



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호

10-2010-0009107

(43) 공개일자

2010년01월27일

(51) Int. Cl.

C12N 15/29 (2006.01)

C07K 14/415 (2006.01)

C12N 15/09 (2006.01)

(21) 출원번호

10-2008-0069820

(22) 출원일자

2008년07월18일

심사청구일자

2008년07월18일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

전중성

경기 안양시 동안구 평촌동 인덕원 대우 아파트 115동 1004호

파밀라 로날드

26951 컨트리로드 96 데이비스 씨에이 95616 유에스에이

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

최규환

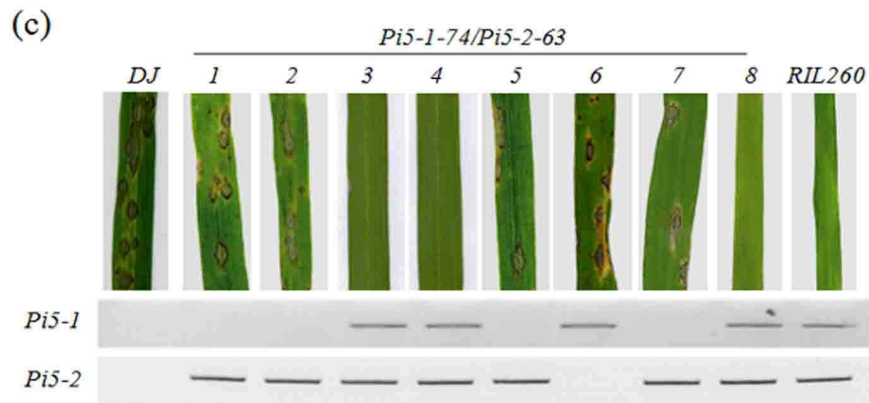
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 벼 도열병균에 대한 내성을 증진시키는 유전자 및 이의용도

(57) 요약

본 발명은 벼 도열병균에 대한 내성을 증진시키는 Pi5-1 및 Pi5-2 단백질을 코딩하는 유전자, 상기 유전자를 포함하는 재조합 벡터, 상기 재조합 벡터로 형질전환된 식물체 및 이의 종자, 상기 유전자를 식물에서 발현하여 식물의 병원균에 대한 내성을 증진시키는 방법, 상기 단백질에 대한 항체 및 상기 유전자를 포함하는 식물의 병원균에 대한 내성 증진용 조성물에 관한 것이다.

대표도 - 도2b



(72) 발명자

이상규

경기 용인시 기흥구 구갈동 380 한성 아파트 110동 505호

송민영

경기도 수원시 영통구 영통동 1028-1번지 205호

서영수

부산광역시 부산진구 개금3동 우성아파트104동 301호

김혜경

경기도 수원시 권선구 탑동 869-12번지 402호

고세호

경기도 수원시 장안구 천천동 268-9번지 102호

서정필

경기도 수원시 권선구 탑동 762-4번지 601호

이기환

대구광역시 남구 봉덕동 효성타운 109동 207호

안진홍

경북 포항시 남구 지곡동 포항공대 교수아파트 9동 1803호

한대룡

경기 용인시 수지구 상현동 금호베스트빌 251동 1803호

특허청구의 범위

청구항 1

벼 도열병균에 대한 내성을 증진시키는 각각 서열번호 1 및 2의 아미노산 서열로 이루어진 Pi5-1 및 Pi5-2 단백질을.

청구항 2

제1항의 Pi5-1 및 Pi5-2 단백질을 코딩하는 유전자.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 Pi5-1 및 Pi5-2 게놈 DNA는 각각 서열번호 3 및 4의 염기서열로 이루어지며, Pi5-1 및 Pi5-2 cDNA는 각각 서열번호 5 및 6의 염기서열로 이루어진 것을 특징으로 하는 유전자.

청구항 4

제2항의 유전자를 포함하는 재조합 벡터.

청구항 5

제4항의 재조합 벡터로 형질전환된 식물체.

청구항 6

제5항에 있어서, 단자엽 식물인 것을 특징으로 하는 식물체.

청구항 7

제5항에 따른 식물체의 종자.

청구항 8

제4항의 재조합 벡터를 식물에 형질전환하여 Pi5-1 및 Pi5-2 유전자를 발현하는 단계를 포함하는 식물의 병원균에 대한 내성을 증진시키는 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 병원균은 벼 도열병균임을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 식물은 단자엽 식물인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

제1항의 Pi5-1 및 Pi5-2 단백질에 대한 항체.

청구항 12

제2항의 유전자를 포함하는 식물의 병원균에 대한 내성 증진용 조성물.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 벼 도열병균에 대한 내성을 증진시키는 유전자 및 이의 용도에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 벼 도열병균에 대한 내성을 증진시키는 Pi5-1 및 Pi5-2 단백질을, 상기 단백질을 코딩하는 유전자, 상기 유전자를 포함하는 재조합 벡터, 상기 재조합 벡터로 형질전환된 식물체 및 이의 종자, 상기 유전자를 식물에서 발현하여

식물의 병원균에 대한 내성을 증진시키는 방법, 상기 단백질에 대한 항체 및 상기 유전자를 포함하는 식물의 병원균에 대한 내성 증진용 조성물에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 병원균 공격을 방어하기 위해, 식물들은 숙주 질환 내성 (R) 단백질이 병원균의 특이적인 종들에 의해 제공되는 비병원성 (Avr) 인자로 언급되는 그의 동일기원 효과기(effector)들을 검출하는 정교화된 인식 시스템을 발전시켜 왔다. 이어서, 숙주와 기생자 사이의 유전자-대-유전자 분자적 상호작용은 세포예정사의 일종인 과민성 반응 (HR)을 포함한 방어 메커니즘을 활성화시키는 일련의 신호전달 사건을 야기한다.
- <3> 지난 십년간, 상이한 식물 종에서 박테리아, 진균 및 바이러스 병원균에 대한 내성을 특징하는 70 가지 이상의 R 유전자는 그의 예상된 단백질 산물에서 보존되는 구조적 특징, 예컨대 류신-풍부 반복부 (LRR), 단백질 키나아제 도메인, 뉴클레오티드-결합 부위 (NB), N-말단 류신-지퍼 (LZ) 또는 코일드-코일 (CC) 서열, 및 톨/인터류킨-1 수용체 (Toll/interleukin-1 receptor) (TIR) 영역을 갖는다. 일차적으로 구조 모티프의 조합에 기초한 R 단백질의 클래스들 중에서도 NB-LRR 은 예를 들어, 애기장대 (*Arabidopsis thaliana*)에서 약 150 개, 벼 (*Oryza sativa*) 에서 500 개로 가장 큰 R 단백질 클래스를 나타낸다 (Ellis et al. (2000) *Current Opinion in Plant Biology* 3: 278-284). 이는 병원균 신호의 인식 및 전달에 대한 일반적인 메커니즘이 다양한 식물종에 존재한다는 것을 시사한다.
- <4> 대부분의 경우, NB-LRR 단백질은 유전자-대-유전자 유형 내성 제공에 관여한다. 대조적으로, 일부 예외적인 예는 질환 내성 경로가 NB-LRR 단백질의 보존된 모티프를 갖는 2 가지 성분을 필요로 한다는 것을 발견했다. 페로노스포라 파라시티카 (*Peronospora parasitica*)에 대한 RPP2-매개 내성은 아라비도시스 (*Arabidopsis*)에서의 근접한 유전자 RPP2a 및 RPP2b 에 의해 코딩되는 2 가지의 이중기원의 TIR-NB-LRR 단백질을 필요로 하는 것으로 발견되었다. N 과 함께, TIR-NB-LRR 단백질, *N requirement gene1* (NRG1), CC-NB-LRR 단백질은 담배 모자이크 바이러스에 대한 내성을 매개하는 것으로 나타났다 (Peart et al. (2005) *Current Biology* 15: 968-973). 각각의 두 단백질이 효과기 인식 또는 신호전달 기능에서 내성을 부여하기 위해 협력한다는 것을 밝혀내는 것이 남아 있다.
- <5> 진균인 벼 도열병균에 의해 야기된 벼 도열병은 벼에서 가장 치독한 질환들 중 하나이다. 최근, 벼 도열병균에 대한 총 73 가지의 완전 내성 유전자가 동정되었다. 지금까지, 7 가지 도열병 내성 유전자인 *Pib*, *Pi-ta*, *Pi9*, *Pi2/Piz-t*, *Pi-d2*, *Pi36* 및 *Pi37* 이 클로닝되고, 벼에서 규명되었다. *Pi-d2* 가 벌브형(bulb-type) 만노오스 특이적 결합 렉틴 (B-렉틴)의 예상 세포외 도메인 및 세포내 세린-트레오닌 키나아제 도메인을 가진 수용체 유사 키나아제 단백질을 코딩한다는 점을 제외하면, 기타 모든 것들은 중앙에 위치한 NB 및 C 말단에는 일련의 LRR 모티프를 보유한다.
- <6> *Pi5*-보유 라인들은 온실 접종 시험 및 필리핀 및 인도네시아에서의 야외 성능에서 각종 벼 도열병균 분리주에 대해 내성을 나타냈다 (Wang et al. (1994) *Genetics* 136: 421-1434). 상기 연구는 *Pi5* 유전자와 자체가 벼 도열병균 분리주에 대한 광범위한 내성을 부여한다는 것을 시사한다. 상기 유전자는 익명의 기타 공급원으로부터 *Moroberekan/C039* 교배 유래의 재조합 동종변식 (RI) 집단으로 유전자가입되었을 가능성이 있다고 보고되었다 (Wang et al. (1994) *Genetics* 136: 421-1434). *Pi3* 및 *Pi5* 을 포함하는 라인들의 게놈 영역이 동일하며 (Jeon et al. (2003) *Molecular Genetics and Genomics* 269: 280-289), 내성 유전자와 *Pii* 는 대립형질이거나 또는 벼의 9 번 염색체 상의 *Pi3/Pi5* 에 긴밀하게 연관되어 있는 것으로 나타났다. *Pi5* 내성 유전자의 분리 및 특성 규명은 광범위한 내성의 유전학적 근거에 대한 통찰을 제공할 것이며, 또한 동일 유전자좌에서의 벼 도열병 내성 유전자의 대립형질 관계를 명확히 하는 것에 도움이 될 것이다.
- <7> RIL260 의 9 번 염색체의 단완(short arm) 상에서 170-kb 간격으로 *Pi5* 벼 도열병 내성 유전자좌를 맵핑한 바 있다 (Jeon et al. (2003) *Molecular Genetics and Genomics* 269: 280-289).
- <8> 한국특허등록 제10-0764563호에는 식물 병저항성 유도 유전자, 벡터 및 이로부터 얻어지는 형질전환체가 개시되어 있으며, 한국특허등록 제10-0701302호에는 야생벼로부터 분리한 식물병 저항성 유전자 오지피알1, 그 아미노산 서열 및 이를 이용한 형질전환체 식물이 개시되어 있으나, 본 발명의 유전자와는 상이하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<9> 본 발명은 상기와 같은 요구에 의해 안출된 것으로서, 새로운 맵핑 집단을 이용해 *Pi5* 내성 유전자좌를 더욱 좁히기 위해, 내성 계통 영역의 서열분석을 통해, *Pi5*에 대한 후보 유전자인 2 가지 CC-NB-LRR 유전자를 동정하였으며, 후보 유전자들 중 하나 또는 두가지 모두를 발현하는 트랜스제닉 벼 식물체를 제조하고, 벼 도열병균에 대한 그의 내성 표현형을 규명하고자 하였다.

과제 해결수단

- <10> 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 벼 도열병균에 대한 내성을 증진시키는 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 단백질을 제공한다.
- <11> 또한, 본 발명은 상기 단백질을 코딩하는 유전자를 제공한다.
- <12> 또한, 본 발명은 상기 유전자를 포함하는 재조합 벡터를 제공한다.
- <13> 또한, 본 발명은 상기 재조합 벡터로 형질전환된 식물체 및 그의 종자를 제공한다.
- <14> 또한, 본 발명은 상기 유전자를 식물에서 발현하여 식물의 병원균에 대한 내성을 증진시키는 방법을 제공한다.
- <15> 또한, 본 발명은 상기 단백질에 대한 항체를 제공한다.
- <16> 또한, 본 발명은 상기 유전자를 포함하는 식물의 병원균에 대한 내성 증진용 조성물을 제공한다.

효과

- <17> 본 발명에 따르면, 본 발명의 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 유전자의 공동작용에 의해 식물의 병원균, 특히 벼 도열병균에 대한 식물의 내성을 증진시킬 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <18> 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 벼 도열병균에 대한 내성을 증진시키는 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 단백질을 제공한다. 본 발명의 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 단백질은 독립적으로는 벼 도열병균에 대한 내성을 증진시키지 못하며, *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 단백질의 공동작용(coordination)에 의해 벼 도열병균에 대한 내성을 증진시킨다.
- <19> 본 발명에 따른 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 단백질의 범위는 각각 벼로부터 분리된 서열번호 1 및 2로 표시되는 아미노산 서열을 갖는 단백질 및 상기 단백질의 기능적 동등물을 포함한다. "기능적 동등물"이란 아미노산의 부가, 치환 또는 결실의 결과, 상기 서열번호 1 및 2로 표시되는 아미노산 서열과 적어도 70% 이상, 바람직하게는 80% 이상, 더욱 바람직하게는 90% 이상, 더 더욱 바람직하게는 95% 이상의 서열 상동성을 갖는 것으로, 서열번호 1 및 2로 표시되는 단백질과 실질적으로 동질의 생리활성을 나타내는 단백질을 말한다. "실질적으로 동질의 생리활성"이란 식물체 내에서 벼 도열병균에 대한 내성을 증진시키는 활성을 의미한다.
- <20> 또한, 본 발명은 상기 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 단백질을 코딩하는 유전자를 제공한다. 본 발명의 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 유전자는 각각 코일드-코일 (CC), 뉴클레오티드-결합 부위 (NB) 및 류신-풍부 반복부 (LRR) 도메인을 포함할 수 있다 (도 3b 및 3c 참고). 본 발명의 유전자는 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 단백질을 코딩하는 게놈 DNA와 cDNA를 모두 포함한다. *Pi51* cDNA 서열은 각각 70 bp 및 202 bp 의 5' 및 3' 비번역 영역을 포함하고 1,025 개의 아미노산을 코딩하며, *Pi5-2* cDNA 서열은 각각 72 bp 및 164 bp의 5' 및 3' 비번역 영역을 포함하고 1,063 개의 아미노산을 코딩한다.
- <21> 바람직하게는, 본 발명의 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 게놈 DNA는 각각 서열번호 3 및 4로 표시되는 염기서열을 포함할 수 있으며, *Pi5-1* 및 *Pi5-2* cDNA는 각각 서열번호 5 및 6으로 표시되는 염기서열을 포함할 수 있다. 또한, 상기 염기 서열의 변이체가 본 발명의 범위 내에 포함된다. 구체적으로, 상기 유전자는 서열번호 3 내지 6의 염기 서열과 각각 70% 이상, 더욱 바람직하게는 80% 이상, 더 더욱 바람직하게는 90% 이상, 가장 바람직하게는 95% 이상의 서열 상동성을 가지는 염기 서열을 포함할 수 있다. 폴리뉴클레오티드에 대한 "서열 상동성의 %"는 두 개의 최적으로 배열된 서열과 비교 영역을 비교함으로써 확인되며, 비교 영역에서의 폴리뉴클레오티드 서열의 일부는 두 서열의 최적 배열에 대한 참고 서열(추가 또는 삭제 포함하지 않음)에 비해 추가 또는 삭제(즉, 갭)를 포함할 수 있다.
- <22> 또한, 본 발명은 본 발명에 따른 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 유전자를 포함하는 재조합 벡터를 제공한다.
- <23> 용어 "재조합"은 세포가 이중의 핵산을 복제하거나, 상기 핵산을 발현하거나 또는 펩티드, 이중의 펩티드 또는

이중의 핵산에 의해 코딩된 단백질을 발현하는 세포를 지칭하는 것이다. 재조합 세포는 상기 세포의 천연 형태에서는 발견되지 않는 유전자 또는 유전자 절편을, 센스 또는 안티센스 형태 중 하나로 발현할 수 있다. 또한 재조합 세포는 천연 상태의 세포에서 발견되는 유전자를 발현할 수 있으며, 그러나 상기 유전자는 변형된 것으로서 인위적인 수단에 의해 세포 내 재도입된 것이다.

