

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **201390034** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2013.09.30**

(51) Int. Cl. *A01H 5/00* (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
**2011.08.02**

---

(54) **МУТАНТНЫЕ ГЕНЫ ПРОТОПОРФИРИНОГЕН IX ОКСИДАЗЫ (PPX)**

---

(31) **61/370,436**

(32) **2010.08.03**

(33) **US**

(86) **PCT/US2011/046330**

(87) **WO 2012/018862 2012.02.09**

(88) **2012.05.31**

(71) Заявитель:

**СИБАС ЮС ЛЛС (US); СИБАС  
ЮРОП Б.В. (NL)**

(72) Изобретатель:

**Гокал Грегори Ф.В., Битем Питер Р.,  
Де Шопке Аура, Дамм Сара, Пирс  
Джеймс, Шопке Кристиан, Волкер  
Кейт А. (US)**

(74) Представитель:

**Нилова М.И. (RU)**

(57) Предложены композиции и способы, относящиеся к генным и/или белковым мутациям трансгенных или нетрансгенных растений. Согласно некоторым вариантам реализации настоящее изобретение относится к мутациям гена протопорфириногена IX (PPX). Согласно некоторым вариантам реализации настоящее изобретение относится к устойчивым к гербицидам растениям.

**201390034**  
**A1**

**201390034**

**A1**

## **МУТАНТНЫЕ ГЕНЫ ПРОТОПОРФИРИНОГЕН IX ОКСИДАЗЫ (PPX)**

### **ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ**

**[0001]** Настоящее изобретение относится по меньшей мере отчасти к мутациям генов и/или белков растений.

### **УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ**

**[0002]** Следующее описание приведено исключительно для облегчения понимания настоящего изобретения и не предназначено для описания или представления известного уровня техники.

**[0003]** Известны примеры некоторых мутаций в генах PPX растений. Например, в патенте США №5767373 описаны «эукариотические последовательности ДНК, кодирующие нативную протопорфириноген оксидазу (протокс) или модифицированные формы указанного фермента, толерантные к гербицидам»; в патенте США №6282837 описаны «эукариотические последовательности ДНК, кодирующие нативную протопорфириноген оксидазу (протокс) или модифицированные формы указанного фермента, толерантные к гербицидам и способ контролирования сорных растений с применением растений с измененной активностью протокса, придающей толерантность к гербицидам»; в патенте США №6308458 описаны «способы контролирования роста нежелательной растительности, включающий применение эффективного количества протокс-ингибирующего гербицида к популяции трансгенных растений или семян растений, трансформированных последовательностью ДНК, кодирующей модифицированный протокс-фермент, толерантный к протокс-ингибирующему гербициду, или к локусу, где культивируется популяция указанных трансгенных растений или семян растений»; в патенте США №6905852 описана «протопорфириноген оксидаза, толерантная к фотообесцвечивающему гербициду и его производным, содержащая полипептид с аминокислотной последовательностью, представленной SEQ ID No. 2 [белок PPX] или мутантные пептиды, полученные из последней путем делеции, добавления, замены и т.д. одной или более аминокислоты вышеуказанной аминокислотной последовательности и обладающие активностью, по существу эквивалентной таковой протопорфириноген

оксидазы»; в патенте США № описаны «способы придания устойчивости к протопорфириноген ингибирующим гербицидам сельскохозяйственным растениям. Устойчивость придают посредством генной инженерии указанных растений для экспрессирования ими клонированной ДНК, кодирующей протопорфириноген оксидазу, устойчивую к порфириновым гербицидам»; в опубликованной заявке на патент США №20020086395 описан «способ оценки способности соединения ингибировать активность протопорфириноген оксидазы, который включает этапы: (1) культивирования трансформанта, экспрессирующего ген протопорфириноген оксидазы, присутствующий во фрагменте ДНК, в среде, по существу не содержащей протогемных соединений в каждой сравнительной системе в присутствии и в отсутствие тестируемого соединения для оценки скорости роста указанного трансформанта при каждом условии; указанный трансформант происходит из хозяйской клетки с недостаточной способностью к росту на основе активности протопорфириноген оксидазы, трансформированной фрагментом ДНК, в котором промотор, способный функционировать в указанной хозяйской клетке, и ген протопорфириноген оксидазы функционально связаны, и (2) определения способности указанного соединения ингибировать активность протопорфириноген оксидазы путем сравнения скоростей роста; и т.п.»; у Patzoldt WL, et al., PNAS USA 103:12329-34 (2006) описано «делеция 3 п.о., соответствующих кодону G210» PPX; и у Li X, et al., Plant Physiology 133:736-47 (2003) описано «выделение растительных генов протопорфириноген оксидазы (PPO) и выделение устойчивых к гербицидам мутантов». Термины PPO и PPX используются в настоящей заявке взаимозаменяемо.

### **КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

**[0004]** Настоящее изобретение относится по меньшей мере отчасти к способам и композициям в области мутаций генов и белков растений. Согласно некоторым аспектам вариантам реализации настоящее изобретение также может относиться к композициям и способам получения устойчивых к гербицидам растений. Способы и композиции, раскрытые в настоящем описании, относятся по меньшей мере отчасти к мутациям гена протопорфириноген IX оксидазы (PPX).

**[0005]** Согласно одному аспекту предложено(а) растение или растительная клетка, содержащее(ая) мутантный ген PPX. Согласно некоторым вариантам реализации указанный мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX. Согласно некоторым

вариантам реализации растение, содержащее растительную клетку, которая содержит мутантный ген PPX, может быть устойчиво к гербицидам; например, устойчиво к Ингибирующему PPX гербициду. Согласно некоторым вариантам реализации указанное растение или указанная растительная клетка являются нетрансгенными. Согласно некоторым вариантам реализации указанное растение или указанная растительная клетка являются трансгенными. В настоящем изобретении также предложены рекомбинантные векторы, содержащие такие мутантные гены PPX, а также трансгенные растения, содержащие такие мутантные гены PPX.

**[0006]** В настоящей заявке термин «ген PPX» относится к последовательности ДНК, способной производить полипептид PPX, обладающий аминокислотной гомологией и/или идентичностью с последовательностью аминокислот SEQ ID NO: 1, и/или кодирует белок, проявляющий активность PPX. Согласно некоторым вариантам реализации указанный ген PPX на 70%; 75%; 80%; 85%; 90%; 95%; 96%; 97%; 98%; 99%; или на 100% идентичен конкретному гену PPX; например, митохондриальным генам PPX Рассет Бербанк, например, StmPPX1 или StmPPX2; или, например, пластидному гену PPX Рассет Бербанк, например, StcPPX1. Согласно некоторым вариантам реализации указанный ген PPX на 60%; 70%; 75%; 80%; 85%; 90%; 95%; 96%; 97%; 98%; 99%; или на 100% идентичен последовательности, выбранной из последовательностей на Фиг. 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 41 43 и 45. Согласно некоторым вариантам реализации ген PPX представляет собой митохондриальный ген PPX; например, StmPPX1 или StmPPX2. Согласно некоторым вариантам реализации ген PPX представляет собой пластидный ген PPX; например, StcPPX1. Согласно некоторым вариантам реализации ген PPX представляет собой аллель митохондриального гена PPX; например, StmPPX2.1 или StmPPX2.2. Согласно некоторым вариантам реализации ген PPX представляет собой аллель пластидного гена PPX; например, StcPPX1 или StcPPX1.1. У некоторых растений, таких как посконник коноплевый, белковый продукт одного гена PPX является и митохондриальным и пластидным согласно описанию у Patzoldt WL, *et al.*, PNAS USA 103:12329-34 (2006).

**[0007]** В настоящей заявке термин «мутация» относится к изменению по меньшей мере одного нуклеотида в последовательности нуклеиновой кислоты и/или изменению одиночной аминокислоты в полипептиде по сравнению с нормальной последовательностью, или последовательностью дикого типа, или эталонной



последовательностью, например, SEQ ID NO: 1 или SEQ ID NO: 2. Согласно некоторым вариантам реализации мутация относится к изменению по меньшей мере одного нуклеотида в последовательности нуклеиновой кислоты и/или изменению одной аминокислоты в полипептиде по сравнению с нуклеотидной или аминокислотной последовательностью белка PPX, не устойчивого к гербицидам. Согласно некоторым вариантам реализации мутация может включать замену, делецию, инверсию или вставку. Согласно некоторым вариантам реализации замена, делеция, вставка или инверсия может включать изменение по 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 или 24 нуклеотидам. Согласно некоторым вариантам реализации замена, делеция, вставка или инверсия может включать изменение по 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 или 8 положениям аминокислот. Термин «нуклеиновая кислота» или «последовательность нуклеиновой кислоты» относится к олигонуклеотиду, нуклеотиду или полинуклеотиду, и их фрагментам или частям, которые могут быть одноцепочечными либо двуцепочечными, и представлять смысловую или антисмысловую нить. Нуклеиновая кислота может включать ДНК или РНК, и может быть природного или синтетического происхождения. Например, нуклеиновая кислота может включать мРНК или кДНК. Нуклеиновая кислота может включать нуклеиновую кислоту, которая была амплифицирована (*например*, с применением полимеразной цепной реакции). Для указания мутации, приводящей к замене нуклеотида дикого типа NTwt в положении ### в нуклеиновой кислоте мутантным NTmut, используют выражение «NTwt###NTmut». Однобуквенный код для обозначения нуклеотидов соответствует описанному в «Руководстве по порядку патентной экспертизы патентного ведомства США» (U.S. Patent Office Manual of Patent Examining Procedure), раздел 2422, таблица 1. Соответственно, обозначение нуклеотида «R» означает пурин, такой как гуанин или аденин, «Y» означает пиримидин, такой как цитозин или тимин (урацил в случае РНК); «M» означает аденин или цитозин; «K» означает гуанин или тимин; и «W» означает аденин или тимин.

**[0008]** В настоящей заявке термин «мутантный ген PPX» относится к гену PPX, содержащему одну или более мутаций по положениям нуклеотидов относительно эталонной последовательности нуклеиновой кислоты PPX. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит одну или более мутацию по сравнению с соответствующей последовательностью PPX дикого типа. В настоящей заявке термин «дикий тип» может применяться для обозначения стандартной аллели в

локусе, либо аллели, встречающейся с наибольшей частотой в конкретной популяции. В некоторых случаях аллель дикого типа может быть представлена определенной аминокислотной или нуклеиновокислотной последовательностью. Например, пластидный белок PPX картофеля дикого типа может быть представлен SEQ ID NO: 7. Например, митохондриальный белок PPX картофеля дикого типа может быть представлен SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит одну или более мутацию по сравнению с эталонной последовательностью нуклеиновой кислоты PPX, например, SEQ ID NO: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 41 43 или 45; или в гомологичных положениях их паралогах. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX модифицирован посредством по меньшей мере одной мутации. Согласно другим вариантам реализации мутантный ген PPX модифицирован посредством по меньшей мере двух мутаций. Согласно другим вариантам реализации мутантный ген PPX модифицирован посредством по меньшей мере трех мутаций. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX включает две или более мутации последовательности нуклеиновой кислоты, выбранные из таблиц 2, 3a и 3b. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует один или более мутантный митохондриальный белок PPX. Согласно другим вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует один или более мутантный пластидный белок PPX. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX представляет собой мутантный митохондриальный ген PPX; например, мутантный *StmPPX1*. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX представляет собой мутантный митохондриальный ген PPX; например, мутантный *StmPPX2*. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX представляет собой мутантный пластидный ген PPX; например, мутантный *StcPPX1*. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX представляет собой аллель мутантного митохондриального гена PPX; например, мутантного *StmPPX2.1* или мутантного *StmPPX2.2*. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX представляет собой аллель мутантного пластидного гена PPX; например, мутантного *StcPPX1* или мутантного *StcPPX1.1*. Согласно некоторым вариантам реализации по меньшей мере одна мутация присутствует в пластидном гене PPX и по меньшей мере одна мутация присутствует в митохондриальном гене PPX. Согласно некоторым вариантам реализации

одна или более мутация в гене PPX приводит к гербицидоустойчивости; например, устойчивости к Ингибирующему PPX гербициду. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который повышает устойчивость к одному или более гербицидам по сравнению с эталонным белком PPX.

**[0009]** Согласно некоторым вариантам реализации указанные мутации в мутантном гене PPX кодируют белок, содержащий комбинацию двух или более мутаций. Согласно некоторым вариантам реализации по меньшей мере одна мутация присутствует в пластидном гене PPX и по меньшей мере одна мутация присутствует в митохондриальном гене PPX. Согласно некоторым вариантам реализации указанные комбинации выбраны из таблиц 4a и 4b. Согласно некоторым вариантам реализации указанные мутации в мутантный ген PPX кодируют белок, содержащий комбинацию трех или более мутаций; например, комбинации, выбранные из таблиц 4a и 4b. Согласно некоторым вариантам реализации указанная по меньшей мере одна мутация в пластидном гене PPX и указанная по меньшей мере одна мутация в митохондриальном гене PPX располагаются в одном и том же соответствующем положении. Согласно другим вариантам реализации указанная по меньшей мере одна мутация в пластидном гене PPX и указанная по меньшей мере одна мутация в митохондриальном гене PPX располагаются в разных соответствующих положениях.

**[0010]** В настоящей заявке термин «белок PPX» относится к белку, который гомологичен и/или идентичен аминокислотным последовательностям белка PPX, SEQ ID NO: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39, 40, 42 или 44; и/или проявляет активность PPX. Согласно некоторым вариантам реализации указанный белок PPX на 70%; 75%; 80%; 85%; 90%; 95%; 96%; 97%; 98%; 99%; или на 100% идентичен конкретному белку PPX, такому как, например, митохондриальный белок PPX Рассет Бербанк или пластидные белки PPX Рассет Бербанк. Согласно некоторым вариантам реализации белок PPX на 70%; 75%; 80%; 85%; 90%; 95%; 96%; 97%; 98%; 99%; или на 100% идентичен последовательности, выбранной из последовательностей на Фиг. 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39, 40, 42 или 44.

**[0011]** В настоящей заявке термин «мутантный белок PPX» относится к белку PPX, содержащему одну или более мутаций по положениям аминокислот относительно эталонной аминокислотной последовательности PPX, или по гомологичным положениям ее паралоогов. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит

одну или более мутацию по сравнению с эталонной аминокислотной последовательностью PPX, например, эталонной последовательностью аминокислот PPX, соответствующей последовательностям SEQ ID NO: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39, 40, 42 или 44, либо их частям. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит одну или более мутацию по сравнению с соответствующим белком дикого типа. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит одну или более мутацию по сравнению с соответствующим белком, не являющимся устойчивым к гербицидам. Согласно некоторым вариантам реализации указанный белок PPX модифицирован посредством по меньшей мере одной мутации. Согласно другим вариантам реализации указанный белок PPX модифицирован посредством по меньшей мере двух мутаций. Согласно другим вариантам реализации указанный белок PPX модифицирован посредством по меньшей мере трех мутаций. Согласно некоторым вариантам реализации один или более митохондриальный белок PPX мутирован. Согласно другим вариантам реализации один или более пластидный белок PPX мутирован. Согласно еще одному варианту реализации один или более митохондриальный белок PPX и один или более пластидный белок PPX мутированы. Согласно некоторым вариантам реализации термин «мутантный белок PPX» относится к белку PPX, обладающему повышенной устойчивостью к одному или более гербицидам по сравнению с эталонным белком.

**[0012]** Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из 52, 85, 105, 111, 130, 139, 143, 144, 145, 147, 165, 167, 170, 180, 185, 192, 193, 199, 206, 212, 219, 220, 221, 226, 228, 229, 230, 237, 244, 256, 257, 270, 271, 272, 305, 311, 316, 318, 332, 343, 354, 357, 359, 360, 366, 393, 403, 424, 426, 430, 438, 440, 444, 455, 457, 470, 478, 483, 484, 485, 487, 490, 503, 508 и 525 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из 58, 64, 74, 84, 93, 97, 98, 101, 119, 121, 124, 139, 150, 151, 157, 164, 170, 177, 187, 188, 195, 214, 215, 229, 230, 271, 274, 278, 283, 292, 296, 307, 324, 330, 396, 404, 406, 410, 421, 423, 434, 447, 448, 449, 451, 454, 465, 470 и 500 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации растение или растительная клетка может содержать мутантный ген

протопорфириноген IX оксидазы (PPX), причем указанный ген кодирует белок, содержащий мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из G52, N85, N105, E111, G130, D139, P143, R144, F145, L147, F165, L167, I170, A180, P185, E192, S193, R199, V206, E212, Y219, A220, G221, L226, M228, K229, A230, K237, S244, R256, R257, K270, P271, Q272, S305, E311, T316, T318, S332, S343, A354, L357, K359, L360, A366, L393, L403, L424, Y426, S430, K438, E440, V444, L455, K457, V470, F478, F483, D484, I485, D487, K490, L503, V508 и I525 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации растение или растительная клетка может содержать мутантный ген протопорфириноген IX оксидазы (PPX), отличающийся тем, что указанный ген кодирует белок, содержащий мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из D58, E64, G74, G84, L93, K97, K98, A101, S119, F121, T124, N139, E150, S151, Q157, V164, D170, C177, H187, L188, N195, P214, I215, K229, K230, C271, D274, F283, A292, S296, C307, N324, D330, S396, A404, R406, K410, L421, A423, C434, D447, S448, V449, D451, D454, Y465, K470 и T500 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации белок PPX представляет собой паралог белка PPX *Arabidopsis thaliana* (например, указанный белок PPX может представлять собой пластидный белок PPX картофеля), и указанный белок PPX может содержать N в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO:1, причем указанный N заменен на аминокислоту, отличную от N; K в положении, соответствующем положению 272 последовательности SEQ ID NO:1, причем указанный K заменен на аминокислоту, отличную от K; S в положении, соответствующем положению 359 последовательности SEQ ID NO:1, причем указанный S заменен на аминокислоту, отличную от S; и/или S в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO:1, причем указанный S заменен на аминокислоту, отличную от S. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает две или более мутации, по меньшей мере одна из которых находится в положении аминокислоты, соответствующее положению, выбранному из группы, состоящей из G52, N85, N105, E111, G130, D139, P143, R144, F145, L147, F165, L167, I170, A180, P185, E192, S193, R199, V206, E212, Y219, A220, G221, L226, M228, K229, A230, K237, S244, R256, R257, K270, P271, Q272, S305, E311, T316, T318, S332, S343, A354, L357, K359, L360, A366, L393, L403, L424, Y426, S430, K438, E440, V444, L455, K457, V470,

F478, F483, D484, I485, D487, K490, L503, V508, и I525 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает две или более мутации, по меньшей мере одна из которых находится в положении аминокислоты, соответствующем положению, выбранному из группы, состоящей из D58, E64, G74, G84, L93, K97, K98, A101, S119, F121, T124, N139, E150, S151, Q157, V164, D170, C177, H187, L188, N195, P214, I215, K229, K230, C271, D274, F283, A292, S296, C307, N324, D330, S396, A404, R406, K410, L421, A423, C434, D447, S448, V449, D451, D454, Y465, K470 и T500 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации белок PPX представляет собой паралог белка PPX *Arabidopsis thaliana* (например, белок PPX может представлять собой пластидный белок PPX картофеля); указанный белок PPX содержит две или более мутации и одно или более из: (1) N в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный N заменен на аминокислоту, отличную от N; (2) K в положении, соответствующем положению 272 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный K заменен на аминокислоту, отличную от K; (3) S в положении, соответствующем положению 359 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный S заменен на аминокислоту, отличную от S; и/или (4) S в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный S заменен на аминокислоту, отличную от S. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает три или более мутации, по меньшей мере одна из которых находится в положении аминокислоты, соответствующем положению, выбранному из группы, состоящей из G52, N85, N105, E111, G130, D139, P143, R144, F145, L147, F165, L167, I170, A180, P185, E192, S193, R199, V206, E212, Y219, A220, G221, L226, M228, K229, A230, K237, S244, R256, R257, K270, P271, Q272, S305, E311, T316, T318, S332, S343, A354, L357, K359, L360, A366, L393, L403, L424, Y426, S430, K438, E440, V444, L455, K457, V470, F478, F483, D484, I485, D487, K490, L503, V508 и I525 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает три или более мутации, по меньшей мере одна из которых находится в положении аминокислоты, соответствующем положению, выбранному из группы, состоящей из D58, E64, G74, G84, L93, K97, K98, A101, S119, F121, T124, N139, E150, S151, Q157, V164, D170, C177, H187, L188, N195, P214, I215, K229, K230, C271, D274, F283, A292, S296, C307, N324, D330, S396, A404, R406, K410, L421, A423, C434, D447, S448, V449, D451, D454, Y465, K470 и T500 последовательности SEQ ID NO: 9.

Согласно некоторым вариантам реализации белок PPX представляет собой паралог белка PPX *Arabidopsis thaliana* (например, белок PPX может представлять собой белок PPX картофеля); указанный белок PPX содержит три или более мутации и одно или более из: (1) N в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный N заменен на аминокислоту, отличную от N; (2) K в положении, соответствующем положению 272 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный K заменен на аминокислоту, отличную от K; (3) S в положении, соответствующем положению 359 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный S заменен на аминокислоту, отличную от S; и/или (4) S в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный S заменен на аминокислоту, отличную от S.

**[0013]** В соответствии с описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, композициями и способами мутантный белок PPX содержит одну или более мутацию аминокислот, выбранную из таблиц 1, 2, 3a, 3b, 4a, 4b, 8a-f, 9a-d и 10. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает две или более мутации аминокислот, выбранные из таблиц 1, 2, 3a, 3b, 4a, 4b, 8a-f, 9a-d и 10. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает три или более мутации аминокислот, выбранные из таблиц 1, 2, 3a, 3b, 4a, 4b, 8a-f, 9a-d и 10. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит одну или более мутаций последовательности нуклеиновой кислоты, выбранных из таблиц 2, 3a и 3b. Согласно некоторым вариантам реализации указанная одна или более мутация мутантного белка PPX включает одну или более мутацию, две или более мутации или три или более мутации, выбранные из группы, состоящей из замены глицин→лизин в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1; замены глутаминовая кислота→валин в положении, соответствующем положению 111 последовательности SEQ ID NO: 1; замены глицин→аспарагин в положении, соответствующем положению 130 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аспарагиновая кислота→гистидин в положении, соответствующем положению 139 последовательности SEQ ID NO: 1; замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 143 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности

SEQ ID NO: 1; замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1; замены фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1; замены фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 147 последовательности SEQ ID NO: 1; замены фенилаланин→аспарагин в положении, соответствующем положению 165 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180 последовательности SEQ ID NO: 1; замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 185 последовательности SEQ ID NO: 1; замены пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 185 последовательности SEQ ID NO: 1; замены пролин→тирозин в положении, соответствующем положению 185 последовательности SEQ ID NO: 1; замены глутаминовая кислота→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 192 последовательности SEQ ID NO: 1; замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 192 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 193 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 199 последовательности SEQ ID NO: 1; замены валин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 206 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→серин в положении, соответствующем положению 219 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→цистеин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→изолейцин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→лейцин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→валин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1; замены метионин→лейцин в положении, соответствующем положению 228 последовательности SEQ ID NO: 1; замены



лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 230 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→глицин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 256 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аргинин→серин в положении, соответствующем положению 256 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лизин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 270 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 270 последовательности SEQ ID NO: 1; замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 271 последовательности SEQ ID NO: 1; замены глутамин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 305 последовательности SEQ ID NO: 1; замены глутаминовая кислота→аргинин в положении, соответствующем положению 311 последовательности SEQ ID NO: 1; замены треонин→глицин в положении, соответствующем положению 316 последовательности SEQ ID NO: 1; замены треонин→глицин в положении, соответствующем положению 318 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→цистеин в положении, соответствующем положению 332 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→изолейцин в положении, соответствующем положению 357 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 359 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лизин→треонин в положении, соответствующем положению 359 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 360 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→лизин в положении, соответствующем положению 360 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 366 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393

последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→аргинин в положении, соответствующем положению 403 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 403 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→цистеин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→изолейцин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→лейцин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→аргинин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→треонин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→валин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 430 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лизин→серин в положении, соответствующем положению 438 последовательности SEQ ID NO: 1; замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 440 последовательности SEQ ID NO: 1; замены валин→изолейцин в положении, соответствующем положению 444 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 455 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лизин→валин в положении, соответствующем положению 457 последовательности SEQ ID NO: 1; замены валин→серин в положении, соответствующем положению 470 последовательности SEQ ID NO: 1; замены валин→тирозин в положении, соответствующем положению 470 последовательности SEQ ID NO: 1; замены фенилаланин→серин в положении, соответствующем положению 478 последовательности SEQ ID NO: 1; замены фенилаланин→глицин в положении, соответствующем положению 483 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аспарагиновая кислота→аланин в положении, соответствующем положению 484 последовательности SEQ ID NO: 1; замены изолейцин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 485 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аспарагиновая кислота→глицин в положении,

соответствующем положении 487 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лизин→аспарагин в положении, соответствующем положению 490 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 503 последовательности SEQ ID NO: 1; замены валин→треонин в положении, соответствующем положению 508 последовательности SEQ ID NO: 1; и замену изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации белок PPX представляет собой паралог белка PPX *Arabidopsis thaliana* (например, белок PPX может представлять собой белок PPX картофеля); указанный белок PPX может содержать N в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный N заменен на аминокислоту, отличную от N; K в положении, соответствующем положению 272 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный K заменен на аминокислоту, отличную от K; S в положении, соответствующем положению 359 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный S заменен на аминокислоту, отличную от S; и/или S в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный S заменен на аминокислоту, отличную от S. Согласно подобным вариантам реализации указанная одна или более мутация в мутантном белке PPX включает одну или более мутацию, две или более мутации, или три или более мутации, выбранные из группы, состоящей из замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1; замены фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1; замены фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180 последовательности SEQ ID NO: 1; замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 185 последовательности SEQ ID NO: 1; замены пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 185 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→цистеин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1; замены

аланин→изолейцин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→лейцин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→валин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1; замены метионин→лейцин в положении, соответствующем положению 228 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→глицин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лизин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 305 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→цистеин в положении, соответствующем положению 332 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→изолейцин в положении, соответствующем положению 357 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→аргинин в положении, соответствующем положению 359 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 359 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→аргинин в положении, соответствующем положению 403 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 403 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→цистеин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→изолейцин в положении, соответствующем положению 426 последовательности

SEQ ID NO: 1; замены тирозин→лейцин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→аргинин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→треонин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→валин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены фенилаланин→серин в положении, соответствующем положению 478 последовательности SEQ ID NO: 1; замены изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аспарагиновая кислота→аспарагин в положении, соответствующем положению 58 последовательности SEQ ID NO: 9; замены глутаминовая кислота→валин в положении, соответствующем положению 64 последовательности SEQ ID NO: 9; замены глицин→цистеин в положении, соответствующем положению 74 последовательности SEQ ID NO: 9; замены глицин→аспарагин в положении, соответствующем положению 84 последовательности SEQ ID NO: 9; замены лейцин→гистидин в положении, соответствующем положению 93 последовательности SEQ ID NO: 9; замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 97 последовательности SEQ ID NO: 9; замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9; замены аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9; замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9; замены аланин→валин в положении, соответствующем положению 101 последовательности SEQ ID NO: 9; замены серин→аспарагин в положении, соответствующем положению 119 последовательности SEQ ID NO: 9; замены фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 121 последовательности SEQ ID NO: 9; замены треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9; замены аспарагин→тирозин в положении, соответствующем положению 139 последовательности SEQ ID NO: 9; замены аспарагин→аргинин в положении, соответствующем положению 139 последовательности SEQ ID NO: 9; замены аспарагин→гистидин в положении, соответствующем положению 139 последовательности SEQ ID NO: 9; замены глутаминовая кислота→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 150 последовательности SEQ ID NO: 9; замены глутаминовая кислота→лизин

в положении, соответствующем положению 150 последовательности SEQ ID NO: 9; замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 151 последовательности SEQ ID NO: 9; замены глутамин→лейцин в положении, соответствующем положению 157 последовательности SEQ ID NO: 9; замены валин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 164 последовательности SEQ ID NO: 9; замены валин→аланин в положении, соответствующем положению 164 последовательности SEQ ID NO: 9; замены аспарагиновая→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 170 последовательности SEQ ID NO: 9; замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 177 последовательности SEQ ID NO: 9; замены гистидин→глутамин в положении, соответствующем положению 187 последовательности SEQ ID NO: 9; замены лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 188 последовательности SEQ ID NO: 9; замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 195 последовательности SEQ ID NO: 9; замены пролин→серин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9; замены пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9; замены изолейцин→серин в положении, соответствующем положению 215 последовательности SEQ ID NO: 9; замены изолейцин→гистидин в положении, соответствующем положению 215 последовательности SEQ ID NO: 9; замены лизин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 229 последовательности SEQ ID NO: 9; замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 последовательности SEQ ID NO: 9; замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 230 последовательности SEQ ID NO: 9; замены цистеин→ аргинин в положении, соответствующем положению 271 последовательности SEQ ID NO: 9; замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 274 последовательности SEQ ID NO: 9; замены фенилаланин→глицин в положении, соответствующем положению 283 последовательности SEQ ID NO: 9; замены аланин→глицин в положении, соответствующем положению 292 последовательности SEQ ID NO: 9; замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 296 последовательности SEQ ID NO: 9; замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 307 последовательности SEQ ID NO: 9; замены аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 324

последовательности SEQ ID NO: 9; замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 324 последовательности SEQ ID NO: 9; замены аспарагиновая→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 330 последовательности SEQ ID NO: 9; замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 396 последовательности SEQ ID NO: 9; замены аланин→серин в положении, соответствующем положению 404 последовательности SEQ ID NO: 9; замены аргинин→лизин в положении, соответствующем положению 406 последовательности SEQ ID NO: 9; замены лизин→изолейцин в положении, соответствующем положению 410 последовательности SEQ ID NO: 9; замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 421 последовательности SEQ ID NO: 9; замены аланин→валин в положении, соответствующем положению 423 последовательности SEQ ID NO: 9; замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 434 последовательности SEQ ID NO: 9; замены цистеин→тирозин в положении, соответствующем положению 434 последовательности SEQ ID NO: 9; замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 447 последовательности SEQ ID NO: 9; замены серин→аланин в положении, соответствующем положению 448 последовательности SEQ ID NO: 9; замены валин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 449 последовательности SEQ ID NO: 9; замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 451 последовательности SEQ ID NO: 9; замены аспарагиновая кислота→аспарагин в положении, соответствующем положению 454 последовательности SEQ ID NO: 9; замены тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 465 последовательности SEQ ID NO: 9; замены лизин→треонин в положении, соответствующем положению 470 последовательности SEQ ID NO: 9; и замену треонин→серин в положении, соответствующем положению 500 последовательности SEQ ID NO: 9.

