCCCTACAAAGCCACGCTCTCAGTTTAC
RT9-1      AGCAATACTGTTTCCCTGACGATCTGAATAGCCCTACAAAGCCACGCTCTCAGTTTAC
H89-4-1    AGCAATACTGTTTCCCTGACGATCTGAATAGCCCTACAAAGCCACGCTCTCAGTTTAC
**
RT9-3      CAGCTAGTTGAGAACTCTGATGAGACCTTCTGCAATGATAACGAGGCGCTTTACGACATC
H89-2      CAGCTAGTTGAGAACTCTGATGAGACCTTCTGCAATGATAACGAGGCGCTTTACGACATC
H89-3      CAGCTAGTTGAGAACTCTGATGAGACCTTCTGCAATGATAACGAGGCGCTTTACGACATC
2.4        CAGCTAGTTGAGAACTCTGATGAGACCTTCTGCAATGATAACGAGGCGCTTTACGACATC
RT11-5     CAGCTAGTTGAGAACTCTGATGAGACCTTCTGCAATGATAACGAGGCGCTTTACGACATC
RT9-1      CAGCTAGTTGAGAACTCTGATGAGACCTTCTGCAATGATAACGAGGCGCTTTACGACATC
H89-4-1    CAGCTAGTTGAGAACTCTGATGAGACCTTCTGCAATGATAACGAGGCGCTTTACGACATC
*****

```

图6

```

RT9-3      CACTTCGGCAGACTCAAGCTGTGGACGGCCAGGTACGGTGATCTCAACCACCTGTGTTC
HNR9-2     CACTTCGGCAGACTCAAGCTGTGGACGGCCAGGTACGGTGATCTCAACCACCTGTGTTC
HNR3       CACTTCGGCAGACTCAAGCTGTGGACGGCCAGGTACGGTGATCTCAACCACCTGTGTTC
2.4        CACTTCGGCAGACTCAAGCTGTGGACGGCCAGGTACGGTGATCTCAACCACCTGTGTTC
RT11-5     CACTTCGGCAGACTCAAGCTGTGGACGGCCAGGTACGGTGATCTCAACCACCTGTGTTC
RT9-1      CACTTCGGCAGACTCAAGCTGTGGACGGCCAGGTACGGTGATCTCAACCACCTGTGTTC
HNR4-1     CACTTCGGCAGACTCAAGCTGTGGACGGCCAGGTACGGTGATCTCAACCACCTGTGTTC
*****
RT9-3      ATGCTCATGTCTGGCATCACCACCTTGCTTGGCTTTCCTGATCAGCTCAACTGGATCTT
HNR9-2     ATGCTCATGTCTGGCATCACCACCTTGCTTGGCTTTCCTGATCAGCTCAACTGGATCTT
HNR3       ATGCTCATGTCTGGCATCACCACCTTGCTTGGCTTTCCTGATCAGCTCAACTGGATCTT
2.4        ATGCTCATGTCTGGCATCACCACCTTGCTTGGCTTTCCTGATCAGCTCAACTGGATCTT
RT11-5     ATGCTCATGTCTGGCATCACCACCTTGCTTGGCTTTCCTGATCAGCTCAACTGGATCTT
RT9-1      ATGCTCATGTCTGGCATCACCACCTTGCTTGGCTTTCCTGATCAGCTCAACTGGATCTT
HNR4-1     ATGCTCATGTCTGGCATCACCACCTTGCTTGGCTTTCCTGATCAGCTCAACTGGATCTT
*****
RT9-3      CGTAAGCTGGCTGTCAACATGGGTGGCTGCTTTCAAACTATGCTTGTTTTATAAACTA
HNR9-2     CGTAAGCTGGCTGTCAACATGGGTGGCTGCTTTCAAACTATGCTTGTTTTATAAACTA
HNR3       CGTAAGCTGGCTGTCAACATGGGTGGCTGCTTTCAAACTATGCTTGTTTTATAAACTA
2.4        CGTAAGCTGGCTGTCAACATGGGTGGCTGCTTTCAAACTATGCTTGTTTTATAAACTA
RT11-5     CGTAAGCTGGCTGTCAACATGGGTGGCTGCTTTCAAACTATGCTTGTTTTATAAACTA
RT9-1      CGTAAGCTGGCTGTCAACATGGGTGGCTGCTTTCAAACTATGCTTGTTTTATAAACTA
HNR4-1     CGTAAGCTGGCTGTCAACATGGGTGGCTGCTTTCAAACTATGCTTGTTTTATAAACTA
*****
RT9-3      AATAATGGCAGTTCTTTCCCGCTCTTC
HNR9-2     AATAATGGCAGTTCTTTCCCGCTCTTC
HNR3       AATAATGGCAGTTCTTTCCCGCTCTTC
2.4        AATAATGGCAGTTCTTTCCCGCTCTTC
RT11-5     AATAATGGCAGTTCTTTCCCGCTCTTC
RT9-1      AATAATGGCAGTTCTTTCCCGCTCTTC
HNR4-1     AATAATGGCAGTTCTTTCCCGCTCTTC
** *****

```

图7