- <24> 용어 "벡터"는 세포 내로 전달하는 DNA 단편(들), 핵산 분자를 지칭할 때 사용된다. 벡터는 DNA를 복제시키고, 숙주세포에서 독립적으로 재생산될 수 있다. 용어 "전달체"는 흔히 "벡터"와 호환하여 사용된다. 용어 "발현 벡터"는 목적인 코딩 서열과, 특정 숙주 생물에서 작동가능하게 연결된 코딩 서열을 발현하는데 필수적인 적정 핵산 서열을 포함하는 재조합 DNA 분자를 의미한다.
- <25> 상기 재조합 벡터는 바람직하게는 재조합 식물 발현 벡터이다.
- <26> 식물 발현 벡터의 바람직한 예는 아그로박테리움 투메파시엔스와 같은 적당한 숙주에 존재할 때 그 자체의 일부, 소위 T-영역을 식물 세포로 전이시킬 수 있는 Ti-플라스미드 벡터이다. 다른 유형의 Ti-플라스미드 벡터(EP 0 116 718 B1호 참조)는 현재 식물 세포, 또는 잡종 DNA를 식물의 게놈 내에 적당하게 삽입시키는 새로운 식물이 생산될 수 있는 원형질체로 잡종 DNA 서열을 전이시키는데 이용되고 있다. Ti-플라스미드 벡터의 특히 바람직한 형태는 EP 0 120 516 B1호 및 미국 특허 제4,940,838호에 청구된 바와 같은 소위 바이너리(binary) 벡터이다. 본 발명에 따른 DNA를 식물 숙주에 도입시키는데 이용될 수 있는 다른 적합한 벡터는 이중 가닥 식물 바이러스(예를 들면, CaMV) 및 단일 가닥 바이러스, 게미니 바이러스 등으로부터 유래될 수 있는 것과 같은 바이러스 벡터, 예를 들면 비완전성 식물 바이러스 벡터로부터 선택될 수 있다. 그러한 벡터의 사용은 특히 식물 숙주를 적당하게 형질전환 하는 것이 어려울 때 유리할 수 있다.
- <27> 발현 벡터는 바람직하게는 하나 이상의 선택성 마커를 포함한다. 상기 마커는 통상적으로 화학적인 방법으로 선택될 수 있는 특성을 갖는 핵산 서열로, 형질전환된 세포를 비형질전환 세포로부터 구별할 수 있는 모든 유전자가 이에 해당된다. 그 예로는 글리포세이트(glyphosate) 또는 포스포노트리신(phosphinotricin)과 같은 제초제 저항성 유전자, 카나마이신, G418, 블레오마이신(Bleomycin), 하이그로마이신(hygromycin), 클로람페니콜(chloramphenicol)과 같은 항생제 내성 유전자가 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- <28> 본 발명의 일 구현 예에 따른 식물 발현 벡터에서, 프로모터는 CaMV 35S, 액틴, 유비퀴틴, pEMU, MAS 또는 히스톤 프로모터일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. "프로모터"란 용어는 구조 유전자로부터의 DNA 업스트림의 영역을 의미하며 전사를 개시하기 위하여 RNA 폴리머라아제가 결합하는 DNA 분자를 말한다. "식물 프로모터"는 식물 세포에서 전사를 개시할 수 있는 프로모터이다. "구성적(constitutive) 프로모터"는 대부분의 환경 조건 및 발달 상태 또는 세포 분화하에서 활성이 있는 프로모터이다. 형질전환체의 선택이 각종 단계에서 각종 조직에 의해서 이루어질 수 있기 때문에 구성적 프로모터가 본 발명에서 바람직할 수 있다. 따라서, 구성적 프로모터는 선택 가능성을 제한하지 않는다.
- <29> 상기 터미네이터는, 통상의 터미네이터를 사용할 수 있으며, 그 예로는 노팔린 신타아제(NOS), 베타-아밀라아제 RAmY1 A 터미네이터, 파세올린(phaseoline) 터미네이터, 아그로박테리움 투메파시엔스(agrobacterium tumefaciens)의 옥토판인(Octopine) 유전자의 터미네이터 등이 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 터미네이터의 필요성에 관하여, 그러한 영역이 식물 세포에서의 전사의 확실성 및 효율을 증가시키는 것으로 일반적으로 알고 있다. 그러므로, 터미네이터의 사용은 본 발명의 내용에서 매우 바람직하다.
- <30> 본 발명은 또한, 본 발명의 재조합 벡터로 형질전환된 식물체를 제공한다.
- <31> 본 발명에 따른 상기 식물체는 바람직하게는 벼, 보리, 옥수수, 밀, 호밀, 귀리, 잔디, 마초, 기장, 사탕수수, 라이그래스, 오차드그래스 등의 단자엽 식물이며, 가장 바람직하게는 벼이다.
- <32> 본 발명은 또한, 상기 식물체의 종자를 제공한다. 바람직하게는, 상기 종자는 벼의 종자이다.
- <33> 본 발명은 또한, 본 발명의 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 유전자를 포함하는 재조합 벡터를 식물에 형질전환하여 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 유전자를 발현하는 단계를 포함하는 식물의 병원균에 대한 내성을 증진시키는 방법을 제공한다. 상기 병원균은 바람직하게는 벼 도열병균 (*Magnaporthe oryzae*)이다. 상기 식물은 바람직하게는 벼, 보리, 옥수수, 밀, 호밀, 귀리, 잔디, 마초, 기장, 사탕수수, 라이그래스, 오차드그래스 등의 단자엽 식물이며, 가장 바람직하게는 벼이다.
- <34> 식물의 형질전환은 DNA를 식물에 전이시키는 임의의 방법을 의미한다. 그러한 형질전환 방법은 반드시 재생 및 (또는) 조직 배양 기간을 가질 필요는 없다. 식물 종의 형질전환은 이제는 쌍자엽 식물뿐만 아니라 단자엽 식물

양자를 포함한 식물 중에 대해 일반적이다. 원칙적으로, 임의의 형질전환 방법은 본 발명에 따른 잡종 DNA를 적당한 선조 세포로 도입시키는데 이용될 수 있다. 방법은 원형질체에 대한 칼슘/폴리에틸렌 글리콜 방법(Krens, F.A. et al., 1982, Nature 296, 72-74), 원형질체의 전기천공법(Shillito R.D. et al., 1985 Bio/Technol. 3, 1099-1102), 식물 요소로의 현미주사법(Crossway A. et al., 1986, Mol. Gen. Genet. 202, 179-185), 각종 식물 요소의 (DNA 또는 RNA-코팅된) 입자 충격법(Klein T.M. et al., 1987, Nature 327, 70), 식물의 침윤 또는 성숙 화분 또는 소포자의 형질전환에 의한 아그로박테리움 투머파시엔스 매개된 유전자 전이에서 (비완전성) 바이러스에 의한 감염 등으로부터 적당하게 선택될 수 있다. 본 발명에 따른 바람직한 방법은 아그로박테리움 매개된 DNA 전달을 포함한다. 특히 바람직한 것은 EP A 120 516호 및 미국 특허 제4,940,838호에 기재된 바와 같은 소위 이원 벡터 기술을 이용하는 것이다.

<35> 식물의 형질전환에 이용되는 "식물 세포"는 어떤 식물 세포도 된다. 식물 세포는 배양 세포, 배양 조직, 배양 기관 또는 전체 식물, 바람직하게는 배양 세포, 배양 조직 또는 배양 기관 및 더욱 바람직하게는 배양 세포의 어떤 형태도 된다. 바람직하게는, 상기 식물체는 벼이다.

<36> "식물 조직"은 분화된 또는 미분화된 식물의 조직, 예를 들면 이에 한정되진 않으나, 뿌리, 줄기, 잎, 꽃가루, 종자, 암 조직 및 배양에 이용되는 다양한 형태의 세포들, 즉 단일 세포, 원형질체(protoplast), 싹 및 캘러스 조직을 포함한다. 식물 조직은 인 플란타(in planta)이거나 기관 배양, 조직 배양 또는 세포 배양 상태일 수 있다.

<37> 본 발명은 또한, 본 발명의 Pi5-1 및 Pi5-2 단백질에 대한 항체를 제공한다. 본 명세서에 사용된 용어 "항체"는 모노클로날 항체, 다중특이적(multispecific) 항체, 인간 항체, 인간화 항체, 카멜화 항체(camelised antibody), 키메라 항체, 단일 체인 Fvs(scFv), 단일 체인 항체, 단일 도메인 항체, Fab 프래그먼트, F(ab) 프래그먼트, 디설피드-결합 Fvs(sdFv), 및 항이디오타입(항-Id) 항체, 및 상기 임의의 에피토프 결합 단편을 말한다. 특히, 항체는 면역 글로불린 분자 및 면역학적으로 활성이 있는 면역글로불린 분자 단편, 즉 항원결합부위를 함유하는 분자를 포함한다. 면역글로불린 분자는 임의의 종류(예: IgG, IgE, IgM, IgD, IgA, 및 IgY), 클래스(예: IgG₁, IgG₂, IgG₃, IgG₄, IgA₁, 및 IgA₂) 또는 서브클래스일 수 있다.

<38> 본 발명의 항체는 본 발명의 유전자를 통상적인 방법에 따라 발현벡터에 클로닝하여 단백질을 얻고, 얻어진 단백질을 통상적인 방법에 의해 제조될 수 있다. 여기에는 상기 단백질에서 만들어질 수 있는 부분 펩티드도 포함되며, 본 발명의 부분 펩티드로는, 최소한 7개 아미노산, 바람직하게는 9개 아미노산, 더욱 바람직하게는 12개 이상의 아미노산을 포함한다. 본 발명의 항체의 형태는 특별히 제한되지 않으며 다클론 항체, 단클론 항체 또는 항원 결합성을 갖는 것이면 그것의 일부도 본 발명의 항체에 포함되고 모든 면역 글로불린 항체가 포함된다. 나아가, 본 발명의 항체에는 인간화 항체 등의 특수 항체도 포함된다.

<39> 본 발명은 또한, 본 발명의 Pi5-1 및 Pi5-2 유전자를 포함하는 식물의 병원균에 대한 내성 증진용 조성물을 제공한다. 본 발명의 Pi5-1 및 Pi5-2 단백질은 공동작용(coordination)에 의해 벼 도열병균에 대한 내성을 증진시키므로, 상기 Pi5-1 및 Pi5-2 유전자를 포함하는 조성물은 식물의 병원균에 대한 내성을 증진시킬 수 있는 것이다. 상기 식물의 병원균은 바람직하게는 벼 도열병균이다.

<40> 이하, 본 발명을 실시예에 의해 상세히 설명한다. 단, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

<41> 실시예

<42> 재료 및 방법

<43> 식물 재료

<44> Pi5 를 보유한 RIL260 및 민감성 재배종인 IR50 을 Pi5 맵핑 집단에 대한 부모 주로서 이용했다. RIL260 및 IR50 을 교배하여, 유전학적 연관 분석을 위한 분리 집단을 수득했다. RIL260/IR50 F₁ 개체의 자가수분 종자(F₂)를 큰 분리 집단으로 수집했다. 자포니카(japonica) 벼 재배종인 동진(Dongjin)을 벼 도열병균 접종 실험에서 감수성 대조군으로서 주로 이용했고, 벼 형질전환에 이용했다. 벼 유묘 식물체는 일반적으로 14/10 시간의 명/암 사이클로, 낮 동안은 30℃ 온도로 하고, 밤 동안은 20℃ 로 하여 온실에서 재배했다.

<45> 병원균 접종 및 질환 평가

<46> 벼 도열병균 분리주 P06-6 는 모든 표현형 분석에 이용했다. 벼 도열병균 분리주는 RIL260에는 병증을 나타내지

않는 안정한 필리핀 분리주이며, *Pi5* 유전자좌의 검출에 이용되었다 (Jeon et al. (2003) *Molecular Genetics and Genomics* 269: 280-289). 모든 접종 및 질환 평가는 Chen 등 (Chen et al. (1996) *Plant Disease* 80: 52-56)이 기재한 바와 같이 경희대학교의 온실에서 수행했다. 4 주령의 잎을 접종 실험에 사용했다. 벼 도열병균 P06-6 은 귀리 아가 배지에서 2 주 동안 24℃ 암실에서 배양했고, 채집 4 일 전에 코니디아(conidia)를 유도했다. 접종된 식물체는 24℃의 암실로 24 시간 동안 배양 챔버에서 유지한 후, 95% 습도에서 빛을 제공하며 14 시간 동안 유지했다. 질환 평가는 접종 7일 후 수행했다.

<47> ***RIL260/IR50* 맵핑 집단의 유전자형 분석**

<48> C1454 (Jeon et al. (2003) *Molecular Genetics and Genomics* 269: 280-289) 및 JJ817 (Kwon et al. (2008) *Molecules and Cells* 25: 407-416)에 대한 CAPS (cleaved amplified polymorphic sequence) 마커 및 우성 마커 JJ80-T3 를 대체할 SCAR (sequence characterized amplified region) 마커 JJ803 (Yi and Lee (2004) *Theoretical and Applied Genetics* 109: 978-985)를 *RIL260* 및 *IR50* 게놈 DNA 서열의 비교로 개발했다. 우성 마커 JJ113-T3 및 S04G03 을 추가로 이용했다. 분자 마커의 PCR 분석을 위해 프라이머를 이용했다: C1454 에 대해서는, 5'-GTATTACCTGAAATCCTAGTGGTG-3'(서열번호 7) 및 5'-AGGAACTACGGTATTACAAGGATC-3'(서열번호 8); JJ817 에 대해서는, 5'-GATATGGTTGAAAAGCTAATCTCA-3'(서열번호 9) 및 5'-ATCATTGTCCTCATATTCAGAGT-3'(서열번호 10); JJ803 에 대해서는, 5'-AAGTGAGCATCCAGTGCCTAATGA-3'(서열번호 11) 및 5'-AGCCGGTGCTCATAACACGTATTA-3'(서열번호 12).

<49> 벼 게놈 DNA 는 *RIL260/IR50* 맵핑 집단의 어린 잎으로부터 단순한 미니프랩 방법 (Chen et al. (1999) *Plant Molecular Biology Reporter* 17: 53-57) 으로 분리했다. PCR 분석은 50 ng 의 게놈 DNA 를 주형으로 이용하여 30 μ l 의 부피로 수행되었다 (100 pM 의 각 프라이머, 200 μ l 각각의 dNTP, 10 mM Tris-HCl pH 9.0, 2 mM MgCl₂, 50 mM KCl, 0.1% Triton X-100 및 0.5 U Taq 중합효소). CAPS 마커 C1454 및 JJ817 에 대한 각각의 PCR 산물은 *MluI* 또는 *AseI* 를 이용하여 절단한 후, 1.5% 아가로스 겔 상에서 크기별로 분획화했다.

<50> **DNA 서열결정 및 유전자 예측**

<51> *RIL260* 의 중복되는 BIBAC 클론을 게놈 서열결정을 위해 선별했다. 미니프랩으로 분리정제된 플라스미드를 *Sau3AI* 로 부분적으로 절단하고, 아가로스 겔 전기영동으로 분리했다. 0.5-3.0 kb 게놈 DNA 절편들을 Gel Extraction Kit (Qiagen)을 이용하여 분리하고, pBluescriptII SK(-) (Clontech) 의 *BamHI* 부위에 서브클로닝하고, 전기천공으로 대장균 (*E. coli*) DH10B 에 형질전환했다.

<52> 평균 25 kb의 인서트 크기를 가진 각각의 BIBAC 클론을 DNA 서열결정하기 위해, 약 50 개의 클론을 선별하고, T3 및 T7 프라이머 및 BigDye Terminator Cycle Sequencing v2.0 (Applied Biosystems, Foster city, CA) 을 이용하여 단일방향 또는 양방향으로 서열결정했다.

<53> NCBI 데이터베이스 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) 에 대해 Blast를 이용하여 유사성 검색을 수행했다. 단백질 코딩 유전자 영역을 예측하기 위해, 벼 게놈 자동화 표지 시스템인 RiceGASS (<http://RiceGAAS.dna.affrc.go.jp/>; Sakata 등, 2002) 를 이용했다.

<54> **유전자 상보성 실험을 위한 벡터 구축**

<55> *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 에 대한 게놈 DNA 절편을, BIBAC 클론 (Jeon et al. (2003) *Molecular Genetics and Genomics* 269: 280-289)을 클로닝함으로써 재구축하였다. 완전한 *Pi5-1* 게놈 절편을 구축하기 위해, 0.5 kb 프로모터를 포함하는 JJ80 의 6.4 kb *BamHI-SacI* 를 먼저 벼 형질전환 벡터 pC1300intC 에 서브클로닝했다 (GenBank accession no. AF294978). *BamHI* 및 *BstEII* 로 절단한 생성된 플라스미드 JJ104 를 JJ106 의 4.1 kb *BgIII-BstEII* 에 융합시켜 2.1 kb 네이티브 프로모터를 갖는 JJ105 를 구축했다. 프라이머 *Pi5-1* ter1 (5'-GTCCAAAGAGAAATGCGACAACAC-3'(서열번호 13)) 및 *Pi5-1* ter2 (5'-CGCTCGAGGTGGCATTCATCCAATAGGCAAC-3'(서열번호 14)) 를 이용한 PCR로 증폭한 0.5 kb *SacI-XhoI* 절편은 JJ105 에 삽입하여 터미네이터 영역을 연장시켜, 8,365-bp *Pi5-1* 게놈 영역을 보유한 JJ204 를 생성했다.

<56> *Pi5-2* 유전자는 4 개 절편의 라이게이션으로 구축했다: *EcoRI* 및 *ClaI* 으로 절단한 JJ113 의 4.5-kb 절편, JJ113-T32 (5'-GATGATGTGATCTGCAGAGAAAC-3'(서열번호 15)) 및 JJ719-I41 (5'-AGCCTCACTGAAATTGCGAAGCA-3'(서열번호 16)) 을 이용한 *ClaI* 및 *BgIII-XbaI* 절단된 PCR 산물 200 bp, JJ120 의 6.3-kb *BgIII-XbaI* 절편, 및 *EcoRI* 및 *XbaI* 으로 절단한 pC1300intC. 구축된 플라스미드 JJ117 에서, 프로모터 영역은 JJ120 의 2.9-kb *KpnI-NsiI* 절편을 클로닝하여 연장시켰다. 최종적으로, JJ212 에서의 *Pi5-2* 의 완전한 게놈 서열 (13,250 bp) 은 2.1 kb-

연장된 터미네이터 서열을 구축된 플라스미드 JJ142 의 *Eco065I* 에 삽입하여 구축했다.