**[0014]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX может содержать комбинацию мутаций; например, комбинацию мутаций, выбранных из таблиц 4а и 4б. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит комбинацию двух или более мутаций; например, комбинации, выбранные из таблиц 4а и 4б. Согласно некоторым вариантам реализации

мутантный белок PPX содержит комбинацию трех или более мутаций; например, комбинации, выбранные из таблиц 4a и 4b. Согласно некоторым вариантам реализации указанная комбинация мутаций в мутантном гене PPX кодирует белок, содержащий мутацию в положении, соответствующем Y426 последовательности SEQ ID NO: 1, и мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из: N85, R144, F145, A180, A220, L226, и S244 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации указанная комбинация мутаций в мутантном гене PPX кодирует белок, содержащий мутацию в положении, соответствующем L393 последовательности SEQ ID NO: 1, и мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из: R144, F145, A220, S224 и S244 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации указанная комбинация мутаций кодирует белок, содержащий мутацию в положении, соответствующем L403 последовательности SEQ ID NO: 1, и мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из: F145, A220 и L226 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации указанная комбинация мутаций кодирует белок, содержащий мутацию в положении, соответствующем R144 последовательности SEQ ID NO: 1, и мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из: G52, N85, A220, S244, L226, M228, K272, S332, L393, L424, Y426 и I525 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации указанная комбинация мутаций кодирует белок, содержащий мутацию в положении, соответствующем N85 последовательности SEQ ID NO: 1, и мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из: R144, F145, A180, A220, L226, M228, и Q272 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации указанная комбинация мутаций кодирует белок, содержащий мутацию в положении, соответствующем L424 последовательности SEQ ID NO: 1, и мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению, выбранному из группы, состоящей из: R144, F145, A220, L226 и L393 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации указанная комбинация мутаций кодирует белок, содержащий мутацию в положении, соответствующем I525 последовательности SEQ ID NO: 1, и мутацию в положении аминокислоты,



соответствующем положении N85, F144, F145, A180, L226 и S244 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации указанная комбинация мутаций кодирует белок, содержащий мутацию в положении, соответствующем R144 последовательности SEQ ID NO: 1, и мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению A220 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации белок PPX представляет собой паралог белка PPX *Arabidopsis thaliana* (например, белок PPX может представлять собой белок PPX картофеля); указанный белок PPX может содержать N в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный N заменен на аминокислоту, отличную от N; K в положении, соответствующем положению 272 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный K заменен на аминокислоту, отличную от K; S в положении, соответствующем положению 359 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный S заменен на аминокислоту, отличную от S; и/или S в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный S заменен на аминокислоту, отличную от S. Согласно подобным вариантам реализации указанный мутантный белок PPX содержит комбинацию двух или более мутаций; например, комбинации, выбранные из таблиц 4а и 4б. Согласно подобным вариантам реализации указанный мутантный белок PPX содержит комбинацию трех или более мутаций; например, комбинации, выбранные из таблиц 4а и 4б. Согласно некоторым вариантам реализации указанная комбинация мутаций в мутантном гене PPX кодирует белок, содержащий мутацию в положении, соответствующем Y426 последовательности SEQ ID NO: 1, и мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из: N85, R144, F145, A180, A220, L226, и S244 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации указанная комбинация мутаций в мутантном гене PPX кодирует белок, содержащий мутацию в положении, соответствующем L393 последовательности SEQ ID NO: 1, и мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из: R144, F145, A220, S244 и S224 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации указанная комбинация мутаций кодирует белок, содержащий мутацию в положении, соответствующем L403 последовательности SEQ ID NO: 1, и мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из: F145,

A220 и L226 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации указанная комбинация мутаций кодирует белок, содержащий мутацию в положении, соответствующем R144 последовательности SEQ ID NO: 1, и мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из: N52, N85, A220, S244, L226, M228, K272, S332, L393, L424, Y426 и S525 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации указанная комбинация мутаций кодирует белок, содержащий мутацию в положении, соответствующем N85 последовательности SEQ ID NO: 1, и мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из: R144, F145, A180, A220, L226, M228, и K272 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации указанная комбинация мутаций кодирует белок, содержащий мутацию в положении, соответствующем L424 последовательности SEQ ID NO: 1, и мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению, выбранному из группы, состоящей из: R144, F145, A220, L226 и L393 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации указанная комбинация мутаций кодирует белок, содержащий мутацию в положении, соответствующем S525 последовательности SEQ ID NO: 1, и мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению N85, F144, F145, A180, L226 и S244 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации указанная комбинация мутаций кодирует белок, содержащий мутацию в положении, соответствующем 98 последовательности SEQ ID NO: 9, и мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению, выбранному из группы, состоящей из 74, 93, 97, 98, 119, 121, 124, 139, 150, 151, 164, 188, 214, 229, 230, 271, 274, 292, 307, 324, 396, 410, 423, 434, 447, 448, 451, 465, 470 и 500 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации указанная комбинация мутаций кодирует белок, содержащий мутацию в положении, соответствующем 98 последовательности SEQ ID NO: 9, и мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению, выбранному из группы, состоящей из 271, 274, 292, 307, 324, 330, 396, 404, 406, 410, 423, 434, 447, 448, 454, 465, 470 и 500 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации указанная комбинация мутаций кодирует белок, содержащий мутацию в положении, соответствующем 98 последовательности SEQ ID NO: 9, и мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению, выбранному из группы,

состоящей из 307 и 423 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации указанная комбинация мутаций кодирует белок, содержащий мутацию в положении, соответствующем 98 последовательности SEQ ID NO: 9, и мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению, выбранному из группы, состоящей из 124, 188, 214 и 229 последовательности SEQ ID NO: 9.

**[0015]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями белок PPX может представлять собой паралог белка PPX *Arabidopsis thaliana* (например, белок PPX может представлять собой митохондриальный белок PPX картофеля); указанный белок PPX может содержать одну или более аминокислоту PPX, соответствующую SEQ ID NO: 9. В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, указанная одна или более мутация в мутантном гене PPX может кодировать мутантный белок PPX, содержащий одну или более мутацию, две или более мутации, три или более мутации, выбранные из группы, состоящей из мутантного белка PPX, который может содержать одну или более мутацию в положении аминокислоты, соответствующем одному или более положению, выбранному из группы, состоящей из положений 58, 64, 74, 84, 93, 97, 98, 101, 119, 121, 124, 139, 150, 151, 157, 164, 170, 177, 187, 188, 195, 214, 215, 229, 230, 271, 274, 278, 283, 292, 296, 307, 324, 330, 396, 404, 406, 410, 421, 423, 434, 447, 448, 449, 451, 454, 465, 470 и 500 последовательности SEQ ID NO: 9.

**[0016]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, растительная клетка может содержать мутантный ген PPX. Согласно некоторым вариантам реализации указанный мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX. Согласно некоторым вариантам реализации указанная растительная клетка может представлять собой часть устойчивого к гербицидам растения. Указанный способ может включать введение в растительную клетку олигонуклеотида репарации генов (GRON); например, применение GRON с направленной мутацией в гене PPX. Согласно некоторым вариантам реализации полученная указанным способом растительная клетка может содержать ген PPX, способный экспрессировать мутантный белок PPX. Указанный способ также может включать идентификацию растительной клетки или растения, в том числе растительной клетки, которая (1) содержит мутантный ген PPX и/или (2) обладает нормальным ростом и/или каталитической

активностью по сравнению с соответствующей растительной клеткой дикого типа. Устойчивое к гербицидам растение, содержащее растительную клетку согласно настоящей заявке, может быть определено в присутствии Ингибирующего PPX гербицида. Согласно некоторым вариантам реализации указанная растительная клетка является нетрансгенной. Согласно некоторым вариантам реализации указанная растительная клетка является трансгенной. Растение, которое содержит растительную клетку согласно описанию в настоящей заявке, может представлять собой нетрансгенное или трансгенное устойчивое к гербицидам растение; например, указанное(ые) растение и/или растительная клетка може(гу)т содержать мутантный ген PPX, что приводит к устойчивости по меньшей мере к одному гербициду. Согласно некоторым вариантам реализации растение, содержащее растительную клетку согласно описанию в настоящей заявке, может быть получено путем бесполого размножения; например, из одной или более растительных клеток или из растительной ткани, состоящей из одной или более растительных клеток; например, из клубня. Согласно другим вариантам реализации растение, содержащее растительную клетку согласно описанию в настоящей заявке, может быть получено путем полового размножения.

**[0017]** Согласно другому аспекту предложен способ получения устойчивого к гербицидам растения. Указанный способ может включать введение в растительную клетку олигонуклеотида репарации генов (GRON); например, применение GRON, сконструированных с направленной мутацией в гене PPX. Указанный мутантный ген PPX может экспрессировать мутантный белок PPX. Указанный способ также может включать определение растения с нормальным(и) ростом и/или каталитической активностью по сравнению с соответствующей растительной клеткой дикого типа. Указанное растение может быть определено в присутствии Ингибирующего PPX гербицида. Согласно некоторым вариантам реализации указанное растение является нетрансгенным. Указанное растение может согласно некоторым вариантам реализации представлять собой нетрансгенное устойчивое к гербицидам растение; например, указанное растение может содержать мутантный ген PPX, что приводит к устойчивости или толерантности по меньшей мере к одному гербициду.

**[0018]** Согласно другому аспекту предложено семя, содержащее мутантный ген PPX. Согласно некоторым вариантам реализации указанное семя содержит мутантный ген PPX. Согласно некоторым вариантам реализации указанный мутантный PPX кодирует

мутантный белок РРХ. Согласно некоторым вариантам реализации указанный мутантный белок РРХ может быть устойчив к гербициду; например, ингибирующему РРХ гербициду. Согласно некоторым вариантам реализации растение, выращенное из указанного семени устойчиво по меньшей мере к одному гербициду; например, ингибирующему РРХ гербициду.

**[0019]** Согласно другому аспекту предложен способ повышения устойчивости растения к гербицидам посредством: (а) скрещивания первого растения со вторым растением, где указанное первое растение содержит мутантный ген РРХ, и при этом указанный ген кодирует мутантный белок РРХ; (b) скрининг популяции, полученной в результате скрещивания, на повышенную устойчивость к гербицидам; например, повышенную устойчивость к Ингибирующему РРХ гербициду (с) отбор представителя, полученного в результате скрещивания, имеющего повышенную устойчивость к гербицидам; и/или (d) получение семян, образующихся в результате скрещивания. Согласно некоторым вариантам реализации гибридное семя получают любым способом, например, выбранным из описанных в настоящей заявке. Согласно некоторым вариантам реализации растения выращивают из семян, полученных любым способом, например, таким как способ, описанный в настоящей заявке. Согласно некоторым вариантам реализации указанные растения и/или семена являются нетрансгенными. Согласно некоторым вариантам реализации указанные растения и/или семена являются трансгенными.

**[0020]** Согласно другому аспекту предложен способ контроля сорняков на поле, содержащем растения, путем применения эффективного количества по меньшей мере одного гербицида на поле, содержащем сорняки и растения. Согласно некоторым вариантам реализации указанного способа указанный по меньшей мере один гербицид представляет собой Гербицид, ингибирующий РРХ. Согласно некоторым вариантам реализации указанного способа одно или более указанное растение на поле содержит мутантный ген РРХ; например, такой как описанный в настоящей заявке. Согласно некоторым вариантам реализации указанного способа одно или более из указанных растений на поле включает нетрансгенное или трансгенное растение, имеющее мутантный ген РРХ, такой как описанные в настоящей заявке. Согласно некоторым вариантам реализации указанный мутантный ген РРХ кодирует мутантный белок РРХ. Согласно некоторым вариантам реализации еще одно из указанных растений на поле является устойчивым к гербицидам; например, устойчивым к Ингибирующему РРХ гербициду.

**[0021]** Согласно другому аспекту предложена выделенная нуклеиновая кислота, кодирующая белок PPX или его часть. Согласно некоторым вариантам реализации указанная выделенная нуклеиновая кислота содержит одну или более мутацию гена PPX, такую как описанные в настоящей заявке. Согласно некоторым вариантам реализации указанная выделенная нуклеиновая кислота кодирует мутантный белок PPX согласно описанию в настоящей заявке. Согласно некоторым вариантам реализации указанная выделенная нуклеиновая кислота кодирует белок PPX, который является устойчивым к гербицидам; например, устойчивым к ингибирующему PPX гербициду.

**[0022]** Согласно другому аспекту предложен экспрессионный вектор, содержащий выделенную нуклеиновую кислоту мутантного гена PPX. Согласно некоторым вариантам реализации указанный экспрессионный вектор содержит выделенную нуклеиновую кислоту, кодирующую белок PPX. Согласно некоторым вариантам реализации указанная выделенная нуклеиновая кислота кодирует белок, содержащий мутацию, выбранную из мутаций, приведенных в таблицах 1, 2, 3a, 3b, 4a, 4b, 8a-f, 9a-d и 10. Согласно некоторым вариантам реализации указанная выделенная нуклеиновая кислота кодирует белок, имеющий две или более мутации. Согласно некоторым вариантам реализации указанные две или более мутации выбраны из таблиц 1, 2, 3a, 3b, 4a, 4b, 8a-f, 9a-d и 10. Согласно некоторым вариантам реализации указанная выделенная нуклеиновая кислота кодирует белок PPX, который является устойчивым к гербицидам; например, устойчивым к ингибирующему PPX гербициду.

**[0023]** В настоящей заявке термин «гербицид» относится к любому химикату или веществу, способному уничтожить растение или способному остановить или снизить рост и/или жизнеспособность растения. Согласно некоторым вариантам реализации гербицидоустойчивость представляет собой генетически наследуемую способность растения выживать и воспроизводиться после обработки гербицидом в концентрации, которая в норме уничтожает или серьезно повреждает немодифицированное растение дикого типа. Согласно некоторым вариантам реализации в соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, указанный гербицид представляет собой Гербицид, ингибирующий PPX. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий PPX гербицид представляет собой гербицид из химического семейства, выбранные из группы химических семейств, перечисленных в таблице 5. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий

PPX гербицид представляет собой гербицид из химического семейства, выбранного из группы химических семейств, состоящей из N-фенилфталимидов, триазинонов и пиримидиндионов. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий PPX гербицид выбран из группы гербицидов, перечисленных в таблице 5. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий PPX гербицид выбран из группы гербицидов, состоящей из флумиоксазина, сульфентразона и сафлуфенацила. Согласно другим вариантам реализации указанный ингибирующий PPX гербицид представляет собой гербицид флумиоксазин. Согласно другим вариантам реализации указанный ингибирующий PPX гербицид представляет собой гербицид сульфентразон. Согласно другим вариантам реализации указанный ингибирующий PPX гербицид представляет собой гербицид сафлуфенацил.

**[0024]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, указанное(ая) растение или растительная клетка происходят из урожая растений, выбранных из группы, состоящей из картофеля, подсолнечника, сахарной свеклы, кукурузы, хлопка, сои, пшеницы, ржи, овса, риса, канолы, плодовых растений, овощей, табака, ячменя, сорго, томата, манго, персика, яблони, груши, клубники, банана, дыни, моркови, салата, лука, видов сои, сахарного тростника, гороха, кормовых бобов, тополя, винограда, цитрусовых, люцерны, ржи, овса, дернообразующих и кормовых трав, льна, масличного рапса, огурца, вьюнка, бальзамина, перца, баклажана, бархатцев, лотоса, капусты, астровых, гвоздики, петунии, тюльпана, ириса, лилии и дающих орехи растений, если они уже не указаны конкретно. Согласно некоторым вариантам реализации указанное(ая) растение или растительная клетка относится к видам, выбранным из таблицы 6. Согласно некоторым вариантам реализации указанное(ая) растение или растительная клетка относится к видам, выбранным из группы, состоящей из *Arabidopsis thaliana*, *Solanum tuberosum*, *Solanum phureja*, *Oryza sativa*, *Amaranthus tuberculatus*, *Zea mays*, *Brassica napus* и *Glycine max*. Согласно некоторым вариантам реализации указанное(ая) растение или растительная клетка представляет собой сорт картофеля Рассет Бербанк. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует белок PPX Рассет Бербанк. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует белок PPX *Arabidopsis thaliana*. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует белок PPX *Solanum tuberosum*. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX

кодирует белок PPX *Solanum phureja*. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует белок PPX *Zea mays*. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует белок PPX *Oryza sativa*. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует белок PPX *Amaranthus tuberculatus*. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует белок PPX *Sorghum bicolor*. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует белок PPX *Ricinus communis*. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует белок PPX *Brassica napus*. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует белок PPX *Glycine max*. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX At4g01690 кодирует белок PPX *Arabidopsis thaliana*. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX At5g14220 кодирует белок PPX *Arabidopsis thaliana*.

**[0025]** В любом аспекте, варианте реализации, способы или композиции, описанные в настоящей заявке, могут включать один или более мутантных генов PPX. Согласно некоторым вариантам реализации указанные способы и композиции включают один или более мутантных генов PPX, кодирующий один или более митохондриальный белок PPX. Согласно другим вариантам реализации указанные способы и композиции включают один или более мутантных генов PPX, кодирующий один или более пластидный белок PPX. Согласно некоторым вариантам реализации указанные способы и композиции включают один или более мутантных генов PPX, кодирующий один или более пластидный белок PPX и митохондриальный белок PPX. Согласно некоторым вариантам реализации указанные способы и композиции включают мутантный митохондриальный ген PPX StmPPX1. Согласно некоторым вариантам реализации указанные способы и композиции включают мутантный митохондриальный ген PPX StmPPX2. Согласно некоторым вариантам реализации растение содержит мутантный пластидный ген PPX StcPPX1. Согласно некоторым вариантам реализации указанные способы и композиции включают аллель мутантного митохондриального гена PPX StcPPX2.1. Согласно некоторым вариантам реализации указанные способы и композиции включают аллель мутантного митохондриального гена PPX StcPPX2.2. Согласно некоторым вариантам реализации указанные способы и композиции включают аллель мутантного пластидного гена PPX StcPPX1. Согласно некоторым вариантам реализации указанные способы и композиции включают аллель мутантного пластидного гена PPX StcPPX1.1.



**[0026]** В настоящей заявке термин «ген» относится к последовательности ДНК, которая содержит контрольные и кодирующие последовательности, необходимые для синтеза РНК, которая может иметь не-кодирующую функцию (*например*, рибосомальной или транспортной РНК) или кодировать полипептид или предшественник полипептида. Указанная(ый) РНК или полипептид могут кодироваться полноразмерной кодирующей последовательностью или любой частью указанной кодирующей последовательности, при условии, что сохраняется требуемая активность или функция.

**[0027]** В настоящей заявке термин «кодирующая последовательность» относится к последовательности нуклеиновой кислоты или ее комплемента, или ее(его) части, которая может быть транскрибирована и/или транслирована с получением мРНК для и/или указанного полипептида или его фрагмента. Кодирующие последовательности включают экзоны в геномной ДНК или незрелые первичные транскрипты РНК, которые объединяются за счет биохимических механизмов клетки с получением зрелой мРНК. Антисмысловая нить представляет собой комплемент такой нуклеиновой кислоты, и из нее может быть выведена кодирующая последовательность.

**[0028]** В настоящей заявке термин «некодирующая последовательность» относится к последовательности нуклеиновой кислоты или ее комплемента, или ее части, не транскрибируемой в аминокислоту *in vivo*, или характеризующейся тем, что тРНК не взаимодействует с аминокислотами для их размещения или не пытается их размещать. Не-кодирующие последовательности включают как интронные последовательности в геномной ДНК или незрелые первичные РНК-транскрипты, так и ассоциированные с генами последовательности, такие как промоторы, энхансеры, сайленсеры и т.д.

**[0029]** Нуклеиновое основание/нуклеооснование представляет собой основание, которое в определенных предпочтительных вариантах реализации представляет собой пурин, пиримидин, или их производное или аналог. Нуклеозиды представляют собой нуклеиновые основания, содержащие пентозофуранозильные фрагменты, например, необязательно замещенный рибозид или 2'-дезоксирибозид. Указанный фрагмент может представлять собой любую группу, увеличивающую ДНК-связывание и/или уменьшающую разложение нуклеазы по сравнению с нуклеозидом, не содержащим указанного фрагмента. Нуклеозиды могут быть связаны одним из нескольких линкерных фрагментов, которые могут содержать или не содержать фосфор. Нуклеозиды, связанные незамещенными фосфодиэфирными связями, называются нуклеотидами. В настоящей

заявке термин «нуклеоснование» включает пептидные нуклеиновые основания, субъединицы пептидных нуклеиновых кислот, морфолиновые нуклеиновые основания, а также нуклеозиды и нуклеотиды.

**[0030]** Олигонуклеотид представляет собой полимер, содержащий нуклеиновые основания; предпочтительно по меньшей мере часть которого способна гибридизоваться посредством спаривания оснований по Уотсону-Крику с ДНК, имеющей комплементарную последовательность. Цепь олигонуклеотида может содержать один 5' и 3' конец, которые представляют собой конечные нуклеиновые основания указанного полимера. Конкретная цепь олигонуклеотида может содержать нуклеиновые основания всех типов. Олигонуклеотид представляет собой соединение, содержащее одну или более цепей олигонуклеотидов, которой могут быть комплементарным и гибридизоваться по механизму спаривания оснований по Уотсону-Крику. Нуклеиновые основания рибо-типа включают пентозофуранозил-содержащие нуклеиновые основания, где 2' углерод представляет собой метилен, замещенный гидроксилем, алкилокси или галогеном. Дезоксинуклеоснования рибо-типа представляют собой нуклеиновые основания, отличающиеся от нуклеоснований рибо-типа, и включают все нуклеиновые основания, не содержащие пентозофуранозильных фрагментов.

**[0031]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, нить олигонуклеотида может включать как цепи олигонуклеотида, так и сегменты или области цепей олигонуклеотида. Нить олигонуклеотида может иметь 5'-конец и 3'-конец, и, если длина нити олигонуклеотида равна длине цепи, 5'- и 3'-концы указанной нити являются также 5' и 3' концами указанной цепи.

**[0032]** В настоящей заявке термин «олигонуклеотид для репарации генов» или «GRON» относится к олигонуклеотидам, включая смешанные дуплексные олигонуклеотиды, молекулы, содержащие фрагменты, отличные от нуклеотидов, одноцепочечные олигодезоксинуклеотиды и другие молекулы для репарации генов.

**[0033]** В настоящей заявке термин «трансгенный» относится к организму или клетке, который(ая) содержит ДНК, полученную из другого организма, встроенную в его(ее) геном. Например, согласно некоторым вариантам реализации трансгенный(ая) организм или клетка включает встроенную ДНК, которая содержит чужеродный промотор и/или кодирующую область.

**[0034]** В настоящей заявке термин «нетрансгенные» относится к организму или клетке, который(е) не содержат ДНК, полученной из другого организма, встроенной в его(ее) геном, хотя нетрансгенное растение или клетка могут содержать одну или более введенных искусственным образом направленных мутаций.

**[0035]** В настоящей заявке термин «выделенный» в отношении нуклеиновой кислоты (например, олигонуклеотида, такого как РНК, ДНК или смешанного полимера) относится к нуклеиновой кислоте, отделенной от существенной части генома, в котором она присутствует в природе и/или по существу отделенной от других компонентов клетки, которые сопровождают такую нуклеиновую кислоту в природе. Например, любая нуклеиновая кислота, полученная синтетическим путем (например, посредством серийной конденсации оснований) считается выделенной. Сходным образом, нуклеиновые кислоты, рекомбинантным образом экспрессируемые, клонированные, полученные с помощью реакции удлинения праймера (например, ПЦР), или иным образом вырезанные из генома, также считаются выделенными.

**[0036]** В настоящей заявке термин «аминокислотная последовательность» относится к полипептидной или белковой последовательности. Выражение «AAwt###AAmut» используют для обозначения мутации, приводящей к замене аминокислоты дикого типа AAwt в положении ### в полипептиде мутантной AAmut.

**[0037]** В настоящей заявке термин «комплемент» относится к комплементарной последовательности нуклеиновой кислоты в соответствии со стандартными правилами спаривания по Уотсону-Крику. Комплементарная последовательность может также представлять собой последовательность РНК, комплементарную последовательности ДНК или комплементарной ей последовательности, а также может представлять собой кДНК.

**[0038]** В настоящей заявке термин «по существу комплементарный» относится к двум последовательностям, которые гибридизуются в условиях гибридизации, близких к строгим. Специалисту в данной области техники будет понятно, что по существу комплементарные последовательности не обязательно должны гибридизоваться на протяжении всей длины.

**[0039]** В настоящей заявке термин «кодон» относится к последовательности трех смежных нуклеотидов (РНК или ДНК), составляющей генетический код, определяющий вставку конкретной аминокислоты в полипептидную цепь в процессе синтеза белка, или сигнал к остановке синтеза белка. Термин «кодон» также относится к соответствующим (и

комплементарным) последовательностям трех нуклеотидов в матричной РНК, в которую транскрибируется исходная ДНК.

**[0040]** В настоящей заявке термин «гомология» относится к сходству последовательностей белков и ДНК. Термин «гомология» или «гомологичный» относится к степени идентичности. Гомология может быть частичной или полной. Частично гомологичная последовательность представляет собой такую последовательность, которая менее на 100% идентична другой последовательности.

**[0041]** В настоящей заявке термин «приблизительно» в количественном выражении означает плюс или минус 10%. Например, «приблизительно 3%» охватывает диапазон 2,7–3,3%, а «приблизительно 10%» охватывает 9–11%. Далее, в тех случаях, когда термин «приблизительно» используется в настоящей заявке в отношении количественной характеристики, понятно, что помимо значений, соответствующих плюс или минус 10%, он также охватывает и описывает точное значение количественной характеристики. Например, термин «приблизительно 3%» однозначно охватывает, описывает и включает «точно 3%».

### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

**[0042]** На Фиг. 1 представлена последовательность аминокислот хлоропластного (пластидного) белка PPX *Arabidopsis thaliana* (SEQ ID NO: 1).

**[0043]** На Фиг. 2 представлена последовательность нуклеиновой кислоты кДНК *Arabidopsis thaliana* хлоропластного (пластидного) PPX (SEQ ID NO: 2).

**[0044]** На Фиг. 3 представлена последовательность аминокислот митохондриального белка PPX *Arabidopsis thaliana* (SEQ ID NO: 3).

**[0045]** На Фиг. 4 представлена последовательность нуклеиновой кислоты кДНК *Arabidopsis thaliana* митохондриального PPX (SEQ ID NO: 4).

**[0046]** На Фиг. 5 представлена последовательность аминокислот митохондриального белка PPX *Amaranthus tuberculatus* (SEQ ID NO: 5).

**[0047]** На Фиг. 6 представлена последовательность нуклеиновой кислоты кДНК митохондриального PPX *Amaranthus tuberculatus* (SEQ ID NO: 6).

**[0048]** На Фиг. 7 представлена последовательность аминокислот пластидного белка PPX *Solanum tuberosum* StcPPX (SEQ ID NO: 7).

- [0049] На Фиг. 8 представлена последовательность нуклеиновой кислоты кДНК пластидного PPX *Solanum tuberosum* (SEQ ID NO: 8).
- [0050] На Фиг. 9 представлена последовательность аминокислот митохондриального белка PPX *Solanum tuberosum* (SEQ ID NO: 9).
- [0051] На Фиг. 10 представлена последовательность нуклеиновой кислоты кДНК митохондриального PPX *Solanum tuberosum* (SEQ ID NO: 10).
- [0052] На Фиг. 11 представлена последовательность аминокислот пластидного белка PPX *Zea mays* (SEQ ID NO: 11).
- [0053] На Фиг. 12 представлена последовательность нуклеиновой кислоты кДНК пластидного PPX *Zea mays* (SEQ ID NO: 12).
- [0054] На Фиг. 13 представлена последовательность аминокислот митохондриального белка PPX *Zea mays* (SEQ ID NO: 13).
- [0055] На Фиг. 14 представлена последовательность нуклеиновой кислоты кДНК митохондриального PPX *Zea mays* (SEQ ID NO: 14).
- [0056] На Фиг. 15 представлена последовательность аминокислот пластидного белка PPX *Oryza sativa* (SEQ ID NO: 15).
- [0057] На Фиг. 16 представлена последовательность нуклеиновой кислоты кДНК пластидного PPX *Oryza sativa* (SEQ ID NO: 16).
- [0058] На Фиг. 17 представлена последовательность аминокислот кДНК митохондриального белка PPX *Oryza sativa* (SEQ ID NO: 17).
- [0059] На Фиг. 18 представлена последовательность нуклеиновой кислоты кДНК митохондриального PPX *Oryza sativa* (SEQ ID NO: 18).
- [0060] На Фиг. 19 представлена последовательность аминокислот пластидного белка PPX *Sorghum bicolor* (SEQ ID NO: 19).
- [0061] На Фиг. 20 представлена последовательность нуклеиновой кислоты кДНК пластидного PPX *Sorghum bicolor* (SEQ ID NO: 20).
- [0062] На Фиг. 21 представлена последовательность аминокислот митохондриального белка PPX *Sorghum bicolor* (SEQ ID NO: 21).
- [0063] На Фиг. 22 представлена последовательность нуклеиновой кислоты кДНК митохондриального PPX *Sorghum bicolor* (SEQ ID NO: 22).
- [0064] На Фиг. 23 представлена последовательность аминокислот пластидного белка PPX *Ricinus communis* (SEQ ID NO: 23).

- [0065] На Фиг. 24 представлена последовательность нуклеиновой кислоты кДНК пластидного РРХ *Ricinus communis* (SEQ ID NO: 24).
- [0066] На Фиг. 25 представлена последовательность аминокислот митохондриального белка РРХ *Ricinus communis* (SEQ ID NO: 25).
- [0067] На Фиг. 26 представлена последовательность нуклеиновой кислоты кДНК митохондриального РРХ *Ricinus communis* (SEQ ID NO: 26).
- [0068] На Фиг. 27 представлена последовательность аминокислот митохондриального белка РРХ *Solanum tuberosum* StmPPX1 (SEQ ID NO: 27).
- [0069] На Фиг. 28 представлена последовательность нуклеиновой кислоты кДНК митохондриального РРХ *Solanum tuberosum* StmPPX1 (SEQ ID NO: 28).
- [0070] На Фиг. 29 представлена последовательность аминокислот митохондриального белка РРХ *Solanum tuberosum* StmPPX2.1 (SEQ ID NO: 29).
- [0071] На Фиг. 30 представлена последовательность нуклеиновой кислоты кДНК митохондриального РРХ *Solanum tuberosum* StmPPX2.1 (SEQ ID NO: 30).
- [0072] На Фиг. 31 представлена последовательность аминокислот митохондриального белка РРХ *Solanum tuberosum* StmPPX2.2 (SEQ ID NO: 31).
- [0073] На Фиг. 32 представлена последовательность нуклеиновой кислоты кДНК митохондриального РРХ *Solanum tuberosum* StmPPX2.2 (SEQ ID NO: 32).
- [0074] На Фиг. 33 представлена последовательность аминокислот пластидного белка РРХ *Brassica napus* VncPPX1 (SEQ ID NO: 33).
- [0075] На Фиг. 34 представлена последовательность нуклеиновой кислоты кДНК РРХ *Brassica napus* VncPPX1 (SEQ ID NO: 34).
- [0076] На Фиг. 35 представлена последовательность аминокислот пластидного белка РРХ *Brassica napus* VncPPX2 (SEQ ID NO: 35).
- [0077] На Фиг. 36 представлена последовательность нуклеиновой кислоты кДНК РРХ *Brassica napus* VncPPX2 (SEQ ID NO: 36).
- [0078] На Фиг. 37 представлена часть последовательности аминокислот пластидного белка РРХ *Brassica napus* VncPPX3 (SEQ ID NO: 37).
- [0079] На Фиг. 38 представлена часть последовательности нуклеиновой кислоты кДНК РРХ *Brassica napus* VncPPX3 (SEQ ID NO: 38).
- [0080] На Фиг. 39 представлена последовательность аминокислот пластидного белка РРХ *Glycine max* GmcPPX1-1 (SEQ ID NO: 39).