```

CLUSTAL O(1.2.1) multiple sequence alignment
R19-3      ATGCGTGAATGCTCCACCTTCAGACCGCCAGGTACTGTATCTCTCTCAGACACGCTGG
R19-2      ATGCGTGAATGCTCCACCTTCAGACCTGAGCCAGGTATCTGACAC-----
4-5       ATGCGTGAATGCTCCACCTTCAGACCGCCAGGTATCTCTCTCAGACACGCTGG
8         ATGCGTGAATGCTCCACCTTCAGACCTGAGCCAGGTACTGTATCTCTCTCAGACACGCTGG
B9-1      ATGCGTGAATGCTCCACCTTCAGACCTGAGCCAGGTACTGTATCTCTCTCAGACACGCTGG
R11-5     ATGCGTGAATGCTCCACCTTCAGACCTGAGCCAGGTACTGTATCTCTCTCAGACACGCTGG
1-6       ATGCGTGAATGCTCCACCTTCAGACCTGAGCCAGGTACTGTATCTCTCTCAGACACGCTGG

*****

R19-3      CGGATCGTTTACTGACGTGGGTTCTCCGATTGTAGTGGGTAAACAGATCGGTACGAG
R19-2      TGGATCGTTTACTGACGTGGGTTCTCCGATTGTAGTGGGTAAACAGATCGGTACGAG
4-5       CGGATCGTTTACTGACGTGGGTTCTCCGATTGTAGTGGGTAAACAGATCGGTACGAG
8         CGGATCTATCACTGACGTGGGTTCTCCGATTGTAGTGGGTAAACAGATCGGTACGAG
B9-1      CGGATCTATCACTGACGTGGGTTCTCCGATTGTAGTGGGTAAACAGATCGGTACGAG
R11-5     CGGATCTATCACTGACGTGGGTTCTCCGATTGTAGTGGGTAAACAGATCGGTACGAG
1-6       CGGATCTATCACTGACGTGGGTTCTCCGATTGTAGTGGGTAAACAGATCGGTACGAG

*** * *****

R19-3      GATCCCGCAACAGGCTGGGTGGCACTGGCTCAGGATGTTTCAGGTGTAAAGTCTG
R19-2      GATCCCGCAACAGGCTGGGTGGCACTGGCTCAGGATGTTTCAGGTGTAAAGTCTG
4-5       GGTACGCAA-CGAGACTGGGCTCAGTGGCTCAGGATGTTTCAGGTGTAAAGTCTG
8         GGTACGCAA-CGAGACTGGGCTCAGTGGCTCAGGATGTTTCAGGTGTAAAGTCTG
B9-1      GGTACGCAA-CGAGACTGGGCTCAGTGGCTCAGGATGTTTCAGGTGTAAAGTCTG
R11-5     GGTACGCAA-CGAGACTGGGCTCAGTGGCTCAGGATGTTTCAGGTGTAAAGTCTG
1-6       GGTACGCAA-CGAGACTGGGCTCAGTGGCTCAGGATGTTTCAGGTGTAAAGTCTG