<57> **벼 형질전환**

<58> *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 의 게놈 클론 및 BIBAC 클론을 전기천공으로 아그로박테리움 투메파시엔스 (*Agrobacterium tumefaciens*) EHA105 또는 LBA4404 에 안정하게 형질전환하고, 이전 절차 (Jeon et al. (1999) *Plant Molecular Biology* 39: 35-44)에 따라 아그로박테리움-매개를 통해 벼 도열병균 P06-6 에 감수성인 벼 재배종인 동진에 도입했다.

<59> ***Pi5-1* 및 *Pi5-2* cDNA의 분리**

<60> 2 세트의 전체 RNA를 P06-6 처리 후 24 및 48 시간제에 수집한 벼 잎으로부터 트리졸(Trizol)을 이용하여 제조했다. PolyATtract mRNA 분리 시스템 (Promega) 을 이용하여 각 세트의 전체 RNA로부터 정제된 mRNA 를 1:1로 혼합하고, cDNA 합성에 이용했다. 0.5 kb 보다 큰 cDNA 는 겔여과를 통해 크기 분획으로 선별하고, Uni-ZAP XR 벡터 (Stratagene) 를 이용하여 초기 pfu 를 5×10^6 로 하여 라이브러리를 구축했다. 구축된 라이브러리는 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 코딩 영역, JJ204 의 570-bp *HindIII-KpnI* 및 JJ212 의 589-bp *EcoRV-SpeI* 절편을 각각 프로브로 이용한 콜로니 블랏 혼성화로 스크리닝했다.

<61> **실시예 1: *Pi5* 의 교배상도 맵의 구축**

<62> 이전에, 본 출원인의 유전자 맵핑 실험은 *Pi5* 을 보유한 *RIL260* 및 감수성 재배종인 *C039* 사이, 및 *RIL260* 및 또 다른 감수성 재배종인 *M202* 사이의 교배로부터의 집단 분석 (Jeon et al. (2003) *Molecular Genetics and Genomics* 269: 280-289)으로, 벼의 9 번 염색체 상에서 2 가지 플랭킹 (flanking) 마커인 S04G03 및 C1454 사이에 170 kb 간격으로 *Pi5* 내성 유전자의 경계를 정했다. *Pi5* 내성 유전자를 더욱 좁히기 위해, *RIL260* 및 감수성 재배종인 *IR50* 사이의 교배로 유도되는 신규한 맵핑 집단을 생성했는데, 이는 *IR50* 가 또다른 두 감수성 재배종 *C039* 및 *M202* 보다도 *Pi5* 내성 유전자좌에 대해 비교적 더 높은 유사성을 공유하는 감수성 재배종으로 (테이터 미세시), 내성 게놈과 감수성 게놈 사이의 재조합 사건을 초래할 수도 있기 때문이다. 170-kb *Pi5* 유전자좌 내에서의 드문 재조합을 찾아내기 위해, CAPS 마커인 JJ817 및 C1454 및 SCAR 마커인 JJ803 를 먼저 *RIL260/IR50* F₂ 집단 분석에 이용했다. 마커들을 이용한 예비스크리닝 전략은 *Pi5* 게놈 영역에서의 재조합 사건이 있는 식물체의 동정에도 이용했다 (Jeon et al. (2003) *Molecular Genetics and Genomics* 269: 280-289).

<63> 2,014 개의 F₂ 개체들 중, 상기 실험은 JJ817 및 JJ803 사이에서는 8 가지의 재조합체를 동정했으나, JJ803 및 C1454 사이에서는 아무것도 동정하지 못했다 (도 1). 이어서, 우성 마커 JJ113-T3 및 S04G03 (Jeon et al. (2003) *Molecular Genetics and Genomics* 269: 280-289)을 이용하여, 동질접합성 유전자형을 이질접합성 유전자형으로부터 구분하기 위해 그의 자손 (F₃) 식물체에서 선별된 8 가지의 재조합체의 breakage point를 결정했다. 그 결과, 모든 8 가지의 라인은 JJ113-T3 및 JJ817 사이에서의 재조합 사건을 이용하는 것을 발견했다. 8 가지의 동정된 라인의 벼 도열병균 P06-6 에 대한 질환 표현형은 각 라인의 F₃ 식물체에서 결정되었다. 결과는 마커 JJ817 및 C1454 사이의 130-kb 간격에서 *Pi5* 유전자를 정확히 찾아냈다 (도 1). 본 출원인의 선행 결과 및 이번 결과는 마커 JJ803 및 JJ113-T3 가 내성 유전자와 함께 공동분리된다는 것을 나타낸다 (도 1). 더 작은 물리적인 영역에서 유전자를 좁힐 수는 없었는데, 이는 빗나간 재조합 사건이 새로 개발된 맵핑 집단의 *Pi5* 유전자좌에서 여전히 관찰되었기 때문이다.

<64> **실시예 2: *Pi5* 에 대한 후보 유전자의 동정**

<65> *R* 유전자 후보들을 동정하기 위해, 130-kb *Pi5* 내성 게놈 영역을 포괄하는 선별된 BIBAC 클론들, JJ80, JJ106, JJ123, JJ120, JJ113, JJ110 및 JJ98 (Jeon 등, 2003) 의 샘플 서열결정 분석을 수행했다. 공개된 데이터베이스에서의 DNA 서열에 대한 상기 생성된 서열을 이용한 Blast 검색으로 이후 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 으로 각각 명명되는 2 가지의 *Pi5* 후보 유전자를 밝혀냈으며, 이는 보존된 NB-LRR 모티프와 상당한 유사성을 보여준다. 특히, 두 후보 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 의 게놈 영역은 벼 도열병 내성을 갖는 공동 분리 마커 JJ803 및 JJ113-T3 에 각각 해당하는 것으로 밝혀졌다 (도 1). 서열 분석은 *Pi5* 내성 유전자좌가 전위인자 (transposable element)와 유사성을 보이는 서열이 매우 풍부하다는 것을 밝혀냈다. 두 후보 유전자는 서로 현저한 서열 상동성은 나타내지 않아, 이들이 진화적으로 중복되는 유전자는 아니라는 점을 시사한다.

<66> BIBAC 서열 분석은 *RIL260* 에서의 *Pi5* 유전자좌가 이미 서열결정된 자포니카 벼 니폰바레 (*Nipponbare*) 게놈의 것과는 DNA 서열 상동성이 없거나 또는 거의 없다는 것을 나타냈다. 대조적으로, 130-kb 내성 유전자좌 밖의 게

놈 영역들은 모두 서로 거의 일치했다. 그 결과, *Pi5-1* 의 니폰바레 대립형질 유전자는 JJ803 서열을 포함하는 *RIL260* 의 5' 상류 서열이 결핍되었음을 발견하여, 이것이 비활성 유전자임을 나타냈다. 특히, *Pi5-2* 유전자의 대립형질 영역은 니폰바레 계놈의 상응하는 유전자좌에 없었다. *Pi5-3* 로 명명한 신규한 NB-LRR 유전자는 니폰바레의 *Pi5* 유전자좌에는 존재했으나, *RIL260* 의 것에는 부재함을 발견했다. 상기 결과들은, *Pi5* 내성 유전자좌가 벼 계놈에서 매우 분산되었으며(diverged), *Pi5-2* 및 *Pi5-3* 대립유전자가 벼 재배종에서 존재/부재 (P/A) 다형성을 나타낸다는 것을 시사한다. 유전자좌 내의 큰 갭 때문에, *Pi5* 내성 유전자좌를 인디카 (*indica*) *93-11* 의 것과 정확하게 비교할 수 없고, 계놈에서 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 에 대한 대립유전자 서열의 일부를 발견했다. 그러나, *93-11* 이 벼 도열병균 P06-6 에 매우 감수성이며 (데이터 미제시), 이는 *93-11* 에서의 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 대립유전자가 기능성이 아닐 수도 있음을 시사한다.

<67> 실시예 3: *Pi5-1* 또는 *Pi5-2* 를 발현하는 트랜스제닉 벼 식물체의 분석

<68> 벼 도열병균에 대한 *Pi5* 내성에 두 후보 유전자 중의 하나가 관련되는지 여부를 결정하기 위해, 아그로박테리움 (*Agrobacterium*)-매개 형질전환 (Jeon et al. (2000) *The Plant Journal* **22**: 561-570)을 이용하여 감수성 자포니카 벼 재배종 동진에 *Pi5-1* 또는 *Pi5-2* 계놈 클론으로 형질전환했다. 두 후보 유전자의 계놈 절편이 2 가지의 중복 클론 JJ113 및 JJ120 및 JJ80 및 JJ106 으로 각각 나뉘어져, *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 유전자의 완전한 계놈 서열을 재구성했다. 생성된 *Pi5-1* (JJ204) 및 *Pi5-2* (JJ212) 클론은 각각, 약 5- 및 6-kb 네이티브 5' 상류, 5.8- 및 7.9-kb 코딩, 및 0.4- 및 2.1-kb 3' 하류 서열을 포함한다. 바이너리 벡터 pC1300intC 에 클로닝된 각각의 계놈 서열을 자포니카 감수성 재배종 동진에 형질전환했다.

<69> *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 계놈 클론을 각각 갖는 일차 트랜스제닉 벼 식물체에 벼 도열병균 P06-6 를 접종했다. 트랜스제닉 식물체의 계놈 DNA PCR 분석은 이들이 전부 트랜스진을 포함한다는 것을 나타냈다. RT-PCR 분석은 대부분의 트랜스제닉 식물체가 트랜스진을 발현한다는 것을 보여줬다 (도 2a의 패널 (a)). 예상치 않게, 표현형 분석에서 13 개체의 *Pi5-1* 또는 12 개체의 *Pi5-2* 트랜스제닉 식물체 어느 것도 도열병균 P06-6 에 대한 내성을 부여하지 못하였다 (도 2a의 패널 (b)). 다시, *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 트랜스제닉 식물체의 모든 자손이 야생형과 유사하게 벼 도열병균 P06-6 에 대해 감수성인데, 이는 어느 후보도 벼 도열병균 분리주에 대한 내성을 부여하지 못함을 나타낸다.

<70> *Pi5* 유전자좌 중의 신규한 유전자가 벼 도열병균 분리주에 대한 내성을 부여하는지 여부를 시험하기 위해, 130-kb 간격을 차지하는 *RIL260* 라이브러리로부터 분리된 8 가지의 BIBAC 클론, JJ80, JJ81, JJ98, JJ106, JJ110, JJ113, JJ120 및 JJ123 를 감수성 벼 재배종 동진으로 형질전환했다. 벼 도열병균 접종 실험은 각각의 BIBAC 클론 및 그의 자손을 이용해 분화된 트랜스제닉 벼 식물체들 중 어느 것도 양립하지 않는 벼 도열병균 P06-6 에 대한 내성 표현형을 나타내지 않아 (데이터 미제시), 벼 형질전환에 이용했던 각각의 단독 BIBAC 클론은 벼 도열병균 분리주에 대한 내성을 부여하지 않음을 증명했다.

<71> 실시예 4: *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 를 모두 발현하는 트랜스제닉 식물체의 분석

<72> 두 후보가 모두 *Pi5*-매개 완전 내성에 필요한지 여부를 시험하기 위해, 벼 도열병균 P06-6 에 대해 매우 감수성인 동형접합성 *Pi5-1* 라인 #74 와 매우 감수성인 동형접합성 *Pi5-2* 라인 #63 를 교배함으로써 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 를 모두 발현하는 트랜스제닉 식물체를 제작했는데, 이는 RT-PCR 분석에서 *Pi5-1-74* 및 *Pi5-2-63* 가 모두 *RIL260* 의 것과 비슷한 수준으로 그의 트랜스진을 발현하는 것으로 나타났기 때문이다. 유전자 발현 분석으로 교배된 F₁ 식물체가 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 유전자를 모두 발현한다는 것을 확인하였다 (도 2a의 패널 (a)). 흥미롭게도, 상기 F₁ 하이브리드 식물체를 이용한 벼 도열병균 P06-6 접종 실험은 *Pi5-1-74/Pi5-2-63* F₁ 식물체가 모두, *RIL260* 와 유사하게 벼 도열병균 P06-6 에 대한 완전한 내성을 나타낸 반면, 각각의 단독적인 트랜스제닉 및 야생형 대조군 식물체가 감수성 표현형을 반복한다는 것을 밝혔다 (도 2a의 패널 (b)).

<73> 상기 결과를 확인하기 위해, *Pi5-1-74/Pi5-2-63* 식물체 유래의 자손 (F₂) 식물체를 벼 도열병균 분리주로 접종했다. 실험은 50 개체의 식물체 중, 두 트랜스진을 전부 가진 28 개의 식물체에서 모두 벼 도열병균 분리주에 대한 내성을 부여한다는 것을 명확하게 밝혀냈다. 대조적으로, 야생형 또는 단일한 트랜스진을 보유한 대립형질 분리 식물체는 벼 도열병균 분리주에 대해 감수성 표현형을 나타냈다 (도 2b의 패널 (c)). 상기 결과는, *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 의 양쪽 모두의 존재가 벼 도열병균 분리주에 대한 내성과 함께 완벽하게 공동 분리된다는 것을 나타낸다. 따라서, 모든 상기 결과들은 이중기원의 두 NB-LRR 유전자 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 가 벼 도열병균 분리주에 대한 완전한 내성에 필요하다는 것을 증명한다.

<74> 실시예 5: *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 유전자의 특성 규명

<75> 두 *Pi5* 유전자의 cDNA 서열을 분리하기 위해, 내성주 *RIL260*의 cDNA 라이브러리를 구축하고, *Pi5-1* 및 *Pi5-2*의 유전자 특이적 영역을 프로브로 이용한 콜로니 혼성화 실험으로 스크리닝했다. 상기 실험은 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 각각에 대한 7 개 및 9 개의 cDNA 클론을 동정했다. DNA 서열분석을 통해, 7 개의 *Pi5-1* cDNA 클론들 중 3 개는 온전한 오픈 리딩 프레임 (ORF) 을 포함하는 반면, 나머지는 번역 개시 코돈 ATG 를 포함한 N-말단 서열이 결핍되어 있음을 밝혀냈다. 상기 3 가지 중, 가장 긴 클론 #1-7 은 전부 서열결정하였으며, 추가로 규명했다. 그 결과, *Pi5-1* 은 각각 70 bp 및 202 bp 의 5' 및 3' 비번역 영역에 의해 플랭킹된 1,025 개의 아미노산을 코딩하는 것으로 나타났다 (GenBank accession no. EU869185). *Pi5-2* 클론의 서열 분석은 9 개의 클론들 중 3 개가 온전한 ORF 를 포함한다는 것을 밝혀냈다. 이들 중, 가장 긴 클론 #2-4 는 추가로 규명했다. 결과는, 가장 긴 클론이 각각 72 bp 및 164 bp 의 5' 및 3' 비번역 영역에 의해 플랭킹된 1,063 개의 아미노산을 코딩하는 것으로 나타났다 (GenBank accession no. EU869186).

<76> 추론한 아미노산 서열의 유사성 분석은 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 이 모두 N-말단 CC, 중앙에 위치한 NB 및 LRR, 및 C-말단 영역을 코딩한다는 것을 밝혀냈다 (도 3b 및 도 3c). Pfam 및 Smart 데이터베이스 및 NCBI 수집자료를 배치한 GenBank 의 보존된 도메인 검색은 *Pi5-1* 의 아미노산 109-576 및 *Pi5-2* 의 109-567이, 식물 내성 유전자 산물 및 동물에서의 세포사 조절자에 의해 공유되는 신규한 신호전달 모티프인 NB 도메인을 코딩한다는 것을 예측했다 (Dangle & Jones, 2001; Martin 등, 2003). NB-포함 R 유전자 산물의 특징인 보존된 내부 도메인들, 예컨대 P 루프, RNBS-A, 키나아제-2, RNBS-B, RNBS-C, GLPL 및 RNBS-D 도메인 (Meyers 등, 2003)은 모두 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 에서 동정되었다. Paircoil2 프로그램 (<http://groups.csail.mit.edu/cb/paircoil2/>)은 *Pi5-1* 의 아미노산 31-67 및 *Pi5-2* 의 26-87 사이에 0.1 의 역치로 잠재적인 CC 도메인을 예측하여, 상기 단백질들이 NB-LRR 내성 단백질의 CC 서브세트에 속한다는 것을 나타낸다.

<77> 각각 24.3 및 22.8% 류신이 있는 두 단백질의 LRR 영역은 각종 길이의, 일련의 불완전한 10 개의 반복체를 포함한다 (도 3b 및 도 3c). 특히, *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 단백질의 몇가지 반복체들은 타 세포질 R 단백질에서 관찰되는 일치 서열 LxxLxxLxxLxLxxC/N/Sx(x)LxxLPxx (Jones 및 Jones, (1997) *Advances in Botanical Research* 24: 89-167(1997)과 거의 부합하였다. *Pi5-1* 의 첫번째 및 세번째, *Pi5-2* 의 세번째 및 여섯번째 반복체 영역은 다수의 NB-LRR 단백질의 세번째 LRR 에서 보존되는 xLDL 모티프를 포함한다. 특히, *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 단백질은 LRR 도메인 다음에, CNL (C-말단 비-LRR) 도메인에서 멀리 떨어진, 임의의 공지된 아미노산 모티프와 부합하지 않는 특이한 C 말단을 갖는다.