[0081] На Фиг. 40 представлена последовательность аминокислот пластидного белка PPX *Glycine max* GmcPPX1-2 (SEQ ID NO: 40).

[0082] На Фиг. 41 представлена последовательность нуклеиновой кислоты пластидного белка PPX *Glycine max* GmcPPX1 (SEQ ID NO: 41).

[0083] На Фиг. 42 представлена последовательность аминокислот пластидного белка PPX *Glycine max* GmcPPX2 (SEQ ID NO: 42).

[0084] На Фиг. 43 представлена последовательность нуклеиновой кислоты пластидного белка PPX *Glycine max* GmcPPX2 (SEQ ID NO: 43).

[0085] На Фиг. 44 представлена последовательность аминокислот митохондриального белка PPX *Glycine max* GmcPPX (SEQ ID NO: 44).

[0086] На Фиг. 45 представлена последовательность нуклеиновой кислоты митохондриального белка PPX *Glycine max* GmcPPX (SEQ ID NO: 45).

[0087] На Фиг. 46 приведено выравнивание белков PPX различных видов растений.

[0088] На Фиг. 47 представлена таблица гомологичных положений аминокислот аминокислотных последовательностей PPX растений различных видов.

[0089] На Фиг. 48 представлена таблица гомологичных положений аминокислот аминокислотных последовательностей PPX растений различных видов.

## ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

### Система быстрого проявления признака (*RTDS*<sup>TM</sup>)

[0090] Согласно любому из различных аспектов и вариантов реализации композиций и способов, описанных в настоящей заявке, мутации в генах и белках могут быть осуществлены с применением, например, «системы быстрого проявления признака» (*RTDS*<sup>TM</sup>), технологии, разработанной Cibus. В комбинации или по отдельности, растения, содержащие любую из мутаций, описанных в настоящей заявке, могут формировать основу для новых устойчивых к гербицидам продуктов. Также предложены семена, полученные из мутантных растений, в которых гены PPX либо гомозиготны, либо гетерозиготны по указанным мутациям. Мутации, описанные в настоящей заявке, могут быть скомбинированы с любой другой известной мутацией или с мутациями, которые будут открыты в будущем.

**[0091]** В настоящей заявке термин «гетерозиготный» относится к присутствию разных аллелей в одном или более генном локусе в гомологичных хромосомных сегментах. В настоящей заявке термин «гетерозиготный» может также относиться к образцу, клетке, популяции клеток или организму, в котором(ой) могут обнаруживаться разные аллели в одном или более генном локусе. Гетерозиготные образцы могут также быть определены с помощью известных в данной области техники способов, таких как, например, секвенирование нуклеиновых кислот. Так, если электрофореграмма при секвенировании показывает два пика в одном локусе, и оба пика имеют примерно одинаковый размер, данный образец может быть охарактеризован как гетерозиготный. Либо, если один пик меньше другого, но его размер составляет по меньшей мере приблизительно 25% от размера большего пика, данный образец может быть охарактеризован как гетерозиготный. Согласно некоторым вариантам реализации размер меньшего пика составляет по меньшей мере приблизительно 15% от большего пика. Согласно другим вариантам реализации размер меньшего пика составляет по меньшей мере приблизительно 10% от большего пика. Согласно другим вариантам реализации размер меньшего пика составляет по меньшей мере приблизительно 5% от большего пика. Согласно другим вариантам реализации обнаруживается минимальный размер меньшего пика.

**[0092]** В настоящей заявке термин «гомозиготный» относится к присутствию идентичных аллелей в одном или более генном локусе в гомологичных хромосомных сегментах. «Гомозиготный» может также относиться к образцу, клетке, популяции клеток или организму, в котором могут обнаруживаться одни и те же аллели в одном или более генном локусе. Гомозиготные образцы могут быть определены посредством известных в данной области техники способов, таких как, например, секвенирование нуклеиновых кислот. Так, если электрофореграмма при секвенировании показывает одиночный пик в конкретном локусе, данный образец может быть назван «гомозиготным» по этому локусу.

**[0093]** Термин «гемизиготный» относится к гену или сегменту гена, присутствующему в генотипе клетки или организма в единственном числе ввиду того, что вторая аллель делетирована. В настоящей заявке термин «гемизиготный» может также относиться к образцу, клетке, популяции клеток или организму, в котором аллель в одном или более генном локусе обнаруживается в генотипе в единственном числе.

**[0094]** Согласно некоторым вариантам реализации *RTDS* основана на изменении гена-мишени за счет применения собственной клеточной системы репарации генов для



специфичной модификации генной последовательности *in situ*, без встраивания чужеродной ДНК и/или контролирующих экспрессию генов последовательностей. Эта процедура позволяет вносить высокоточные изменения в генетическую последовательность, в то время как остальная часть генома остается неизменной. В отличие от общепринятых трансгенных ГМО, отсутствует встраивание чужеродного генетического материала, и никакой чужеродный генетический материал не остается в растении. Согласно многим вариантам реализации изменения в генетической последовательности, введенные с помощью *RTDS*, встраиваются неслучайным образом. За счет того, что подвергающиеся воздействию гены сохраняют природную локализацию, отсутствует случайное, неконтролируемое или неблагоприятное действие экспрессионного вектора.

**[0095]** *RTDS*, обеспечивающая указанное изменение, представляет собой химически синтезированный олигонуклеотид (например, с применением олигонуклеотида репарации генов (GRON)), который может состоять как из ДНК-, так и из модифицированных РНК-оснований, а также других химических фрагментов, и сконструирован так, чтобы гибридизоваться с целевой локализацией в гене с образованием ошибочно спаренных(ой) пар(ы) оснований. Такая ошибочно спаренная пара оснований действует как сигнал для привлечения клеточной собственной природной системы репарации генов к этому участку и коррекции (замены, вставки или делеции) указанного(ых) нуклеотида(ов) в составе гена. По завершении процесса коррекции молекула *RTDS* распадается и номодифицированный или репарированный ген экспрессируется под контролем нормальных для гена эндогенных контрольных механизмов.

#### **Олигонуклеотиды генной репарации («GRON»)**

**[0096]** Способы и композиции, описанные в настоящей заявке, могут быть применены или реализованы с использованием «олигонуклеотидов для генной репарации», например, имеющих конформации и химические свойства согласно приведенному ниже подробному описанию. «Олигонуклеотида для генной репарации» в контексте настоящей заявки также были описаны в опубликованных научных и патентных источниках с применением других названий, включая «рекомбинагенные олигонуклеотида»; «РНК/ДНК гибридные олигонуклеотиды»; «гибридные олигонуклеотиды»; «смешанные дуплексные олигонуклеотиды» (MDON); «РНК ДНК олигонуклеотиды (RDO)»; «олигонуклеотиды для направленного воздействия на гены (таргетинга)»; «генопласты»; «одноцепочечные

модифицированные олигонуклеотиды»; «одноцепочечные олигодезоксинуклеотидные мутационные векторы» (SSOMV); «дуплексные мутационные векторы» и «гетеродуплексные мутационные векторы».

**[0097]** Олигонуклеотиды, обладающие конформациями и химическими свойствами согласно описанию Kmiec в патентах США №5565350 (Kmiec I) и №5731181 (Kmiec II), включенных в настоящую заявку посредством ссылок, подходят для применения в качестве «олигонуклеотидов для геновой репарации» согласно настоящему изобретению. Олигонуклеотида репарации генов по Kmiec I и/или Kmiec II содержат две комплементарных нити, одна из которых содержит по меньшей мере один сегмент нуклеотидов РНК-типа («РНК-сегмент»), спаренных с нуклеотидами ДНК-типа другой нити.

**[0098]** Согласно описанию в Kmiec II не-нуклеотиды, содержащие пуриновые и пиримидиновые основания, могут быть заменены нуклеотидами. Дополнительные молекулы для репарации генов, которые могут применяться в целях настоящего изобретения, включают, но не ограничиваясь перечисленными, описанные в патентах США №5756325; 5871984; 5760012; 5888983; 5795972; 5780296; 5945339; 6004804 и 6010907; в международном патенте №PCT/US00/23457; и в международных патентных публикациях WO 98/49350; WO 99/07865; WO 99/58723; WO 99/58702 и WO 99/40789, включенных в настоящую заявку по всей полноте.

**[0099]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями олигонуклеотида репарации генов могут представлять собой смешанные дуплексные олигонуклеотиды (MDON), в которых нуклеотидам РНК-типа смешанного дуплексного олигонуклеотида придана устойчивость к РНКазе за счет замещения 2'-гидроксила фтор-, хлор- или бром-содержащей функциональной группой или введения заместителя по 2'-О. Подходящие заместители включают заместители, описанные в Kmiec II. Альтернативные заместители могут включать, не ограничиваясь перечисленными, заместители, описанные в патенте США №5334711 (Sproat), и заместители, описанные в патентных публикациях EP 629 387 и EP 679 657 (обобщенно – «заявки Martin» (Martin Applications)), которые включены в настоящую заявку посредством ссылок. В контексте настоящей заявки 2'-фтор, хлор- или бром- производное рибонуклеотида, либо рибонуклеотида с 2'-ОН, замещенным заместителем, описанным в заявках Martin или Sproat, называется «2'-замещенным

рибонуклеотидом». В контексте настоящей заявки термин «нуклеотид РНК-типа» означает 2'-гидроксил или 2'-замещенный нуклеотид, который связан с другими нуклеотидами смешанного дуплексного олигонуклеотида незамещенной фосфодиэфирной связью или любой не-натуральной связью из описанных в Kmiec I или Kmiec II. В контексте настоящей заявки термин «нуклеотид дезоксирибо-типа» означает нуклеотид, содержащий 2'-Н, который может быть связан с другими нуклеотидами олигонуклеотида репарации генов незамещенной фосфодиэфирной связью или любой не-натуральной связью согласно Kmiec I или Kmiec II.

**[0100]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, олигонуклеотид для репарации генов может представлять собой смешанный дуплексный олигонуклеотид (MDON), связанный исключительно незамещенными фосфодиэфирными связями. Согласно альтернативным вариантам реализации связь осуществляется за счет замещенных фосфодиэфиров, производных фосфодиэфиров и связей не на основе фосфора согласно описанию в Kmiec II. Согласно еще одному варианту реализации каждый нуклеотид РНК-типа в смешанном дуплексном олигонуклеотиде представляет собой 2'-замещенный нуклеотид. В частности, предпочтительные варианты реализации 2'-замещенных рибонуклеотидов включают, не ограничиваясь перечисленными, 2'-фтор, 2'-метокси, 2'-пропилокси, 2'-аллиокси, 2'-гидроксилэтилокси, 2'-метоксиэтилокси, 2'-фторпропилокси и 2'-трифторпропилокси-замещенные рибонуклеотиды. Более предпочтительные варианты реализации 2'-замещенных рибонуклеотидов представлены 2'-фтор, 2'-метокси, 2'-метоксиэтилокси и 2'-аллиокси-замещенными нуклеотидами. Согласно другому варианту реализации смешанный дуплексный олигонуклеотид связан посредством незамещенных фосфодиэфирных связей.

**[0101]** Несмотря на то, что смешанные дуплексные олигонуклеотиды (MDON), содержащие только один тип 2'-замещенных нуклеотидов РНК-типа, удобнее для синтеза, способы согласно настоящему изобретению могут также включать применение смешанных дуплексных олигонуклеотидов, содержащих два или более типа нуклеотидов РНК-типа. На функцию РНК-сегмента может и не влиять разрыв, вызванный введением дезоксинуклеотида между двумя тринуклеотидами РНК-типа, соответственно, термин «РНК-сегмент» охватывает такие термины, как «прерванный РНК-сегмент».

Непрерывный РНК-сегмент называется сплошным РНК-сегментом. Согласно

альтернативному варианту реализации РНК-сегмент может содержать чередующиеся устойчивые к РНКазе и незамещенные 2'-ОН нуклеотиды. Указанные смешанные дуплексные олигонуклеотиды предпочтительно содержат менее 100 нуклеотидов, более предпочтительно, менее 85 нуклеотидов, но более 50 нуклеотидов. Первая и вторая нити спарены по Уотсону-Крику. Согласно одному из вариантов реализации нити смешанного дуплексного олигонуклеотида ковалентно связаны линкером, таким как одноцепочечный гекса-, пента- или тетрануклеотид, таким образом, что первая и вторая нити представляют собой сегменты одной олигонуклеотидной цепи, имеющей один 3' и один 5'-конец. Указанные 3'- и 5'-концы могут быть защищены добавлением «шпилькообразного кэпа», отличающегося тем, что 3'- и 5'-концевые нуклеотиды спарены по Уотсону-Крику со смежными нуклеотидами. Второй шпилькообразный кэп может дополнительно присутствовать в месте соединения первой и второй нитей, удаленном от 3'- и 5'-концов, стабилизируя спаривание по Уотсону-Крику между первой и второй нитями.

**[0102]** Указанные первая и вторая нити содержат две области, гомологичные двум фрагментам целевого гена, т.е. имеющие ту же последовательность, что и целевой ген. Гомологичная область содержит нуклеотиды РНК-сегмента и может содержать один или более нуклеотид ДНК-типа соединяющего ДНК-сегмента, а также может содержать нуклеотиды ДНК-типа, не входящие в состав вставочного ДНК-сегмента. Указанные две области гомологии разделены областью, содержащей последовательность, отличающуюся от последовательности целевого гена и называемую «гетерологичной областью»; и каждая из них примыкает к ней. Указанная гетерологичная область может содержать один, два или три ошибочно спаренных нуклеотида. Указанные ошибочно спаренные нуклеотиды могут быть сплошными или, в одном из вариантов могут быть разделены одним или двумя нуклеотидами, гомологичными целевому гену. В одном из вариантов указанная гетерологичная область может также содержать вставку из одного, двух, трех, или из пяти или менее нуклеотидов. В одном из вариантов последовательность смешанного дуплексного олигонуклеотида может отличаться от последовательности целевого гена только делецией одного, двух, трех, или пяти или менее нуклеотидов из смешанного дуплексного олигонуклеотида. Длина и расположение гетерологичной области в этом случае соответствуют длине делеции, даже если в составе указанной гетерологичной области отсутствуют нуклеотиды смешанного дуплексного олигонуклеотида. Расстояние между фрагментами целевого гена, комплементарными двум гомологичным областям,

идентично длине гетерологичной области, где планируется замена или замены. Если гетерологичная область содержит вставку, указанные гомологичные области за счет этого разнесены в смешанном дуплексном олигонуклеотиде на большее расстояние по сравнению с комплементарными им гомологичными фрагментами в гене; если гетерологичная область кодирует делецию, справедливо обратное.

**[0103]** Каждый из РНК-сегментов смешанных дуплексных олигонуклеотидов представляет собой часть гомологичной области, т.е. области, идентичной по последовательности фрагменту целевого гена; указанные сегменты в совокупности предпочтительно содержат по меньшей мере 13 нуклеотидов РНК-типа и предпочтительно от 16 до 25 нуклеотидов РНК-типа, или, еще более предпочтительно, 18-22 нуклеотидов РНК-типа, или, наиболее предпочтительно, 20 нуклеотидов. Согласно одному из вариантов реализации РНК-сегменты гомологичных областей разделены промежуточным ДНК-сегментом и смежны с ним, т.е. «соединены» им. Согласно одному из вариантов реализации каждый нуклеотид гетерологичной области представляет собой нуклеотид промежуточного ДНК-сегмента. Промежуточный ДНК-сегмент, который содержит гетерологичную область смешанного дуплексного олигонуклеотида, называется «мутаторным сегментом».

**[0104]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, олигонуклеотид для репарации генов (GRON) может представлять собой одноцепочечный олигодезоксинуклеотидный мутационный вектор (SSOMV), например, такой как описанный в международной заявке на патент PCT/US00/23457, патентах США №6271360, №6479292 и №7060500, включенных в настоящую заявку по всей полноте посредством ссылок.

Последовательность SSOMV основана на тех же принципах, что и мутационные векторы, описанные, например, в патентах США №№5756325, 5871984, 5760012, 5888983, 5795972, 5780296, 5945339, 6004804 и 6010907 и в международных публикациях №№WO 98/49350, WO 99/07865, WO 99/58723, WO 99/58702 и WO 99/40789. Последовательность SSOMV содержит две области, гомологичные целевой последовательности, разделенные областью, называемой мутаторной областью, которая содержит требуемое генетическое изменение. Указанная мутаторная область может иметь последовательность той же длины, что и последовательность, разделяющая гомологичные области в целевой последовательности, но отличающуюся. Такая мутаторная область может вызывать

замену. В одном из вариантов гомологичные области в SSOMV могут быть последовательными относительно друг друга, в то время как области в целевом гене, имеющие ту же последовательность, разделены одним, двумя или более нуклеотидами. Такой SSOMV приводит к удалению из целевого гена нуклеотидов, отсутствующих в указанном SSOMV. Наконец, последовательность целевого гена, идентичная гомологичным областям, может быть смежной в целевом гене, но разделенной одним, двумя или более нуклеотидами в последовательности SSOMV. Такой SSOMV приводит к вставке в последовательности целевого гена.

**[0105]** Нуклеотиды SSOMV представляют собой дезоксирибонуклеотиды, связанные немодифицированными фосфодиэфирными связями за исключением того, что 3'-конечная и/или 5'-конечная межнуклеотидная связь или, в одном из вариантов две 3'-конечные и/или 5'-конечные межнуклеотидные связи могут быть фосфотиоатными или фосфоамидатными. В контексте настоящей заявки межнуклеотидная связь представляет собой связь между нуклеотидами SSOMV и не включает связь между 3'-концевым нуклеотидом или 5'-концевым нуклеотидом и блокирующим заместителем. Согласно конкретному варианту реализации длина SSOMV составляет от 21 до 55 дезоксинуклеотидов, а длины гомологичных областей равны, соответственно, общей длине по меньшей мере 20 дезоксинуклеотидов, и по меньшей мере две гомологичные области каждая должны иметь длину, составляющую по меньшей мере 8 дезоксинуклеотидов.

**[0106]** SSOMV может быть сконструирован так, чтобы быть комплементарным либо кодирующей, либо некодирующей нити целевого гена. Если требуемая мутация представляет собой замену одного основания, предпочтительно, чтобы и мутаторный нуклеотид, и нуклеотид-мишень представляли собой пиримидин. В том случае, если это согласуется с достижением требуемого функционального результата, предпочтительно, чтобы и мутаторный нуклеотид, и нуклеотид-мишень в комплементарной нити представляли собой пиримидины. В частности, предпочтительными являются такие SSOMV, которые кодируют трансверсионные мутации, т.е. С или Т мутаторный нуклеотид ошибочно спаривается, соответственно, с нуклеотидом С или Т в комплементарной нити.

**[0107]** Помимо олигодезоксинуклеотида, SSOMV может содержать 5'-блокирующий заместитель, присоединенный к 5'-конечным углеродам через линкер. Химия линкера не

критична, в отличие от его длины, которая предпочтительно составляет по меньшей мере 6 атомов, а также того, что линкер должен быть гибким. Могут применяться различные нетоксичные заместители, такие как биотин, холестерин или другие стероиды, либо неинтеркалирующий катионный флуоресцентный краситель. В частности, предпочтительными реагентами для получения SSOMV являются реагенты, продаваемые как Cy3™ и Cy5™ компанией Glen Research, Стерлинг, Виргиния (в настоящее время – GE Healthcare), которые представляют собой заблокированные фосфоамидиты, при введении в олигонуклеотид дающие 3,3,3',3'-тетраметил N,N'-изопропил-замещенные индомонокарбоцианиновые и индодикарбоцианиновые красители, соответственно. Cy3 особенно предпочтителен. Если индокарбоцианин является N-оксиалкил-замещенным, он может быть удобно присоединен к 5'-концу олигодезоксинуклеотида в виде фосфодиэфира с 5'-концевым фосфатом. Химия линкера красителя между красителем и олигодезоксинуклеотидом не критичная, и его выбирают исходя из удобства синтеза. При применении по назначению коммерчески доступного фосфоамидита Cy3 результирующая 5'-модификация состоит из блокирующего заместителя и линкера, которые вместе составляют N-гидроксипропил-, N'-фосфатидилпропил-3,3,3',3'-тетраметилиндомонокарбоцианин.

**[0108]** Согласно предпочтительному варианту реализации индокарбоцианиновый краситель является тетра-замещенным по положениям 3 и 3' индольных колец. Без определенного теоретического обоснования можно считать, что указанные замещения не позволяют красителю быть интеркалирующим красителем. Природа заместителей в этих положениях не критична. SSOMV может дополнительно содержать 3'-блокирующий заместитель. В этом случае также химия указанного 3'-блокирующего заместителя не критична.

**[0109]** Описанные в настоящей заявке мутации могут также быть осуществлены путем мутагенеза (случайного, соматического или направленного) и любых других техник «редактирования» ДНК или рекомбинации, включая, но не ограничиваясь перечисленными, направленное воздействие на гены с применением сайт-специфической гомологичной рекомбинации при помощи нуклеаз «цинковые пальцы».

#### **Доставка олигонуклеотидов репарации генов в растительные клетки**

**[0110]** Любой общеизвестный способ, подходящий для трансформации растительной клетки, может применяться для доставки олигонуклеотидов репарации генов.

Примеры способов описаны ниже.

### **Микроносители и микроволокна**

**[0111]** Применение металлических микроносителей (микросфер) для введения больших фрагментов ДНК в растительные клетки с целлюлозными клеточными стенками путем проникновения бомбардирующих частиц общеизвестно специалистам в соответствующей области техники (здесь и далее – биолиственной доставки). В патентах США №4945050; 5100792 и 5204253 описаны общие методы выбора микроносителей и устройств для бомбардировки ими.

**[0112]** Конкретные условия применения микроносителей в способах согласно настоящей заявке описаны в международной публикации WO 99/07865. Согласно иллюстративной методике охлажденные до температуры льда микроносители (60 мг/мл), смешанный дуплексный олигонуклеотид (60 мг/мл) 2,5 М CaCl<sub>2</sub> и 0,1 М спермидина добавляют в указанном порядке; смесь осторожно перемешивают, например, на вортексе, в течение 10 минут, и затем оставляют при комнатной температуре на 10 минут, после чего микроносители разводят в 5 объемах этанола, центрифугируют и ресуспендируют в 100% этаноле. Хорошие результаты могут быть получены при концентрации в адгезивном растворе 8-10 мкг/мкл микроносителей, 14-17 мкг/мл смешанного дуплексного олигонуклеотида, 1,1-1,4 М CaCl<sub>2</sub> и 18-22 мМ спермидина. Оптимальные результаты наблюдались в условиях с 8 мкг/мкл микроносителей, 16,5 мкг/мл смешанного дуплексного олигонуклеотида, 1,3 М CaCl<sub>2</sub> и 21 мМ спермидина.

**[0113]** Олигонуклеотиды репарации генов могут также быть введены в растительные клетки для применения согласно настоящему описанию с использованием микроволокон для прохождения через клеточную стенку и клеточную мембрану. В патенте США №5302523 (Coffee *et al.*) описано применение 30×0,5 мкм и 10×0,3 мкм волокон карбида кремния для облегчения трансформации суспензионных культур кукурузы Black Mexican Sweet. Любые физические методы, подходящие для введения ДНК для трансформации растительной клетки с применением микроволокон, могут применяться для доставки олигонуклеотидов для репарации генов для трансмутации.

**[0114]** Пример методики доставки олигонуклеотидов репарации генов с помощью микроволокон выглядит следующим образом: Стерильные микроволокна (2 мкг) суспендируют в 150 мкл культуральной среды для растений, содержащей приблизительно 10 мкг смешанного дуплексного олигонуклеотида. Суспензионной культуре дают осесть;



равные объемы клеточного осадка и стерильной суспензии волокна/нуклеотид перемешивают на вортексе в течение 10 минут, и высевают. Селективные среды применяют сразу или с задержкой до приблизительно 120 ч в зависимости от требований для конкретного признака.

### Электропорация протопластов

[0115] Согласно альтернативному варианту реализации олигонуклеотиды репарации генов могут быть доставлены в растительную клетку посредством электропорации протопласта, полученного из частей растений. Указанные протопласты получают при помощи обработки частей растений ферментами, в частности, листа, в соответствии с методиками, общеизвестными специалистам в данной области техники. См., например, Gallois *et al.*, 1996, в *MethOPs in Molecular Biology* 55:89-107, Humana Press, Totowa, N.J.; Kipp *et al.*, 1999, в *MethOPs in Molecular Biology* 133:213-221, Humana Press, Totowa, N.J. Указанные протопласты не нуждаются в культивировании на ростовых средах перед электропорацией. Иллюстративные условия для электропорации –  $3 \times 10^5$  протопластов в общем объеме 0,3 мл с концентрацией олигонуклеотида репарации генов от 0,6 до 4 мкг/мл.

### ПЭГ-опосредованный захват ДНК протопластами

[0116] Согласно альтернативному варианту реализации нуклеиновые кислоты захватываются растительными протопластами в присутствии мембраномодифицирующего агента полиэтиленгликоля, в соответствии с методиками, общеизвестными специалистам в данной области техники (см., например, Gharti-Chhetri *et al.*, 1992; Datta *et al.*, 1992).

### Микроинъектирование

[0117] Согласно альтернативному варианту реализации олигонуклеотида репарации генов могут быть доставлены инъектированием через микрокапилляр в растительные клетки или в протопласты (см., например, Miki *et al.*, 1989; Schnorf *et al.*, 1991).

### Трансгеника

[0118] Согласно любому из различных аспектов и вариантов реализации композиций и способов, описанных в настоящей заявке, мутации в генах и белках могут быть получены с применением, например, трансгенной технологии. Согласно некоторым вариантам реализации указанные композиции и способы включают растение или растительную клетку, содержащее(ую) трансформированную конструкцию нуклеиновой кислоты,

включающую промотор, функционально связанный с описанным в настоящей заявке нуклеотидом РРХ. Способы согласно настоящему изобретению могут включать введение описанной в настоящей заявке конструкции нуклеиновой кислоты РРХ по меньшей мере в одну растительную клетку и регенерирование из нее трансформированного растения. Указанная конструкция нуклеиновой кислоты содержит по меньшей мере один нуклеотид, который кодирует устойчивый к гербицидам белок РРХ согласно описанию в настоящей заявке, в частности, нуклеотидные последовательности из приведенных на Фигурах 2, 4, 6, 8, 10 и 12, и их фрагменты и варианты. Указанные способы также включают применение промотора, способного управлять генной экспрессией в растительной клетке. Согласно одному из вариантов реализации такой промотор представляет собой конститутивный промотор или тканеселективный промотор. Растение, полученное с помощью указанных способов, может обладать повышенной активностью РРХ, и/или, в частности, активностью устойчивого к гербицидам РРХ, по сравнению с нетрансформированным растением. Соответственно, указанные способы находят применение для усиления или увеличения устойчивости растений по меньшей мере к одному гербициду, что увеличивает активность фермента РРХ, в частности, в присутствии Ингибирующего РРХ гербицида.

**[0119]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями способы получения устойчивого к гербицидам растения могут включать трансформирование растительной клетки конструкцией нуклеиновой кислоты, содержащей нуклеотидную последовательность, функционально связанную с промотором, управляющим экспрессией в растительной клетке, и регенерирование трансформированного растения из указанной трансформированной растительной клетки. Указанная нуклеотидная последовательность выбрана из таких нуклеотидных последовательностей, которые кодируют устойчивые к гербицидам РРХ, описанные в настоящей заявке, в частности, из нуклеотидных последовательностей, приведенных на фиг. 2, 4, 6, 8, 10 и 12, и их фрагментов и вариантов. Устойчивое к гербицидам растение, полученное указанным способом, обладает повышенной устойчивостью, по сравнению с нетрансформированным растением, по меньшей мере к одному гербициду, в частности, гербициду, влияющему на активность фермента РРХ, такому как, например, Гербицид, ингибирующий РРХ.

[0120] Описанные молекулы нуклеиновых кислот могут применяться в конструкциях нуклеиновой кислоты для трансформации растений, например, сельскохозяйственных растений, таких как *Solanum tuberosum*. Согласно одному из вариантов реализации такие конструкции нуклеиновой кислоты, содержащие молекулы нуклеиновых кислот согласно настоящему описанию, могут применяться для получения трансгенных растений, обладающих устойчивостью к гербицидам, например, известным подавляющим активность РРХ гербицидам, таким как РРХ-ингибирующие гербициды. Указанные конструкции нуклеиновой кислоты могут применяться в экспрессионных кассетах, экспрессионных векторах, трансформирующих векторах, плаزمидах и т.п. Трансгенные растения, полученные после трансформации такими конструкциями, демонстрируют повышенную устойчивость к РРХ-ингибирующим гербицидам, таким как, например, гербициды флумиоксазин и сульфентразон.

#### Конструкции

[0121] Молекулы нуклеиновых кислот, описанные в настоящей заявке (например, мутантные гены РРХ) могут применяться при получении рекомбинантных конструкций нуклеиновой кислоты. Согласно одному из вариантов реализации молекулы нуклеиновых кислот согласно настоящему описанию могут применяться при получении конструкций нуклеиновой кислоты, например, экспрессионных кассет для экспрессии в представляющем интерес растении.

[0122] Экспрессионные кассеты может включать регуляторные последовательности, функционально связанные с последовательностями нуклеиновых кислот РРХ, описанными в настоящей заявке. Указанная кассета может дополнительно содержать по меньшей мере один дополнительный ген, которым котрансформируют организм. В одном из вариантов указанный(ые) дополнительный(ые) ген(ы) могут быть заключены в нескольких экспрессионных кассетах.

[0123] Указанные конструкции нуклеиновой кислоты могут содержать множество сайтов рестрикции для вставки последовательностей нуклеиновой кислоты РРХ, с регуляцией их транскрипции регуляторными областями. Указанные конструкции нуклеиновой кислоты могут дополнительно содержать молекулы нуклеиновых кислот, кодирующие гены маркеров селекции.

[0124] При получении указанных конструкций нуклеиновой кислоты может применяться любой промотор. Указанный промотор может быть нативным или аналогичным,

чужеродным или гетерологичным для растения-хозяина и/или последовательностям нуклеиновых кислот РРХ, описанным в настоящей заявке. Кроме того, указанный промотор может представлять собой природную последовательность или В одном из вариантов синтетическую последовательность. В том случае, если промотор является «чужеродным» или «гетерологичным» для растения-хозяина, предполагается, что указанный промотор не обнаруживается в природном растении, в которое вводят указанный промотор. В том случае, если указанный промотор является «чужеродным» или «гетерологичным» последовательностям нуклеиновых кислот РРХ, описанным в настоящей заявке, предполагается, что указанный промотор не является нативным или встречающимся в природе промотором для функционально связанных последовательностей нуклеиновых кислот РРХ, описанных в настоящей заявке. В контексте настоящей заявки гибридный ген содержит кодирующую последовательность, функционально связанную с областью инициации транскрипции, гетерологичной указанной кодирующей последовательности.