* * * *****

R19-3      GGAGGTCAATTCAGACGAGCAGGACGATCGAGGCTGACGCTCTCAAGCGCACCAATGA
R19-2      GGAGGTCAATTCAGACGAGCAGGACGATCGAGGCTGACGCTCTCAAGCGCACCAATGA
4-5       GGAGGTCAATTCAGACGAGCAGGACGATCGAGGCTGACGCTCTCAAGCGCACCAATGA
8         GGAGGTCAATTCAGACGAGCAGGACGATCGAGGCTGACGCTCTCAAGCGCACCAATGA
B9-1      GGAGGTCAATTCAGACGAGCAGGACGATCGAGGCTGACGCTCTCAAGCGCACCAATGA
R11-5     GGAGGTCAATTCAGACGAGCAGGACGATCGAGGCTGACGCTCTCAAGCGCACCAATGA
1-6       GGAGGTCAATTCAGACGAGCAGGACGATCGAGGCTGACGCTCTCAAGCGCACCAATGA

*****

R19-3      CCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCCTCTACTCAATCAGACCGGTGCAACAATACGTGCC
R19-2      CCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCCTCTACTCAATCAGACCGGTGCAACAATACGTGCC
4-5       TCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCCTCTACTCAATCAGACCGGTGCAACAATACGTGCC
8         TCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCCTCTACTCAATCAGACCGGTGCAACAATACGTGCC
B9-1      TCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCCTCTACTCAATCAGACCGGTGCAACAATACGTGCC
R11-5     TCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCCTCTACTCAATCAGACCGGTGCAACAATACGTGCC
1-6       TCTCCAGCTTGAGCGCATCTCCCTCTACTCAATCAGACCGGTGCAACAATACGTGCC

*****

R19-3      TCGCGCGTCTTATCGACCTCGAGCTGCTACCATGGACGGCTGCGCGCGCGCTCT
R19-2      TCGCGCGTCTTATCGACCTCGAGCTGCTACCATGGACGGCTGCGCGCGCGCTCT
4-5       TCGCGCGTCTTATCGACCTCGAGCTGCTACCATGGACGGCTGCGCGCGCGCTCT
8         TCGCGCGTCTTATCGACCTCGAGCTGCTACCATGGACGGCTGCGCGCGCGCTCT
B9-1      TCGCGCGTCTTATCGACCTCGAGCTGCTACCATGGACGGCTGCGCGCGCGCTCT
R11-5     TCGCGCGTCTTATCGACCTCGAGCTGCTACCATGGACGGCTGCGCGCGCGCTCT
1-6       TCGCGCGTCTTATCGACCTCGAGCTGCTACCATGGACGGCTGCGCGCGCGCTCT