<78> cDNA 및 게놈 DNA 사이의 서열 비교는 *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 유전자가 각각 코딩 영역에 5 및 6 개의 엑손을 포함한다는 것을 밝혀냈다 (도 3a). 그 결과, 두 *Pi5* 유전자는 코딩 영역에, 클로닝된 벼 도열병 내성 유전자 (Bryan et al. (2000) *The Plant Cell* 12: 2033-2045) 보다도 더 많은 수의 인트론을 갖는 것으로 나타났다. 특히, *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 유전자는 모두 또한 GLPL 및 NBSD 도메인에 인트론을 갖는데, 이는 클로닝된 도열병 내성 유전자에는 존재하지 않는다. 이는, *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 유전자가 벼 도열병균에 대한 다른 NB-LRR 내성 유전자와 유사하긴 하지만 다른 인트론 위치를 갖는다는 것을 알려준다.

도면의 간단한 설명

<79> 도 1은 *RIL260/IR50* 집단에서 *Pi5* 유전자좌의 고해상도 맵을 보여준다. 8가지 드문(rare) 재조합 경우를 모식도로 보여준다. 재조합 라인의 breakage point는 관련 마커 사이에 나타난다. *Pi5* 를 포함하는 진한 선은 맵핑 집단의 분석에 의해 경계가 결정된 *Pi5* 를 보유하는 최소 게놈 영역을 나타낸다. R, 내성; S, 감수성.

<80> 1, 추정적(putative) 원핵생물 번역 개시 인자; 2, 추정적 GTP-결합 단백질; 3, 추정적 알도스 1-에피머라아제; 4, ankyrin-유사 단백질; 점선 화살표, 레트로트랜스포존; 백색 화살표, 가상적인 단백질.

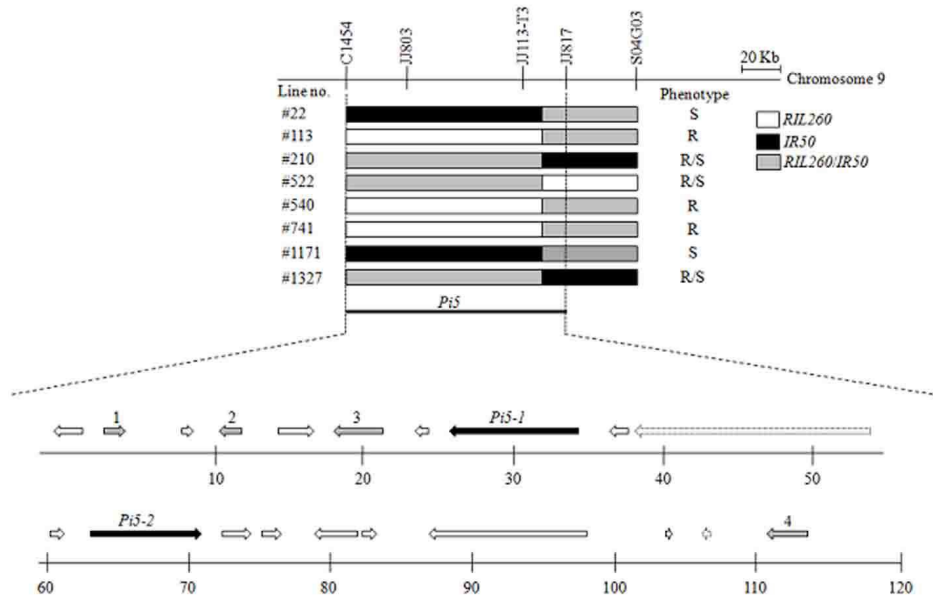
<81> 도 2는 트랜스제닉 벼 식물체의 분석을 나타낸다. (a) *Pi5-1*, *Pi5-2* 및 *Pi5-1/Pi5-2* F₁ 트랜스제닉 벼 식물체의 RT-PCR 분석. (b) 벼 도열병균 (*M. oryzae*) P06-6로 접종된 *Pi5-1*, *Pi5-2*, 또는 *Pi5-1/Pi5-2* F₁ 트랜스제닉 식물체의 질환 반응. 병증은 병원균 접종 후 7일에 보여준다. *Pi5* 유전자가 없는 감수성 대조군 동진 및 내성 대조군 *RIL260*을 이용하였다. (c) *Pi5-1/Pi5-2* F₁ 트랜스제닉 식물체로부터 유래된 자손 (F₂) 식물체의 게놈 DNA PCR 분석 및 질환 반응. R, 내성; S, 감수성.

<82> 도 3은 *Pi5* 유전자 및 이의 유전자 산물의 게놈 구조를 보여준다. (a) *Pi5-1* 및 *Pi5-2* 의 유전자 구조. 엑손은 회색 박스로 나타내고, 인트론은 진한 선으로 나타낸다. 5' 상류 및 3' 하류 영역은 가는 선으로 보여준다. ATG

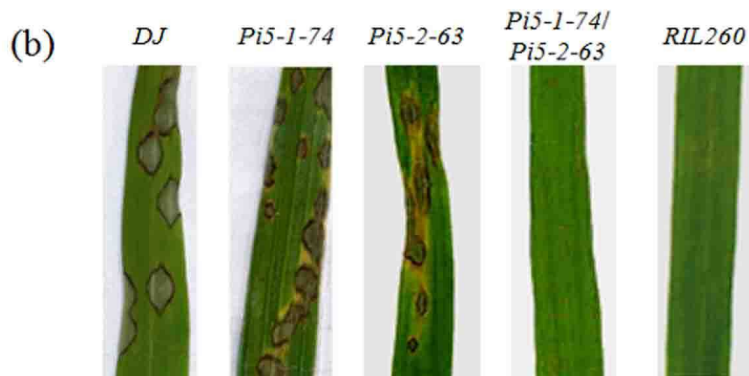
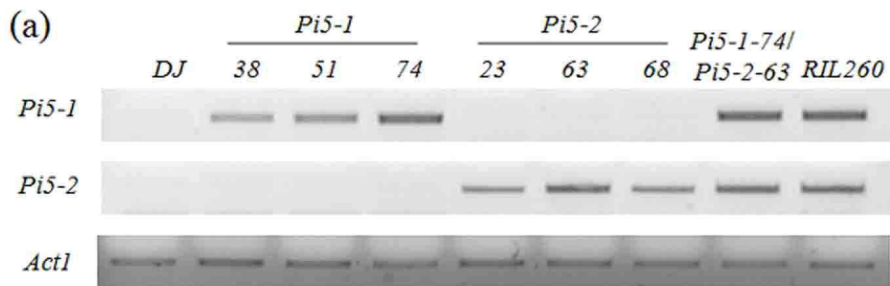
및 TGA는 각각 번역 개시 및 정지 코돈을 나타낸다. (b) Pi5-1 단백질. (c) Pi5-2 단백질. 2가지 내성 단백질은 코일드-코일 (CC), 뉴클레오티드-결합 부위 (NB), 류신-풍부 반복부 (LRR), 및 C-말단 영역을 코딩한다. 진하게 표시된 Pi5-1의 아미노산 31-67 및 Pi5-2의 아미노산 26-87은 CC 모티프를 나타낸다. NB 단백질의 특징인 보존된 내부 모티프들인 P 루프, RNBS-A, 키나아제-2, RNBS-B, RNBS-C, GLPL 및 RNBS-D 도메인은 진하게 표시한다. 많은 NB-LRR 단백질의 LRR에서 보존된 xLDL 모티프는 밑줄로 표시한다.

도면

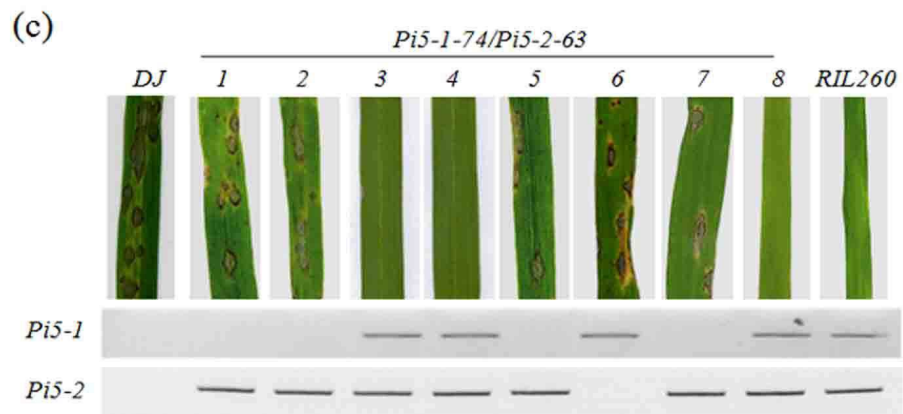
도면1



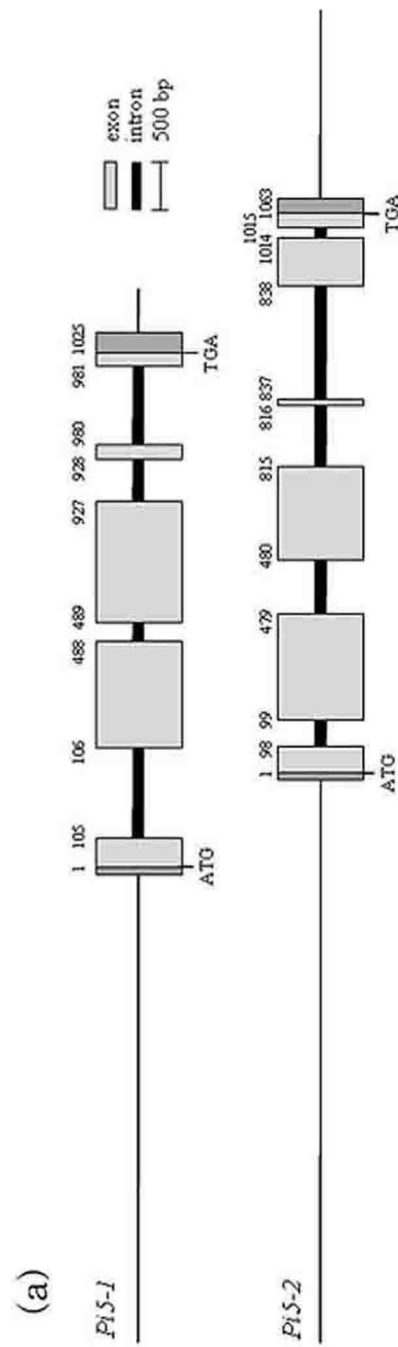
도면2a



도면2b



도면3a



도면3b

(b)

1	MVGA EMLVAAAVS QVARKINDI VGVAQGEV <u>KLCNFSDDLEGIKDTLVYLETLKNAENNSFGSDRANL</u> EHWLGQ IKSLAYDIEDIVDGYSSKEQFDGGSYAQKGS	CC
109	FCSLSNPMLLKGS MVYKMSKREMLQQSQQLPNQYHFLSYINS AVHYFEKQTTSYRNTDIAIVGRDADLDHLM LLMQNSAEELCI <u>IPVGPVGFGKTS LAQLVFNDTRTEVFSFRIWVHVSMGNINLEKIGRDI</u> VSQTTEKIEGNMQL QSIKNAVQRVLNK <u>YSCLIIIDSLV</u> GKDE <u>EVNELKQMLLTGRHTESKIIVTTHSNKVAKLISTV</u> PLYKLAALSEDD CLKIFSQRAMTGPDP LFR EYGEI <u>VRECEGTPLVAN</u> FLGSVVNAQRQRREIWQA AKDEEMWKIEEDYPQDKISP LERSQND AERSSASEEM <u>LEHNLAHDLA</u> RSVAGEDI LVI LDAENERNARYCNYRYAQSASSLESIDKAWPSKA RSLIFKNSGVDFEHVSEV	NB
577	LSVNKYLRVLDLSGCCVQDIPSP IFQKQLRYLDWSSLSITALPLQ ISSFHKLOMLDLSETELTELPFFISN LKGLNYLNLQGCQKLQRLNSLHL LHDLHYLNLSCCPEVTSFPESIEN LTKLRFLNLSGCKSLSTLPIRFLESFAS LCSLVDLNLSGFEFQMLPDDFGN IYSLQYLNLKCLKLEVL PQSFGQ LAYLKS LNSYCSDLKLESFEC LTS LRFLNLSNCSRLEYLPSCFDK LNNLES LNSQCLGLKALPES LQNLKNLQLDWSGCQDCIVQSFSLST	LRR
865	RSSQSCQRSEKAEQVRSRNSEI SEITYEPAEIELKNNPSKDLAS ISHLNEDRI EEPEVVTEPSATRGMVQQIP GNQLSSPSSHLS FASSAPFASSSDTSTS EHPVPNEEAAALTVPRSKKCDNTMPVKDGLI SEDDAPVHLHQ KPLQATAMAAI	CTR

도면3c

(c)

1 MATAGAAVDRLRLRLASGAGRELFPSSIDE ~~MAHV~~ KRTLARLDVLLTVEGKYFKMGA ~~EVQ~~ EW ~~VR~~ KIKQIATGIQ DLLDEFEDSSGTGSQRNGSRIS EGT LSCSSAPF	CC
109 FCHLSRSQRI RVLKRLDQSTKDTSVFSLLOHSLSNLDKSNEQEVLLHRTET IGRDTDKENIKNLLLQNDVDKLP I IPIVGLAGL ~~GKT~~ AVAKLIFHEQGE ~~GN~~ FDQRI ~~WVHL~~ DKKLDLNKIAN ~~SI~~ ISQVNSVDTTKNQIQNNLQFKRNC LQEVLC ~~DQSS~~ LIVLDDLFSTEENQIAELK ~~EML~~ RGTK ~~KG~~ TKIIVTTSSEISAELIHTVPPYKLGPLSEGDCSTIFC QRAFGDGHENSSLTEIAKQIVKRC ~~EGIP~~ AVAYSLSGLVRNKNKEAWLYARDKEIWELPTLFPNGFELLASFSEMY ICMPSALKSCFAYLSTIPKGTIIDREKLIEQWIALD ~~WV~~ GSKHGTLPATVQGEMFI QQLLSISFLQVRNKP SATRI RDTNQSKE ~~LR~~ HNLVHDFAM ~~YVA~~ RDDLI ILDGGEKASSLRKNIHVFGVVNNDI GQSALBKGLSSARAVHFKNC KSEKLLVEA	NB
568 FSVLNHLRVLDLGGCCIVELPDF ITNLRLRLRYLDVSYSRILSLSTQ LTSLSNLEVLDDLSETSLELLPSSIGS FEKLKYLNLQGGCDKLVNLPFPVCD LKRLENLNLSCYCYGITMLPPN LWKLHELRLIDLSSCTDLQEMPYL FGNLASLENLMSKCSKLEQLPES LGDLCYLRSFNLSGCSGLKMLPESLKN LTNLEYINLSNIGESI DFNQ IQQLRHILKKTFFSGDIGGSELQ	LRR
808 TCEHAADSADSKKEITMDFSANLHGNI TLPPKCS ~~TE~~ ESGENSERFLSAAVREDSSTDVSTYVKPVVSSLIQVL RRPTRLDVPA ~~GAM~~ ASQVGLAQMPSSNNGKAGPHTMAAAQTPEIDQPVHKRVWDDI IDYSRPPNSKPARSASLV QSTD ~~LS~~ TPKKSYKKIHSMPVYSSIPKGS ~~SG~~ GTYLMPAKAIAS ~~SY~~ RYSPQRWEQHI ~~GY~~ QGTDELMVVPPFGE WDQSPTLRKSDFRYEKVF ~~AK~~ LTEEKMSGQRQK ~~PQ~~ QRKPRNERFGAVWHAELLQKR	CTR

서열 목록

- <110> University-Industry Cooperation Group of Kyung Hee University
<120> Genes enhancing resistance to Magnaporthe oryzae and uses thereof

<130> PN08136

<160> 16

<170> Kopatent In 1.71

<210> 1

<211> 1025

<212> PRT

<213> Oryza sativa

<400> 1

Met Val Gly Ala Glu Met Leu Val Ala Ala Ala Val Ser Gln Val Ala

1	5	10	15
Arg Lys Ile Asn Asp Ile Val Gly Val Ala Gln Gly Glu Val Lys Leu	20	25	30
Cys Cys Asn Phe Ser Asp Asp Leu Glu Gly Ile Lys Asp Thr Leu Val	35	40	45
Tyr Leu Glu Thr Leu Leu Lys Asn Ala Glu Asn Asn Ser Phe Gly Ser	50	55	60
Asp Arg Ala Asn Leu Arg His Trp Leu Gly Gln Ile Lys Ser Leu Ala	65	70	75
Tyr Asp Ile Glu Asp Ile Val Asp Gly Tyr Tyr Ser Ser Lys Glu Gln	85	90	95
Phe Asp Gly Gly Ser Tyr Ala Gln Lys Gly Ser Leu Phe Cys Ser Leu	100	105	110
Ser Asn Pro Met Leu Leu Lys Gly Ser Met Val Tyr Lys Met Lys Ser	115	120	125
Lys Arg Glu Met Leu Gln Gln Ser Gln Gln Leu Pro Asn Gln Tyr His	130	135	140
Phe Leu Ser Tyr Ile Asn Ser Ala Val His Tyr Phe Glu Glu Lys Gln	145	150	155
Thr Thr Ser Tyr Arg Asn Thr Asp Ile Ala Ile Val Gly Arg Asp Ala	165	170	175
Asp Leu Asp His Leu Met Asp Leu Leu Met Gln Asn Ser Ala Glu Glu	180	185	190
Leu Cys Ile Ile Pro Ile Val Gly Pro Val Gly Phe Gly Lys Thr Ser	195	200	205
Leu Ala Gln Leu Val Phe Asn Asp Thr Arg Thr Glu Val Phe Ser Phe	210	215	220
Arg Ile Trp Val His Val Ser Met Gly Asn Ile Asn Leu Glu Lys Ile	225	230	235
			240