**[0125]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, последовательности нуклеиновых кислот РРХ, описанные в настоящей заявке, могут быть экспрессированы с применением гетерологичных промоторов; при получении указанных конструкций могут применяться последовательности нативного промотора. Такие конструкции изменяют уровни экспрессии белка РРХ в растении или растительной клетке. Соответственно, изменяется фенотип указанного(ой) растения или растительной клетки.

**[0126]** При получении конструкций для контроля экспрессии кодирующей последовательности РРХ могут применяться любые промоторы, такие как промоторы для конститутивной, тканеселективной, индуцируемой экспрессии, или другие промоторы для экспрессии в растениях. Конститутивные промоторы включают, например, коровый промотор промотора *Rsyn7* и другие конститутивные промоторы, описанные в WO 99/43 838 и патенте США №6072050; коровый промотор *CaMV 35S* (ОPell et al. (1985) *Nature* 313:810-812); актина риса (McElroy et al. (1990) *Plant Cell* 2:163-171); убиквитина (Christensen et al. (1989) *Plant Mol. Biol.* 12:619-632 и Christensen et al. (1992) *Plant Mol. Biol.* 18:675-689); *pEMU* (Last et al. (1991) *Theor. Appl. Genet.* 81:581-588); *MAS* (Velten et al. (1984) *EMBO J.* 3:2723-2730); промотор *ALS* (патент США №5659026), и т.п. Другие

конститутивные промоторы включены, например, в патенты США №5608149; 5608144; 5604121; 5569597; 5466785; 5399680; 5268463; 5608142; и 6177611.

**[0127]** Тканеселективные промоторы могут применяться для направленной экспрессии РРХ в определенной ткани растения. Такие тканеселективные промоторы включают, не ограничиваясь перечисленными, специфичные для листьев промоторы, специфичные для корней промоторы, специфичные для семян промоторы, и специфичные для стеблей промоторы. Тканеселективные промоторы включают Yamamoto et al. (1997) *Plant J.* 12(2):255-265; Kawamata et al. (1997) *Plant Cell Physiol.* 38(7):792-803; Hansen et al. (1997) *Mol. Gen Genet.* 254(3):337-343; Russell et al. (1997) *Transgenic Res.* 6(2):157-168; Rinehart et al. (1996) *Plant Physiol.* 112(3):1331-1341; Van Camp et al. (1996) *Plant Physiol.* 112(2):525-535; Canevascini et al. (1996) *Plant Physiol.* 112(2): 513-524; Yamamoto et al. (1994) *Plant Cell Physiol.* 35(5):773-778; Lam (1994) *Results Probl. Cell Differ.* 20:181-196; Orozco et al. (1993) *Plant Mol Biol.* 23(6):1129-1138; Matsuoka et al. (1993) *Proc Natl. Acad. Sci. USA* 90(20):9586- 9590; и Guevara-Garcia et al. (1993) *Plant J.* 4(3):495-505.

**[0128]** Указанные конструкции нуклеиновой кислоты также могут включать области терминации транскрипции. При применении областей терминации транскрипции любая область терминации может применяться при получении указанных конструкций нуклеиновой кислоты. Например, указанная область терминации может быть нативной для указанной области инициации транскрипции, может быть нативной для функционально связанной представляющей интерес последовательности РРХ, может быть нативной для растения-хозяина, или может быть получена из другого источника (т.е. чужеродного или гетерологичного промотору, представляющей интерес молекуле нуклеиновой кислоты РРХ, растению-хозяину или любой их комбинации). Примеры областей терминации, доступных для применения в конструкциях согласно настоящему описанию, включают таковые из Ti-плазмиды *A. tumefaciens*, такие как области терминации октопинсинтазы и нопалинсинтазы. См. также Guerineau et al. (1991) *Mol. Gen. Genet.* 262:141-144; Proudfoot (1991) *Cell* 64:671-674; Sanfacon et al. (1991) *Genes Dev.* 5:141-149; Mogen et al. (1990) *Plant Cell* 2:1261-1272; Munroe et al. (1990) *Gene* 91:151-158; Ballas et al. (1989) *Nucleic Acids Res.* 17:7891-7903; и Joshi et al. (1987) *Nucleic Acid Res.* 15:9627-9639.

**[0129]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями нуклеиновые кислоты могут быть

оптимизированы для повышения экспрессии в трансформированном растении, то есть нуклеиновые кислоты, кодирующие мутантные белки РРХ, могут быть синтезированы с применением кодон-оптимизации для повышения экспрессии в растениях. См., например, описание применения хозяйской кодон-оптимизации у Campbell and Gowri (1990) *Plant Physiol.* 92:1-11. В данной области техники существуют способы синтеза генов, оптимизированных для растений. См., например, патенты США №5380831 и №5436391, и Murray et al. (1989) *Nucleic Acids Res.* 17:477-498.

**[0130]** Кроме того, описанные в настоящей заявке последовательности нуклеиновых кислот могут быть модифицированы иным образом. Например, известно, что дополнительные модификации последовательностей повышают экспрессию в клетках-хозяевах. Такие модификации включают элиминацию последовательностей, кодирующих ложные сигналы полиаденилирования, сигналы сайтов сплайсинга экзонов/интронов, транспозоноподобные повторы и другие такие хорошо изученные последовательности, которые могут оказывать отрицательное действие на генную экспрессию. Содержание G-С в указанной последовательности также может быть скорректировано до уровней, примерно соответствующих целевым клеткам-хозяевам, согласно подсчетам, основанным на сравнении с известными генами, экспрессируемыми в клетке-хозяине. Кроме того, указанная последовательность может быть модифицирована, чтобы избежать формирования предсказанных вторичных шпильчатых структур мРНК.

**[0131]** Другие последовательности нуклеиновых кислот могут также применяться при получении конструкций согласно настоящему изобретению, например, для повышения экспрессии кодирующей последовательности РРХ. Такие последовательности нуклеиновых кислот включают интроны *AdhI* кукурузы, ген *intron1* (Callis et al. (1987) *Genes and Development* 1:1183-1200) и лидерные последовательности (W-последовательность) вируса табачной мозаики (TMV), вируса хлоротичной пятнистости кукурузы и вируса мозаики люцерны (Gallie et al. (1987) *Nucleic Acid Res.* 15:8693-8711 и Skuzeski et al. (1990) *Plant Mol. Biol.* 15:65-79, 1990). Было показано, что первый интрон локуса *shrunken-1* кукурузы увеличивают экспрессию генов в гибридных генных конструкциях. В патентах США №5424412 и №5593874 описано применение конкретных интронов в конструкциях для генной экспрессии; Gallie et al. ((1994) *Plant Physiol.* 106:929-939) также показали, что интроны подходят для регуляции генной экспрессии тканеспецифическим образом. Для большего усиления или оптимизации экспрессии гена

PPX растительные экспрессионные векторы, описанные в настоящей заявке, могут также содержать последовательности ДНК, содержащие участки прикрепления к матриксу (MAR). Растительные клетки, трансформированные такими модифицированными экспрессионными системами, соответственно, могут демонстрировать сверхэкспрессию или конститутивную экспрессию нуклеотидной последовательности согласно настоящему описанию.

**[0132]** Экспрессионные конструкции, описанные в настоящей заявке, могут также включать последовательности нуклеиновых кислот, способные направлять экспрессию последовательности PPX в хлоропласты. Такие последовательности нуклеиновых кислот включают нацеленные на хлоропласты последовательности, которые кодируют транзитный пептид хлоропласта для направления представляющего интерес генного продукта в хлоропласты растительной клетки. Такие транзитные пептиды известны в данной области техники. В отношении нацеленных на хлоропласты последовательностей «функционально связанный» означает, что последовательность нуклеиновой кислоты, кодирующая транзитный пептид (т.е. нацеленная на хлоропласты последовательность) связана с молекулами нуклеиновых кислот PPX, описанными в настоящей заявке, таким образом, что указанные две последовательности являются последовательными и находятся в пределах одной и той же рамки считывания. См., например, Von Heijne et al. (1991) *Plant Mol. Biol. Rep.* 9:104-126; Clark et al. (1989) *J. Biol. Chem.* 264:17544-17550; Della-Cioppa et al. (1987) *Plant Physiol.* 84:965-968; Romer et al. (1993) *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 196:1414-1421; и Shah et al. (1986) *Science* 233:478-481. В то время как белки PPX, описанные в настоящей заявке, могут включать нативный транзитный пептид хлоропласта, любой известный в данной области техники транзитный пептид хлоропласта может быть гибридизован с последовательностью аминокислот зрелого белка PPX путем функционального связывания нацеленной на хлоропласты последовательности с 5'-концом нуклеотидной последовательности, кодирующей зрелый белок PPX.

**[0133]** Нацеленные на хлоропласты последовательности известны в данной области техники и включают хлоропластную малую субъединицу рибулозо-1,5-бифосфаткарбоксилазы (Rubisco) (de Castro Silva Filho et al. (1996) *Plant Mol. Biol.* 30:769-780; Schnell et al. (1991) *J. Biol. Chem.* 266(5):3335-3342); 5-(еноилпирувил)шикимат-3-фосфатсинтазу (EPSPS) (Archer et al. (1990) *J. Bioenerg. Biomemb.* 22(6):789-810); триптофансинтазу (Zhao et al. (1995) *J. Biol. Chem.* 270(1 1):6081- 6087); пластоцианин

(Lawrence et al. (1997) *J. Biol. Chem.* 272(33):20357-20363); хоризматсинтазу (Schmidt et al. (1993) *J. Biol. Chem.* 268(36):27447-27457); и светособирающий хлорофилл А/В-связывающий белок (LHBP) (Lamppa et al. (1988) *J. Biol. Chem.* 263:14996-14999). См. также Von Heijne et al. (1991) *Plant Mol. Biol. Rep.* 9:104-126; Clark et al. (1989) *J. Biol. Chem.* 264:17544-17550; Della-Cioppa et al. (1987) *Plant Physiol.* 84:965-968; Romer et al. (1993) *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 196:1414-1421; и Shah et al. (1986) *Science* 233:478-481.

**[0134]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями могут быть получены конструкции нуклеиновой кислоты для направления экспрессии мутантной кодирующей последовательности РРХ из хлоропласта растительной клетки. Способы трансформации хлоропластов известны в данной области техники. См., например, Svab et al. (1990) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 87:8526-8530; Svab and Maliga (1993) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 90:913-917; Svab and Maliga (1993) *EMBO J.* 12:601-606. Указанный способ основан на доставке с помощью генной пушки ДНК, содержащей меркер селекции, и направленном перемещении указанной ДНК в пластидный геном посредством гомологичной рекомбинации. Дополнительно, трансформация пластид может производиться путем трансактивации молчащего трансгена пластидного происхождения посредством тканеселективной экспрессии кодируемой в ядре и направляемой в пластиды РНК-полимеразы. Такая система описана у McBride et al. (1994) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 91:7301-7305.

**[0135]** Представляющие интерес нуклеиновые кислоты для направленного перемещения в хлоропласт могут быть оптимизированы для экспрессии в указанном хлоропласте с учетом разницы во встречаемости кодонов между ядром растительной клетки и указанной органеллой. Таким образом представляющие интерес нуклеиновые кислоты могут быть синтезированы с применением хлоропласт-оптимизированных кодонов. См., например, патент США №5380831, включенный в настоящую заявку посредством ссылки.

**[0136]** Указанные конструкции нуклеиновой кислоты могут применяться для трансформирования растительных клеток и регенерирования трансгенных растений, содержащих кодирующие последовательности мутантного РРХ. Существуют разнообразные растительные трансформирующие векторы и способы трансформации растений. См., например, патент США №6753458, An, G. et al. (1986) *Plant Physiol.*, 81:301-



305; Fry, J. et al. (1987) *Plant Cell Rep.* 6:321-325; Block, M. (1988) *Theor. Appl Genet.* 76:767-774; Hinchee et al. (1990) *Stadler. Genet. Symp.* 203:212-212; Cousins et al. (1991) *Aust. J. Plant Physiol.* 18:481-494; Chee, P. P. and Slightom, J. L. (1992) *Gene.* 118:255-260; Christou et al. (1992) *Trends. Biotechnol.* 10:239-246; D'Halluin et al. (1992) *Bio/Technol.* 10:309-314; Dhir et al. (1992) *Plant Physiol.* 99:81-88; Casas et al. (1993) *Proc. Nat. Acad Sci. USA* 90:11212-11216; Christou, P. (1993) *In Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant*; 29P:119-124; Davies, et al. (1993) *Plant Cell Rep.* 12:180-183; Dong, J. A. and Mc Hughen, A. (1993) *Plant Sci.* 91:139-148; Franklin, C. I. and Trieu, T. N. (1993) *Plant. Physiol.* 102:167; Golovkin et al. (1993) *Plant Sci.* 90:41-52; *Guo Chin Sci. Bull.* 38:2072-2078; Asano, et al. (1994) *Plant Cell Rep.* 13; Ayeres N. M. and Park, W. D. (1994) *Crit. Rev. Plant. Sci.* 13:219-239; Barcelo et al. (1994) *Plant. J.* 5:583-592; Becker, et al. (1994) *Plant. J.* 5:299-307; Borkowska et al. (1994) *Acta. Physiol Plant.* 16:225-230; Christou, P. (1994) *Agro. Food. Ind. Hi Tech.* 5:17-27; Eapen et al. (1994) *Plant Cell Rep.* 13:582-586; Hartman et al. (1994) *Bio-Technology* 12:919-923; Ritala et al. (1994) *Plant. Mol. Biol.* 24:317-325; and Wan, Y. C. and Lemaux, P. G. (1994) *Plant Physiol.* 104:3748. Указанные конструкции могут быть трансформированы в растительных клетках с применением гомологичной рекомбинации.

**[0137]** Данные конструкции, содержащие описанные в настоящей заявке последовательности нуклеиновых кислот РРХ, могут применяться в различных способах получения трансгенных клеток-хозяев, таких как бактерии и дрожжи, и для трансформирования растительных клеток и, в некоторых случаях, регенерирования трансгенных растений. Например, способы получения трансгенного сельскохозяйственного растения, содержащего мутантные белки РРХ, описанные в настоящей заявке, отличающегося тем, что экспрессия нуклеиновой(ых) кислот(ы) в указанном растении приводит к толерантности к гербицидам по сравнению с растениями дикого типа или с известными растениями с мутантным РРХ, включающий: (а) введение в растительную клетку экспрессионного вектора, содержащего нуклеиновую кислоту, кодирующую мутантный белок РРХ, и (b) получение из указанной растительной клетки трансгенного растения, которое является гербицидотолерантным.

#### Мутации РРХ

**[0138]** Указанные композиции и способы могут относиться по меньшей мере отчасти к мутациями в гене РРХ, например, мутациям, которые придают растению устойчивость или толерантность к гербициду из семейства Ингибирующих РРХ гербицидов. Также

указанные композиции и способы согласно некоторым вариантам реализации относятся к применению олигонуклеотида репарации генов для получения требуемой мутации в хромосомных или эписомных генных последовательностях растений, кодирующего белок PPX. Мутантный белок, который может согласно некоторым вариантам реализации в существенной мере поддерживать каталитическую активность белка дикого типа, обеспечивает повышенную устойчивость или толерантность растения к гербициду PPX-ингибирующего семейства, и, таким образом, согласно некоторым вариантам реализации обеспечивает в существенной мере нормальный рост или развитие указанного растения, его органов, тканей или клеток по сравнению с растением дикого типа независимо от присутствия или отсутствия указанного гербицида. Указанные композиции и способы также относятся к нетрансгенной или трансгенной растительной клетке, ген PPX которой подвергся мутации, регенерированному из нее нетрансгенному или трансгенному растению, а также растению, полученному в результате скрещивания с применением регенерированного нетрансгенного или трансгенного растения с растением, содержащим мутацию, например, в другом гене PPX. Применение указанных мутаций может также быть нацелено на толерантность к данным ингибиторам в растениях, включая сельскохозяйственные растения, водоросли, бактерии, грибы и системы на основе млекопитающих.

**[0139]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, по меньшей мере одна мутация мутантного белка PPX может присутствовать в положении аминокислоты, соответствующем положению, выбранному из группы, состоящей из положений 52, 85, 105, 111, 130, 139, 143, 144, 145, 147, 165, 167, 170, 180, 185, 192, 193, 199, 206, 212, 219, 220, 221, 226, 228, 229, 230, 237, 244, 256, 257, 270, 271, 272, 305, 311, 316, 318, 332, 343, 354, 357, 359, 360, 366, 393, 403, 424, 426, 430, 438, 440, 444, 455, 457, 470, 478, 483, 484, 485, 487, 490, 503, 508 и 525 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из положений 58, 64, 74, 84, 93, 97, 98, 101, 119, 121, 124, 139, 150, 151, 157, 164, 170, 177, 187, 188, 195, 214, 215, 229, 230, 271, 274, 278, 283, 292, 296, 307, 324, 330, 396, 404, 406, 410, 421, 423, 434, 447, 448, 449, 451, 454, 465, 470 и 50 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении

















NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению 470 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению 500 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает две или более мутации, по меньшей мере одна из которых находится в положении аминокислоты, соответствующем положению, выбранному из группы, состоящей из 52, 85, 105, 111, 130, 139, 143, 144, 145, 147, 165, 167, 170, 180, 185, 192, 193, 199, 206, 212, 219, 220, 221, 226, 228, 229, 230, 237, 244, 256, 257, 270, 271, 272, 305, 311, 316, 318, 332, 343, 354, 357, 359, 360, 366, 393, 403, 424, 426, 430, 438, 440, 444, 455, 457, 470, 478, 483, 484, 485, 487, 490, 503, 508 и 525 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает две или более мутации, по меньшей мере одна из которых находится в положении аминокислоты, соответствующем положению, выбранному из группы, состоящей из 58, 64, 74, 84, 93, 97, 98, 101, 119, 121, 124, 139, 150, 151, 157, 164, 170, 177, 187, 188, 195, 214, 215, 229, 230, 271, 274, 278, 283, 292, 296, 307, 324, 330, 396, 404, 406, 410, 421, 423, 434, 447, 448, 449, 451, 454, 465, 470 и 500 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает три или более мутации, по меньшей мере одна из которых находится в положении аминокислоты, соответствующем положению, выбранному из группы, состоящей из 52, 85, 105, 111, 130, 139, 143, 144, 145, 147, 165, 167, 170, 180, 185, 192, 193, 199, 206, 212, 219, 220, 221, 226, 228, 229, 230, 237, 244, 256, 257, 270, 271, 272, 305, 311, 316, 318, 332, 343, 354, 357, 359, 360, 366, 393, 403, 424, 426, 430, 438, 440, 444, 455, 457, 470, 478, 483, 484, 485, 487, 490, 503, 508 и 525 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает три или более мутации, по меньшей мере одна из которых находится в положении аминокислоты, соответствующем положению, выбранному из группы, состоящей из 58, 64, 74, 84, 93, 97, 98, 101, 119, 121, 124, 139, 150, 151, 157, 164, 170, 177, 187, 188, 195, 214, 215, 229, 230, 271, 274, 278, 283, 292, 296, 307, 324, 330, 396, 404, 406, 410, 421, 423, 434, 447, 448, 449, 451, 454, 465, 470 и 500 последовательности SEQ ID NO: 9.

**[0140]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, по меньшей мере одна мутация мутантного

белка PPX может присутствовать в положении аминокислоты, соответствующем положению, выбранному из группы, состоящей из G52, N85, N105, E111, G130, D139, P143, R144, F145, L147, F165, L167, I170, A180, P185, E192, S193, R199, V206, E212, Y219, A220, G221, L226, M228, K229, A230, K237, S244, R256, R257, K270, P271, Q272, S305, E311, T316, T318, S332, S343, A354, L357, K359, L360, A366, L393, L403, L424, Y426, S430, K438, E440, V444, L455, K457, V470, F478, F483, D484, I485, D487, K490, L503, V508 и I525 последовательности SEQ ID NO: 1. В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, по меньшей мере одна мутация мутантного белка PPX может присутствовать в положении аминокислоты, соответствующем положению, выбранному из группы, состоящей из D58, E64, G74, G84, L93, K97, K98, A101, S119, F121, T124, N139, E150, S151, Q157, V164, D170, C177, H187, L188, N195, P214, I215, K229, K230, C271, D274, F283, A292, S296, C307, N324, D330, S396, A404, R406, K410, L421, A423, C434, D447, S448, V449, D451, D454, Y465, K470 and T500 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению G52 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению N85 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению E111 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению G130 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению D139 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению P143 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению R144 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению F145 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации

















некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению K470 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению T500 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации белок PPX представляет собой паралог белка PPX *Arabidopsis thaliana* (например, белок PPX может представлять собой пластидный белок PPX картофеля); указанный белок PPX может содержать N в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный N заменен на аминокислоту, отличную от N; K в положении, соответствующем положению 272 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный K заменен на аминокислоту, отличную от K; S в положении, соответствующем положению 359 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный S заменен на аминокислоту, отличную от S; и/или S в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный S заменен на аминокислоту, отличную от S. Согласно подобным вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению N52 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению N85 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению R144 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению F145 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению A180 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению P185 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению A220 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению L226 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации

мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению M228 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению S244 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению K272 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению S305 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению S332 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению L357 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению S359 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению L393 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению L403 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению L424 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению Y426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению F478 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит мутацию в положении аминокислоты, соответствующем положению S525 последовательности SEQ ID NO: 1.

**[0141]** Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает две или более мутации, по меньшей мере одна из которых находится в положении аминокислоты, соответствующем положению, выбранному из группы, состоящей из G52, N85, R144, F145, A180, P185, A220, L226, M228, S244, Q272, S305, S332, L357, K359,

L393, L403, L424, Y426, F478 и I525 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации белок PPX представляет собой паралог белка PPX *Arabidopsis thaliana* (например, белок PPX может представлять собой белок PPX картофеля); указанный белок PPX содержит две или более мутации и одно или более из: (1) N в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный N заменен на аминокислоту, отличную от N; (2) K в положении, соответствующем положению 272 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный K заменен на аминокислоту, отличную от K; (3) S в положении, соответствующем положению 359 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный S заменен на аминокислоту, отличную от S; и/или (4) S в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный S заменен на аминокислоту, отличную от S. Согласно подобным вариантам реализации мутантный белок PPX содержит две или более мутации, по меньшей мере одна из которых находится в положении аминокислоты, соответствующем положению, выбранному из группы, состоящей из N52, N85, R144, F145, A180, P185, A220, L226, M228, S244, K272, S305, S332, L357, S359, L393, L403, L424, Y426, F478 и S525 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит три или более мутации, по меньшей мере одна из которых находится в положении аминокислоты, соответствующем положению, выбранному из группы, состоящей из G52, N85, R144, F145, A180, P185, A220, L226, M228, S244, Q272, S305, S332, L357, K359, L393, L403, L424, Y426, F478 и I525 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации белок PPX представляет собой паралог белка PPX *Arabidopsis thaliana* (например, белок PPX может представлять собой белок PPX картофеля); указанный белок PPX содержит три или более мутации и одно или более из: (1) N в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный N заменен на аминокислоту, отличную от N; (2) K в положении, соответствующем положению 272 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный K заменен на аминокислоту, отличную от K; (3) S в положении, соответствующем положению 359 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный S заменен на аминокислоту, отличную от S; и/или (4) S в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO:1, где указанный S заменен на аминокислоту, отличную от S. Согласно подобным вариантам реализации мутантный белок PPX содержит три или более мутации, по меньшей мере одна из которых находится

в положении аминокислоты, соответствующем положению, выбранному из группы, состоящей из N52, N85, R144, F145, A180, P185, A220, L226, M228, S244, K272, S305, S332, L357, S359, L393, L403, L424, Y426, F478 и S525 последовательности SEQ ID NO: 1.

**[0142]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями мутантный белок PPX может содержать одну или более мутаций, выбранных из мутаций, приведенных в таблице 1.

**[0143] Таблица 1:** Мутации аминокислот в белке PPX *Arabidopsis thaliana*.

G52K	F145Y	A220I	M228L	S332C	L393S	Y426C	Y426R
N85D	A180T	A220L	S244G	L357I	L393V	Y426F	Y426T
R144C	P185H	A220T	S244T	K359R	L403R	Y426H	Y426V
R144H	P185R	A220V	Q272F	K359T	L403S	Y426I	F478S
F145L	A220C	L226M	S305L	L393M	L424S	Y426L	I525T
E111V	L147V	S193T	A230F	P271R	L360K	L455V	I485E
G130N	F165N	R199L	R256H	E311R	A366E	K457V	K490N
D139H	P185Y	V206F	R256S	T318G	K438S	V470S	L503F
P143R	E192D	Y219S	K270E	S332L	E440K	V470Y	V508T
R144L	E192K	K229Q	K270Q	L360D	V444I	D484A	

**[0144]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, указанная одна или более мутация в мутантном гене PPX может кодировать мутантный белок PPX, содержащий одну или более мутацию, две или более мутации, или три или более мутации, выбранные из группы, состоящей из замены глицин→лизин в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1; замены глутаминовая кислота→валин в положении, соответствующем положению 111 последовательности SEQ ID NO: 1; замены глицин→аспарагин в положении, соответствующем положению 130 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аспарагиновая кислота→гистидин в положении, соответствующем положению 139 последовательности SEQ ID NO: 1; замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 143 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1; замены

фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1; замены фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 147 последовательности SEQ ID NO: 1; замены фенилаланин→аспарагин в положении, соответствующем положению 165 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180 последовательности SEQ ID NO: 1; замены пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 185 последовательности SEQ ID NO: 1; замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 185 последовательности SEQ ID NO: 1; замены пролин→тирозин в положении, соответствующем положению 185 последовательности SEQ ID NO: 1; замены глутаминовая кислота→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 192 последовательности SEQ ID NO: 1; замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 192 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 193 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 199 последовательности SEQ ID NO: 1; замены валин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 206 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→серин в положении, соответствующем положению 219 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→цистеин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→изолейцин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→лейцин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→валин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1; замены метионин→лейцин в положении, соответствующем положению 228 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 230 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→глицин в положении,

соответствующем положении 244 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 256 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аргинин→серин в положении, соответствующем положению 256 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лизин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 270; замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 270; замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 271 последовательности SEQ ID NO: 1; замены глутамин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 305 последовательности SEQ ID NO: 1; замены глутаминовая кислота→аргинин в положении, соответствующем положению 311 последовательности SEQ ID NO: 1; замены треонин→глицин в положении, соответствующем положению 316 последовательности SEQ ID NO: 1; замены треонин→глицин в положении, соответствующем положению 318 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→цистеин в положении, соответствующем положению 332 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 332 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→изолейцин в положении, соответствующем положению 357 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 359 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лизин→треонин в положении, соответствующем положению 359 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→лизин в положении, соответствующем положению 360 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 360 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 366 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→аргинин в положении, соответствующем положению 403 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→серин в положении,



соответствующем положению 403 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→цистеин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→изолейцин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→лейцин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→аргинин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→треонин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→валин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лизин→серин в положении, соответствующем положению 438 последовательности SEQ ID NO: 1; замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 440 последовательности SEQ ID NO: 1; замены валин→изолейцин в положении, соответствующем положению 444 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 455 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лизин→валин в положении, соответствующем положению 457 последовательности SEQ ID NO: 1; замены валин→серин в положении, соответствующем положению 470 последовательности SEQ ID NO: 1; замены валин→тирозин в положении, соответствующем положению 470 последовательности SEQ ID NO: 1; замены фенилаланин→серин в положении, соответствующем положению 478 последовательности SEQ ID NO: 1; замены фенилаланин→глицин в положении, соответствующем положению 483 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аспарагиновая кислота→аланин в положении, соответствующем положению 484 последовательности SEQ ID NO: 1; замены изолейцин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 485 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лизин→аспарагин в положении, соответствующем положению 490 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 503 последовательности SEQ ID NO: 1; замены валин→треонин в положении, соответствующем положению 508 последовательности SEQ ID NO: 1; и замену

изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 1.

**[0145]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, мутантный ген PPX может кодировать мутантный белок PPX, который содержит замену глицин→лизин в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену глутаминовая кислота→валин в положении, соответствующем положению 111 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену глицин→аспарагин в положении, соответствующем положению 130 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагиновая кислота→гистидин в положении, соответствующем положению 139 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 143 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит

замену фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→валин в положении, соответствующем положению 147 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену фенилаланин→аспарагин в положении, соответствующем положению 165 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 185 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 185 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену пролин→тирозин в положении, соответствующем положению 185 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену глутаминовая кислота→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 192 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 192 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→треонин в положении, соответствующем положению 193 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 199 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену валин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 206 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам

реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→серин в положении, соответствующем положению 219 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→цистеин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→изолейцин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→лейцин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→валин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену метионин→лейцин в положении, соответствующем положению 228 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 230 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→глицин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→треонин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ

ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 256 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аргинин→серин в положении, соответствующем положению 256 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лизин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 270. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 270. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 271 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену глутамин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→треонин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→лейцин в положении, соответствующем положению 305 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену глутаминовая кислота→аргинин в положении, соответствующем положению 311 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену треонин→глицин в положении, соответствующем положению 316 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену треонин→глицин в положении, соответствующем положению 318 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→цистеин в положении, соответствующем положению 332 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно



ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→цистеин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→изолейцин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→лейцин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→аргинин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→треонин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→валин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лизин→серин в положении, соответствующем положению 438 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 440 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену валин→изолейцин в положении, соответствующем

положению 444 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→валин в положении, соответствующем положению 455 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лизин→валин в положении, соответствующем положению 457 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену валин→серин в положении, соответствующем положению 470 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену валин→тирозин в положении, соответствующем положению 470 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену фенилаланин→серин в положении, соответствующем положению 478 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену фенилаланин→глицин в положении, соответствующем положению 483 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагиновая кислота→аланин в положении, соответствующем положению 484 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену изолейцин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 485 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лизин→аспарагин в положении, соответствующем положению 490 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 503 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену валин→треонин в положении, соответствующем положению 508 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует



мутантный белок PPX, который содержит замену изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 1.

**[0146] Таблица 2:** Обзор нуклеотидных/кодонных мутаций в пластидном гене PPX *Arabidopsis*, приводящих к заменам аминокислот, которые придают толерантность к ингибиторам PPX. Номера положений основаны на нумерации в пластидном гене PPX *Arabidopsis* № At4g01690 (SEQ ID NO: 1).