*****

```

图8

```

RT9-3      TGGTGGACTTTTCCGTCGGGACAACTTCGTTTTTGGTCAGGTGAGCGGTAACAACTC
RT9-2      TGGTGGACTTTTCCGTCGGGACAACTTCGTTTTTGGTCAGGTGAGCGGTAACAACTC
4-5        TGGCGGACTTTTCCGTCGGGACAACTTCGTTTTTGGTCAGGTGAGCGGTAACAACTC
6          TGGTGGACTTTTCCGTCGGGACAACTTCGTTTTTGGTCAGGTGAGCGGTAACAACTC
B9-1       TGGCGGACTTTTCCGTCGGGACAACTTCGTTTTTGGTCAGGTGAGCGGTAACAACTC
RT11-8     TGGCGGACTTTTCCGTCGGGACAACTTCGTTTTTGGTCAGGTGAGCGGTAACAACTC
1-6        TGGCGGACTTTTCCGTCGGGACAACTTCGTTTTTGGTCAGGTGAGCGGTAACAACTC
***
RT9-3      GCGGAAAGGACGTGACTGCAATTTATTTGTGGGAGACGCTCCGGAACACCGTCTGTGA
RT9-2      GCGGAAAGGACGTGACTGCAATTTATTTGTGGGAGACGCTCCGGAACACCGTCTGTGA
4-5        AGCAAAAGGACGTGACTGCAATTTATTTGTGGGAGACACACTCGTGAACACCGTCTGTGA
6          GCGGAAAGGACGTGAGCGCAATTTATTTGTGGGAGACACACTCGTGAAGCACCGTCTGTGA
B9-1       GCGGAAAGGACGTGACTGCAATTTATTTGTGGGAGACACTCGTGAAGCACCGTCTGTGA
RT11-8     GCGGAAAGGACGTGACTGCAATTTATTTGTGGGAGACACTCGTGAAGCACCGTCTGTGA
1-6        GCGGAAAGGACGTGACTGCAATTTATTTGTGGGAGACACTCGTGAAGCACCGTCTGTGA
**
RT9-3      TCGAATCGTTGTTTGTCCCAATGTTAGTTCGTTCCGACGCTTCTAGCGGCTCGCGGTC
RT9-2      TCGAATCGTTGTTTGTCCCAATGTTAGTTCGTTCCGACGCTTCTAGCGGCTCGCGGTC
4-5        TCGAATCGTTGTTTGTCCCAATGTTAGTTCGTTCCGACGCTTCTAGCGGCTCGCGGTC
6          TCGAATCGTTGTTTGTCCCAATGTTAGTTCGTTCCGACGCTTCTAGCGGCTCGCGGTC
B9-1       TCGAATCGTTGTTTGTCCCAATGTTAGTTCGTTCCGACGCTTCTAGCGGCTCGCGGTC
RT11-8     TCGAATCGTTGTTTGTCCCAATGTTAGTTCGTTCCGACGCTTCTAGCGGCTCGCGGTC
1-6        TCGAATCGTTGTTTGTCCCAATGTTAGTTCGTTCCGACGCTTCTAGCGGCTCGCGGTC
*****
RT9-2      GCATTGTTTGGGCCCCGACTTACCCATTACTGTATATTTTGGCACTTGACACGTGTCT
RT9-2      GCATTGTTTGGGCCCCGACTTACCCATTACTGTATATTTTGGCACTTGACACGTGTCT
4-5        GCATTGTTTGGGCCCCGACTTACCCATTACTGTATATTTTGGCACTTGACACGTGTCT
6          GCATTGTTTGGGCCCCGACTTACCCATTACTGTATATTTTGGCACTTGACACGTGTCT
B9-1       GCATTGTTTGGGCCCCGACTTACCCATTACTGTATATTTTGGCACTTGACACGTGTCT
RT11-8     GCATTGTTTGGGCCCCGACTTACCCATTACTGTATATTTTGGCACTTGACACGTGTCT
1-6        GCATTGTTTGGGCCCCGACTTACCCATTACTGTATATTTTGGCACTTGACACGTGTCT
*****
RT9-3      GACCGACTTTTATTTCTAGATTATACGAGCGGAGCTGAGCTCGTTCAGTCCCTCTTCAT
RT9-2      GACCGACTTTTATTTCTAGATTATACGAGCGGAGCTGAGCTCGTTCAGTCCCTCTTCAT
4-5        GACCGACTTTTCAATTTAGATTATACGAGCGGAGCTGAGCTCGTTCAGTCCCTCTTCAT
6          GACCGACTTTTCAATTTAGATTATACGAGCGGAGCTGAGCTCGTTCAGTCCCTCTTCAT
B9-1       GACCGACTTTTCAATTTAGATTATACGAGCGGAGCTGAGCTCGTTCAGTCCCTCTTCAT
RT11-8     GACCGACTTTTCAATTTAGATTATACGAGCGGAGCTGAGCTCGTTCAGTCCCTCTTCAT
1-6        GACCGACTTTTCAATTTAGATTATACGAGCGGAGCTGAGCTCGTTCAGTCCCTCTTCAT
*****
RT9-3      GTTGTTCGCAAGAGGCTGAGGTAACCGAAGCACTTCAAGCTTGTGCACTCCATCTGTC
RT9-2      GTTGTTCGCAAGAGGCTGAGGTAACCGAAGCACTTCAAGCTTGTGCACTCCATCTGTC
4-5        GTTGTTCGCAAGAGGCTGAGGTAACCGAAGCACTTCAAGCTTGTGCACTCCATCTGTC
6          GTTGTTCGCAAGAGGCTGAGGTAACCGAAGCACTTCAAGCTTGTGCACTCCATCTGTC
B9-1       GTTGTTCGCAAGAGGCTGAGGTAACCGAAGCACTTCAAGCTTGTGCACTCCATCTGTC
RT11-8     GTTGTTCGCAAGAGGCTGAGGTAACCGAAGCACTTCAAGCTTGTGCACTCCATCTGTC
1-6        GTTGTTCGCAAGAGGCTGAGGTAACCGAAGCACTTCAAGCTTGTGCACTCCATCTGTC
*****

```

图9