Gly Arg Asp Ile Val Ser Gln Thr Thr Glu Lys Ile Glu Gly Asn Met
245 250 255

Gln Leu Gln Ser Ile Lys Asn Ala Val Gln Arg Val Leu Asn Lys Tyr
260 265 270

Ser Cys Leu Ile Ile Ile Asp Ser Leu Trp Gly Lys Asp Glu Glu Val
275 280 285

Asn Glu Leu Lys Gln Met Leu Leu Thr Gly Arg His Thr Glu Ser Lys
290 295 300

Ile Ile Val Thr Thr His Ser Asn Lys Val Ala Lys Leu Ile Ser Thr
305 310 315 320

Val Pro Leu Tyr Lys Leu Ala Ala Leu Ser Glu Asp Asp Cys Leu Lys
325 330 335

Ile Phe Ser Gln Arg Ala Met Thr Gly Pro Gly Asp Pro Leu Phe Arg
340 345 350

Glu Tyr Gly Glu Glu Ile Val Arg Arg Cys Glu Gly Thr Pro Leu Val
355 360 365

Ala Asn Phe Leu Gly Ser Val Val Asn Ala Gln Arg Gln Arg Arg Glu
370 375 380

Ile Trp Gln Ala Ala Lys Asp Glu Glu Met Trp Lys Ile Glu Glu Asp
385 390 395 400

Tyr Pro Gln Asp Lys Ile Ser Pro Leu Phe Pro Ser Phe Lys Ile Ile
405 410 415

Tyr Tyr Asn Met Pro His Glu Leu Arg Leu Cys Phe Val Tyr Cys Ser
420 425 430

Ile Phe Pro Lys Gly Thr Val Ile Glu Lys Lys Lys Leu Ile Gln Gln
435 440 445

Trp Ile Ala Leu Asp Met Ile Glu Ser Lys His Gly Thr Leu Pro Leu
450 455 460

Asp Val Thr Ala Glu Lys Tyr Ile Asp Glu Leu Lys Ala Ile Tyr Phe
465 470 475 480

Leu Gln Val Leu Glu Arg Ser Gln Asn Asp Ala Glu Arg Ser Ser Ala
485 490 495

Ser Glu Glu Met Leu Arg Met His Asn Leu Ala His Asp Leu Ala Arg
500 505 510

Ser Val Ala Gly Glu Asp Ile Leu Val Ile Leu Asp Ala Glu Asn Glu
515 520 525

Arg Asn Ala Arg Tyr Cys Asn Tyr Arg Tyr Ala Gln Val Ser Ala Ser
530 535 540

Ser Leu Glu Ser Ile Asp Arg Lys Ala Trp Pro Ser Lys Ala Arg Ser
545 550 555 560

Leu Ile Phe Lys Asn Ser Gly Val Asp Phe Glu His Val Ser Glu Val
565 570 575

Leu Ser Val Asn Lys Tyr Leu Arg Val Leu Asp Leu Ser Gly Cys Cys
580 585 590

Val Gln Asp Ile Pro Ser Pro Ile Phe Gln Leu Lys Gln Leu Arg Tyr
595 600 605

Leu Asp Val Ser Ser Leu Ser Ile Thr Ala Leu Pro Leu Gln Ile Ser
610 615 620

Ser Phe His Lys Leu Gln Met Leu Asp Leu Ser Glu Thr Glu Leu Thr
625 630 635 640

Glu Leu Pro Pro Phe Ile Ser Asn Leu Lys Gly Leu Asn Tyr Leu Asn
645 650 655

Leu Gln Gly Cys Gln Lys Leu Gln Arg Leu Asn Ser Leu His Leu Leu
660 665 670

His Asp Leu His Tyr Leu Asn Leu Ser Cys Cys Pro Glu Val Thr Ser
675 680 685

Phe Pro Glu Ser Ile Glu Asn Leu Thr Lys Leu Arg Phe Leu Asn Leu
690 695 700

Ser Gly Cys Ser Lys Leu Ser Thr Leu Pro Ile Arg Phe Leu Glu Ser

705	710	715	720
Phe Ala Ser Leu Cys Ser Leu Val Asp Leu Asn Leu Ser Gly Phe Glu			
725	730	735	
Phe Gln Met Leu Pro Asp Phe Phe Gly Asn Ile Tyr Ser Leu Gln Tyr			
740	745	750	
Leu Asn Leu Ser Lys Cys Leu Lys Leu Glu Val Leu Pro Gln Ser Phe			
755	760	765	
Gly Gln Leu Ala Tyr Leu Lys Ser Leu Asn Leu Ser Tyr Cys Ser Asp			
770	775	780	
Leu Lys Leu Leu Glu Ser Phe Glu Cys Leu Thr Ser Leu Arg Phe Leu			
785	790	795	800
Asn Leu Ser Asn Cys Ser Arg Leu Glu Tyr Leu Pro Ser Cys Phe Asp			
805	810	815	
Lys Leu Asn Asn Leu Glu Ser Leu Asn Leu Ser Gln Cys Leu Gly Leu			
820	825	830	
Lys Ala Leu Pro Glu Ser Leu Gln Asn Leu Lys Asn Leu Gln Leu Asp			
835	840	845	
Val Ser Gly Cys Gln Asp Cys Ile Val Gln Ser Phe Ser Leu Ser Thr			
850	855	860	
Arg Ser Ser Gln Ser Cys Gln Arg Ser Glu Lys Ala Glu Gln Val Arg			
865	870	875	880
Ser Arg Asn Ser Glu Ile Ser Glu Ile Thr Tyr Glu Glu Pro Ala Glu			
885	890	895	
Ile Glu Leu Leu Lys Asn Asn Pro Ser Lys Asp Leu Ala Ser Ile Ser			
900	905	910	
His Leu Asn Glu Asp Arg Ile Glu Glu Pro Glu Val Val Thr Glu Pro			
915	920	925	
Ser Ala Thr Arg Gly Met Val Gln Gln Ile Pro Gly Asn Gln Leu Ser			
930	935	940	

Ser Pro Ser Ser His Leu Ser Ser Phe Ala Ser Ser Ser Ala Pro Phe
945 950 955 960

Ala Ser Ser Ser Ser Asp Thr Ser Thr Ser Glu His Pro Val Pro Asn
965 970 975

Glu Glu Ala Ala Ala Leu Thr Val Pro Arg Ser Lys Glu Lys Cys Asp
980 985 990

Asn Thr Pro Met Pro Val Lys Asp Gly Leu Ile Ser Glu Asp Asp Ala
995 1000 1005

Pro Val His Leu His Gln Lys Pro Leu Gln Ala Thr Ala Met Ala Ala
1010 1015 1020

Ile
102

<210> 2
<211> 1063
<212> PRT
<213> Oryza sativa

<400> 2
Met Ala Thr Ala Gly Ala Ala Val Asp Arg Leu Leu Arg Arg Leu Ala
1 5 10 15

Ser Gly Ala Gly Arg Leu Glu Leu Pro Ser Ser Ile Asp Glu Asp Met
20 25 30

Ala His Val Lys Arg Thr Leu Ala Arg Leu Gln Asp Val Leu Leu Thr
35 40 45

Val Glu Gly Lys Tyr Phe Lys Met Gly Ala Glu Val Gln Glu Trp Met
50 55 60

Arg Lys Ile Lys Gln Ile Ala Tyr Gly Ile Gln Asp Leu Leu Asp Glu
65 70 75 80

Phe Glu Asp Ser Ser Gly Thr Gly Ser Gln Arg Asn Gly Ser Arg Ile
85 90 95

Ser Glu Gly Thr Leu Ser Cys Ser Ser Ala Pro Phe Phe Cys His Leu

100	105	110
Ser Arg Ser Gln Arg Ile Arg Val Leu Lys Arg Lys Leu Asp Gln Ser		
115	120	125
Thr Lys Asp Thr Ser Val Phe Ser Leu Leu Gln His Ser Leu Ser Asn		
130	135	140
Leu Asp Lys Ser Asn Glu Gln Glu Val Leu Leu His Arg Thr Glu Ile		
145	150	155
Ile Gly Arg Asp Thr Asp Lys Glu Asn Ile Lys Asn Leu Leu Leu Gln		
165	170	175
Asn Asp Val Asp Lys Leu Pro Ile Ile Pro Ile Val Gly Leu Ala Gly		
180	185	190
Leu Gly Lys Thr Ala Val Ala Lys Leu Ile Phe His Glu Gln Gly Glu		
195	200	205
Gly Trp Asn Phe Asp Gln Arg Ile Trp Val His Leu Asp Lys Lys Leu		
210	215	220
Asp Leu Asn Lys Ile Ala Asn Ser Ile Ile Ser Gln Val Asn Gln Ser		
225	230	235
Val Asp Thr Thr Lys Asn Gln Ile Gln Asn Asn Leu Gln Phe Lys Arg		
245	250	255
Asn Cys Leu Gln Glu Val Leu Cys Asp Gln Ser Ser Leu Ile Val Leu		
260	265	270
Asp Asp Leu Phe Ser Thr Glu Glu Asn Gln Ile Ala Glu Leu Lys Glu		
275	280	285
Met Leu Arg Gly Thr Lys Lys Gly Thr Lys Ile Ile Val Thr Thr Ser		
290	295	300
Ser Glu Ile Ser Ala Glu Leu Ile His Thr Val Pro Pro Tyr Lys Leu		
305	310	315
Gly Pro Leu Ser Glu Gly Asp Cys Ser Thr Ile Phe Cys Gln Arg Ala		
325	330	335

Phe Gly Asp Gly His Glu Asn Ser Ser Leu Thr Glu Ile Ala Lys Gln
340 345 350

Ile Val Lys Arg Cys Glu Gly Ile Pro Ala Val Ala Tyr Ser Leu Gly
355 360 365

Ser Leu Val Arg Asn Lys Asn Lys Glu Ala Trp Leu Tyr Ala Arg Asp
370 375 380

Lys Glu Ile Trp Glu Leu Pro Thr Leu Phe Pro Asn Gly Phe Glu Leu
385 390 395 400

Leu Ala Ser Phe Ser Glu Met Tyr Ile Cys Met Pro Ser Ala Leu Lys
405 410 415

Ser Cys Phe Ala Tyr Leu Ser Thr Ile Pro Lys Gly Thr Ile Ile Asp
420 425 430

Arg Glu Lys Leu Ile Glu Gln Trp Ile Ala Leu Asp Met Val Gly Ser
435 440 445

Lys His Gly Thr Leu Pro Ala Tyr Val Gln Gly Glu Met Phe Ile Gln
450 455 460

Gln Leu Leu Ser Ile Ser Phe Leu Gln Val Arg Asn Lys Pro Ser Ala
465 470 475 480

Thr Arg Ile Arg Asp Thr Asn Gln Ser Lys Glu Leu Arg Ile His Asn
485 490 495

Leu Val His Asp Phe Ala Met Tyr Val Ala Arg Asp Asp Leu Ile Ile
500 505 510

Leu Asp Gly Gly Glu Lys Ala Ser Ser Leu Arg Lys Asn Ile His Val
515 520 525

Phe Tyr Gly Val Val Asn Asn Asp Ile Gly Gln Ser Ala Leu Arg Lys
530 535 540

Gly Leu Leu Ser Ser Ala Arg Ala Val His Phe Lys Asn Cys Lys Ser
545 550 555 560

Glu Lys Leu Leu Val Glu Ala Phe Ser Val Leu Asn His Leu Arg Val
565 570 575

Leu Asp Leu Ser Gly Cys Cys Ile Val Glu Leu Pro Asp Phe Ile Thr
580 585 590

Asn Leu Arg His Leu Arg Tyr Leu Asp Val Ser Tyr Ser Arg Ile Leu
595 600 605

Ser Leu Ser Thr Gln Leu Thr Ser Leu Ser Asn Leu Glu Val Leu Asp
610 615 620

Leu Ser Glu Thr Ser Leu Glu Leu Leu Pro Ser Ser Ile Gly Ser Phe
625 630 635 640

Glu Lys Leu Lys Tyr Leu Asn Leu Gln Gly Cys Asp Lys Leu Val Asn
645 650 655

Leu Pro Pro Phe Val Cys Asp Leu Lys Arg Leu Glu Asn Leu Asn Leu
660 665 670

Ser Tyr Cys Tyr Gly Ile Thr Met Leu Pro Pro Asn Leu Trp Lys Leu
675 680 685

His Glu Leu Arg Ile Leu Asp Leu Ser Ser Cys Thr Asp Leu Gln Glu
690 695 700

Met Pro Tyr Leu Phe Gly Asn Leu Ala Ser Leu Glu Asn Leu Asn Met
705 710 715 720

Ser Lys Cys Ser Lys Leu Glu Gln Leu Pro Glu Ser Leu Gly Asp Leu
725 730 735

Cys Tyr Leu Arg Ser Phe Asn Leu Ser Gly Cys Ser Gly Leu Lys Met
740 745 750

Leu Pro Glu Ser Leu Lys Asn Leu Thr Asn Leu Glu Tyr Ile Asn Leu
755 760 765

Ser Asn Ile Gly Glu Ser Ile Asp Phe Asn Gln Ile Gln Gln Leu Arg
770 775 780

His Ile Leu Lys Lys Thr Phe Phe Ser Gly Asp Ile Gly Gly Ser Glu
785 790 795 800

Leu Gln Thr Cys Glu His Ala Ala Asp Ser Ala Asp Ser Lys Lys Glu

805	810	815
Ile Thr Met Asp Phe Ser Ala Asn Leu His Gly Asn Ile Thr Leu Pro		
820	825	830
Pro Lys Cys Ser Thr Glu Glu Lys Ser Gly Glu Asn Ser Glu Arg Phe		
835	840	845
Leu Ser Ala Ala Val Arg Glu Asp Ser Ser Ser Thr Asp Val Ser Thr		
850	855	860
Tyr Val Lys Pro Val Val Ser Ser Leu Ile Gly Val Leu Arg Arg Pro		
865	870	875
880		
Thr Arg Leu Asp Val Pro Ala Gly Ala Met Ala Ser Gln Val Gly Leu		
885	890	895
Ala Gln Met Pro Ser Ser Asn Asn Gly Lys Ala Gly Pro His Pro Thr		
900	905	910
Met Ala Ala Ala Gln Thr Pro Glu Ile Asp Gln Pro Val His Lys Arg		
915	920	925
Val Arg Trp Asp Asp Ile Ile Asp Tyr Ser Arg Pro Pro Asn Ser Lys		
930	935	940
Pro Ala Arg Ser Ala Ser Leu Val Gln Ser Thr Asp Leu Ser Thr Pro		
945	950	955
960		
Lys Lys Ser Tyr Lys Lys Ile His Ser Met Pro Val Val Tyr Ser Ser		
965	970	975
Ile Pro Lys Gly Ser Ser Gly Gly Thr Tyr Leu Met Pro Ala Lys Ala		
980	985	990
Ile Ala Ser Ser Tyr Arg Arg Tyr Ser Pro Gln Arg Trp Glu Gln His		
995	1000	1005
Ile Gly Tyr Gln Gly Thr Asp Glu Asp Glu Leu Met Val Val Pro Pro		
1010	1015	1020
Phe Gly Glu Trp Asp Gln Ser Pro Thr Leu Arg Lys Ser Asp Phe Arg		
1025	1030	1035
1040		