АК МТЦ	НК мтц	АК МТЦ	НК мтц	АК МТЦ	НК мтц	АК МТЦ	НК мтц
G52K	GGG → AAA	A220I	GCT → ATT	S332C	TCT → TGT	Y426C	TAC → TGC
N85D	AAT → GAT	A220L	GCT → CTT	L357I	CTC → ATC	Y426F	TAC → TTC
R144C	AGG → TGC AGG → TGT	A220T	GCT → ACT	K359R	AAA → AGA	Y426H	TAC → CAC
R144H	AGG → CAC AGG → CAT	A220V	GCT → GTT	K359T	AAA → ACT	Y426I	TAC → ATC
F145L	TTT → CTT	L226M	GTG → ATG	L393M	TTG → ATG	Y426L	TAC → TTA TAC → CTC
F145Y	TTT → TAT	M228L	ATG → CTG	L393S	TTG → TCG	Y426R	TAC → CGC
A180T	GCA → ACA	S244G	AGC → GGC	L393V	TTG → GTG	Y426T	TAC → ACC
P185H	CCG → CAC CCG → CAT	S244T	AGC → ACC	L403R	TTA → CGA	Y426V	TAC → GTC
P185R	CCG → CGG	Q272F	CAG → TTC CAG → TTT	L403S	TTA → TCA	F478S	TTT → TCT
A220C	GCT → TGT	S305L	TCA → TTA	L424S	TTG → TCG	S525T	ATT → ACT

\* «АК мтц» относится к мутации аминокислоты; «НК мтц» относится к мутации нуклеиновой кислоты

**[0147]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями мутантный ген PPX может содержать замену GGG→AAA, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену глицин→лизин в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AAT → GAT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AGG → TGC или TGT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности

SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AGG → CAC или CAT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TTT → CTT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TTT → TAT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GCA → ACA, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты CCG → CAC или CAT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 185 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты CCG → CGT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 185 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты CCG → CGG, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 185 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GCT → TGT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→цистеин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GCT → ATT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→изолейцин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации

мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GCT → CTT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→лейцин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GCT → ACT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GCT → GTT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→валин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GTG → ATG, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты ATG → CTG, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену метионин→лейцин в положении, соответствующем положению 228 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AGC → GGC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→глицин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AGC → ACC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→треонин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты CAG → TTC или TTT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену глутамин→аспарагин в положении, соответствующем положению 272 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TCA → TTA, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→лейцин в положении, соответствующем положению 305 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TCT → TGT, которая кодирует мутантный белок PPX, который

содержит замену серин→цистеин в положении, соответствующем положению 332 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты CTC → ATC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→изолейцин в положении, соответствующем положению 357 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AAA → AGA, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 359 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AAA → ACT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лизин→треонин в положении, соответствующем положению 359 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TTG → ATG, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TTG → TCG, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→серин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TTG → GTG, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TTA → CGA, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→аргинин в положении, соответствующем положению 403 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TTA → TCA, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→серин в положении, соответствующем положению 403 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TTG → TCG, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно

некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TAC → TGC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→цистеин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TAC → TTC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TAC → CAC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1.

Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TAC → ATC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→изолейцин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TAC → TTA или CTC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→лейцин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1.

Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TAC → CGC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→аргинин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TAC → ACC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→треонин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1.

Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TAC → GTC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→валин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TTT → TCT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену фенилаланин→серин в положении, соответствующем положению 478 последовательности SEQ ID NO: 1.

Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию

нуклеиновой кислоты АТТ → АСТ, которая кодирует мутантный белок РРХ, который содержит замену изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 1.

**[0148] Таблица 3А:** Обзор нуклеотидных/кодонных мутаций в пластидном гене РРХ картофеля, приводящих к заменам аминокислот, которые придают толерантность к ингибиторам РРХ. Номера положений основаны на нумерации пластидного гена РРХ *Arabidopsis* № At4g01690 (SEQ ID NO: 1).

АК мтц	НК мтц	АК мтц	НК мтц	АК мтц	НК мтц	АК мтц	НК мтц
N52K	AAT → AAA	A220I	GCC → ATC	S332C	AGT → TGT	Y426C	TAC → TGC
N85D	AAT → GAT	A220L	GCC → CTC	L357I	CTT → ATT	Y426F	TAC → TTC
R144C	CGC → TGC	A220T	GCC → ACC	S359R	AGT → AGA	Y426H	TAC → CAC
R144H	CGC → CAC	A220V	GCC → GTC	S359T	AGT → ACT	Y426I	TAC → ATC
F145L	TTT → CTT	L226M	TTG → ATG	L393M	TTG → ATG	Y426L	TAC → TTA TAC → CTC
F145Y	TTT → TAT	M228L	ATG → CTG	L393S	TTG → TCG	Y426R	TAC → CGC
A180T	GCC → ACC	S244G	AGC → GGC	L393V	TTG → GTG	Y426T	TAC → ACC
P185H	CCT → CAT	S244T	AGC → ACC	L403R	CTA → CGA	Y426V	TAC → GTC
P185R	CCT → CGT	K272F	AAA → TTT AAA → TTC	L403S	CTA → TCA	F478S	TTT → TCT
A220C	GCC → TGC	S305L	TCT → CTT	L424S	TTG → TCG	S525T	TCT → ACT

\* «АК мтц» относится к мутации аминокислоты; «НК мтц» относится к мутации нуклеиновой кислоты

**[0149]** Согласно некоторым вариантам реализации в соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, указанная одна или более мутация в мутантном гене РРХ может кодировать мутантный белок РРХ, содержащий одну или более мутацию, две или более мутации, или три или более мутации, выбранные из группы, состоящей из замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 144 последовательности

SEQ ID NO: 1; замены фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, замены фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180 последовательности SEQ ID NO: 1; замены пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 185 последовательности SEQ ID NO: 1; замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 185 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→цистеин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→изолейцин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→лейцин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аланин→валин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1; замены метионин→лейцин в положении, соответствующем положению 228 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→глицин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лизин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 305 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→цистеин в положении, соответствующем положению 332 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→изолейцин в положении, соответствующем положению 357 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→аргинин в положении, соответствующем положению 359 последовательности SEQ ID NO: 1; замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 359 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→аргинин в положении, соответствующем положению 403 последовательности

SEQ ID NO: 1; замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 403 последовательности SEQ ID NO: 1; замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→цистеин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→изолейцин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→лейцин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→аргинин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→треонин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены тирозин→валин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1; замены фенилаланин→серин в положении, соответствующем положению 478 последовательности SEQ ID NO: 1; и замены изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 1.

**[0150]** Согласно некоторым вариантам реализации в соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, мутантный ген PPX может кодировать мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно









замену изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 1.

**[0151]** Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AAT → AAA, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AAT → GAT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты CGC → TGC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты CGC → CAC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TTT → CTT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TTT → TAT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GCC → ACC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты CCT → CAT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 185 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты CCT → CGT, которая кодирует мутантный белок PPX, который

содержит замену пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 185 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GCC → TGC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→цистеин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GCC → ATC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→изолейцин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GCC → CTC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→лейцин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GCC → ACC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GCC → GTC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→валин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TTG → ATG, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты ATG → CTG, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену метионин→лейцин в положении, соответствующем положению 228 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AGC → GGC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→глицин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AGC → ACC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→треонин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ

ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AAA → AAT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лизин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TCT → CTT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→лейцин в положении, соответствующем положению 305 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AGT → TGT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→цистеин в положении, соответствующем положению 332 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты CTT → ATT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→изолейцин в положении, соответствующем положению 357 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AGT → AGA, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→аргинин в положении, соответствующем положению 359 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AGT → ACT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→треонин в положении, соответствующем положению 359 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TTG → ATG, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TTG → TCG, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→серин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TTG → GTG, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой

кислоты СТА → CGA, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→аргинин в положении, соответствующем положению 403 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты СТА → TCA, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→серин в положении, соответствующем положению 403 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TTG → TCG, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TAC → TGC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→цистеин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TAC → AAC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TAC → CAC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TAC → ATC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→изолейцин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TAC → TTC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→лейцин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TAC → CGC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→аргинин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TAC → ACC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→треонин в

положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 7.

Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TAC → GTC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→валин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TTT → TCT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену фенилаланин→серин в положении, соответствующем положению 478 последовательности SEQ ID NO: 7.

Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TCT → ACT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 7.

**[0152] Таблица 3В:** Обзор нуклеотидных/кодонных мутаций в митохондриальном гене PPX картофеля, приводящих к заменам аминокислот, которые придают толерантность к ингибиторам PPX. Номера положений основаны на нумерации митохондриального гена PPX *Solanum tuberosum* № AJ225108 (SEQ ID NO: 9).

АК мтц	НК мтц	АК мтц	НК мтц	АК мтц	НК мтц	АК мтц	НК мтц
D58N	GAT → AAT	S151T	AGT → ACT	K229Q	AAG → CAG	R406K	AGG → AAG
E64V	GAA → GTA	Q157L	CAG → CTG	K230R	AAG → AGG	K410I	AAA → ATA
G74C	GGT → TGT	V164F	GTT → TTT	F283G	GAC → GGC	A423V	GCT → GTT
G84N	GGA → GAT	D170E	GAT → GAA	A292G	GCA → GGA	C434S	TGC → AGC
R98C	CGC → CAC	H187Q	AAG → CAG	S296L	TCA → TTA	C434Y	TGC → TAC
R98H	CGC → TGC	L188F	CTT → TTT	C307S	TGT → AGT	S448A	TCA → GCA
R98L	CGC → CTC	N195K	AAT → AAA	N324D	AAT → GAT	D451G	GAT → GGT
N139Y	CCT → TAT	P214H	CCT → CAT	N324K	AAT → AAA	D454N	GAC → AAC
E150D	GAA → GAT	P214S	CCT → TCT	D330E	GAT → GAA	Y465F	TAT → TTT
E150K	GAA → AAA	K229E	AAG → GAG	A404S	GCC → TCC	K470T	AAG → ACG
T500S	ACC → AGC						

\* «АК мтц» относится к мутации аминокислоты; «НК мтц» относится к мутации нуклеиновой кислоты



[0153] В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, мутантный ген PPX может кодировать мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагиновая кислота→аспарагин в положении, соответствующем положению 58 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену глутаминовая кислота→валин в положении, соответствующем положению 64 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену глицин→цистеин в положении, соответствующем положению 74 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену глицин→аспарагин в положении, соответствующем положению 84 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→гистидин в положении, соответствующем положению 93 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 97 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→валин в положении, соответствующем положению 101 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→аспарагин в положении, соответствующем положению 119 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX,

который содержит замену фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 121 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагин→тирозин в положении, соответствующем положению 139 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену глутаминовая кислота→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 150 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 150 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→треонин в положении, соответствующем положению 151 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену глутамин→лейцин в положении, соответствующем положению 157 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену валин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 164 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену валин→аланин в положении, соответствующем положению 164 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагиновая кислота→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 170 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену цистеин→серин в положении, соответствующем положению 177 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену гистидин→глутамин в положении, соответствующем положению 187 последовательности

SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→ фенилаланин в положении, соответствующем положению 188 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 195 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену пролин→серин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену изолейцин→гистидин в положении, соответствующем положению 215 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену изолейцин→серин в положении, соответствующем положению 215 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лизин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 229 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 230 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену цистеин→аргинин в положении, соответствующем положению 271 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 274 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену

аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 278 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену фенилаланин→глицин в положении, соответствующем положению 283 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→глицин в положении, соответствующем положению 292 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→лейцин в положении, соответствующем положению 296 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену цистеин→серин в положении, соответствующем положению 307 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 324 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 324 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагиновая кислота→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 330 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→лейцин в положении, соответствующем положению 396 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→серин в положении, соответствующем положению 404 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аргинин→лизин в положении, соответствующем положению 406 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лизин→изолейцин в положении, соответствующем положению 410 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно

некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→валин в положении, соответствующем положению 421 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин→валин в положении, соответствующем положению 423 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену цистеин→серин в положении, соответствующем положению 434 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену цистеин→тирозин в положении, соответствующем положению 434 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 447 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→аланин в положении, соответствующем положению 448 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену валин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 449 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 451 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагиновая кислота→аспарагин в положении, соответствующем положению 454 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 465 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лизин→треонин в положении, соответствующем положению 470 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену

треонин→серин в положении, соответствующем положению 500 последовательности SEQ ID NO: 9.

**[0154]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GAT → AAT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагиновая кислота→аспарагин в положении, соответствующем положению 58 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GAA → GTA, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену глутаминовая кислота→валин в положении, соответствующем положению 64 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GGT → TGT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену глицин→цистеин в положении, соответствующем положению 74 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GGA → GAT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену глицин→аспарагин в положении, соответствующем положению 84 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты CGC → TGC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты CGC → CAC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты CGC → CTC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AAT → TAT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагин→тирозин в положении, соответствующем положению 139 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GAA → GAT, которая кодирует мутантный белок PPX,

который содержит замену глутаминовая кислота→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 150 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GAA → AAA, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 150 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AGT → ACT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→треонин в положении, соответствующем положению 151 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты CAG → CTG, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену глутамин→лейцин в положении, соответствующем положению 157 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GTT → TTT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену валин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 164 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GAT → GAA, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагиновая кислота→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 170 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты CAC → CAG, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену гистидин→глутамин в положении, соответствующем положению 187 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты CTT → TTT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лейцин→ фенилаланин в положении, соответствующем положению 188 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AAT → AAA, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 195 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты CCT → CAT, которая кодирует мутантный белок PPX, который

содержит замену пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты CCT → TCT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену пролин→серин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AAG → GAG, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лизин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 229 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AAG → CAG, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AAG → AGG, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 230 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GAC → GGC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 283 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TCA → TTA, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин→лейцин в положении, соответствующем положению 296 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TGT → AGT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену цистеин→серин в положении, соответствующем положению 307 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AAT → GAT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 324 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AAT → AAA, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагин→лизин в



положении, соответствующем положению 324 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GAT → GAA, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагиновая кислота → глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 330 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GCC → TCC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин → серин в положении, соответствующем положению 404 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AGG → AAG, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аргинин → лизин в положении, соответствующем положению 406 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AAA → ATA, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лизин → изолейцин в положении, соответствующем положению 410 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты XXX GCT → GTT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аланин → валин в положении, соответствующем положению 423 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TGC → AGC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену цистеин → серин в положении, соответствующем положению 434 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TGC → TAC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену цистеин → тирозин в положении, соответствующем положению 434 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TCA → GCA, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену серин → аланин в положении, соответствующем положению 448 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GAT → GGT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагиновая кислота → глицин в положении, соответствующем положению 451 последовательности

SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты GAC → AAC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагиновая кислота→аспарагин в положении, соответствующем положению 454 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты TAT → TTT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 465 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AAG → ACG, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену лизин→треонин в положении, соответствующем положению 470 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты ACC → AGC, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену треонин→серин в положении, соответствующем положению 500 последовательности SEQ ID NO: 9.

**[0155]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, мутантный ген PPX может содержать замену GGG→AAA, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену глицин→лизин в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный ген PPX содержит мутацию нуклеиновой кислоты AAT → GAT, которая кодирует мутантный белок PPX, который содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1.

**[0156]** Согласно некоторым вариантам реализации в соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями мутантный ген PPX может включать комбинацию мутаций, например, двух или более, трех или более, четырех или более, пяти или более или шести или более мутаций в гене PPX. Согласно некоторым вариантам реализации указанная комбинация мутаций выбрана из комбинаций мутаций, приведенных в таблицах 4a и 4b.

**[0157] Таблица 4А:** Комбинации мутаций аминокислот (каждая строка каждой группы из трех столбцов представляет комбинацию мутаций). Номера положений основаны на нумерации пластидного гена *Arabidopsis* PPX № At4g01690 (SEQ ID NO: 1)

R144C	A220T		L226M	L424S	F145L	L424S
R144H	S332C		L226M	Y426F	A220T	Y426H
R144C	Q272F		A220T	Y426F	F145Y	L393V
R144C	K272F		A220T	Y426H	S244T	Y426F
G52K	R144H	S244T	R144C	Y426F	F145Y	L424S
N52K	R144H	S244T	N85D	Y426H	A220T	L403R
N85D	A220T		R144C	Y426H	L226M	Y426F
R144H	S244T		S244T	Y426H	N85D	Y426H
R144C	L226M		S244G	Y426H	L226M	L424S
N85D	L226M		A180T	Y426H	F145Y	L403R
N85D	F145Y		L226M	Y426H	S244G	L393V
R144C	M228L		F145L	Y426H	A180T	Y426H
N85D	A180T		A220T	Y426H	R144C	Y426H
N85D	R144C		N85D	Y426H	N85D	S525T
N85D	Q272F		F145L	L393V	L226M	S525T
N85D	K272F		L226M	L424S	F145Y	S525T
N85D	M228L		L226M	Y426F	F145L	S525T
A180T	Y426F		A220T	L393V	S244G	S525T
F145L	Y426H		A220T	Y426F	A180T	S525T
S244G	Y426F		R144C	Y426F	R144C	S525T
F145L	L403R		N85D	I525T		
F145Y	L424S		L226M	I525T		
R144C	L424S		F145Y	I525T		
L226M	Y426H		F145L	I525T		
A220T	L424S		R144C	I525T		
F145Y	Y426F		R144C	Y426H		
R144C	L393V		A180T	Y426H		
S244G	I525T		A220T	Y426H		
A180T	I525T		L226M	Y426H		
S244G	L393V		S244T	L393V		
L226M	L403R		F145Y	Y426H		

**[0158]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену серин→цистеин в положении, соответствующем положению 332 последовательности SEQ ID NO: 1. В то же время, согласно другим вариантам реализации мутантный белок PPX

содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену глутамин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену глицин→лизин в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO:1, замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену серин→треонин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену серин→треонин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену метионин→лейцин в положении, соответствующем положению 228 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену

аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену глутамин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену метионин→лейцин в положении, соответствующем положению 228 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену серин→глицин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→аргинин в положении, соответствующем положению 403 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно

некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену серин→глицин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→аргинин в положении, соответствующем положению 403 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении,

соответствующем положении 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену серин→треонин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену серин→глицин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности

SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам



реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену серин→треонин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену

лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену серин→треонин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→аргинин в положении, соответствующем положению 403 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену

фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→аргинин в положении, соответствующем положению 403 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену серин→глицин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену серин→глицин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно

некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 1.

**[0159]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену серин→цистеин в положении, соответствующем положению 332 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 7, и замену лизин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO: 7, замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 7, и замену серин→треонин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену серин→треонин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности

SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену метионин→лейцин в положении, соответствующем положению 228 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лизин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену метионин→лейцин в положении, соответствующем положению 228 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→лейцин в положении,

соответствующем положении 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену серин→глицин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→аргинин в положении, соответствующем положению 403 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393

последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену серин→глицин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→аргинин в положении, соответствующем положению 403 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности

SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену серин→треонин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену серин→глицин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену



лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности

SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену серин→треонин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 7, и замену изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену серин→треонин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220

последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→аргинин в положении, соответствующем положению 403 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→аргинин в положении, соответствующем положению 403 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену серин→глицин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену серин→глицин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1, и замену изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 1. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену

серин→глицин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 7, и замену изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180 последовательности SEQ ID NO: 7, и замену изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 7, и замену изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145 последовательности SEQ ID NO: 7, и замену изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 7, и замену изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 7. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 7, и замену изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 7.

**[0160] Таблица 4В:** Комбинации мутаций аминокислот (каждая строка каждой группы из двух столбцов представляет комбинацию мутаций). Номера положений основаны на нумерации митохондриального гена PPX *Solanum tuberosum* № AJ225108 (SEQ ID NO: 9).

G74C	R98C			
L93H	V164A			
R98L	P214H			
R98L	T124I	L188F	K229Q	
R98L	T124I	P214H	K229Q	
R98L	T124I	K229Q		
S119N	N139Y			
F121L	E150D			
S151T	K229E	K230R		
Q157L	H187Q			
C271R	D274G			
C307S	A423V			
S396L	K410I			
C434S	T500S			
D447G	A292G			
S448A	N324D			
Y465F	K470T			
R98L	P214H	A243V		
R98L	T124I	L188F	K229Q	A243V
R98L	T124I	P214H	K229Q	A243V
R98L	T124I	K229Q	A423V	
R98L	P214H	C307S		
R98L	T124I	L188F	K229Q	C307S
R98L	T124I	P214H	K229Q	C307S
R98L	T124I	K229Q	C307S	

R98C	P214H			
R98C	T124I	L188F	K229Q	
R98C	T124I	P214H	K229Q	
R98C	T124I	K229Q		
R98C	P214H	A423V		
R98C	T124I	L188F	K229Q	A423V
R98C	T124I	P214H	K229Q	A423V
R98C	T124I	K229Q	A423V	
R98C	P214H	C307S		
R98C	T124I	L188F	K229Q	C307S
R98C	T124I	P214H	K229Q	C307S
R98C	T124I	K229Q	C307S	
R98H	P214H			
R98H	T124I	L188F	K229Q	
R98H	T124I	P214H	K229Q	
R98H	T124I	K229Q		
R98H	P214H	A423V		
R98H	T124I	L188F	K229Q	A423V
R98H	T124I	P214H	K229Q	A423V
R98H	T124I	K229Q	A423V	
R98H	P214H	C307S		
R98H	T124I	L188F	K229Q	C307S
R98H	T124I	P214H	K229Q	C307S
R98H	T124I	K229Q	C307S	

**[0161]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, мутантный белок PPX содержит замену глицин→цистеин в положении, соответствующем положению 74 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену лейцин→гистидин в положении, соответствующем положению 93 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену валин→аланин в положении, соответствующем положению 164 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену

аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9, замену треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9, замену лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 188 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9, замену треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9, замену пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214 и замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9, замену треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9 и замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену серин→аспарагин в положении, соответствующем положению 119 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену аспарагин→тирозин в положении, соответствующем положению 139 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 121 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену глутаминовая кислота→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 150 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену серин→треонин в положении, соответствующем положению 151 последовательности SEQ ID NO: 9, замену лизин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 229 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 230 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену глутамин→лейцин в положении, соответствующем положению 157 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену гистидин→глутамин в положении, соответствующем положению

187 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену цистеин→аргинин в положении, соответствующем положению 271 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 274 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену цистеин→серин в положении, соответствующем положению 307 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену аланин→валин в положении, соответствующем положению 423 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену серин→лейцин в положении, соответствующем положению 396 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену лизин→изолейцин в положении, соответствующем положению 410 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену цистеин→серин в положении, соответствующем положению 434 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену треонин→серин в положении, соответствующем положению 500 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 447 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену аланин→глицин в положении, соответствующем положению 292 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену серин→аланин в положении, соответствующем положению 448 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 324 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 465 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену лизин→треонин в положении, соответствующем положению 470 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9, замену пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9 и замены аланин→валин в положении, соответствующем положению 243 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит

замену аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9, замену треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9, замену лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 188 последовательности SEQ ID NO: 9, замену лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену аланин→валин в положении, соответствующем положению 243 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9, замену треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9, замену пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9, замену лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену аланин→валин в положении, соответствующем положению 243 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9, замену треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9, замену лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену аланин→валин в положении, соответствующем положению 243 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9, замену пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену цистеин→серин в положении, соответствующем положению 307 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9, замену треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9, замену лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 188 последовательности SEQ ID NO: 9, замену лизин→глутамин в положении,







последовательности SEQ ID NO: 9; замену пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9; и замену цистеин→серин в положении, соответствующем положению 307 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9; замену треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9; замену лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 188 последовательности SEQ ID NO: 9; замену лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 SEQ ID NO: 9; и замену цистеин→серин в положении, соответствующем положению 307 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9; замену треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9; замену пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9; замену лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 SEQ ID NO: 9; и замену цистеин→серин в положении, соответствующем положению 307 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX содержит замену аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9; замену треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9; замену лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 SEQ ID NO: 9; и замену цистеин→серин в положении, соответствующем положению 307 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9; замену треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9; замену лейцин→фенилаланин в положении,

соответствующем положении 188 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9; замену треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9; замену пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9, и замену лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9; замену треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9; и замену лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9; замену пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9; и замену аланин→валин в положении, соответствующем положению 423 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9; замену треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9; замену лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 188 последовательности SEQ ID NO: 9; замену лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 SEQ ID NO: 9; и замену аланин→валин в положении, соответствующем положению 423 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9; замену треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9; замену пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9; замену лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 SEQ ID NO: 9; и замену аланин→валин в положении, соответствующем положению 423 последовательности SEQ

ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9; замену треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9; замену лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 SEQ ID NO: 9; и замену аланин→валин в положении, соответствующем положению 423 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9; замену пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9; и замену цистеин→серин в положении, соответствующем положению 307 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9; замену треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9; замену лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 188 последовательности SEQ ID NO: 9; замену лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 SEQ ID NO: 9; и замену цистеин→серин в положении, соответствующем положению 307 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9; замену треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9; замену пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9; замену лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 SEQ ID NO: 9; и замену цистеин→серин в положении, соответствующем положению 307 последовательности SEQ ID NO: 9. Согласно некоторым вариантам реализации мутантный белок PPX включает замену аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9; замену треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9; замену лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 SEQ ID NO: 9; и замену

цистеин→серин в положении, соответствующем положению 307 последовательности SEQ ID NO: 9.

### Паралоги

**[0162]** Рассматриваемые мутации в гене PPX, как правило, описаны в настоящей заявке с применением пластидных генов и белков PPX *Solanum tuberosum* (см., например, Фиг. 8 и 7, соответственно) с привязкой положений аминокислот к положениям в *Arabidopsis thaliana* (SEQ ID NO: 1). Указанные композиции и способы также охватывают мутантные гены и белки PPX других видов (паралоги). Однако из-за изменчивости генов PPX разных видов номер заменяемого аминокислотного остатка для одного вида может отличаться для других видов. Тем не менее, аналогичное положение легко может быть идентифицировано специалистом в данной области техники благодаря гомологии последовательностей. Так, в Таблице 6 приведен обзор гомологичных положений аминокислот в различных растительных паралогах кодирующей последовательности PPX, а на Фиг. 33 представлено выравнивание последовательностей аминокислот PPX для паралогов из различных растений. Соответственно, аналогичные положения в указанных и других паралогах могут быть идентифицированы и мутированы.

### Гербициды

**[0163]** Предложенные в настоящем изобретении композиции и способы включают гены PPX и белки PPX, которые придают устойчивость к PPX-ингибирующим гербицидам. Согласно некоторым вариантам реализации PPX-ингибирующие гербициды включают химические семейства дифенилэфиров, фенилпиразол N-фенилфталимидов, тиadiaзолов, оксадиазолов, триазинонов, оксазолидиндионов, пиримидиндионов. Обзор типовых активных ингредиентов Ингибирующих PPX гербицидов и соответствующих им химических семейств приведены в Таблице 5.

**[0164] Таблица 5:** Типовые РРХ-ингибирующие гербициды.

<b>Химическое семейство</b>	<b>Активный ингредиент гербицида</b>
Дифенилэферы	ацифлуорфен-содиум
	Бифенокс
	Хлометоксифен
	флуорогликофен-этил
	Фомесафен
	Галосафен
	Лактофен
	Оксифлуорфен
Фенилпиразолы	Флуазолат
	пирафлуфен-этил
N-фенилфталимиды	цинидон-этил
	Флумиоксазин
	флумиклорак-пентил
Тиадиазолы	флутиацет-метил
	Тидиазимин
Оксадиазолы	Оксадиазон
	Оксадиаргил
Триазолиноны	Азафенидин
	карфентразон-этил
	Сульфентразон
Оксазолидиндионы	Пентоксазон
Пиримидиндионы	Бензфендизон
	Бутафенацил
	Сафлуфенацил
Другие	Пиразогил
	Профлуазол

**[0165]** Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой ацифлуорфен-содиум. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой бифенокс. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой хлометоксифен. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой флуорогликофен-этил. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой фомесафен. Согласно некоторым вариантам реализации

ингибирующий РРХ гербицид представляет собой галосафен. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой лактофен. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой оксифлуорфен. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой флуазолат. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой пирафлуфен-этил. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой цинидон-этил. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой флумиоксазин. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой флумиклорак-пентил. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой флутиацет-метил. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой тидиазимин. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой оксадиазон. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой оксадиаргил. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой азафенидин. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой карфентразон-этил. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой сульфентразон. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой пентоксазон. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой бензфендизон. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой бутафенацил. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой сафлуфенацил. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой пиразогил. Согласно некоторым вариантам реализации ингибирующий РРХ гербицид представляет собой профлуазол.

**[0166]** Также предложено(а) трансгенное или нетрансгенное растение или растительная клетка, содержащий(ая) одну или более мутацию в гене РРХ, например, такие как описанные в настоящей заявке. Согласно некоторым вариантам реализации указанное(ая) растение или растительная клетка, содержащий(ая) одну или более мутацию в гене РРХ, обладает повышенной устойчивостью или толерантностью к представителю



Ингибирующих РРХ гербицидов. Согласно некоторым вариантам реализации указанное(ая) растение или растительная клетка, содержащий(ая) одну или более мутацию в гене РРХ, может демонстрировать по существу нормальный рост или развитие указанного растения, его органов, тканей или клеток относительно соответствующего(ей) растения или клетки дикого типа. Согласно частным аспектам и вариантам реализации предложены трансгенные или нетрансгенные растения, содержащие мутацию в гене РРХ, например, такую как описанные в настоящей заявке, которые согласно некоторым вариантам реализации обладают повышенной устойчивостью или толерантностью к одному или более члену химических семейств Ингибирующих РРХ гербицидов и могут демонстрировать по существу нормальный рост или развитие указанного растения, его органов, тканей или клеток относительно соответствующего(ей) растения или клетки дикого типа, т.е. в присутствии одного или более гербицида, такого как, например, флумиоксазин, сульфентразон или сафлуфенацил, мутантный белок РРХ обладает по существу такой же каталитической активностью, что и белок РРХ дикого типа.

**[0167]** Также предложены способы получения растения, содержащего мутантный ген РРХ, например, содержащий одну или более мутацию согласно описанию в настоящей заявке; предпочтительно, указанное растение по существу сохраняет каталитическую активность белка дикого типа, независимо от присутствия или отсутствия соответствующего гербицида. Согласно некоторым вариантам реализации указанные способы включают введение в растительную клетку олигонуклеотида репарации генов с одной или более направленной мутацией в гене РРХ (например, такой как описанные в настоящей заявке) и идентификацию клетки, семени или растения, содержащей(его) мутантный ген РРХ.

#### Виды растений

**[0168]** В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, растения согласно описанию в настоящей заявке могут представлять собой любые виды двудольных, однодольных или голосеменных растений, включая любые виды древесных растений, произрастающих в форме деревьев или кустарников; любые травянистые виды; или любые виды, дающие съедобные плоды, семена или овощи; или любые виды, дающие декоративные или ароматические цветы. Например, указанное(ая) растение или растительная клетка может быть выбрано(а) из видов растений группы, состоящей из картофеля, подсолнечника, сахарной свеклы, кукурузы, хлопка, сои, пшеницы, ржи, овса, риса, канолы, плодовых

растений, овощей, табака, ячменя, сорго, томата, манго, персика, яблони, груши, клубники, банана, дыни, моркови, салата, лука, видов сои, сахарного тростника, гороха, кормовых бобов, тополя, винограда, цитрусовых, люцерны, ржи, овса, дернообразующих и кормовых трав, льна, масличного рапса, огурца, вьюнка, бальзамина, перца, баклажана, бархатцев, лотоса, капусты, астровых, гвоздики, петунии, тюльпана, ириса, лилии и дающих орехи растений, если они уже конкретно не указаны. Указанное(ая) растение или растительная клетка также могут представлять собой вид, выбранный из таблицы 6.

Указанное(ая) растение или растительная клетка также могут представлять собой вид, выбранный из группы, состоящей из *Arabidopsis thaliana*, *Solanum tuberosum*, *Solanum phureja*, *Oryza sativa*, *Amaranthus tuberculatus*, *Sorghum bicolor*, *Ricinus communis* и *Zea mays*.

**[0169] Таблица 6.** Обзор гомологичных положений аминокислот в аминокислотных последовательностях РРХ растений различных видов. См. также обзоры дополнительных гомологичных положений аминокислот на Фиг. 47 и 48.

Вид	№ доступа в базе Genbank	Локализация	G 52	N 85	R 144	F 145	A 180	P 185	A 220	L 226	M 228	S 244	Q 272	S 305	S 332	L 357	K 359	L 393	L 403	L 424	Y 426	F 478	I 525
<i>Arabidopsis thaliana</i> - At4g01690	AX084732	P	52	85	144	145	180	185	220	226	228	244	272	305	332	357	359	393	403	424	426	478	525
<i>Arabidopsis thaliana</i> - At5g14220	NM_121426	M	H.o.	41	101	Y 102	P 137	K 142	182	188	190	206	G 235	L 269	H 298	F 323	L 325	358	371	T 392	F 394	Y 444	D 489
<i>Amaranthus tuberculatus</i>	DQ386117	B	H.o.	H.o.	128	Y 129	P 164	K 169	G 210	216	218	234	R 261	L 295	324	F 349	L 351	384	397	T 418	F 420	Y 470	E 515
<i>Solanum tuberosum</i>	AJ225107	P	N 76	105	164	165	200	205	240	246	248	264	K 292	325	352	377	S 379	413	423	444	446	498	S 545
<i>Solanum tuberosum</i>	H.o., см. Фиг. 27.	M	H.o.	H.o.	98	Y 99	P 134	N 139	G 178	184	186	202	R 231	L 265	296	F 321	L 323	356	369	T 390	F 392	Y 442	D 487
<i>Zea mays</i>	AF218052	P	H.o.	H.o.	142	143	178	P18 3	218	224	226	242	K 270	T 303	330	355	R 357	391	401	422	424	476	S 523
<i>Zea mays</i>	AF273767	M	H.o.	70	130	Y 131	P 166	K 171	215	221	I 223	239	N 268	302	T 336	V 361	L 363	396	410	T 431	F 433	Y 483	D 528
<i>Oryza sativa</i> - Os01g028660	NM_001049312	P	G 51	H.o.	143	144	179	P 184	219	225	227	243	K 271	T 304	T 331	L 356	I 358	392	402	423	425	477	S 524
<i>Oryza sativa</i> - Os04g049000	H.o., см. Фиг. 17.	M	D 50	Q 79	139	Y 140	P 175	K 180	G 224	230	I 232	248	N 277	L 311	345	F 370	L 372	405	419	T 440	F 442	Y 492	D 537
<i>Sorghum bicolor</i> - Sb03g011670	XM_002455439	P	H.o.	H.o.	143	144	179	P 184	219	225	227	243	K 271	T 304	331	L 356	R 358	392	402	423	425	477	A 524
<i>Sorghum bicolor</i> - Sb06g020950	XM_002446665	M	H.o.	70	130	Y 131	P 166	K 171	215	221	I 223	239	N 268	L 302	T 336	F 361	L 363	396	410	T 431	F 433	Y 483	D 528
<i>Ricinus communis</i> - Rc1343150	XM_002515127	P	N 51	84	143	144	179	184	219	225	227	243	K 271	304	331	356	358	392	402	423	425	477	A 524
<i>Ricinus communis</i> - Rc1678480	XM_002509502	M	H.o.	H.o.	99	Y 100	P 135	K 140	181	187	V 189	205	234	F 268	299	F 324	L 326	359	372	T 393	F 395	Y 445	D 490

† G210 делеция в DQ386118 приводит к толерантности к ингибитору PPX

P – «пластидный»; M – «митохондриальный»; B – «и там, и там»

[0170] Олигонуклеотид для репарации генов может быть введен в растительную клетку с применением любого способа, широко применяемого в данной области техники, включая, но не ограничиваясь перечисленными, микроносители (биолистическая доставка),

5 микроволокна, полиэтиленгликоль(ПЭГ)-опосредованный захват, электропорацию и микроинъекции.

[0171] Также предложены способы и композиции, относящиеся к области культур клеток, мутированных в соответствии с описанными в настоящей заявке способами для получения растения, дающего семена, здесь и далее – «фертильного растения», и получение семян и  
10 дополнительных растений из такого фертильного растения.

[0172] Также предложены способы селективного контроля семян в поле, отличающиеся тем, что указанное поле содержит растения с описанными изменениями в гене РРХ и семенами, и указанный способ включает применение в поле гербицида, устойчивость к которому была придана указанным растениям.

15 [0173] Также предложены мутации в гене РРХ, придающие растению устойчивость или толерантность к представителю соответствующих гербицидов, или отличающиеся тем, что мутантный ген РРХ обладает по существу такой же ферментативной активностью, что и РРХ дикого типа.

#### Отбор устойчивых к гербицидам растений и применение гербицида

20 [0174] Растения и растительные клетки могут быть протестированы на устойчивость или толерантность к гербициду с применением общеизвестных в данной области техники способов, например, выращиванием указанного(ой) растения или растительной клетки в присутствии гербицида и измерением скорости роста по сравнению со скоростью роста в отсутствие указанного гербицида.

25 [0175] Используемое в настоящей заявке выражение «по существу нормальный рост» растения, органа растения, ткани растения или растительной клетки определяется как скорость роста или скорость деления клеток указанного растения, органа растения, ткани растения или растительной клетки, составляющая по меньшей мере 35%, по меньшей мере 50%, по меньшей мере 60% или по меньшей мере 75% от скорости роста или скорости  
30 деления клеток соответствующего растения, органа растения, ткани растения или растительной клетки, экспрессирующих белок РРХ дикого типа.

[0176] Используемое в настоящей заявке выражение «по существу нормальное развитие» растения, органа растения, ткани растения или растительной клетки определяется как наступление одного или более относящегося к развитию события в указанном растении, органе растения, ткани растения или растительной клетке, по существу тождественного происходящему в соответствующем растении, органе растения, ткани растения или растительной клетке, экспрессирующей(ей) белок РРХ дикого типа.

[0177] В соответствии с любыми описанными в настоящей заявке аспектами, вариантами реализации, способами и/или композициями, предложенные в настоящем изобретении органы растения могут включать, но не ограничиваясь перечисленными, листья, стебли, корни, вегетативные почки, цветочные бутоны, меристемы, зародыши, семядоли, эндосперм, чашелистики, лепестки, пестики, плодолистики, тычинки, пыльники, микроспоры, пыльцу, пыльцевые трубки, семязачатки, завязи и плоды или полученные из них фрагменты, срезы или пластинки. Ткани растений включают, но не ограничиваясь перечисленными, каллусные ткани, покровные ткани, сосудистые ткани, запасающие ткани, меристемные ткани, ткани листа, ткани побега, ткани корня, ткани галлов, ткани растительных опухолей и репродуктивные ткани. Растительные клетки включают, но не ограничиваясь перечисленными, выделенные клетки с клеточными стенками, их совокупности различного размера и протопласты.

[0178] Растения по существу «толерантны» к соответствующему гербициду, если при контакте с ним кривая зависимости «доза-эффект» для них сдвинута вправо по сравнению с такой кривой для не-толерантного растения при сходном контакте. При построении таких кривых зависимости «доза-эффект» «дозу» отмечают на оси  $X$  и «процент гибели», «гербицидный эффект» и т.д. отмечают на оси  $y$ . Для определенного гербицидного действия на толерантные растения требуется больше гербицида, чем для вероятно нетолерантных растений. У растений, по существу «устойчивых» к указанному гербициду, не наблюдаются либо наблюдаются немногочисленные некротические, литические, хлоротические или другие повреждения при контакте с гербицидом в концентрациях и количествах, обычно применяемых в агрохимии для уничтожения сорняков на полях. Растения, устойчивые к гербициду, также толерантны к указанному гербициду.

[0179] Согласно некоторым вариантам реализации «повышенная устойчивость к гербициду» или «повышенная толерантность к гербициду» относится к уровню

устойчивости или толерантности, которой обладает растение, семя или часть растения, содержащее(ая) мутантный ген PPX или белок согласно описанию в настоящей заявке, по отношению к растительным гербицидам в концентрации выше определенного эталонного уровня. Указанный определенный эталонный уровень устойчивости к гербициду

5 представляет собой уровень устойчивости, проявляемый растением того же вида без соответствующей(их) мутации(ий). Согласно некоторым вариантам реализации устойчивость по существу повышена относительно определенного эталонного уровня, например, более чем или ровно на 20% выше, 50% выше, 75% выше; или на 100% выше определенного эталонного уровня.

10

### ПРИМЕРЫ

[0180] Ниже приведены примеры, которые иллюстрируют процедуры реализации изобретения. Эти примеры не должны рассматриваться как ограничивающие. Все указанные процентные доли представляют собой проценты по массе, все пропорции для смесей растворителей являются объемными, если не указано иное.

15 **Пример 1: Клонирование и исследование пластидного и митохондриального гена**

#### PPX

[0181] Пластидный и митохондриальные гены PPX амплифицировали как из кДНК, так и геномной ДНК сорта Рассет Бербанк. Клоны пластидного PPX делятся на два класса, обозначенные как StcPPX1 и StcPPX1.1, по-видимому, представляющие аллели

20 единственного гена PPX картофеля. По кодирующей последовательности аминокислот эти клоны отличаются 10 полиморфизмами, 3 из которых приводят к аминокислотным отличиям; только два из которых обнаруживаются в зрелом белке. Одно аминокислотное отличие находится в транзитном пептиде хлоропласта. В одном из клонов StcPPX1.1 интрон 3 был несплайсирован.

25 [0182] Был получен полноразмерный не содержащий ошибок геномный клон пластидного PPX. Анализ приблизительно 5 т.п.н. геномной последовательности 5 независимых клонов и секвенирование кДНК StcPPX показали, что рассматриваемая разновидность Рассет Бербанк гетерозиготна, с очень немногочисленными полиморфизмами между двумя аллелями.

30 [0183] Во-первых, пять полноразмерных клонов StmPPX геномной ДНК клонировали и секвенировали. Указанные пять клонов представляли обе аллели, содержащие

однонуклеотидные полиморфизмы, идентичные обнаруживаемым в кДНК. Фрагменты геномной ДНК более короткого ампликона клонировали и секвенировали для проверки на дополнительные аллели. Клонирование этого внутреннего ампликона митохондриального РРХ показало присутствие трех аллелей; 6 из 22 клонов содержали делецию в одном из интронов, а в других 16 клонов были равномерно распределены два аллеля, обнаруживаемые в клонов кДНК. Затем секвенировали другие 12 полноразмерных клонов StmPPX геномной ДНК.

**[0184]** Полное секвенирование митохондриальных генов РРХ картофеля Рассет Бербанк показало наличие двух генов, которые авторы обозначили StmPPX1 и StmPPX2. Имеется две аллели StmPPX2, различающиеся 8 обнаруженными SNP (однонуклеотидными полиморфизмами). StmPPX1 и StmPPX2.1 отличаются 1 вставкой, 4 делециями и 30 однонуклеотидными полиморфизмами, при этом StmPPX1 и StmPPX2.2 отличаются 1 вставкой, 4 делециями и 29 однонуклеотидными полиморфизмами. Дополнительные подробности представлены в таблице 7.

**[0185]** Генные последовательности пластидных и митохондриальных генов РРХ картофеля Рассет Бербанк (*Solanum tuberosum*) сравнивали с применением инструмента Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) с подгруженной авторами локальной базой данных, основанной на структуре недавно выпущенного первого полного генома картофеля (*Solanum phureja*). Обнаружены только одиночный пластидный и одиночный митохондриальный ген РРХ.

**[0186]** Таблица 7. Аллельные различия между митохондриальными формами РРХ картофеля Рассет Бербанк.

<u>StmPPX</u> <u>положение</u> <u>HT</u>	<u>HT ген</u> <u>1</u>	<u>AK ген</u> <u>1</u>	<u>HT ген 2,</u> <u>Аллель 1</u>	<u>AK ген 2,</u> <u>Аллель 1</u>	<u>HT ген 2,</u> <u>Аллель 2</u>	<u>AK ген 2,</u> <u>Аллель 2</u>	<u>StmPPX</u> <u>положение</u> <u>AK</u>	<u>AtcPPX</u> <u>положение</u> <u>AK</u>
296	A (TAC)	Y	A (TAC)	Y	T (TTC)	F	99	145
360	C (AAC)	N	T (AAT)	N	T (AAT)	N	120	166
402	T (CCT)	P	A (CCA)	P	A (CCA)	P	134	180
528	G (ACG)	T	A (ACA)	T	A (ACA)	T	176	218
680	T (GTA)	V	T (GTA)	V	A (GAA)	E	227	269 270
692	A (CAC)	H	G (CGC)	R	G (CGC)	R	231	272

## Пример 2: Комплементация PPX

[0187] StcPPX1, за исключением транзитного пептида хлоропласта, клонировали из кДНК в коммерческий вектор для функционального скрининга от Cibus. Этот вектор может применяться как для функционального скрининга, так и для контроля качества GRON.

5 Гены PPX картофеля применяли для комплементации мутантного штамма *E. coli* HemG с отсутствующим функциональным геном HemG, бактериальным гомологом PPX. В отсутствие комплементирующего гена среда должна быть дополнена гематином для роста *E. coli*. Клоны пластидного гена PPX (pACYStcPPX Col6) и митохондриального гена PPX (pACYStmPPX Col 6, 12 и 21) трансформировали; показано, что все гены /аллели  
10 комплементируют мутантный штамм *E. coli* HemG, позволяя последнему расти в отсутствие гематина.

[0188] Для оценки мутаций, которые придают толерантность к ингибиторам PPX, таким как Chateau (флумиоксазин -Valent/Sumitomo), Naja (дифенилэфир – MAI) или Kixor (Киксор) (сафлуфенацил - BASF) в таблице 5 приведены PPX-ингибирующие гербициды.

15 Были получены чистые активные ингредиенты ингибирующих PPX гербицидов Chateau (флумиоксазин -Valent/Sumitomo), Spartan (сульфентразон – FMC) и Kixor/Sharpen (сафлуфенацил – BASF). Клон пластидного PPX картофеля дикого типа (pACYStcPPX Col6) трансформировали для комплементирования мутантного по hemG штамма *E. coli*, и провели отбор с применением серийных разведений активного ингредиента  
20 ингибирующего PPX гербицида Spartan (сульфентразон – FMC) для определения концентрации, при которой комплементированный лишенный HemG штамм не растет. Конструкт дикого типа не рос при 2,5 мМ сульфентразона, таким образом, отбор толерантных мутантов проводили при этой концентрации. В дальнейшем было  
25 произведено уточнение, и для отбора на толерантность использовали также концентрацию сульфентразона 0,75 мМ. Конструкт дикого типа демонстрировал ограниченный рост при 10 мМ флумиоксазина при отборе на жидких средах и не рос при 0,3 мМ сафлуфенацила при отборе на чашках; указанные концентрации применяли для испытания мутантов на  
30 устойчивость. Все митохондриальные гены и аллели PPX картофеля тестировали на природную толерантность к сульфентразону и флумиоксазину, но ни один не был толерантным.



### Пример 3: ПЦР-мутагенез РРХ и отбор мутировавших клонов

[0189] Эксперименты с мутагенезом изначально проводили на двух перекрывающихся фрагментах (5' и 3') пластидного гена РРХ картофеля для идентификации мутаций в пластидной кодирующей последовательности РРХ картофеля, придающих толерантность к гербицидам.

Стандартизация отбора на жидких средах

[0190] Условия отбора в жидких культурах разрабатывали как для сульфентразона, так и для флумиоксазина. Культуры объемом 1 мл тестировали с концентрациями сульфентразона и флумиоксазина в диапазоне от 0 до 10 мМ. Образцы с 0 мМ содержали 25 мкл ДМСО (2,5%) для имитации концентрации ДМСО в образцах, содержащих 10 мМ гербицида. Каждую пробирку инокулировали 10 мкл ночной культуры клеток НемГ с добавлением плазмиды с РРХ дикого типа для обеспечения однородности.

Спектрофотометрические показания (ОП600) снимали для каждого образца (разведение 1:4); образец каждого высевали на чашки со средой LB-хлор-IPTG, чтобы определить, коррелирует ли ОП600 с числом жизнеспособных колоний. 10% разведение ночной культуры высевали в качестве обработанных сульфентразоном клеток; также высевали 1% разведение клеток, обработанных флумиоксазином. (см. результаты в таблицах 8a-f и 9a-d).

[0191] И сульфентразон, и флумиоксазин выпадали в осадок в жидкой среде, что приводило к ее непрозрачности еще до инокуляции бактериями. Как показывает ОП для сульфентразона, этот гербицид в конечном счете растворяется, тогда как флумиоксазин – нет. Недостаточная растворимость флумиоксазина искажает показатели ОП во всех случаях флумиоксазин демонстрировал неизменно снижающееся количество колоний относительно гена дикого типа, что указывает на способность клетки всасывать флумиоксазин из среды.

#### 5'-концевой мутагенез

[0192] 5'-конец гена РРХ мутировали с применением набора для случайного мутагенеза GeneMorph II Random Mutagenesis Kit от Stratagene и клонировали в XL-1 Blue для проверки степени мутирования. Результаты показали, что 14 из 16 секвенированных колоний были мутантами. Чашки с 90% XL-1 Blue (примерно 4000 колоний) соскабливали, готовили плазмиду, трансформировали в НемГ и высевали на 2,5 мМ сульфентразон. На чашках с сульфентразоном выросло примерно по 200 колоний; на

чашках с 10% LB-хлор-IPTG вырос газон колоний. В таблицах 9a-d представлены нуклеотидные и аминокислотные замены, обнаруженные в толерантных клонах.

#### Отбор мутагенизированных клонов

5 [0193] Случайным образом мутированные плазмиды (5' и 3'-концы) трансформировали в клетки XL1-Blue *E. coli*. Полученные колонии объединяли, плазмидную ДНК выделяли и трансформировали в клетки HemG (мутантная по PPX *E. coli*). Для отбора с флумиоксазином клетки восстанавливали в течение 1 ч в жидкой минимальной среде, после чего добавляли гербицид и оставляли клетки для восстановления на ночь. На

10 следующий день указанные клетки высевали в подходящем разведении на чашки с LB, содержащие антибиотик, для отбора комплементирующей плазмиды. Колонии из каждой чашки были секвенированы. После отбора на жидкой среде при 10 мМ флумиоксазина примерно 30 колоний появилось на чашках с PPX дикого типа (WT), по сравнению с примерно 200-1200 колониями с мутагенизированными плазмидами. При отборе с сульфентразоном культуры культивировали на минимальной среде в течение ночи,

15 разводили и высевали на чашки с концентрацией сульфентразона 0 и 0,75 мМ. Для указанных двух концентраций сравнивали количество колоний и определяли толерантность мутаций на основании процентного количества колоний на чашках с 0,75 мМ сульфентразона относительно чашек с 0 мМ. Число колоний, обнаруживаемых на чашках, использовали для ранжирования мутаций.

#### 20 3'-концевой мутагенез

[0194] Проводили мутагенез на 3'-конце гена PPX. Клоны трансформировали в HemG и культивировали в течение ночи в 2,5; 5 и 10 мМ флумиоксазине для отбора. Отбор при 5 мМ флумиоксазине давал значительно больше колоний, чем на 10 мМ селективных чашках. Отбор мутировавших клонов с применением 10 мМ флумиоксазина давал четыре

25 клона. Отбор мутировавших клонов с применением 5 мМ флумиоксазина давал 200 колоний. Проводили скрининг в 10 мМ флумиоксазине верхней трети 200 колоний, полученных 3'-концевым мутагенезом. Все толерантные колонии (примерно 130) секвенировали и наиболее флумиоксазин-устойчивые мутанты, по оценке числа колоний на флумиоксазине, 3'-конец оценивали на толерантность к сульфентразону.

#### 30 **Пример 4: Анализ замен аминокислот, придающих толерантность**

[0195] Толерантность проверяли для всех возможных замен аминокислот по каждому положению, проявляющих толерантность к сульфентразону или флумиоксазину. Далее,

одиночные замены аминокислот комбинировали во всех перестановках и сочетаниях для оценки комплементации и толерантности к гербицидам. Результаты комбинаций одиночных и множественных мутаций к флумиоксазину приведены в таблицах 8а, 8b и 8с, где в последнем столбце показано число колоний, замеченных при каждой мутации на 10мМ флумиоксазине. Результаты комбинаций одиночных и множественных мутаций на сульфентразоне приведены в таблицах 9а и 9b, где в последнем столбце показано число колоний, замеченных при каждой мутации на 0,75мМ сульфентразоне. Результаты комбинаций одиночных и множественных мутаций на сафлуфенациле показаны в таблице 10, где в четвертом столбце показано число колоний, замеченных при каждой мутации на 0,3 мМ сафлуфенациле.

**[0196] Таблица 8а.** Толерантность комбинаций одиночных и множественных мутаций в пластидной кодирующей последовательности PPX картофеля к флумиоксазину.

Мутация	Плазмида	Средн. кол-во устойчивых к флумиоксазину клонов	
---	L393V	F1125	0
---	L403R	F1155	2
A180T	Y426F	SD5083	2
---	L424S	F1154	2
F145L	Y426H	SD5055	3
S244G	Y426F	SD5087	10
F145L	L403R	SD5115	10
---	Y426F	F1165	11
F145Y	L424S	SD5106	13
R144C	L424S	SD5102	41
L226M	Y426H	SD5059	55
A220T	L403R	SD5114	69
---	Y426H	F1180	71
A220T	L424S	SD5104	72
F145Y	Y426F	SD5086	75
R144C	L393V	SD5092	81
A220T	L393V	<b>SD5094</b>	107
S244G	L393V	<b>SD5097</b>	114
L226M	L403R	<b>SD5119</b>	123
A180T	Y426H	<b>SD5053</b>	129
L226M	L424S	<b>SD5109</b>	137
L226M	Y426F	<b>SD5089</b>	143
A220T	Y426F	<b>SD5084</b>	147
A220T	Y426H	<b>SD5054</b>	151
R144C	Y426F	<b>SD5082</b>	155
---	---	wt	0

**[0197] Таблица 8b.** Толерантность комбинаций одиночных и множественных мутаций в пластидной кодирующей последовательности PPX картофеля к флумиоксазину.

<u>Мутация</u>			<u>Плазмида</u>	<u>Средн. кол-во устойчивых к флумиоксазину клонов</u>
R144C	A220T		SD5011 Col 1	701
A220T			F113	667
R144H	S332C		F76	517
R144C	K272F		SD5014 Col 1	300
N52K	R144H	S244T	F72	202
N85D	A220T		SD5007 Col 1	196
R144H	S244T		F96	174
R144C			S7	139
R144C	L226M		SD5012 Col 1	117
M228L			S37	107
L226M			F114	102
N85D	L226M		SD5008 Col 2	50
F145Y			S32	38
N85D	F145Y		SD5004 Col 3	37
S244G			S120	31
R144C	M228L		SD5013 Col 2	31
P185R			SD5016 Col 1	27
N52K			SD5001 Col 3	23
N85D	A180T		SD5005 Col 1	23
A180T			F17	22
N85D	R144C		SD5002 Col 1	21
S332C			SD5019 Col 1	20
F145L			S118	19
N85D			F80	16
K272F			F7	15
S244T			SD5018 Col 3	10
N85D	K272F		SD5010 Col 4	7
N85D	M228L		SD5009 Col 3	6
			WT	43

[0198] **Таблица 8с.** Толерантность комбинаций одиночных и множественных мутаций в пластидной кодирующей последовательности РРХ картофеля к флумиоксазину.

Мутация		Плазмида	Средн. кол-во устойчивых к флумиоксазину клонов
N85D	Y426H	SD5051	30
R144C	Y426H	SD5052	48
F145Y	Y426H	SD5056	52
S244T	Y426H	SD5058	73
S244G	Y426H	SD5057	80
A180T	Y426H	SD5053	128
L226M	Y426H	SD5059	228
F145L	Y426H	SD5055	305
A220T	Y426H	SD5054	391
---	Y426H	F1180	210
---	---	wt	32

5 [0199] **Таблица 8d.** Толерантность комбинаций одиночных и множественных мутаций в митохондриальной кодирующей последовательности РРХ картофеля к 5 мМ флумиоксазину.

A404S	
C271R	D274G
C307S	A423V
C434S	T500S
C434Y	
D330E	
D447G	A292G
D454N	
N324K	
R406K	
S396L	K410I
S448A	N324D
Y465F	K470T

**[0200] Таблица 8e.** Толерантность комбинаций одиночных и множественных мутаций в митохондриальной кодирующей последовательности РРХ картофеля к 5 мМ флумиоксазину.

A101V			
C177S			
D170E			
D58N			
E150K			
E64V			
F121L	E150D		
G74C	R98C		
G84N			
K97R			
L93H	V164A		
N195K			
P214S			
Q157L	H187Q		
R98C			
R98H			
R98L			
R98L	P214H		
R98L	T124I	L188F	K229Q
S119N	N139Y		
S151T	K229E	K230R	
V164F			

5 **[0201] Таблица 8f.** Толерантность комбинаций одиночных и множественных мутаций в митохондриальной кодирующей последовательности РРХ картофеля к 10 мМ флумиоксазину.

Мутант	Число колоний с 10 мМ флумиоксазином
wt	42
R98L	83
P214H	51
R98L/P214H	88
R98L/P214H/T124I	110
R98L/P214H/T124I/K229Q	109

**[0202] Таблица 9а.** Толерантность комбинаций одиночных и множественных мутаций в пластидной кодирующей последовательности РРХ картофеля к сульфентразону.

<u>Мутация</u>	<u>Плазмида</u>	<u>В средн. 0,75 мМ Сульф.</u>	<u>В средн. 0 мМ</u>	<u>0,75мМ/0мМ</u>	
---	Y426F	F1165	8	91	0,8%
---	L393V	F1125	6	57	1,0%
L226M	Y426H	SD5059	14	79	1,8%
S244T	L393V	SD5098	11	53	2,1%
F145Y	Y426H	SD5056	16	72	2,2%
---	L403R	F1155	16	72	2,2%
R144C	S525T	SD5072	19	76	2,6%
A220T	L393V	SD5094	20	55	3,6%
---	L424S	F1154	21	56	3,7%
F145L	L424S	SD5105	18	48	3,8%
---	Y426H	F1180	29	68	4,2%
A220T	Y426H	SD5054	19	39	5,0%
F145Y	L393V	SD5096	55	86	6,3%
S244T	Y426F	SD5088	58	88	6,5%
F145Y	L424S	SD5106	49	69	7,1%
A220T	L403R	SD5114	50	63	7,9%
L226M	Y426F	SD5089	117	67	17,4%
N85D	Y426H	SD5051	200	92	21,8%
L226M	L424S	SD5109	91	40	22,6%
F145Y	L403R	SD5116	315	110	28,5%
F145L	L393V	SD5095	381	121	31,6%
L226M	L403R	SD5119	252	75	33,8%
R144C	Y426F	SD5082	400	117	34,3%
S244G	L393V	SD5097	433	125	34,7%
---	S525T	F1061	278	79	35,3%
A180T	Y426H	SD5053	331	80	41,4%
R144C	Y426H	SD5052	709	125	56,6%
---	---	wt	0	85	0,0%

**[0203] Таблица 9б.** Толерантность комбинаций одиночных и множественных мутаций в пластидной кодирующей последовательности РРХ картофеля к сульфентразону.

<u>Мутация(и)</u>			<u>Плазмида</u>	<u>Средн. кол-во сульфентразон- устойчивых клонов</u>
R144C	M228L		SD5013 Col 2	267
R144C	A220T		SD5011 Col 1	260
F145Y			S32	233
R144C	L226M		SD5012 Col 1	186
A220T			F113	149
P185R			SD5016 Col 1	133
R144C	K272F		SD5014 Col 1	118
N52K			SD5001 Col 3	90
M228L			S37	78
N85D	A180T		SD5005 Col 1	75
S244G			S120	68
R144H	S332C		F76	64
N85D	F145Y		SD5004 Col 3	62
K272F			F7	61
L226M			F114	57
R144C			S7	55
S244T			SD5018 Col 3	32
R144H	S244T		F96	31
F145L			S118	29
S332C			SD5019 Col 1	28
N85D	R144C		SD5002 Col 1	25
N85D	A220T		SD5007 Col 1	19
N85D	L226M		SD5008 Col 2	18
A180T			F17	18
N52K	R144H	S244T	F72	18
N85D	M228L		SD5009 Col 3	12
N85D			F80	6
N85D	K272F		SD5010 Col 4	6
			WT	23



**[0204] Таблица 9с.** Толерантность комбинаций одиночных и множественных мутаций в митохондриальной кодирующей последовательности РРХ картофеля к сульфентразону.

<b>Конц. сульф.</b>	<b>Мутант(ы)</b>	<b>Колонии</b>	<b>%</b>
0 мМ	R98L/P214H	1341	
0,5 мМ	R98L/P214H	349	26,0%
0,9 мМ	R98L/P214H	127	9,5%
1,0 мМ	R98L/P214H	77	5,7%
1,1 мМ	R98L/P214H	67	5,0%
1,2 мМ	R98L/P214H	48	3,6%
0 мМ	R98L	1541	
0,5 мМ	R98L	339	22,0%
0,9 мМ	R98L	145	9,4%
1,0 мМ	R98L	110	7,1%
1,1 мМ	R98L	76	4,9%
1,2 мМ	R98L	54	3,5%
0 мМ	R98L/T124I/K229Q	1220	
0,5 мМ	R98L/T124I/K229Q	312	25,6%
0,9 мМ	R98L/T124I/K229Q	88	7,2%
1,0 мМ	R98L/T124I/K229Q	66	5,4%
1,1 мМ	R98L/T124I/K229Q	40	3,3%

**[0205] Таблица 9d.** Толерантность комбинаций одиночных и множественных мутаций в митохондриальной кодирующей последовательности РРХ картофеля к сульфентразону.