Tyr Glu Lys Val Phe Ala Lys Leu Thr Glu Glu Lys Met Ser Gly Gln
1045 1050 1055

Arg Gln Lys Pro Gln Gln Val
1060

<210> 3
<211> 11516
<212> DNA
<213> Oryza sativa

<400> 3
aagcttgaaa gtgtgtgaag aaatgaagaa agtgaagtct acttatagga caggtataac 60

ggttatgaga agtggaaatg tccgaactgc cccgcaaccg ccatcaggga gtgatctgga 120

gcgtccacgc caaacccag gatcaacggt gatcaccagg gttcggctga acctgggctg 180

ggccagatgg ctccaacc tagtctgggt ctctcctcg acctgcctta tccaattctt 240

gcaattttgg gatgtttctt tagtagttta aaagccatt ctgcattga tagatttctc 300

cttcactttt agtctggatt tcttccaac ttctgggttt atcacctgca taaaaatata 360

catcaacaat tgtggaatat gtgagtttta acacctatca ctatgttgga tattttatta 420

tctggacttt atgcagacgt tgacgggtata gatttggcat ttaacagtcg ccaacattat 480

acaatcgggt aaatagtatt gatgtattcc atgaatctgt gtatagaagg tatgccatat 540

ccttgacact gacaccatat gtgtttccgt ttttgagaaa acatttccat ttccaaaaat 600

ttctgaccaa cactctctat ttccgaaaac tcatctgaaa tccgaaaact tttcaaacg 660

ttttcatccc agtaatgaat ggcaggctct acgtgcagac ccacaaatgc tccacaaaga 720

tctcaaaaaa ttatcgtat aaatttcata cgtagactaa atttcacaaa aattcacttg 780

tgtaccatt gaggtatgta tttgttttc aaaaaaaac acagtttacc ttgtgtgtct 840

cgggacatcg gccggagctc atgatcataa tggagtcagt cagggtggct actggagctt	900
atggcggagg aggtcagggt ggtgggacgt ggggcagagt ttagtccgtt cggcaaccag	960
agctccgaga ggagatctgg gcagtagtga gagaagggtc aggaggcgcc agagtggcca	1020
cgacggaggc tgggaaagcg atgccgaaca gcaaagcatg cgttgaagta ggcggggtgg	1080
cagcagcctc ggggcggagc gggcatggaa caagggtaga gctggagtcg gtggccggct	1140
actgagacca ttcacagtgc gtcaccaagt ttgatattc ttcacatgcc acgtagatca	1200
gagcgttatt agccacatgt tacatagtgc aaaactctac aagaccacat atgggttgc	1260
tgtagtgggt cccactaata ccacttttac acttctcttt ttacttttcc cctctcctct	1320
ctccctctc ttccctttcc caccggccac cgcagagagc cgggcggaga cggaggttgc	1380
gggggtcggg cggagcggcg gctcaagcgg aggtcgtgga ggcgagcagg agacggcgcc	1440
gggccgagtg gcgacggcgg tggggcctag caccgtgcct cccctctcc tcctctctta	1500
gtggtggcga atcgaggaag ccgccgccgc cgcgccccac ctcttcatct gatgcggcg	1560
ggaagctgcc gccaccgccg tcgggcagat ccagatctcc ggcctccgtg tcgggcggct	1620
acgcggcggc gggcgtcggc gtcggtcagc gccctctca cctggccagc ccaccgacta	1680
gccctaccgt cgtcatcatc cctggtcagc accctctcc cctggcattc ggctgcctca	1740
cccctctct ctctctctc tagcgggtgt gtgggtccca cctgtgggtc cctctgagac	1800
gaagaacgcg tagtcaactt tggctacgcg cggagctgag gaacgcacac gattggataa	1860
agtggcaaag gaatatttgc ttttttgggt gaggtctaat gctacgtaga tctactgtga	1920
atggcctgat ggccgagcgg ctctcttgcg ggacagagtg ggacgtgcac gacgagaaat	1980
ttctcttgc atgaataacc cacggatgta ggcctctta actaggagct acgaggtggg	2040

atttgggagg ctttttctat ttcaaggctt aaagcctatc caatatgac tetaatctta	2100
aaatttagtg tttatttttg aaaaaagtt ggctccaata attttcctaa ttagcttcca	2160
aaaattggaa tcttactccc tctccttctc gctctccact agtggagaag cgtgctagtt	2220
cttaacacac gcatgggtgg agggatcaca tggatattat ggaaatatcc tcatggactg	2280
gigattaaca tagtcttact aggagagaat tgagtttatt ctatatcggt atcgacgttt	2340
ggtatcacga ctacgttatt tggatggat ggggatcatc ggtactagag tatatgcgag	2400
attgaggtaa aagagatgga gacagatatt ttatactgg ttcgccccct atctaacagg	2460
taatagccct acatctgttt ggctaaagcc ggtattgtct ttattcatct gaatcgaca	2520
agtataatat ttaggataac ctgtctagct gtcacgact tggcggcatg gataaccaac	2580
tcgtagtcca tgacggggtg gtatttctct tcgaatatga actcgtcgag atcagagatg	2640
gctctagatc tctcttgcg gtctcaggag gcaccagatg gggatgcct aggctaact	2700
ctaattgcca tatttagcgg cgtattggct tgtgtgatg ttatgtgttg tggctcgta	2760
tctctctcc tagggggctt gtatttatac ccatagatgc ccccttgtct aagtagaact	2820
aggagataa atatggatac gatccgagta gtccttgtcg ttccatata gaactcttt	2880
tgtcctttct tatccgaac tcttttata tacgaggtat gattccatat aagacatggt	2940
atatggtggg cctgcccag cttagtcagg aatgtggtat ccacaaccct gacaatcatg	3000
cagggttcat tgtctccgag ttctacgagg agactaagac aactcaaggt ataaaaggcg	3060
cactctctaa ggggttcaaa agagcaaac atagcacgaa cacaccacc atagtttacg	3120
aagccagagg ctgtgaagcc tactcgccag gagatcttgt cgactcatct cgacaaggat	3180

ctcgccgga acgttgatt catctcttct ctttgtactc cgtggtttcc atatcaatct	3240
catataaact ggattatggt tattatctta cgaggggtct aaaccagtat aatctttgtc	3300
tctctgattg ttttaatatc gtatcatgta gatcctcata ccaacttacc ctaatacact	3360
atttatccga tctacaggtta tcccctatcg acaataggta tataagatat tataaaaaag	3420
atggagacat atgtgagctg atgatttagg ctgcattcgt tgcagcttct ttccaacca	3480
tctccctcgt tttccgtgcg catgcttttc aaactgctaa acggtgcgtt ttttcaaaa	3540
agtttatata cgaaagtgc ttaaaaaaat catattgac ctttttttaa aaagatagca	3600
aaaaattaag taatcacacg ctaatggact actctgtttt ccgtgccgga ggatagcttt	3660
cccaaccag ggaaacgaac ccaaccttag gtgtgttcat tgctaggtgt tcccaacccc	3720
tctcccttat attccgtgcg catgcttttc aaactgttaa acggtgtgtc tctttttaaa	3780
aaatttctat acgaaagtgc ttaaaaaaat catatcaata cttttttgaa aaaaaagct	3840
aatacttaat taatcacgta cgtactaata gaccgcttcg ttttctatgc gcagaagatt	3900
tgttcccaac cccacaaca aacacagcct taacatgctt gcatttaaaa agctataaaa	3960
tttaataaat tataaaatta tagataatat aacatgctta cttagatga cactttacct	4020
gttaagtttt aggagtcggt gtttagattc aaactttttt ttcaaactt ccaacttttc	4080
catcagatca aatgtttggg cacatgcatt cagcaataaa tgtggacaaa aaaaaaccag	4140
ttgtacagtt tgcatgtaaa tcacgagatg aatcttttga gcctaattac gtcatgattt	4200
gacaatgtgg tgctaaagta aatatattact aatgacagat taattaggtt taatagattt	4260
gtctcgagt ttacaggcga aatatataat tttttttgtt attagtttat atttaatact	4320
taaaatgtat gtccataac ttaaaaaaat tttgtaccac gaactaaaca cagccaagtg	4380

gactctaact ctctctctct ctatatatat atatatatat atataagtaat gtgttcgtat	4440
gtcctggata gaaactcatt tcctccgcat agaaaacgga gcggtctatt aatacgtgat	4500
taattaagta ttagctatit ttttcgaaaa taaattaatt taatttttta aataacattt	4560
atatagaaac tttttaaaaa acacgttgat taaccatttg aaaagcgtgc gtgcacgcgg	4620
cgtgaaaaat gaggcagaga tgttgtgaaa aggagtgccg aacacagtca aagcctcagg	4680
tgggtgttgg atccaggagc ttaacttaaa ctttagtccc tatatttaga cactaattta	4740
tagtattaaa tatagactac ttataaaact aattacataa atgaaagcta attcacgaga	4800
caattttttt aagcctaatt aatccataat taaagaatgt ttactgtagc atcacatagg	4860
ctaatcatgg attaattaga cttaatagat tcactctgtg aattagtcca agattataga	4920
tgggctttat taatagtcta cgtttaatat ttataattaa ttttcaatcc aatatgatag	4980
gacttaaaat ttagtcccat ctacagggtc agaggattcg gtcggtctca gggcagtcct	5040
ctccgtataa cgcagcgcgc gatatttttt atgggcataa atagtctgat tgctactgta	5100
gcattttgtt caactaactc cccaatgggc aatggctagt cgtcgagtgt cagtagtcaa	5160
gagtagactc cgcttcgctt cgccgtacct tctctcttct cgttctccta tttcacaat	5220
cacaaccgga ttgctttctt ctttctccg gtctgggtccc caacctccgc ggcagccatg	5280
gttggcgccg agatgcttgt ggccgcggcg gtgagccagg tcgcccggaa gatcaacgac	5340
atcgtggggg tcgcgcaggg cgaggtgaag ctgtgctgca atttcagcga cgatttggag	5400
ggcatcaagg atacccttgt gtacctggaa accttgcctga aaaatgcgga gaataactcc	5460
ttcggaagcg acagggccaa cctgcgccac tggcttggcc agatcaagtc cctggtttac	5520

gatatcgaag ataatcgttga tgggtactac tcttccaagg agcagttcga tgggggcagc	5580
tatgcacaga aggtaacaga atctcattcc tttttcttca tcggtaaaat ttcttcaatt	5640
tcaactcaat tttagaatgc cccgcaaaaa aaaaatcaat tttagaatgg atctacatta	5700
atgagatgta gaggtgtatt actatgggca ggggaagcac cgtgtgtgca tccttagtta	5760
ctgcataggc aataagttat cctttccatt gtccaaaaa attttgaagc aaggaggaaa	5820
agcttgaagc ttagtctttt agttttttct ttttgattat ttgtttattt atctcagtta	5880
tgagattagg agtgtatatg cactcgtgta gcttttgtct gtgtgtggat atagaggctg	5940
gatttctatc cattatctta aataaattgt ccaagaaatt taccagggga aatgcagtta	6000
gatgcaccat tagaattgct tcattgcctg tggaagagtg gaacagctct gagaattgtg	6060
attatgtttt ataatattaa acaatattga ttactagtac tagatttact ctcttttttt	6120
ttccttatga aattccttga tactggtagt agtgagagat aaacctata attacatgcc	6180
acatacctgt agattgtact atacttcaac acccttttgc aaatagtgag agataaacct	6240
aatacttact tacatgccac atcgtcagag cactcaattc tttttgtttt tggtaagcaa	6300
tcagcttttg cctttacata gacaaaaatt gatcgacgaa tattttgaaa aaaaaaacct	6360
ttgtatttat atggaaaaga aaatgcaagg tactttacca aacaattgtg catctatgat	6420
ctatctgcta ttaggggtt gataccggcc ttggttcctt gctgcaccaa ctgttattta	6480
cctatctcca ttttgttct tccagcaaca atagtatcaa aatactaaat gtctttcctg	6540
actaaggcta ccttcataaa tttacagggg tcattattct gctcgtatc caatccaatg	6600
cttctgaaag gtagcatggt ttataagatg aaatccaaga gagagatgct acagcaaagc	6660
caacagttgc ccaatcagta tcatttcctt tcataatatca attcagctgt gcattatttt	6720

gaggagaagc aaacaacatc atacagaaat actgacattg caattgtcgg gagggatgct	6780
gatttggatc atctcatgga tcttttaatg caaacacagc ctgaagagct ttgtattata	6840
cccatagtgg ggccctgtagg ttttggaag acaagccttg cacagttagt tttcaatgat	6900
acaagaacag aggtattcag ctttaggata tgggttcattg tttccatggg taatatcaac	6960
cttgaaaaaa ttgggagaga tatagtttca caaactacag aaaaaattga gggaaatatg	7020
cagctgcagt caatcaagaa tgctgttcag cgtgtgctaa ataaatatag ttgcttgatc	7080
ataatagaca gcctttgggg aaaggatgaa gaagtgaatg aattgaagca gatgttgctt	7140
acaggtagac acacagaaag caagatcata gtgaccactc atagcaataa agtagctaag	7200
ctgatttcca ccgttccact gtacaagttg gcagctttat ctgaggatga ttgtttaaaa	7260
atattctctc aaagggcaat gacaggtecg ggtgaccctg tgttcagga atatggagaa	7320
gaaatcgta gaaggtgtga aggcacacc ttggtagcca attttctcgg ttctgtggtg	7380
aatgctcaac gacaaaggcg tgagatttgg caagctgcaa aggatgaaga aatgtggaag	7440
atagaggaag attatcccca agacaaaatt tcaccactat ttccatcatt caagataata	7500
tattataata tgcccatga gctaagatta tgctttgtat attgttcaat ctccctaaa	7560
ggaactgtta tagaaaagaa gaaacttatt cagcaatgga ttgcattga catgattgag	7620
tccaaacatg gaaccttgcc acttgatgta actgcggaga aatatattga tgaacttaaa	7680
gcaatctatt tccttcaagt tttagagcgg tctcaggtaa gttcatgggt tgctttttac	7740
cttctgtaca tatcctatgt aactagaatg tggttaaata tctccattaa gcatagtagc	7800
ttataccatt gttttatttc taaatttctca ataagtttct gtaagaagat tgacatgat	7860

agaatggcca atagtatat ctcaacaaac aagtaacact gttttctcc acagaatgat	7920
gcagaaagat ccagtgttc tgaggaaatg cttcgcatgc ataacttggc tcatgatctt	7980
gctagatcgg ttgctggta agatatacctt gttattttag atgccgagaa tgagcgcaat	8040
gccagatatt gcaattaccg ttatgcacag gtgtctgctt ctagtttaga gtcaatcgat	8100
cgcaaggcat ggccttccaa ggcaagggtca ctaattttca agaatagtgg tgtggacttt	8160
gagcatgtca gtgaagtctt ttcagtgaac aaatacctgc gtgttttgga tctcagtga	8220
tgttgtgttc aagatatcc atctcctatc tttcagctga aacaattgag atacctcgac	8280
gtttcatctt tatctattac agcactccct ctgcaaatta gtagctttca taagttacaa	8340
atgttggatc tttcagaaac tgaactaaca gagttgccac cctttataag caacttaaaa	8400
ggactgaatt atttgaatct ccaagggtgc cagaaacttc aacgattgaa tagccttcat	8460
ttgttgcatt atctacatta cctaaacttg tcatgctgcc ctgaagttac tagttttcct	8520
gaatctattg aaaatctgac caaactccgt tttctgaatc tttctggatg ctctaagctt	8580
tcaacattac ctatcagatt tttggaatca tttgctagcc tctgttcttt ggtagatctt	8640
aacttaagtg gctttgaatt ccaaatgttg cccgactttt ttggcaacat atattcactt	8700
cagtatttaa atctgtcaaa atgtttgaaa cttgaggtat taccacaatc ttttgccaa	8760
cttgcataac tgaaggcct aaatctttca tattgttctg atcttaaaact gctggaatcc	8820
tttgaatgcc ttacctctct tcggtttttg aatctctcga actgctctag gcttgaatat	8880
ttgccatcat gctttgacaa gcttaataat ttagagcttc tgaatttatc acaatgtctt	8940
ggacttaaag cactacctga atcacttcaa aaccttaaaa atcttcagct tgatgtttct	9000
gggtgtcagg attgtatagt acaatccttt tctctaagta ccagaagttc ccagtcctgc	9060

caacggtcgg agaaagctga gcaggtcaga tcaagaaaca gtgaaatttc agagatcact	9120
tatgaggaac ctgctgagat tgaactttta aagaataatc caagttaaaga ttggcctcc	9180
atctcacacc taaatgagga tagaattgag gacgtgaag ttgtcactga ggtaaactta	9240
cattttatta aagaaataaa aacaatttgc ctagtgttc ctttgaaatt tccttatgtc	9300
aatacttaat ttatcttga tagatttgag ttactggtga ttgagaaagt tgtatgcaa	9360
tttgaaccag tttctcacta ccaactgaaa atgatgacga acggaaactt tattgtagtt	9420
gtgctcgaat tgaagatccc ttttctaag agtgatcta attgggtacc agaacatgaa	9480
tcatactttt ttcagtagtt cttaacattt cgtagagaaa atacatgagt gtctcttcaa	9540
ttaaaaaact ccctagagge cagcaagtta taaatttaaa tgggattctc cttattacct	9600
agatttatgt tttcagaaaa ttttgtaata tcatactaac taattgtcca tgtccttgtt	9660
tcttgatgta gccaaagtca actagaggta tggtaacaac gattccagga aaccagctct	9720
catcgcttc atctcatctt tcttcctttg catcaagctc agcgccattt gcatcctcct	9780
cttcggacac ctcaacaagt gagcatccag tgcctaataga agaggcggca ggtatggtac	9840
ttcaataat tttctccga tttaatcatc tcaagatgag gttcacttct ttatttgaat	9900
ataccattat aaggaaatag atcatgcgcc ctcttgttta aaggaatttg atgtttttt	9960
atattcgctc tcttgagat atacctgtca tccagcagtg gtaaaaagga tagtatatag	10020
ctgacaaata tgttcatata atttccttgi gggtaatttt gatattctct ttctatctta	10080
atacgtgtta tgagcaccgg ctaatgaccg aatgggtat gaatggaaca ccggaggtcg	10140
aggcttttgg cagcctcttc gacgtctggc ccatgatcgg cgacgaaagc aaaagcaggg	10200