<b>Конц. сульф.</b>	<b>Мутант(ы)</b>	<b>Колонии</b>	<b>%</b>
0 мМ	R98L/P214H	1088	
0,4 мМ	R98L/P214H	251	23,1%
0,5 мМ	R98L/P214H	150	13,8%
0,6 мМ	R98L/P214H	105	9,7%
0,7 мМ	R98L/P214H	108	9,9%
0,8 мМ	R98L/P214H	51	4,7%
0 мМ	R98L	1171	
0,4 мМ	R98L	174	14,9%
0,5 мМ	R98L	104	8,9%
0,6 мМ	R98L	98	8,4%
0,7 мМ	R98L	92	7,9%
0,8 мМ	R98L	51	4,4%
0 мМ	R98L/T124I/P214H/K229Q	1134	
0,4 мМ	R98L/T124I/P214H/K229Q	724	63,8%
0,5 мМ	R98L/T124I/P214H/K229Q	654	57,7%
0,6 мМ	R98L/T124I/P214H/K229Q	402	35,4%
0,7 мМ	R98L/T124I/P214H/K229Q	302	26,6%
0,8 мМ	R98L/T124I/P214H/K229Q	280	24,7%
0 мМ	P214H	1184	
0,4 мМ	P214H	0	0,0%
0,5 мМ	P214H	0	0,0%
0,6 мМ	P214H	0	0,0%
0,7 мМ	P214H	0	0,0%
0,8 мМ	P214H	0	0,0%

**[0206] Таблица 10.** Толерантность комбинаций одиночных и множественных мутаций в пластидной кодирующей последовательности PPX картофеля к сафлуфенацилу, измеренная по числу отмеченных колоний.

Мутация		Плазмида	Средн. кол-во сафлуфенацил-устойчивых клонов	Средн. 0 мМ	0,3мМ/0мМ
---	S525T	F1061	0	69	0,0%
N85D	Y426H	SD5051	0	64	0,0%
F145L	L393V	SD5095	0	114	0,0%
S244G	L393V	SD5097	0	111	0,0%
F145Y	L403R	SD5116	0	104	0,0%
L226M	L424S	SD5109	6	50	1,3%
L226M	Y426F	SD5089	15	96	1,5%
A220T	L393V	SD5094	116	99	11,7%
A220T	Y426F	SD5084	190	87	22,0%
L226M	L403R	SD5119	225	69	32,5%
R144C	Y426F	SD5082	319	61	52,6%
R144C	Y426H	SD5052	415	75	55,4%
A180T	Y426H	SD5053	394	60	65,7%
A220T	Y426H	SD5054	356	46	77,5%
---	---	wt	0	96	0,0%

#### 5 **Пример 5: Культивирование растительных клеток – кривые уничтожения для гербицидов**

##### Кривые уничтожения для флумиоксазина

**[0207]** Для определения концентрации гербицида, необходимой для уничтожения полученных из протопластов микрокаллусов за определенный период воздействия, проводили эксперименты по отбору с гербицидами. С учетом результата для первичной кривой уничтожения, где концентрация 125 мкМ была достаточной для уничтожения всех клеток в течение недели, конструировали новую кривую уничтожения с применением более низких концентраций флумиоксазина с целью определения концентрации, при которой погибают 99% клеток (см. таблицу 11). Указанный гербицид суспендировали в ДМСО до конечной концентрации ДМСО при обработке гербицидом, составляющей 1%. Развитие клеток оценивали под микроскопом еженедельно. Исключая контрольную обработку, деление при всех воздействиях флумиоксазином предотвращалось через одну неделю; через месяц микрокаллусов при любой из протестированных концентраций не развивалось. Концентрация флумиоксазина 0,032 мМ достаточна для предотвращения развития микрокаллусов из протопластов картофеля.

**[0208] Таблица 11.** Обзор результатов экспериментов с кривой уничтожения для флумиоксазина с суспензией клеток и полученными из верхушек побегов протопластами. Протопласты подвергались действию флумиоксазина на протяжении одного месяца.

Необработанный протопласт + ПЭГ	Число каллусов в 3 шариках		Стоп-GFP + Корректирующий GRON	Число каллусов в 3 шариках	
	Число	%		Число	%
Конц. флумиоксазина, мкМ			Конц. флумиоксазина, мкМ		
Контроль #1*	185		Контроль	230	
Контроль #2**	150		Контроль	190	
Ср. Контр. 1 + Контр. 2	157,5	100	Ср. Контр. 1 + Контр. 2	210	100
0,0156	40	25	0,0156	83	39
0,0312	8	5	0,0312	11	4
0,0468	0,0	0,0	0,0468	0,0	0,0
0,0624	0	0	0,0624	0	0

\* Культуральная среда, без гербицида

5 \*\* Культуральная среда с 1% ДМСО, без гербицида

Кривые уничтожения для сульфентразона

**[0209]** Кривые уничтожения для сульфентразона на полученных из верхушек побегов протопластах и суспензии клеток показывают, что концентрации 7,8 мкМ сульфентразона достаточны для уничтожения всех полученных из протопластов клеток (см. таблицу 12).

10 Таким образом, новые кривые уничтожения начинались с более низких концентраций: 0; 0,5; 0,6; 0,7 и 0,8 мкМ сульфентразона, как показано в таблице 13. Эти результаты показывают, что обработанные GRON протопласты можно отбирать при концентрациях указанного гербицида от 0,6 мкМ до 0,7 мкМ.

**[0210] Таблица 12.** Обзор результатов экспериментов с кривой уничтожения для

15 сульфентразона с суспензией клеток и полученными из верхушек побегов протопластами. Протопласты подвергались действию сульфентразона на протяжении одного месяца.

Обработка сульфентразоном [мкМ]	Образование микрокаллуса
Контроль: 1*	Да; обильное
Контроль: 2**	Да; обильное
62,5	Нет
31,25	Нет
15,6	Нет
7,8	Нет

\* Культуральная среда, без гербицида

\*\* Культуральная среда с 1% ДМСО, без гербицида

20

**[0211] Таблица 13.** Обзор результатов экспериментов с кривой уничтожения для сульфентразона с суспензией клеток и полученными из верхушек побегов протопластами. Протопласты подвергались воздействию указанного гербицида на протяжении одного месяца.

Необработанный протопласт + ПЭГ	Число каллусов в 3 шариках		Стоп-GFP + Корректирующий GRON	Число каллусов в шариках	
Конц-я сульфентразона, мкМ	Число	%	Конц-я сульфентразона, мкМ	Число	%
0,0	115	100	0,0	125	100%
0,5	45	30	0,5	38	30,2
0,6	8	6,9	0,6	12	9,6
0,7	2	1,7	0,7	7	5,6
0,8	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0

5 \* Культуральная среда, без гербицида

\*\* Культуральная среда с 1% ДМСО, без гербицида

#### **Пример 6: Кривые уничтожения листовых дисков**

**[0212]** С целью установления концентрации сульфентразона, подавляющей образование каллуса в эксплантатах листовых дисков, из выращенных *in vitro* растений картофеля

10 возрастом 5 недель вырезали стерильным дыроколом листовые диски. Указанные листовые диски культивировали в чашках Петри с твердой культуральной средой Haberlach, содержащей различные концентрации сульфентразона в конечной

15 концентрации ДМСО 1%. Шесть листовых дисков культивировали при каждой из концентраций гербицида. Чашки запечатывали микропористой лентой и инкубировали при комнатной температуре (примерно 23°C). В стартовом эксперименте концентрация

20 сульфентразона 7,8 мкМ – самая низкая из протестированных в этом эксперименте, была достаточной для прекращения образования каллуса и обесцвечивания всех листовых дисков в течение 20 дней. Результаты для кривой уничтожения при более низких

25 концентрациях сульфентразона показали, что концентрация сульфентразона 3,0 мкМ была достаточной для подавления образования каллуса практически во всех листовых дисках через 20 дней, при этом через 13 дней каллус появлялся на жилках некоторых листовых дисков, растущих на 2,0 мкМ сульфентразоне. Аналогичные эксперименты с кривой уничтожения листовых дисков проводили с применением сафлуфенацила, при этом концентрация указанного гербицида 0,5 мкМ была достаточной для подавления образования каллуса практически во всех листовых дисках через 20 дней.

**Пример 7: Материалы и способы культивирования клеток и введения GRON**

[0213] Таблица 14. Последовательности GRON

GRON	Последовательность
StcPPX1144/C/47/5'Cy3/3'idC	VGTTGGGAGATCCTGATGCGCCTTGCTTTGTCTTG TGGGAAGGATAAACH (SEQ ID NO: 33)
StcPPX1144/NC/47/5'Cy3/3'idC	VGTTTATCCTTCCACAAGACAAAGCAAGGCGCATC AGGATCTCCCAACH (SEQ ID NO: 34)
StcPPX1220/C/47/5'Cy3/3'idC	VCATCATTTTACAGGTGTTTACACCGGTGACCCCT CAAAATTGH (SEQ ID NO: 35)
StcPPX1220/NC/47/5'Cy3/3'idC	VCAATTTTGAGGGGTACCGGTGTAAACACCTGTA AAATGATGH (SEQ ID NO: 36)

Конвертирующее основание выделено жирным шрифтом. V=CY3; H=3'DMT dC CPG

**[0214] Описание процесса культивирования клеток.** Побег, например, полученные из семян, клубней, пазушных почек, листьев, стеблей, корней, каллуса или из происходящих из микроспор зародышей проращивают в стерильных условиях *in vitro*. Эксплантаты пересевают, например, каждые 3-4 недели и культивируют в сосудах для культивирования Magenta GA7 (Phytotechnology Laboratories, Шони Мишн, Канзас, США) с вентилируемыми крышками в составляющем приблизительно 100 мл объеме культуральной среды, например, среды MS по Murashige и Skoog (Модифицированная среда для быстрого роста и биоанализа культур табака). *Physiol. Plant* 15 (1962) 473-49) или ее модификации. Указанные сосуды могут быть запечатаны микропористой лентой (Micropore tape) (3M Company). Для выделения протопластов могут быть использованы молодые листья, верхушки побегов, корни, микроклубни или длинные сегменты стеблей с листовыми и пазушными почками, а также каллус, полученный из указанных тканей. Протопласты могут также быть выделены из клеток суспензионной культуры, полученных из молодых листьев, верхушек побегов, корней, микроклубней или длинных сегментов стеблей с листовыми и пазушными почками, а также каллуса, полученного из указанных тканей.

**20 Выделение протопластов из верхушек побегов**

**[0215]** Приблизительно 200 верхушек 2–8-недельных *in vitro* побегов, которые культивировали в обычном режиме день/ночь, либо, предпочтительно, выдерживали в течение двух дней до выделения протопластов в темноте, побеги могут быть разрезаны с помощью скальпеля на маленькие кусочки в чашке Петри со стерильной водой. После разрезания всех верхушек воду заменяют культуральной средой для протопластов,

предпочтительно BN (среда с солями и витаминами B5 Salts and Vitamins (Phytotechnology Laboratories), 20 г/л глюкозы, 70 г/л маннита, 5 мг/л  $\alpha$ -нафталинуксусной кислоты, дополнительно  $\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$  600 мг/л, 250 мг/л казеинового гидролизата, 10 мг/л цистеин-HCL, 5 г/л поливинилпирролидона (ММ 10 000). Приблизительно через 1–2 часа

5 указанную культуральную среду для протопластов заменяют ферментным раствором, например, состоящим из среды BN, в котором растворено 0,5% (масса/объем) целлюлазы Cellulase YC и 0,75% (масса/объем) мацерозима Macerozyme R10 (оба от Karlan Research PrOducts, Коттонвуд, Аризона), 1 г/л альбумина бычьей сыворотки и 1 г/л 2-морфолиноэтансульфоновой кислоты. Отношение числа верхушек побегов к объему

10 ферментного раствора может составлять от 10 до 16, предпочтительно, 13. Чашку с кусочками верхушек побегов в ферментном растворе инкубируют при 25°C–30°C, предпочтительно 28°C, в темноте, на шейкере, установленном приблизительно на 50 об/мин. После инкубирования в течение ночи суспензию протопластов очищают с применением градиента плотности йодиксанол (по адаптированной инструкции Optiprep

15 Application Sheet C18; Purification of Intact Plant Protoplasts («Очищение интактных растительных протопластов»); Axis-Shield США, Коммерс Уэй (Commerce Way), 10, Нортон, Массачусетс 02776). После центрифугирования в градиенте плотности полосу с очищенными протопластами извлекают вместе с приблизительно 5 мл среды W5 (Frigerio *et al.*, 1998). Плотность и выход протопластов определяют с помощью гемоцитометра.

20 Плотность протопластов доводят до  $1 \times 10^6$ /мл в среде BN, содержащей 2 мг/л 2,6-дихлорбензонитрила (ингибитора целлюлозосинтазы), и протопласты культивируют в темноте при 30°C в течение приблизительно 16 ч.

#### Выделение протопластов из суспензий клеток

[0216] Выделение протопластов из суспензий клеток проводят согласно тому же

25 протоколу, что и описанный для выделения протопластов из верхушек побегов, со следующими исключениями:

1. Применяют суспензии быстро растущих клеток, предпочтительно через три дня после последнего пересева. Объем осевших клеток 1,5 мл переносят приблизительно в 15 мл среды BN, которую через 2 часа замещают ферментным раствором. 2. После очищения

30 протопластов немедленно проводят обработку GRON/ПЭГ.

#### Введение олигонуклеотидов для геной репарации (GRON)

[0217] Суспензию протопластов смешивают с равным объемом среды W5, переносят в центрифужную пробирку объемом 50 мл и центрифугируют в течение 10 мин при минимальном для клинического центрифугирования значении (приблизительно 50 x g). Супернатант удаляют и замещают средой ТМ (Klaus, S. Markerfreie transplastome  
 5 Tabakpflanzen (Транспластомные растения табака без маркеров). PhD Dissertation, 2002, Ludwig-Maximilians-Universität München, 109 pp), доводят плотность протопластов до  $5 \times 10^6$ /мл. Аликвоты по 100 мкл, содержащие  $5 \times 10^5$  протопластов каждая, распределяли по круглодонным центрифужным пробиркам объемом 12 мл. Затем в протопласты с применением обработки ПЭГ вводили GRON (такие как приведенные в таблице 14),  
 10 нацеленные на одну или более мутацию в одном или обоих митохондриальном и пластидном генах РРХ. Для введения указанных GRON в протопласты добавляют 12,5 мкг GRON, растворенных в 25 мкл очищенной воды, и 125 мкл раствора полиэтиленгликоля (5 г ПЭГ с ММ 1500, 638 мг маннита, 207 мг  $\text{CaNO}_3 \times 4\text{H}_2\text{O}$  и 8,75 мл очищенной воды; рН доводят приблизительно до 9,0). Через 10-30 мин инкубации на льду суспензию  
 15 протопластов и ПЭГ промывают средой W5 и ресуспендируют в среде ВN. Указанную суспензию выдерживают в течение ночи в темноте при комнатной температуре.

[0218] GRON могут быть введены в протопласты с применением электропорации, катионных липидов, наночастиц, поликатионов, таких как гексаметрина бромид (полибрен) или спермидин, или с применением GRON, связанных в комплексы с  
 20 разнообразными проникающими в клетки пептидами (СПР/ПКП), включая, но не ограничиваясь перечисленными, ТАТ, рVEC, транспортан, нона-аргинин, ВАХ-ингибирующий пептид (VPMLK), или такие как перечисленные у Patel *et al.* Cell Penetrating Peptides: Intracellular Pathways and Pharmaceutical Perspectives («Проникающие в клетки пептиды: внутриклеточные пути и перспективы фармацевтического  
 25 применения»). *Pharmaceutical Research*, 24 (2007) 1977-1992, или у Veldhoen *et al.* Recent developments in peptide-based nucleic acid delivery («Последние достижения в области доставки нуклеиновых кислот на основе пептидов»). *International Journal of Molecular Science* (2008) 1276-1320. Согласно другому варианту реализации GRON вводят в протопласты с помощью отрицательно заряженных полимеров, включая дендримеры,  
 30 такие как полиамидоамин (РАМАМ), но не ограничиваясь ими.

[0219] GRON также могут быть доставлены в целые ткани либо клетки с применением способов, которые могут включать микроинъекции, биолистику покрытыми GRON



носителями, такими как золото, или непосредственно в форме капель суспензии GRON, покрытых GRON вискером, либо с применением GRON в комплексах с разнообразными проникающими в клетки пептидами (CPP), отрицательно заряженными полимерами, упомянутыми в предыдущем параграфе. Другие варианты реализации предполагают применение ультразвука, пропитывание в GRON-содержащих растворах, или пермеабиллизация клеточных стенок, например, с помощью таких агентов, как толуол или сапонин.

#### Внедрение протопластов в альгинат кальция

[0220] Через день после введения GRON протопласты внедряют в альгинат кальция. Было показано, что внедрение протопластов в гелевые субстраты (например, агарозу, альгинат) повышает выживаемость протопластов и увеличивает частоту деления полученных из протопластов клеток. Применяемый способ основан на описанном у Dovzhenko *et al.* (Thin-alginate-layer technique for protoplast culture of tobacco leaf protoplasts: shoot formation in less than two weeks («Методика культивирования культуры протопластов табачного листа на тонком слое альгината: формирование побегов менее за две недели»). *Protoplasma* 204 (1998) 114-118).

#### Культивирование протопластов и отбор устойчивых к гербицидам каллусов

[0221] Отбор устойчивых к гербицидам каллусов проводят с применением последовательного субкультивирования альгинатов в жидкой среде по Pelletier *et al.* (1983). Отбор можно начинать через неделю после обработки ПЭГ/GRON при подходящей концентрации Ингибирующего PPX гербицида; например, 32 мкМ флумиоксазина, или 0,25 мкМ, 0,5 мкМ, 1 мкМ; 2 мкМ; 3 мкМ; 4 мкМ; 5 мкМ; 6 мкМ; 7 мкМ; 7,8 мкМ; 15,6 мкМ; 31,2 мкМ или 62,5 мкМ сульфентразона.

[0222] До окончания фазы отбора в жидкой среде клетки и колонии извлекают из альгината обработкой в течение 30-45 мин культуральной средой, содержащей 50 мМ цитрата натрия. К моменту переноса извлеченных колоний из жидкой среды на твердую среду Cul (Haberlach *et al.* Isolation, culture and regeneration of protoplasts from potato and several related Solanum species. *Plant Science*, 39 (1985) 67-74), большинство колоний либо могут погибнуть, либо состоят из зеленоватого центра, покрытого внешними слоями мертвых клеток. На отвержденной селективной среде (Cul + гербицид) большинство микрокаллусов, которые все еще содержат живые клетки, могут прекратить рост и побуреть. Ограниченный рост отдельных каллусов иногда продолжается, но все

неустойчивые каллусы в конечном итоге буреют и погибают. Спустя две-три недели после переноса на отвержденную селективную среду (иногда ранее) активно растущие каллусы могут появляться на фоне побуревших клеток и микрокалусов.

**[0223]** Проводят регенерацию растений из полученные из протопластов

- 5 гербицидотолерантных каллусов с подтвержденной мутацией в гене PPX. Толерантные к Ингибирующему PPX гербициду каллусы, развивающиеся на отвержденной селективной среде, анализ ДНК которых показывает наличие мутаций, переносили в не содержащую гербицидов среду *Cul* для ускорения развития. Скорости роста и морфология индивидуальных каллусных линий варьируют. В целом развитие в направлении
- 10 регенерации побегов проходит следующие этапы:

Недифференцированный зеленый каллус → каллус с темно-зелеными участками → развитие зачатков побегов → развитие растения.

**[0224]** Развитие индивидуальных каллусных линий изменчиво, но многие в итоге дают побеги при непрерывном субкультивировании и размножении на среде *Cul* или за счет

15 изменения состава среды на дифференцирующую среду, включая дифференцирующую среду *Haberlach*, но не ограничиваясь ей, на протяжении подходящего периода времени (1–6 месяцев) с последующим переносом указанных каллусных линий на среду для регенерации, включая среду для регенерации *Bokelmann* (*Bokelmann G.S. and Roest S., Z. Pflanzenphysiol. vol. 109, p. 259-265 (1983)*), но не ограничиваясь ей.

- 20 **[0225]** После того как на среде для регенерации сформировались побеги с тремя-четырьмя листьями, их переносят на среду для размножения, включая среду *MS*, но не ограничиваясь ей. На указанной среде со временем развиваются морфологически «нормальные» побеги и листья. После того как полученные *in vitro* ростки дают корни, применяют стандартные протоколы адаптации к условиям теплицы.

- 25 Молекулярный скрининг

**[0226]** Для мониторинга частоты мутаций PPX после обработки RTDS могут применяться стандартные молекулярные техники и более чувствительные основанные на ПЦР технологии. Указанные молекулярные техники включают, но не ограничены

перечисленными, аллель-специфичную ПЦР, секвенирование ДНК и другие технологии

30 идентификации SNP с применением не задействующих ПЦР техник. Указанные техники позволяют проводить мониторинг частоты направленных мутаций PPX на раннем этапе процедуры. Согласно некоторым вариантам реализации указанные мутации могут

оцениваться в популяциях одиночных клеток. Указанные техники затем могут применяться на протяжении всего процесса культивирования для подтверждения и отслеживания наличия мутаций в отобранных каллусах и регенерированных растениях.

### Пример 8: Опрыскивание гербицидами

5 [0227] Растения картофеля *Solanum tuberosum* или сорта Рассет Бербанк по достижении ими 2–6 дюймов в высоту (как правило, на этапе 5–6 листов) опрыскивают различными РРХ-ингибирующими гербицидами. Гербициды распыляют в присутствии 0,25% поверхностно-активного агента AU391. Указанные гербициды распыляют, например, в следующих количествах:

10	Флумиоксазин	2 унций активного ингредиента на акр (а.и./акр)
	Сульфентразон	4,5 унций а.и./акр
	Сафлуфенацил	1-13 унций а.и./акр

[0228] Гербициды применяют, опрыскивая листья; контрольные растения не опрыскивают. Эксперименты с РРХ-ингибирующим гербицидом оценивают спустя 14 15 дней после опрыскивания с применением шкалы поврежденности от 1 до 10, где 1 соответствует гибели, а 10 соответствует неповрежденным неопрыскиваемым контролям. Линии индивидуальных растений сравнивают для каждой интенсивности опрыскивания с результатами для контроля при данной конкретной интенсивности. РРХ-ингибирующие гербициды потенциально имеют широкий диапазон применения и могут использоваться 20 для «пре-» или «пост-» обработки урожая, в том числе, картофеля. Исследования с гербицидами проводят как в теплицах, так и в поле для мониторинга ущерба, наносимого растениям (сельскохозяйственным культурам), и/или контроля сорняков. Продукты с использованием RTDS могут позволить фермерам при посеве сельскохозяйственных культур, таких как картофель, применять РРХ-ингибирующие гербициды для устранения 25 или контролирования сорняков на полях, не нанося при этом ущерба культурам.

[0229] Если не указано иное, все используемые в настоящей заявке технические и научные термины имеют те же значения, в общем случае подразумеваемые средним специалистом в той области техники, к которой принадлежит настоящее изобретение.

[0230] Изобретения, иллюстративно описанные в настоящей заявке, могут быть 30 подходящим образом осуществлены в отсутствие какого-либо элемента или элементов, ограничения или ограничений, конкретно не описанных в настоящей заявке. Соответственно, например, термины «содержащий», «включающий», «имеющий в

составе» и т.д. должны пониматься в широком смысле и без ограничения. Кроме того, термины и выражения, использованные в настоящей заявке, применены в качестве описательных, но не ограничительных терминов, без намерения применения таких терминов и выражений для исключения любых эквивалентов представленных и описанных в настоящей заявке признаков или их элементов. Следует понимать, что в объеме заявленного изобретения могут входить различные модификации.

[0231] Таким образом, необходимо понимать, что, хотя настоящее изобретение описано конкретным образом с использованием предпочтительных вариантов и возможных признаков, специалисты в данной области техники могут прибегать к модификациям, улучшению и вариациям описанных изобретений, и предполагается, что такие модификации, улучшения и вариации входят в объем настоящего изобретения.

Приведенные в настоящей заявке материалы, способы и примеры представляют предпочтительные варианты реализации, являются иллюстративными и не предназначены для ограничения объема настоящего изобретения.

[0232] В настоящей заявке изобретение было описано в широком и общем смысле. Каждый(ое) из более ограниченных видов и подклассовых групп, входящих в общее раскрытие, также является частью настоящего изобретения. Это касается и общего описания настоящего изобретения с оговоркой или отрицательным ограничением, удаляющим(ей) любой объект указанного класса, независимо от того, упоминается или нет конкретный исключенный материал в данной заявке.

[0233] Кроме того, в тех случаях, когда свойства или аспекты настоящего изобретения описаны в терминах групп Маркуша, специалистам в данной области техники будет ясно, что настоящее изобретение таким образом также описывается в терминах любого индивидуального представителя или подгруппы представителей группы Маркуша.

[0234] Все публикации, патентные заявки, патенты и другие упоминаемые в настоящей заявке источники явным образом во всей полноте включены в нее посредством ссылок, в том же объеме, как если бы каждый из них был включен посредством индивидуальной ссылки. В случае конфликта настоящее описание, включая определения, будет иметь преимущество.

[0235] Другие варианты реализации приведены в нижеследующей формуле изобретения.

ПЕРЕЧЕНЬ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

<110> СИВАС ЮС ЛЛС

<120> МУТАНТНЫЕ ГЕНЫ ПРОТОПОРФИРИНОГЕН IX ОКСИДАЗЫ (PPX)

<130> 095143-2703

<140> 13/247,954

<141> 2011-09-28

<150> PCT/US2011/046330

<151> 2011-08-02

<150> 61/370,436

<151> 2010-08-03

<160> 50

<170> PatentIn версия 3.5

<210> 1

<211> 537

<212> PRT(Белок)

<213> Arabidopsis thaliana

<400> 1

Met Glu Leu Ser Leu Leu Arg Pro Thr Thr Gln Ser Leu Leu Pro Ser  
1 5 10 15

Phe Ser Lys Pro Asn Leu Arg Leu Asn Val Tyr Lys Pro Leu Arg Leu  
20 25 30

Arg Cys Ser Val Ala Gly Gly Pro Thr Val Gly Ser Ser Lys Ile Glu  
35 40 45

Gly Gly Gly Gly Thr Thr Ile Thr Thr Asp Cys Val Ile Val Gly Gly  
50 55 60

Gly Ile Ser Gly Leu Cys Ile Ala Gln Ala Leu Ala Thr Lys His Pro  
65 70 75 80

Asp Ala Ala Pro Asn Leu Ile Val Thr Glu Ala Lys Asp Arg Val Gly  
85 90 95

Gly Asn Ile Ile Thr Arg Glu Glu Asn Gly Phe Leu Trp Glu Glu Gly  
100 105 110

Pro Asn Ser Phe Gln Pro Ser Asp Pro Met Leu Thr Met Val Val Asp  
115 120 125

Ser Gly Leu Lys Asp Asp Leu Val Leu Gly Asp Pro Thr Ala Pro Arg  
130 135 140

Phe Val Leu Trp Asn Gly Lys Leu Arg Pro Val Pro Ser Lys Leu Thr

145					150					155					160
Asp	Leu	Pro	Phe	Phe	Asp	Leu	Met	Ser	Ile	Gly	Gly	Lys	Ile	Arg	Ala
				165					170					175	
Gly	Phe	Gly	Ala	Leu	Gly	Ile	Arg	Pro	Ser	Pro	Pro	Gly	Arg	Glu	Glu
			180					185					190		
Ser	Val	Glu	Glu	Phe	Val	Arg	Arg	Asn	Leu	Gly	Asp	Glu	Val	Phe	Glu
		195					200					205			
Arg	Leu	Ile	Glu	Pro	Phe	Cys	Ser	Gly	Val	Tyr	Ala	Gly	Asp	Pro	Ser
	210					215					220				
Lys	Leu	Ser	Met	Lys	Ala	Ala	Phe	Gly	Lys	Val	Trp	Lys	Leu	Glu	Gln
225					230					235					240
Asn	Gly	Gly	Ser	Ile	Ile	Gly	Gly	Thr	Phe	Lys	Ala	Ile	Gln	Glu	Arg
				245					250					255	
Lys	Asn	Ala	Pro	Lys	Ala	Glu	Arg	Asp	Pro	Arg	Leu	Pro	Lys	Pro	Gln
			260					265					270		
Gly	Gln	Thr	Val	Gly	Ser	Phe	Arg	Lys	Gly	Leu	Arg	Met	Leu	Pro	Glu
		275					280					285			
Ala	Ile	Ser	Ala	Arg	Leu	Gly	Ser	Lys	Val	Lys	Leu	Ser	Trp	Lys	Leu
	290					295					300				
Ser	Gly	Ile	Thr	Lys	Leu	Glu	Ser	Gly	Gly	Tyr	Asn	Leu	Thr	Tyr	Glu
305					310					315					320
Thr	Pro	Asp	Gly	Leu	Val	Ser	Val	Gln	Ser	Lys	Ser	Val	Val	Met	Thr
				325					330					335	
Val	Pro	Ser	His	Val	Ala	Ser	Gly	Leu	Leu	Arg	Pro	Leu	Ser	Glu	Ser
			340					345					350		
Ala	Ala	Asn	Ala	Leu	Ser	Lys	Leu	Tyr	Tyr	Pro	Pro	Val	Ala	Ala	Val
		355					360					365			
Ser	Ile	Ser	Tyr	Pro	Lys	Glu	Ala	Ile	Arg	Thr	Glu	Cys	Leu	Ile	Asp
	370					375					380				
Gly	Glu	Leu	Lys	Gly	Phe	Gly	Gln	Leu	His	Pro	Arg	Thr	Gln	Gly	Val
385					390					395					400
Glu	Thr	Leu	Gly	Thr	Ile	Tyr	Ser	Ser	Ser	Leu	Phe	Pro	Asn	Arg	Ala

405

410

415

Pro Pro Gly Arg Ile Leu Leu Leu Asn Tyr Ile Gly Gly Ser Thr Asn  
420 425 430

Thr Gly Ile Leu Ser Lys Ser Glu Gly Glu Leu Val Glu Ala Val Asp  
435 440 445

Arg Asp Leu Arg Lys Met Leu Ile Lys Pro Asn Ser Thr Asp Pro Leu  
450 455 460

Lys Leu Gly Val Arg Val Trp Pro Gln Ala Ile Pro Gln Phe Leu Val  
465 470 475 480

Gly His Phe Asp Ile Leu Asp Thr Ala Lys Ser Ser Leu Thr Ser Ser  
485 490 495

Gly Tyr Glu Gly Leu Phe Leu Gly Gly Asn Tyr Val Ala Gly Val Ala  
500 505 510

Leu Gly Arg Cys Val Glu Gly Ala Tyr Glu Thr Ala Ile Glu Val Asn  
515 520 525

Asn Phe Met Ser Arg Tyr Ala Tyr Lys  
530 535

<210> 2

<211> 1719

<212> DNA (ДНК)