gatgagagag tagagaattg gagacgagac tatagattga atcttgcttg gttcattcat	10260
gatttcgtgg cccttaatta ggcttacgat tgaactgaat tagctaataa aaaaggataa	10320
caaagtcctt tciaaatgta agcaatcgga tcactatcgc tcgtccggca tgccgcgtca	10380
gttttcagct cgcgtagatc ccttcgacgc cgcttgacc ggttgctgca tccgcgtagt	10440
tcggtttctt catgtagacg attccgacc ttacattac aactacttg aattctttga	10500
gltgtctaaa ataatttga tagtggtaca tatgtggtta catittctta atggtgacat	10560
atagccaagt tggactaaga ttaattttta ttgtgtgga atgagaaaga gtcaagacag	10620
tttgatacgt agaagtttgc atattcagaa ccttatactg gtttgcttg gtttattttc	10680
ttgacaatgc agctttgaca gttcctcggc ccaaagagaa atgcgacaac actcccatgc	10740
cggtaaaaga tggcctgata tctgaagatg atgcaccggc acatctgcat cagaagcccc	10800
tgcaggcgac agccatggca gccatattac tgacctgtaa tctacaaga aaccaactga	10860
agattcatat gtggactgag tgaaattatg aaagttattg gaataaattg ttgctctgta	10920
tgtgagagca agcttcagtc cgttagcctg gttcctttta gtagtggtct actattggga	10980
gatcttcac aacattttac atgaaacgtg atgtaatgaa cctctgttaa ttgttaattg	11040
tcagagctct agttttttgt ggtataaatt ttgttgcaag ggggcaatgc actcaacttt	11100
tgaatcattt gattggatg gaaatcattg catttggtca gagttcaggc agagttcagt	11160
tcttgcatth gcacatcgta ttactattac ctggccttgt ttggcacatc tccagttcca	11220
gtccacctc tcttagagct ggagctcagc caaacagttt cagctccacc gaaaatggga	11280
gcggagctgg gtggagcact ctaacaaaat gaactagaga ggtggagcta ggttaagctg	11340
ttccacaact ccacttcaga tctaactcct aaagttaaat ttaaaagttg aagctctacc	11400

aaacgagaaa acggacgata tgccactgta taggttgggt tcgaatgaaa tgccactcaa 11460

tacaatgtat cggataaaat gccactcaat acgttgccta ttggatgaaa tgccac 11516

<210> 4
<211> 11403
<212> DNA
<213> Oryza sativa

<400> 4
tctagatata ttacaggcct aaaattcgga tcacatatit aacacgtagt tgtgtagctg 60

tggtaccttc cgttcaggtc cagcagtggc ttctcttgaa cgatactgta cactctagta 120

aaggacaaag aacacgtcaa agctggacac gagatcgaca actgcctgct ggcgggttct 180

tgcaagttgc atgtcgggtg agttgtgatc atcgatctct cggaaggcgg agggaaactat 240

gtctctctct ctctctctct ctctgtttct cgttagaact gaggttaact tctcgaaata 300

atcatttctg aggtctgcagt tgaagaagtt cagtagccac atctaataata tgctacattt 360

taatattata cgaatcttaa aaaaccttag tacgtgatgc aagaccgaat caatataaac 420

acagtgtgtg gcgagcaaag aaccaggctc taccatatcg attggattgt gaaattcgag 480

acgtcgattt tcctctaatt tcaacaaat ttgacacaaa tcgttcgcaa tacttgtgaa 540

agtcctttcc agtcagcaat tctttttttt taaaagttgt gggacccacc tgtcatactc 600

ctccactct tcttccctct tactcttctt ctctctcttc tctctctcac tcttcccttc 660

tctctctcac aggcggcaga caggggacag agcagcgtcg gcagcagcgg caagcggcgg 720

caggggcagg tgacgcgaag tcggcagcgg caggggatga gggtagctg gacgaggatg 780

gtgatggagg agtggaggac gacgacgagg acgacgtctg ggcgctagca gcggcggcta 840

tggcgatag gggcgggcgc acgtcgaacg aacggcggcg gggacggacg gagcttaggg	900
tggcgggatg gggcaggcgc gtgtcggagg ctgctcgggg cgtcgagaga cagaggcggc	960
cgggtggctga ggggtgggga tggcggtag gagaggagga ctcttcctct gccaccgcgc	1020
tcgccccctc cgccgctcgc ctgctcggcg cgctagcctg ctccaacgcc ggtagacacc	1080
aagccgccgc tcgagcccg cccctgcgcc gtccttcctc gccgccgcgc ttgcctcgca	1140
cgcagccaga tgcagacggc aacgcgctag cgcatgggga tggcggcgcg gagcatggtg	1200
tcctccttgg ccatgacggc gacgttgacg cggaggccgt ctggcgggc ccttcctcgg	1260
tagccacgac cgccgccgtg gcggccgaca tggcgaagct cccctccatc gtggtggctg	1320
acggcgcgaa gttccccctc ttctcgcgc cgctactcc atgtccccg cctgccacag	1380
acctacagtg cgtgttcaga gagtgaaga agagagagag gaatagtga ataggagtat	1440
gacaggtggg ctccacattt ttttaataaa taaaatattg gctggactgc cacgcgtacg	1500
ccacgtagac caaaaccgcc gcggattggg tcgaggggat aattcgtcct gtttgcatag	1560
ttgggtgtaa agaattgccg gttttgtggt tcagggggta attcgaacga ccgcgatagt	1620
tgggagggta attcgtactt ttctctattt ttatctaat aaaaattaac ctataataaa	1680
ataattagt atcaaatgtt taaagattta gaatcttaa attcgtgctt attgagtggg	1740
acggagggag tatttttgtt gcaatataca ttaataaata tatgatttta ttaagatatt	1800
tttaggacta taagataaat gttttagtga attcaattta gtacatccat ctactagctc	1860
cacataatct ataatcaatt taataaaca tttatacaat aattacatat aaactaccct	1920
attaatatat aatccacct atcatacgcg cgttgtgtct tagagtccgt gctacagctg	1980
gtacaaaatt tgtagccgcg tgctcctctc tctcttttat cttctcggca tatgtttata	2040

gctagattat aggttttgtt tggtttattg gactaatcca ttagtccttc cattttagtc	2100
ccttttattt ttaaagaatt ggaggtactt atagtttata gttataggga ctaaattggt	2160
agctcatctc ttctctcttg gtccacgtgc ctttagtccc ttttagtctc tggatctaaa	2220
cagtatggga ctaaagtttc cagtacaggg tcatagcggg tatagcttgt tattgtaccc	2280
tctaagattt aaagtttgac tatagcttta tagctttagg cctgatttag tttcccaat	2340
tttttaccga aaatatcaca ttgaatcttt ggacacatgc atagagtgtt aaatatagtt	2400
taaaaaaact aattgcataa ttagagagga atcgcgagac gaatcttttg agcctaatta	2460
gtccatgatt agccataagt gccatagtag cttagatata ctaatgacga attaattagg	2520
ctcaaaagat tcatctcggg gttttcaggc aatttatgaa attagttttt tcattcatgt	2580
caaaaacccg tcgtgatatc cggtaaaca tccaatatga caaaaaaaaa ttttttcgc	2640
taaggctctt atgtaaaacg aacaacacgg tactccctct gtctaaaaaa aaaggcaaac	2700
cacgggtttg cgtgccaacg tttagctgtc cgtcttatat gaaatttttt tataattagt	2760
attttcatta ttgctagatg ataaaacatg atgaatatat tatgcgtgac ttatcttttt	2820
aatttttttc ataatttttt caaataaaac gaatggtaaa atgttagaca cggaaatcgg	2880
gttttttttt ttagacggag ggagtaggta ggagtaccag taataaaaaa gaagaatacg	2940
cgttatagat ttctccacgg agggagaagc gaataaaatc cccgcagca tatggcgtga	3000
cgaattgacg atatacaaat ttccacgggg accagtcttc ctcaatectc tgccttgcac	3060
cttctccatc cagcgataca ataccagaag tccaaaaaac caccggtgcc gtatggccac	3120
agccggcgct gccgttgacc ggcttctacg ccgtctggcc tccggtgctg gccgtctgga	3180

gctgccctcg agcatagacg aggacatggc gcatgtaaag cgaaccctgg cgaggttgca	3240
agatgtgctg ctaaccgtag aagggaataa cttcaagatg ggcgcgagg tgcaggaatg	3300
gatgaggaag atcaagcaga ttgcttacgg cattcaagat ttgctggatg agtttgagga	3360
cagtagcggc accggatccc aaaggaacgg ctccaggatt tcagaggttc ggcttcggca	3420
catccattta tggaggggac aattagaatt accaacttgt cttttctcat tccaaatcag	3480
cattttctca aggaaaaact gttttcttta ataaaaaaaa aggggaaaaat gggtttcttt	3540
agtgaagtat ttcttatgcc agtgccttg gatgccacaa taatcttttt gtagttctgt	3600
aaaaatatga tgattatata ttgttaaatg cccttcgagt gaccatttta gattattatt	3660
tgcaggaac gctatcgtg tgcgcagctc catTTTTctg ccattcttagt agatcacaaa	3720
gaataagggt actgaaaaga aagttagatc aatcaacaaa agatacttct gtatttagtt	3780
tactgcagca cagcttatcc aatcttgaca aatccaatga gcaagaagtt ctgttacata	3840
gaactgaaat cattggaagg gatactgaca aagaaaatat aaaaaatcta ttgttacaaa	3900
atgatgtgga taaattaccc atcattccga tagttggcct tgcggggctg ggaaaaacgg	3960
ctgtagcaaa attgattttc catgaacagg gagaagggtg gaattttgat cagcgcatat	4020
gggtccattt ggacaagaaa ttggatctta acaaaattgc taacagtatt atctcacaag	4080
ttaaccaatc agtagatacc acaaagaatc aaattcagaa caacttacag tttaaaagga	4140
attgtcttca agaagttctt tgtgaccaa gcagtttgat agtattggat gacttattta	4200
gcacagagga aaaccagatt gcagagttga aggaaatgtt gaggggtaca aagaaggga	4260
ccaagatcat tgtgactact tccagtgaat tatctgcaga gctaatacac acagttccac	4320
catacaagtt gggcccttta tctgaagggt actgttcaac aatatTTTgt caaagagcat	4380

ttggtgatgg acatgaaaac agcagcctca ctgaaattgc gaagcaaatt gtgaaaaggt	4440
gtgaaggcat accggctgta gcttattctc ttggttcatt ggcticgtaac aagaataagg	4500
aggcctgggtt atatgcaaga gacaaagaaa tatgggaatt accaacatta tttcctaag	4560
ggtttgaatt acttgcacg ttcagtgaat tgtatatatg tatgccctcg gctttaaat	4620
catgctttgc atacttatca accataccca aaggaacaat aattgatagg gagaaactta	4680
ttgaacagtg gatagcactt gacatgggtg ggtcgaagca tgggacctta cctgcttatg	4740
tgcaaggaga gatgttcac cagcaacttc tatcgatata ttttcttcaa gtccgaaaca	4800
agccctctgt aagtgtctca atatattgag ccaaaacctt ggctatgttt cgagatagt	4860
ctaataataa ttggcatgaa tagtaataat atatttttct gtcccttaaa atagttttt	4920
ttttctatta ctgtcattca tgtgactcat tttgttttt agtatgataa aatgctatat	4980
attctcaaaa gacaagaaaa actatataat gttcataaat atttgtttt tttctgtgat	5040
atatctgcct gagtcttgag gtatatatgt cggctaagat agaaagtgg agctgaatag	5100
ctgatacagc gtgaaataag ggaggtagaa agcagaagct ggtataaatg tactattgat	5160
ttctagccat taactgtacc acgaaaagaa aattcatcat atataatgga ctcatgatg	5220
ttgttactg tgtatatttc ttttggatta cacatttcat gcatggtttt gtgggattat	5280
acaaaatcgc aagactgata agtaacccaa attcgaacaa ggtggttgggt ttgaagcaaa	5340
tcaatgtgta acaaagtttt tcttttttca ggccaccaga atcagagaca ccaatcaatc	5400
taaggaactc cgtatccata acttggcca tgactttgca atgtatgttg cccgtgatga	5460
tctcataatt ctggatggtg gagagaaggc cagtagcctt agaaaaaaca tccatgtctt	5520

ctatggagtt gtgaacaatg atattggaca atcagcactc cggaaaggtc tgctcagcag	5580
tgcaagggca gtacacttca agaactgtaa gtcagaaaag cttctttag taggcattctc	5640
agtactgaat catttgcgtg tcttggatct tagtgggtgt tgtatttag aattaccgga	5700
tttcattacc aatttgaggc atctgagata cctggatgtt tcatattcaa ggattctgtc	5760
attgtcaacc cagctaacta gtttgagtaa tctggaggta ttggatcttt cagaaacttc	5820
tcttgagttg ttaccatctt caattggctc atttgaaaa ttaaaatact tgaatctaca	5880
aggatgtgat aaacttgtaa acttgcccc atttgtctgt gatctcaaga ggctagagaa	5940
tctcaaccta tcatactgtt atggaatcac tatgtaccc ccaaacttat ggaaacttca	6000
tgaacttga attttgacc tctctagttg cacagatctt caagaaatgc catatttatt	6060
tggttaacta gcaagcttag aaaactctaaa catgtcgaat tgctccaagc ttgaacaact	6120
accagaatct ctgtgtgac tttgttacct acgatcttt aacctatcag gttgttctgg	6180
gcttaagatg ctgccagaat ctctgaaaaa tcttacaat ttagagtata ttaatttgc	6240
aaatatggg gagagtatcg atttcaatca gatacaaca ctacggcaca ttctcaagaa	6300
aacatttttt tctggagata ttggaggagg tgaactcaa acatgtgaac acgctgctga	6360
ttctgcagac agtaagaagg taatcttatc acatacatgg ttctgcaact aacagaatg	6420
tagttaggt tttttctgtt tttttcttt tgatatttg atttgtgac tgatctactg	6480
tgtatacttt taccaatcaa ccatgtccac actaaaatag gtacttcaa ctccttcaga	6540
aaactgttta tgtaaagaga cctagaccaa aagaataaca tggtttaagt ttctctgcag	6600
atcacatcat ccatgcatgc agaacatatg aatgatctg acttgcata gtgatctca	6660
ggcaaaatc atcttttcaa aatatcacgt gtttcatggt tatagtgcga aaagaccatc	6720

tttctaattt gcctagcttt cactaacatg aattattttg cagaagacac ttttcgtttt	6780
tatttcaatt tgcttgcctat cactatcatg aattattttg catatattga tttaaagctt	6840
tttttttttt gccaacatac aactagagaa cataattaca tgtaaaagat attgaagagg	6900
cagtatttag attgtcatgt acttgtttgg tatttattga ggaataataa taaaaaatgt	6960
tggtttaatt gaggtacttt tttattcgag atttgaggta tttttaatt cattatttcc	7020
atctctactc taacttagat ttcatgaaaa ttattttcag gaaattacaa tggatttttc	7080
tgcaaatttg catggaaata ttactttgcc acccaagtgc tcaactggta catttgcttg	7140
agttgtttat ataaacaatt tttctttcga tacatttttc ataataaata tacgaaattg	7200
cattcaagtc gtgttaattg tctattaatt ttgtgccacc aaggaataat gaatatattg	7260
aaacttccta tgtaatttta gttgagtgtt tttattgtgt tctagtcttc atggagctct	7320
ttgggcatgt tccatgaatt tatagatgia tcatcatata aataatatga ctgcaatccc	7380
tttattgcat aatatagtct ggaactaagc ttaggttggtg tttttacttg aagttgggaa	7440
ctaatccctc tctatcacia aacaaaacga ctcattagca catgattaat taagtattag	7500
atattttttt tgaaaaatag attaatataa tttattaaag caactttcgt atagaatttt	7560
tttgcaaaaa aaaaacacat catatagtaa ttgaaaaac gttttcacag aaaacgaggg	7620
agatgagtcg ggatcttcca ccaaagaact cagccttgta aattttgtta tataatattg	7680
tattctttgc aaacatcgta tcatatcagt gctctccata tctttatat atatataaaa	7740
tgtagtgaat tatgttgttt cataacataa atccattgcg gactatcttt gatactacct	7800
ccgtttcagg ttataagacg ttttgacttt agttaaagtc aaactactct aactttgact	7860

aactgtatag aaaaaatagt aatatttaca acaccagcat agtttcatta aatctataat	7920
tgaataaatt ttcataatat attagtcttg ggtaaaaaat atgactactt ttttctacaa	7980
aattagttaa acttagagtt gtttgacttt gacaaaagtc aaaacgtcta taccctgaac	8040
cggaggggag tattagagtt gatgagaaga ttaaaaaata aggggtcaca tagtaccact	8100
agtcttaatg ggggtttaca tacacacatt atgcgaacta tataaccatta tatctacaca	8160
cacacacaca caaacacaaa agaagttttt atctccaact tctttttttt tttgcgggga	8220
aaggaaatat attattagaa tttactaact gtagcccata cagaaaatca ttattctgta	8280
attacgtacc gatgtgcaaa ttctaataaa tatctataca tcttcttttg caactagcag	8340
aagagaaatc tggtgaaaac tctgaacgat tcctatcagc tgcagttagg gaggattcaa	8400
gcagcactga tgtttctaca tatgtcaagc cggtggtgtc ctcaattatt ggagtgtgc	8460
gcagaccgac taggttggat gtgccagctg gcgcgatggc ttctcaggtt ggcctggccc	8520
agatgccatc tagcaacaat ggtaaggctg gaccgcatcc aacaatggct gcagctcaga	8580
ccccggagat tgatcaacct gtgcataaaa ggggccggtg ggatgatata atagactact	8640
cccgctctcc caactcaaaa cctgccagga gtgcatctct tgtgcagtcg accgatctgt	8700
cgacaccaaa gaaaagtat aaaaaattc actcaatgcc ggtggtctat tcgtcaattc	8760
caaaaggag ttccggagga acatacttga tgccagcaaa ggctatcgct tcttctaca	8820
ggaggtatag cccacagaga tgggaacagc acattggtta tcaaggaacg gtgcgttcat	8880
tgtaattatt ccagaatata tatatgtgac ttgatata tctccatttg attggaacac	8940
aggagtaata tatagctggt tttgcatttc ttacctggcc aggatgaaga tgaactgatg	9000
gtcgtgccac catttggtga gtgggatcag tccccacat tacgaaaac tgactttcgg	9060

tatgagaagg tcttcgctaa actcaccgaa gagaagatgt ctgggtcaaag gcagaaaccg	9120
caacaggtat gaacaaactg ccaccaaaca gaacgtaaat aggcatgctc tgctgtttgc	9180
cagaattaaa tticattgac tgctattgaa catatatata cttagtgcata atcaccaatt	9240
tgtgacatat aaaggtctca actatcaata aaaaaatcat gcaggctaac aatacaaaaa	9300
aaaaaggaga aaaaatgaaa aaaaaattgg taaccaaata tatagaggct gacattatca	9360
gttctacca atcagtgatc ttgaaagaca caaaaccagt gccggagctt catggagatc	9420
aaagtgggtt ctggccccct ccaactccat gcaaattata ctatatgtat gtttatgttc	9480
ataaatacta ttcattagcc atctttcacg ttgattgaca taaaactcat gttaatggcc	9540
ccctcttaat agtttgtgaa gctgcgcata aaatcatctt gacaaatttt tggtacaac	9600
tggaagtgc taattatcaa tactgaacgt tctgaacaaa tcaaccattt atagacaatg	9660
caagagcaaa aaagaaatta gtataccac aatataattt gttgtaccct atctgagatt	9720
ctaggtgtc tatttgtaat ctgtttgtta ccaatcagtg aaatttagtc gtcctaaaca	9780
tcaaataaat ttataaattt ataaaaata atttatgaac tggggaagta tatgttcaat	9840
tactctgcaa cgttatatat tggtatacta taaatcacc atgatcaatg gcaataccct	9900
tctcttcttc ccagataac ttggttaactt taatatgttt attcttggtt tttttcgac	9960
aatactccct cgtcccccc aaaaaaaaaa actcaattcc ttggtttccg tatctaactg	10020
ttgaccgtcc gtcttatttg aaaaaattat gaaaaaatt aaaaagataa gtcatgcata	10080
aaatatattt catgttttat catctaaca taataaaaat acaatttata aaaaaatttt	10140
atataagacg gatgggtcaa tggttagacgc agaaatccaa gaattgagtc ttttttggga	10200

tggataatac aagggtatit gactitititag ttgtaatgtt tgaccactcg tcttattcaa	10260
aaaatttgtg caaatataaa aaacgaaaaa ttgtgcttaa agtatititgg ataataaagt	10320
aagccacaaa taaaataaat aatagticta atitititita ataagacgaa tggicaaaca	10380
gtgcaaaca aaagtcaaaa tccctacatt atititititg agacaaaaat ccctacatta	10440
taggacggag ggagtagcta gatatacaga gatctatcca tatctagact ttagagtcgt	10500
gcgtacgaac atacctitit cccgatggta atcgaattcg aatcgtagtc cagtacacta	10560
ctcctacctt tatititccgg tttcgcgggc ttcctitcca gtatcgggca tctacagggt	10620
ggtggtggtc agttactcac tcggtcagat cagggcgtct ctatttgctc cgtcatgaaa	10680
aaaaaattat atititctit gtgtgtgtt tctgatcagg tgacactgcg attgtcctct	10740
tgcagagaaa accacggaat gagcgatttg gcgcgggtgtg gcatgccgaa ctctgcaaa	10800
aaagatgaac taactcaacg aaggcagcga taacggcggc ggtcgctcac tctctcaat	10860
aattgagcaa ccggcttccg ttgtititit tttctcgtat ttttaataat tttattctit	10920
tattgaaatg ggggttgggc acagcgcgcg atgtacttgt gcgccacaca ctggaatttg	10980
atcacggtcg atcttctatg tcggtacgag aatccacgga tgaagattaa atacaagcac	11040
gaaaaaaaag agagtattag ctaatgatta attaaatit aattatttaa aacttgaaag	11100
atgtatttat ttgatatit aaagcaactc tgtititgca cgaaatatat cgtttagcag	11160
tttgaaaaac atactaacgg aaactaaggt agaatatgta tcttaatcag aaaaagaata	11220
gattttataa aaccttacat tttatggtgc ttgaaaaac cacacatatt ataactcgtg	11280
atacataact acaagtitat agtctaaatg tttcacaaga gccacctit atttaaattt	11340
ccattgattt cagcatact gaaatgatat tttttataag tagtgaatag ttaaaccgat	11400

aac	11403
<210> 5	
<211> 3078	
<212> DNA	
<213> Oryza sativa	
<400> 5	
atggttggcg ccgagatgct tgttgccgcg gcggtgagcc aggtcgcccg gaagatcaac	60
gacatcgtgg gggtcgcgca gggcgaggct aagctgtgct gcaatttcag cgacgatttg	120
gagggcatac aggataccct tgtgtacctg gaaaccttgc tgaaaaatgc ggagaataac	180
tccttcggaa gcgacagggc caacctgcgc cactggcttg gccagatcaa gtccttggt	240
tacgatatcg aagatatcgt tgatgggtac tactcttcca aggagcagtt cgatgggggc	300
agctatgcac agaaggggtc attattctgc tcgctatcca atccaatgct tctgaaaggt	360
agcatggttt ataagatgaa atccaagaga gagatgctac agcaaagcca acagttgccc	420
aatcagtatc atttctttc atatatcaat tcagctgtgc attattttga ggagaagcaa	480
acaacatcat acagaaatac tgacattgca attgtcggga gggatgctga ttggatcat	540
ctcatggatc tttaaatgca aaacagcgct gaagagcttt gtattatacc catagttggg	600
cctgtagggt ttggaaagac aagccttgca cagttagttt tcaatgatac aagaacagag	660
gtattcagct ttaggatatg ggttcattgt tccatgggta atatcaacct tgaaaaaatt	720
gggagagata tagtttcaca aactacagaa aaaattgagg gaaatatgca gctgcagtca	780
atcaagaatg ctgttcagcg tgtgtctaat aaatatagtt gcttgatcat aatagacagc	840
ctttggggaa aggatgaaga agtgaatgaa ttgaagcaga tgttgcttac aggtagacac	900

acagaaagca agatcatagt gaccactcat agcaataaag tagctaagct gatttccacc	960
gttccactgt acaagttggc agctttatct gaggatgatt gtttaaaaat attctctcaa	1020
agggcaatga caggtcggg tgacccgttg ttcaggaat atggagaaga aatcgtaga	1080
aggtgtgaag gcacaccctt ggtagccaat tttctcgggt ctgtggtgaa tgctcaacga	1140
caaaggcgtg agatttggca agctgcaaag gatgaagaaa tgtggaagat agaggaagat	1200
tatccccaag acaaaatttc accactatit ccatcattca agataatata ttataatatg	1260
ccccatgagc taagattatg ctttgtatat tgttcaatct tccctaaagg aactgttata	1320
gaaaagaaga aacttattca gcaatggatt gcacttgaca tgattgagtc caaacatgga	1380
accttgccac ttgatgtaac tgccgagaaa tatattgatg aacttaaagc aatctatttc	1440
cttcaagttt tagagcggtc tcagaatgat gcagaaagat ccagtgttc tgaggaaatg	1500
cttcgatgc ataacttggc tcatgatctt gctagatcgg ttgctggtga agatactctt	1560
gttattttag atgccgagaa tgagcgcaat gccagatatt gcaattaccg ttatgcacag	1620
gtgtctgctt ctagttaga gtcaatgat cgcaaggcat ggccttccaa ggcaaggtca	1680
ctaattttca agaatagtg tgtaggacttt gagcatgtca gtgaagttct ttcagtgaac	1740
aaatactgc gtgttttga tctcagtga ttgtgtgttc aagatattcc atctcctatc	1800
tttcagctga acaattgag atacctgac gtttcatctt tatctattac agcactccct	1860
ctgcaaatta gtagctttca taagttacaa atgttgatc tttcagaaac tgaactaaca	1920
gagttgccac cttttataag caacttaaaa ggactgaatt atttgaatct ccaaggttgc	1980
cagaaacttc aacgattgaa tagccttcat ttgttgcatg atctacatta cctaaacttg	2040
tcatgtgcc ctgaagttac tagttttcct gaatctattg aaaatctgac caaactccgt	2100

ttcttgaatc tttctggatg ctctaagctt tcaacattac ctatcagatt ttggaatca	2160
tttgctagcc tcgtttcttt ggtagatctt aacttaagtg gctttgaatt ccaaagtgtg	2220
cccgaacttt ttggcaacat atattcactt cagtatttaa atctgtcaaa atgtttgaaa	2280
cttgaggat taccacaatc ttttggccaa ctgcatatc tgaaaagcct aaatctttca	2340
tattgttctg atcttaaaact gctggaatcc ttggaatgcc ttacctctct tcggtttttg	2400
aatctctcga actgctctag gcttgaatat ttgccatcat gctttgacaa gcttaataat	2460
ttagagtctc tgaatttacc acaatgtctt ggacttaaag cactacctga atcacttcaa	2520
aaccttaaaa atcttcagct tgatgtttct ggggtgcagg attgtatagt acaatccttt	2580
tctctaagta ccagaagttc ccagtcctgc caacggtcgg agaaagctga gcaggtcaga	2640
tcaagaaaca gtgaaatttc agagatcact tatgaggaac ctgctgagat tgaactttta	2700
aagaataatc caagtaaaga tttggcctcc atctcacacc taaatgagga tagaattgag	2760
gagcctgaag ttgtcactga gccaaagtgc actagaggta tggtaacaaca gattccagga	2820
aaccagctct catgccttc atctcatctt tcttcctttg catcaagctc agcgccattt	2880
gcacctcctt cttcggacac ctcaacaagt gagcatccag tgcctaataga agaggcggca	2940
gctttgacag ttctcgggtc caaagagaaa tgcgacaaca ctcccatgcc ggtaaaagat	3000
ggcctgatat ctgaagatga tgcaccggta catctgcac agaagcccct gcaggcgaca	3060
gccatggcag ccatatga	3078

<210> 6
 <211> 3192
 <212> DNA
 <213> Oryza sativa

<400> 6
atggccacag cggcgctgc cgttgaccgg ctctacgcc gtctggcctc cggctgctggc 60

cgtctggagc tgcctcgag catagacgag gacatggcgc atgtaaagcg aaccctggcg 120

aggttgcaag atgtgctgct aaccgtagaa gggaaatact tcaagatggg cgcggaggtg 180

caggaatgga tgaggaagat caagcagatt gcttacggca ttcaagattt gctggatgag 240

tttgaggaca gtagcggcac cggatcccaa aggaacggct ccaggatttc agagggaacg 300

ctatcgtgtt cgtcagctcc atttttctgc catcttagta gatcacaag aataagggtg 360

ctgaaaagaa agttagatca atcaacaaaa gatacttctg tatttagttt actgcagcac 420

agcttatcca atcttgacaa atccaatgag caagaagttc tgttacatag aactgaaatc 480

attggaaggg atactgacaa agaaaatata aaaaatctat tgttacaaaa tgatgtggat 540

aaattaccca tcattccgat agttggcctt gcggggctgg gaaaaacggc ttagcaaaaa 600

ttgattttcc atgaacaggg agaagggtgg aattttgatc agcgcatatg ggtccatttg 660

gacaagaaat tggatcttaa caaatgtct aacagtatta tctcacaagt taaccaatca 720

glagatacca caaagaatca aattcagaac aacttacagt ttaaaaggaa ttgtcttcaa 780

gaagttcttt gtgaccaaag cagtttgata gtattggatg acttatttag cacagaggaa 840

aaccagattg cagagttgaa ggaaatgttg aggggtacaa agaagggaac caagatcatt 900

gtgactactt ccagtgaat atctgcagag ctaatacaca cagttccacc atacaagttg 960

ggccctttat ctgaaggta ctgttcaaca atattttgtc aaagagcatt tggatgagga 1020

catgaaaaca gcagcctcac tgaaattgcg aagcaaattg tgaaaagggtg tgaaggcata 1080

ccggctgtag cttattctct tggttcattg gttcgtaaca agaataagga ggcctggta	1140
tatgcaagag acaagaaat atgggaatta ccaacattat ttctaattgg gtttgaatta	1200
cttgcatcgt tcagtgaat gtatatatgt atgccctcgg ctttaaaatc atgctttgca	1260
tacttatcaa ccataccaa aggaacaata attgataggg agaaacttat tgaacagtgg	1320
atagcacttg acatggttgg gtcgaagcat gggaccttac ctgcttatgt gcaaggagag	1380
atgttcatcc agcaacttct atcgatatct tttcttcaag tccgaaaca gacctctgcc	1440
accagaatca gagacaccaa tcaatctaag gaactccgta tccataactt ggtccatgac	1500
tttgcaatgt atgttggccg tgatgatctc ataattctgg atggtggaga gaaggccagt	1560
agccttagaa aaaacatcca tgtcttctat ggagttgtga acaatgatat tggacaatca	1620
gcactccgga aaggctctgt cagcagtga agggcagtac acttcaagaa ctgtaagtca	1680
gaaaagcttc tttagaggc attctcagta ctgaatcatt tgcgtgtctt ggatcttagt	1740
ggttgttgta tttagaatt accggatttc attaccaatt tgaggcatct gagatactg	1800
gatgtttcat attcaaggat tctgtcattg tcaaccagc taactagttt gagtaatctg	1860
gaggtattgg atctttcaga aacttctctt gagttgttac catcttcaat tggctcattt	1920
gaaaaattaa aactttgaa tctacaagga tgtgataaac ttgtaaactt gccccattt	1980
gtctgtgatc tcaagaggct agagaatctc aacctatcat actgttatgg aatcactatg	2040
ctaccccaa atctatggaa acttcatgaa cttcgaattt tggacctctc tagttgcaca	2100
gatcttcaag aaatgccata tttatttggg aacttagcaa gcttagaaaa tctaaacatg	2160
tcgaaatgct ccaagcttga acaactacca gaatctcttg gtgatctttg ttacctacga	2220
tcctttaacc tatcaggttg ttctgggctt aagatgtgc cagaatctct gaaaaatctt	2280

acaaatttag agtatattaa ttgtcaaatt attggggaga gtatcgattt caatcagata	2340
caacaactac ggcacattct caagaaaaca ttttttctg gagatattgg agggagtga	2400
ctccaaacat gtgaacacgc tgctgattct gcagacagta agaaggaaat tacaatggat	2460
ttttctgcaa atttgcattg aaatattact ttgccacca agtgctcaac tgaagagaaa	2520
tctggtgaaa actctgaacg attcctatca gctgcagtta gggaggattc aagcagcact	2580
gatgtttcta catatgtcaa gccggtgggt tcctcactta ttggagtgtc gcgcagaccg	2640
actaggttgg atgtgccagc tggcgcgatg gcttctcagg ttggcctggc ccagatgcca	2700
tctagcaaca atggtaaggc tggaccgat ccaacaatgg ctgcagctca gaccccgag	2760
attgatcaac ctgtcataa aagggtccgg tgggatgata taatagacta ctcccgctct	2820
cccaactcaa aacctgccag gagtgcattc cttgtgcagt cgaccgatct gtcgacacca	2880
aagaaaagtt ataaaaaaat tcactcaatg ccggtggtct attcgtcaat tccaaaaggg	2940
agttccggag gaacatactt gatgccagca aaggctatcg cttcttcta caggaggtat	3000
agcccacaga gatgggaaca gcacattggt tatcaaggaa cggatgaaga tgaactgatg	3060
gtcgtgccac catttgggtga gtgggatcag tccccacat tacgaaaatc tgactttcgg	3120
tatgagaagg tcttcgctaa actcaccgaa gagaagatgt ctgggtcaaag gcagaaaccg	3180
caacaggtat ga	3192

<210> 7
 <211> 24
 <212> DNA
 <213> Artificial Sequence

<220>

<223> Forward primer

<400> 7

gtattacctg aaatcctagt ggtg

24

<210> 8

<211> 24

<212> DNA

<213> Artificial Sequence

<220>

<223> Reverse primer

<400> 8

aggaactacg gtattacaag gatc

24

<210> 9

<211> 24

<212> DNA

<213> Artificial Sequence

<220>

<223> Forward primer

<400> 9

gatatggttg aaaagctaat ctca

24

<210> 10

<211> 24

<212> DNA

<213> Artificial Sequence

<220>

<223> Reverse primer

<400> 10

atcattgtcc ttcatattca gagt

24

<210> 11
 <211> 24
 <212> DNA
 <213> Artificial Sequence

<220>
 <223> Forward primer

<400> 11
 aagtgagcat ccagtccta atga 24

<210> 12
 <211> 24
 <212> DNA
 <213> Artificial Sequence

<220>
 <223> Reverse primer

<400> 12
 agccggtgct cataacacgt atta 24

<210> 13
 <211> 24
 <212> DNA
 <213> Artificial Sequence

<220>
 <223> Pi5-1 ter1 primer

<400> 13
 gtccaaagag aaatgcgaca acac 24

<210> 14
 <211> 32
 <212> DNA
 <213> Artificial Sequence

<220>
 <223> Pi5-1 ter2 primer

<400> 14
cgctcgaggt ggcatttcac ccaataggca ac 32

<210> 15
<211> 23
<212> DNA
<213> Artificial Sequence

<220>
<223> JJ113-T32 primer

<400> 15
gatgatgtga tctgcagaga aac 23

<210> 16
<211> 23
<212> DNA
<213> Artificial Sequence

<220>
<223> JJ719-I41 primer

<400> 16
agcctcactg aaattgcgaa gca 23