<213> Arabidopsis thaliana

<400> 2

tgacaaaatt ccgaattctc tgcgatttcc atggagttat ctcttctccg tccgacgact	60
caatcgcttc ttccgtcgtt ttcgaagccc aatctccgat taaatgttta taagcctctt	120
agactccggt gttcagtggc cggtaggacca accgtccgat cttcaaaaat cgaaggcgga	180
ggaggacca ccatcacgac ggattgtgtg attgtcggcg gaggtattag tggctcttgc	240
atcgctcagg cgcttgctac taagcatcct gatgctgctc cgaatttaat tgtgaccgag	300
gctaaggatc gtggtggagg caacattatc actcgtgaag agaatgggtt tctctgggaa	360
gaaggtcca atagttttca accgtctgat cctatgctca ctatgggtgt agatagtggt	420
ttgaaggatg atttggtgtt gggagatcct actgcgcca ggtttgtgtt gtggaatggg	480
aaattgaggc cggttccatc gaagctaaca gacttaccgt tctttgattt gatgagtatt	540
ggtgggaaga ttagagctgg ttttggtgca cttggcattc gaccgtcacc tccaggctgt	600
gaagaatctg tggaggagtt tgtacggcgt aacctcgggt atgagggttt tgagcgcctg	660
attgaaccgt tttgttcagg tgtttatgct ggtgatcctt caaaactgag catgaaagca	720

gcgtttggga aggtttggaa actagagcaa aatggtggaa gcataatagg tgggtactttt 780  
 aaggcaattc aggagaggaa aaacgctccc aaggcagaac gagacccgcg cctgccaaaa 840  
 ccacagggcc aaacagttgg ttctttcagg aagggacttc gaatggtgcc agaagcaata 900  
 tctgcaagat taggtagcaa agttaagttg tcttggaagc tctcaggtat cactaagctg 960  
 gagagcggag gatacaactt aacatatgag actccagatg gtttagtttc cgtgcagagc 1020  
 aaaagtgttg taatgacggt gccatctcat gttgcaagtg gtctcttgcg ccctctttct 1080  
 gaatctgctg caaatgact ctcaaaacta tattaccac cagttgcagc agtatctatc 1140  
 tcgtaccgga aagaagcaat ccgaacagaa tgtttgatag atggtgaact aaagggtttt 1200  
 gggcaattgc atccacgcac gcaaggagtt gaaacattag gaactatcta cagctcctca 1260  
 ctctttccaa atcgcgcacc gcccggaaga attttgctgt tgaactacat tggcgggtct 1320  
 acaaacaccg gaattctgtc caagtctgaa ggtgagttag tggaagcagt tgacagagat 1380  
 ttgaggaaaa tgctaattaa gcctaattcg accgatccac ttaaattagg agttagggta 1440  
 tggcctcaag ccattcctca gtttctagtt ggtcactttg atatccttga cacggctaaa 1500  
 tcatctctaa cgtcttcggg ctacgaaggg ctatTTTTTGG gtggcaatta cgtcgtctgtt 1560  
 gtagccttag gccggtgtgt agaagggcga tatgaaaccg cgattgaggt caacaacttc 1620  
 atgtcacggt acgcttaca gtaaagttaa aacattaaat ctcccagctt gcgtgagttt 1680  
 tattaatat tttgagatat ccaaaaaaaaa aaaaaaaaa 1719

<210> 3

<211> 508

<212> PRT(Белок)

<213> Arabidopsis thaliana

<400> 3

Met Ala Ser Gly Ala Val Ala Asp His Gln Ile Glu Ala Val Ser Gly  
 1 5 10 15

Lys Arg Val Ala Val Val Gly Ala Gly Val Ser Gly Leu Ala Ala Ala  
 20 25 30

Tyr Lys Leu Lys Ser Arg Gly Leu Asn Val Thr Val Phe Glu Ala Asp  
 35 40 45

Gly Arg Val Gly Gly Lys Leu Arg Ser Val Met Gln Asn Gly Leu Ile  
 50 55 60

Trp Asp Glu Gly Ala Asn Thr Met Thr Glu Ala Glu Pro Glu Val Gly  
 65 70 75 80

Ser Leu Leu Asp Asp Leu Gly Leu Arg Glu Lys Gln Gln Phe Pro Ile  
 85 90 95



Ser Gln Lys Lys Arg Tyr Ile Val Arg Asn Gly Val Pro Val Met Leu  
 100 105 110

Pro Thr Asn Pro Ile Glu Leu Val Thr Ser Ser Val Leu Ser Thr Gln  
 115 120 125

Ser Lys Phe Gln Ile Leu Leu Glu Pro Phe Leu Trp Lys Lys Lys Ser  
 130 135 140

Ser Lys Val Ser Asp Ala Ser Ala Glu Glu Ser Val Ser Glu Phe Phe  
 145 150 155 160

Gln Arg His Phe Gly Gln Glu Val Val Asp Tyr Leu Ile Asp Pro Phe  
 165 170 175

Val Gly Gly Thr Ser Ala Ala Asp Pro Asp Ser Leu Ser Met Lys His  
 180 185 190

Ser Phe Pro Asp Leu Trp Asn Val Glu Lys Ser Phe Gly Ser Ile Ile  
 195 200 205

Val Gly Ala Ile Arg Thr Lys Phe Ala Ala Lys Gly Gly Lys Ser Arg  
 210 215 220

Asp Thr Lys Ser Ser Pro Gly Thr Lys Lys Gly Ser Arg Gly Ser Phe  
 225 230 235 240

Ser Phe Lys Gly Gly Met Gln Ile Leu Pro Asp Thr Leu Cys Lys Ser  
 245 250 255

Leu Ser His Asp Glu Ile Asn Leu Asp Ser Lys Val Leu Ser Leu Ser  
 260 265 270

Tyr Asn Ser Gly Ser Arg Gln Glu Asn Trp Ser Leu Ser Cys Val Ser  
 275 280 285

His Asn Glu Thr Gln Arg Gln Asn Pro His Tyr Asp Ala Val Ile Met  
 290 295 300

Thr Ala Pro Leu Cys Asn Val Lys Glu Met Lys Val Met Lys Gly Gly  
 305 310 315 320

Gln Pro Phe Gln Leu Asn Phe Leu Pro Glu Ile Asn Tyr Met Pro Leu  
 325 330 335

Ser Val Leu Ile Thr Thr Phe Thr Lys Glu Lys Val Lys Arg Pro Leu  
 340 345 350

Glu Gly Phe Gly Val Leu Ile Pro Ser Lys Glu Gln Lys His Gly Phe  
355 360 365

Lys Thr Leu Gly Thr Leu Phe Ser Ser Met Met Phe Pro Asp Arg Ser  
370 375 380

Pro Ser Asp Val His Leu Tyr Thr Thr Phe Ile Gly Gly Ser Arg Asn  
385 390 395 400

Gln Glu Leu Ala Lys Ala Ser Thr Asp Glu Leu Lys Gln Val Val Thr  
405 410 415

Ser Asp Leu Gln Arg Leu Leu Gly Val Glu Gly Glu Pro Val Ser Val  
420 425 430

Asn His Tyr Tyr Trp Arg Lys Ala Phe Pro Leu Tyr Asp Ser Ser Tyr  
435 440 445

Asp Ser Val Met Glu Ala Ile Asp Lys Met Glu Asn Asp Leu Pro Gly  
450 455 460

Phe Phe Tyr Ala Gly Asn His Arg Gly Gly Leu Ser Val Gly Lys Ser  
465 470 475 480

Ile Ala Ser Gly Cys Lys Ala Ala Asp Leu Val Ile Ser Tyr Leu Glu  
485 490 495

Ser Cys Ser Asn Asp Lys Lys Pro Asn Asp Ser Leu  
500 505

<210> 4

<211> 1822

<212> DNA (ДНК)

<213> Arabidopsis thaliana

<400> 4

tttccgtcac tgctttcgac tggtcagaga ttttgactct gaattggtgc agatagcaat 60  
ggcgtctgga gcagtagcag atcatcaaat tgaagcgggt tcaggaaaa gagtcgcagt 120  
cgtaggtgca ggtgtaagt gacttgcggc ggcttacaag ttgaaatcga ggggtttgaa 180  
tgtgactgtg tttgaagctg atggaagagt aggtgggaag ttgagaagtg ttatgcaaaa 240  
tggtttgatt tgggatgaag gagcaaacac catgactgag gctgagccag aagttgggag 300  
tttacttgat gatcttgggc ttcgtgagaa acaacaattt ccaatttcac agaaaaagcg 360  
gtatattgtg cggaatggtg tacctgtgat gctacctacc aatcccatag agctgggtcac 420  
aagtagtgtg ctctctaccc aatctaagtt tcaaatcttg ttggaacat ttttatggaa 480

gaaaaagtcc tcaaaagtct cagatgcatc tgctgaagaa agtgtaagcg agttctttca 540  
acgccatttt ggacaagagg ttgttgacta tctcatcgac ccttttgttg gtggaacaag 600  
tgctgcgac cctgattccc tttcaatgaa gcattctttc ccagatctct ggaatgtaga 660  
gaaaagtttt ggctctatta tagtcggtgc aatcagaaca aagtttgctg ctaaagggtg 720  
taaaagtaga gacacaaaga gttctcctgg cacaaaaaag ggttcgctg ggtcattctc 780  
ttttaagggg ggaatgcaga ttcttcctga tacgttgctc aaaagtctct cacatgatga 840  
gatcaattta gactccaagg tactctcttt gtcttacaat tctggatcaa gacaggagaa 900  
ctggtcatta tcttggtttt cgcataatga aacgcagaga caaaaccccc attatgatgc 960  
tgtaattatg acggctcctc tgtgcaatgt gaaggagatg aaggttatga aaggaggaca 1020  
accctttcag ctaaactttc tccccgagat taattacatg cccctctcgg ttttaatcac 1080  
cacattcaca aaggagaaag taaagagacc tcttgaaggc tttggggtagc tcattccatc 1140  
taaggagcaa aagcatggtt tcaaaactct aggtacactt ttttcatcaa tgatgtttcc 1200  
agatcgttcc cctagtgcag ttcactata tacaactttt attggtggga gtaggaacca 1260  
ggaactagcc aaagcttcca ctgacgaatt aaaacaagtt gtgacttctg accttcagcg 1320  
actgttgggg gttgaagggtg aaccctgtc tgtcaacat tactattgga ggaaagcatt 1380  
cccgttgat gacagcagct atgactcagt catggaagca attgacaaga tggagaatga 1440  
tctacctggg ttcttctatg caggtaatca tcgagggggg ctctctggtg ggaaatcaat 1500  
agcatcaggt tgcaaagcag ctgaccttgt gatctcatac ctggagtctt gctcaaatga 1560  
caagaaacca aatgacagct tataacattg tcaaggttcg tcccttttta tcaactaact 1620  
tgtaaacttg taaaatgcaa caagccgccg tgcgattagc caacaactca gcaaaacca 1680  
gattctcata aggctcacta attccagaat aaactattta tgtattggtt ggtctgtttt 1740  
cttggtgcat cactggtatg gtctgtctag gtagaagaat atgatagggt gagggatttt 1800  
aggattgaag aatctttaa ac 1822

<210> 5

<211> 534

<212> PRT(Белок)

<213> *Amaranthus tuberculatus*

<400> 5

Met Val Ile Gln Ser Ile Thr His Leu Ser Pro Asn Leu Ala Leu Pro  
1 5 10 15

Ser Pro Leu Ser Val Ser Thr Lys Asn Tyr Pro Val Ala Val Met Gly  
20 25 30

Asn Ile Ser Glu Arg Glu Glu Pro Thr Ser Ala Lys Arg Val Ala Val  
35 40 45

Val Gly Ala Gly Val Ser Gly Leu Ala Ala Ala Tyr Lys Leu Lys Ser  
 50 55 60

His Gly Leu Ser Val Thr Leu Phe Glu Ala Asp Ser Arg Ala Gly Gly  
 65 70 75 80

Lys Leu Lys Thr Val Lys Lys Asp Gly Phe Ile Trp Asp Glu Gly Ala  
 85 90 95

Asn Thr Met Thr Glu Ser Glu Ala Glu Val Ser Ser Leu Ile Asp Asp  
 100 105 110

Leu Gly Leu Arg Glu Lys Gln Gln Leu Pro Ile Ser Gln Asn Lys Arg  
 115 120 125

Tyr Ile Ala Arg Ala Gly Leu Pro Val Leu Leu Pro Ser Asn Pro Ala  
 130 135 140

Ala Leu Leu Thr Ser Asn Ile Leu Ser Ala Lys Ser Lys Leu Gln Ile  
 145 150 155 160

Met Leu Glu Pro Phe Leu Trp Arg Lys His Asn Ala Thr Glu Leu Ser  
 165 170 175

Asp Glu His Val Gln Glu Ser Val Gly Glu Phe Phe Glu Arg His Phe  
 180 185 190

Gly Lys Glu Phe Val Asp Tyr Val Ile Asp Pro Phe Val Ala Gly Thr  
 195 200 205

Cys Gly Gly Asp Pro Gln Ser Leu Ser Met His His Thr Phe Pro Glu  
 210 215 220

Val Trp Asn Ile Glu Lys Arg Phe Gly Ser Val Phe Ala Gly Leu Ile  
 225 230 235 240

Gln Ser Thr Leu Leu Ser Lys Lys Glu Lys Gly Gly Glu Asn Ala Ser  
 245 250 255

Ile Lys Lys Pro Arg Val Arg Gly Ser Phe Ser Phe Gln Gly Gly Met  
 260 265 270

Gln Thr Leu Val Asp Thr Met Cys Lys Gln Leu Gly Glu Asp Glu Leu  
 275 280 285

Lys Leu Gln Cys Glu Val Leu Ser Leu Ser Tyr Asn Gln Lys Gly Ile  
 290 295 300

Pro Ser Leu Gly Asn Trp Ser Val Ser Ser Met Ser Asn Asn Thr Ser  
305 310 315 320

Glu Asp Gln Ser Tyr Asp Ala Val Val Val Thr Ala Pro Ile Arg Asn  
325 330 335

Val Lys Glu Met Lys Ile Met Lys Phe Gly Asn Pro Phe Ser Leu Asp  
340 345 350

Phe Ile Pro Glu Val Thr Tyr Val Pro Leu Ser Val Met Ile Thr Ala  
355 360 365

Phe Lys Lys Asp Lys Val Lys Arg Pro Leu Glu Gly Phe Gly Val Leu  
370 375 380

Ile Pro Ser Lys Glu Gln His Asn Gly Leu Lys Thr Leu Gly Thr Leu  
385 390 395 400

Phe Ser Ser Met Met Phe Pro Asp Arg Ala Pro Ser Asp Met Cys Leu  
405 410 415

Phe Thr Thr Phe Val Gly Gly Ser Arg Asn Arg Lys Leu Ala Asn Ala  
420 425 430

Ser Thr Asp Glu Leu Lys Gln Ile Val Ser Ser Asp Leu Gln Gln Leu  
435 440 445

Leu Gly Thr Glu Asp Glu Pro Ser Phe Val Asn His Leu Phe Trp Ser  
450 455 460

Asn Ala Phe Pro Leu Tyr Gly His Asn Tyr Asp Ser Val Leu Arg Ala  
465 470 475 480

Ile Asp Lys Met Glu Lys Asp Leu Pro Gly Phe Phe Tyr Ala Gly Asn  
485 490 495

His Lys Gly Gly Leu Ser Val Gly Lys Ala Met Ala Ser Gly Cys Lys  
500 505 510

Ala Ala Glu Leu Val Ile Ser Tyr Leu Asp Ser His Ile Tyr Val Lys  
515 520 525

Met Asp Glu Lys Thr Ala  
530

<210> 6

<211> 1605

<212> DNA (ДНК)

<213> *Amaranthus tuberculatus*

<400> 6

atggtaattc aatccattac ccacctttca ccaaaccttg cattgccatc gccattgtca 60  
gtttcaacca agaactaccc agtagctgta atgggcaaca tttctgagcg ggaagaacct 120  
acttctgcta aaagggttgc tgttggttgg gctggagtta gtggacttgc tgctgcatat 180  
aagctaaaat cccatggttt gagtgtgaca ttgtttgaag ctgattctag agctggaggc 240  
aaacttaaaa ctgttaaaaa agatggtttt atttgggatg agggggcaaa tactatgaca 300  
gaaagtgagg cagaggtctc gagtttgatc gatgatcttg ggcttcgtga gaagcaacag 360  
ttgccaattt cacaaaataa aagatacata gctagagccg gtcttcctgt gctactacct 420  
tcaaatcccg ctgcactact cacgagcaat atcctttcag caaaatcaaa gctgcaaatt 480  
atgttggaac ctttctctg gagaaaacac aatgctactg aactttctga tgagcatggt 540  
caggaaagcg ttggtgaatt ttttgagcga cttttggga aagagtttgt tgattatggt 600  
attgaccctt ttgttgccgg tacatgtggg ggagatcctc aatcgctttc catgcaccat 660  
acatttcag aagtatggaa tattgaaaaa aggtttggct ctgtgtttgc cggactaatt 720  
caatcaacat tgttatctaa gaaggaaaag ggtggagaaa atgcttctat taagaagcct 780  
cgtgtacgtg gttcattttc atttcaaggt ggaatgcaga cacttgttga cacaatgtgc 840  
aacagcttg gtgaagatga actcaaactc cagtgtgagg tgctgtcctt gtcataaac 900  
cagaagggga tcccctcact aggaattgg tcagtctctt ctatgtcaaa taataccagt 960  
gaagatcaat cttatgatgc tgtggttgtc actgctccaa ttcgcaatgt caaagaaatg 1020  
aagattatga aatttgaaa tccattttca cttgacttta ttccagaggt gacgtacgta 1080  
cccctttccg ttatgattac tgcattcaaa aaggataaag tgaagagacc tcttgagggc 1140  
ttcggagttc ttatcccctc taaagagcaa cataatggac tgaagactct tggacttta 1200  
ttttctcca tgatgtttcc tgatcgtgct ccatctgaca tgtgtctctt tactacattt 1260  
gtcggaggaa gcagaaatag aaaacttgca aacgcttcaa cggatgaatt gaagcaaata 1320  
gtttcttctg accttcagca gctgttgggc actgaggacg aaccttcatt tgtcaatcat 1380  
ctcttttgga gcaacgcatt cccattgtat ggacacaatt acgattctgt tttgagagcc 1440  
atagacaaga tggaaaagga tcttctgga ttttttatg caggtaacca taagggtgga 1500  
ctttcagtgg gaaaagcgaat ggctccgga tgcaaggctg cggaaacttg aatatactat 1560  
ctggactctc atatatacgt gaagatggat gagaagaccg cgtaa 1605

<210> 7

<211> 557

<212> PRT (Белок)

<213> *Solanum tuberosum*

<400> 7

Met Thr Thr Thr Ala Val Ala Asn His Pro Ser Ile Phe Thr His Arg  
 1 5 10 15

Ser Pro Leu Pro Ser Pro Ser Ser Ser Ser Ser Ser Pro Ser Phe Leu  
 20 25 30

Phe Leu Asn Arg Thr Asn Phe Ile Pro Tyr Phe Ser Thr Ser Lys Arg  
 35 40 45

Asn Ser Val Asn Cys Asn Gly Trp Arg Thr Arg Cys Ser Val Ala Lys  
 50 55 60

Asp Tyr Thr Val Pro Pro Ser Glu Val Asp Gly Asn Gln Phe Pro Glu  
 65 70 75 80

Leu Asp Cys Val Val Val Gly Ala Gly Ile Ser Gly Leu Cys Ile Ala  
 85 90 95

Lys Val Ile Ser Ala Asn Tyr Pro Asn Leu Met Val Thr Glu Ala Arg  
 100 105 110

Asp Arg Ala Gly Gly Asn Ile Thr Thr Val Glu Arg Asp Gly Tyr Leu  
 115 120 125

Trp Glu Glu Gly Pro Asn Ser Phe Gln Pro Ser Asp Pro Met Leu Thr  
 130 135 140

Met Ala Val Asp Cys Gly Leu Lys Asp Asp Leu Val Leu Gly Asp Pro  
 145 150 155 160

Asp Ala Pro Arg Phe Val Leu Trp Lys Asp Lys Leu Arg Pro Val Pro  
 165 170 175

Gly Lys Leu Thr Asp Leu Pro Phe Phe Asp Leu Met Ser Ile Pro Gly  
 180 185 190

Lys Leu Arg Ala Gly Phe Gly Ala Ile Gly Leu Arg Pro Ser Pro Pro  
 195 200 205

Gly Tyr Glu Glu Ser Val Glu Gln Phe Val Arg Arg Asn Leu Gly Ala  
 210 215 220

Glu Val Phe Glu Arg Leu Ile Glu Pro Phe Cys Ser Gly Val Tyr Ala  
 225 230 235 240

Gly Asp Pro Ser Lys Leu Ile Met Lys Ala Ala Phe Gly Lys Val Trp  
 245 250 255

Lys Leu Glu Gln Thr Gly Gly Ser Ile Ile Gly Gly Thr Phe Lys Ala  
 260 265 270

Ile Lys Glu Arg Ser Ser Asn Pro Lys Pro Pro Arg Asp Pro Arg Leu  
 275 280 285

Pro Thr Pro Lys Gly Gln Thr Val Gly Ser Phe Arg Lys Gly Leu Arg  
 290 295 300

Met Leu Pro Asp Ala Ile Cys Glu Arg Leu Gly Ser Lys Val Lys Leu  
 305 310 315 320

Ser Trp Lys Leu Ser Ser Ile Thr Lys Ser Glu Lys Gly Gly Tyr Leu  
 325 330 335

Leu Thr Tyr Glu Thr Pro Glu Gly Val Val Ser Leu Arg Ser Arg Ser  
 340 345 350

Ile Val Met Thr Val Pro Ser Tyr Val Ala Ser Asn Ile Leu Arg Pro  
 355 360 365

Leu Ser Val Ala Ala Ala Asp Ala Leu Ser Ser Phe Tyr Tyr Pro Pro  
 370 375 380

Val Ala Ala Val Thr Ile Ser Tyr Pro Gln Glu Ala Ile Arg Asp Glu  
 385 390 395 400

Arg Leu Val Asp Gly Glu Leu Lys Gly Phe Gly Gln Leu His Pro Arg  
 405 410 415

Ser Gln Gly Val Glu Thr Leu Gly Thr Ile Tyr Ser Ser Ser Leu Phe  
 420 425 430

Pro Asn Arg Ala Pro Asn Gly Arg Val Leu Leu Leu Asn Tyr Ile Gly  
 435 440 445

Gly Ala Thr Asn Thr Glu Ile Val Ser Lys Thr Glu Ser Gln Leu Val  
 450 455 460

Glu Ala Val Asp Arg Asp Leu Arg Lys Met Leu Ile Lys Pro Lys Ala  
 465 470 475 480

Gln Asp Pro Phe Val Thr Gly Val Arg Val Trp Pro Gln Ala Ile Pro  
 485 490 495

Gln Phe Leu Val Gly His Leu Asp Thr Leu Gly Thr Ala Lys Thr Ala  
 500 505 510



Leu Ser Asp Asn Gly Leu Asp Gly Leu Phe Leu Gly Gly Asn Tyr Val  
515 520 525

Ser Gly Val Ala Leu Gly Arg Cys Val Glu Gly Ala Tyr Glu Ile Ala  
530 535 540

Ser Glu Val Thr Gly Phe Leu Ser Gln Tyr Ala Tyr Lys  
545 550 555

<210> 8

<211> 1674

<212> DNA (ДНК)

<213> Solanum tuberosum

<400> 8

atgacaacaa cggccgtcgc caaccatcct agcattttca ctcaccggtc gccgctgccg 60  
tcgccgtcgt cctcctcctc atcgccgtca tttttatttt taaaccgtac gaatttcatt 120  
ccttactttt ccacctcaa gcgcaatagt gtcaattgca atggctggag aacacgatgt 180  
tccgttgcca aggattatac agttcctccc tcggaagtcg acggtaatca gttcccggag 240  
ctggattgtg tggtagttgg agcaggaatt agtggactct gcattgctaa ggtgatttgc 300  
gctaattatc ccaatttgat ggtgacggag gcgagggatc gtgccgggtg aaacataacg 360  
acggtggaaa gagatggata cttatgggaa gaaggtccta acagtttcca gccttcggat 420  
cctatgttga caatggctgt agattgtgga ttgaaggatg atttggtggt gggagatcct 480  
gatgcgcctc gctttgtcct gtggaaggat aaactaaggc ctgttcccgg caagctcact 540  
gatcttcctt tctttgattt gatgagtatc cctggcaagc tcagagctgg ttttggtgcc 600  
attggccttc gcccttcacc tccaggttat gaggaatcag ttgagcagtt cgtgocgtgt 660  
aatcttggtg cagaagtctt tgaacgtttg attgaacat tttgttctgg tgtttacgcc 720  
ggtgaccctt caaaattgat tatgaaagca gcatttggga aagtgtggaa gctagaacaa 780  
actggtggta gcattattgg gggaaccttt aaagcaatta aggagagatc cagtaacctt 840  
aaaccgcctc gtgatccgcg tttaccaaca caaaaggac aaactgttgg atcatttagg 900  
aagggtctga gaatgctgcc ggatgcaatt tgtgaaagac tgggaagcaa agtaaaacta 960  
tcatggaagc tttctagcat taaaagtca gaaaaggag gatatctctt gacatacgag 1020  
acaccagaag gagtagtttc tctgcgaagt cgaagcattg tcatgactgt tccatcctat 1080  
gtagcaagca acatattacg ccctctttcg gtcgctgcag cagatgcaact ttcaagtttc 1140  
tactatccc cagtagcagc agtgacaatt tcatatcctc aagaggctat tcgtgatgag 1200  
cgtctggttg atggtgaact aaagggattt gggcagttgc atccacgttc acagggagtg 1260  
gaaacactag gaacaatata tagttcatca ctctttccta accgtgctcc aaatggccgg 1320  
gtgctactct tgaactacat tggaggagca acaatactg aaattgtgtc taagacggag 1380

agccaacttg tggaagcagt tgaccgtgac ctcagaaaaa tgcttataaa acccaaagca 1440  
caagatccct ttgttacggg tgtgcgagta tggccacaag ctatcccaca gtttttggtc 1500  
ggacatctgg atacactagg tactgcaaaa actgctctaa gtgataatgg gcttgacggg 1560  
ctattccttg ggggtaatta tgtgtctggt gtagcattgg gaaggtgtgt tgaaggtgct 1620  
tatgaaatag catctgaggt aactggattt ctgtctcagt atgcatacaa atga 1674

<210> 9

<211> 504

<212> PRT(Белок)

<213> Solanum tuberosum

<400> 9

Met Ala Pro Ser Ala Gly Glu Asp Lys Gln Asn Cys Pro Lys Arg Val  
1 5 10 15

Ala Val Ile Gly Ala Gly Val Ser Gly Leu Ala Ala Ala Tyr Lys Leu  
20 25 30

Lys Ile His Gly Leu Asp Val Thr Val Phe Glu Ala Glu Gly Arg Ala  
35 40 45

Gly Gly Lys Leu Arg Ser Leu Ser Gln Asp Gly Leu Ile Trp Asp Glu  
50 55 60

Gly Ala Asn Thr Met Thr Glu Ser Glu Gly Asp Val Thr Phe Leu Leu  
65 70 75 80

Asp Ser Leu Gly Leu Arg Glu Lys Gln Gln Phe Pro Leu Ser Gln Asn  
85 90 95

Lys Arg Tyr Ile Ala Arg Asn Gly Thr Pro Thr Leu Ile Pro Ser Asn  
100 105 110

Pro Ile Asp Leu Ile Lys Ser Asn Phe Leu Ser Thr Gly Ser Lys Leu  
115 120 125

Gln Met Leu Phe Glu Pro Leu Leu Trp Lys Asn Lys Lys Leu Thr Lys  
130 135 140

Val Ser Asp Glu His Glu Ser Val Ser Gly Phe Phe Gln Arg His Phe  
145 150 155 160

Gly Lys Glu Val Val Asp Tyr Leu Ile Asp Pro Phe Val Ala Gly Thr  
165 170 175

Cys Gly Gly Asp Pro Asp Ser Leu Ser Met His Leu Ser Phe Pro Glu  
180 185 190

Leu Trp Asn Leu Glu Lys Arg Phe Gly Ser Val Ile Val Gly Ala Ile  
 195 200 205

Arg Ser Lys Leu Ser Pro Ile Lys Glu Lys Lys Gln Gly Pro Pro Lys  
 210 215 220

Thr Ser Val Asn Lys Lys His Gln Arg Gly Ser Phe Ser Phe Leu Gly  
 225 230 235 240

Gly Met Gln Thr Leu Thr Asp Ala Ile Cys Asn Asp Leu Lys Glu Asp  
 245 250 255

Glu Leu Arg Leu Asn Ser Arg Val Leu Glu Leu Ser Cys Ser Cys Ser  
 260 265 270

Gly Asp Ser Ala Thr Asp Ser Trp Ser Ile Phe Ser Ala Ser Pro His  
 275 280 285

Lys Arg Gln Ala Glu Glu Asp Ser Phe Asp Ala Val Ile Met Thr Ala  
 290 295 300

Pro Leu Cys Asp Val Lys Gly Met Lys Ile Ala Lys Arg Gly Asn Pro  
 305 310 315 320

Phe Leu Leu Asn Phe Ile Pro Glu Val Asp Tyr Val Pro Leu Ser Val  
 325 330 335

Val Ile Thr Thr Phe Lys Lys Glu Ser Val Lys His Pro Leu Glu Gly  
 340 345 350

Phe Gly Val Leu Val Pro Ser Glu Glu Gln Lys His Gly Leu Lys Thr  
 355 360 365

Leu Gly Thr Leu Phe Ser Ser Met Met Phe Pro Asp Arg Ala Pro Asn  
 370 375 380

Asn Val Tyr Leu Tyr Thr Thr Phe Val Gly Gly Ser Arg Asn Arg Glu  
 385 390 395 400

Leu Ala Lys Ala Ser Arg Thr Glu Leu Lys Glu Ile Val Thr Ser Asp  
 405 410 415

Leu Lys Gln Leu Leu Gly Ala Glu Gly Glu Pro Thr Tyr Val Asn His  
 420 425 430

Val Cys Trp Ser Lys Ala Phe Pro Leu Tyr Gly His Asn Tyr Asp Ser  
 435 440 445

Val Leu Asp Ala Ile Asp Lys Met Glu Lys Asn Leu Pro Gly Leu Phe  
450 455 460

Tyr Ala Gly Asn His Lys Gly Gly Leu Ser Val Gly Lys Ala Leu Ser  
465 470 475 480

Ser Gly Cys Asn Ala Ala Asp Leu Val Ile Ser Tyr Leu Glu Ala Val  
485 490 495

Ser Thr Asp Thr Lys Asn His Arg  
500

<210> 10

<211> 1608

<212> DNA (ДНК)

<213> Solanum tuberosum

<400> 10

atggctccat ctgccggaga agataaaca aattgtccca agagagttgc agtcattggt 60  
gctggcgtca gtggacttgc tgcagcatac aagttgaaaa ttcattggctt ggatgtcaca 120  
gtattcgaag cagaagggag agctggaggg aagttacgaa gcctgagtca agatggccta 180  
atatgggatg aaggcgcaaa tactatgact gaaagtgaag gtgatgtcac atttttgctt 240  
gattcgcttg gactccgaga aaaacaaca tttccacttt cacagaaca gcgctacatt 300  
gccagaaatg gtactcctac tctgatacct tcaaatccaa ttgacctgat caaaagcaac 360  
tttctttcca ctggatcaaa gcttcagatg cttttcgagc ctcttttgtg gaagaataaa 420  
aagcttaca aggtgtctga cgaacacgaa agtgtcagtg gattcttcca gcgtcatttt 480  
ggaaaggagg ttgttgacta tctaattgat ctttttgttg ctggaacgtg tggtggtgat 540  
cctgactcgc tttcaatgca cttttcgttt ccagagttgt ggaatttaga gaaaaggttt 600  
ggctcagtca tagttggggc aattcgatcc aagttatcac ctataaagga aaagaaaca 660  
ggaccacca aaacttcagt aaataagaag caccagcggg ggtccttttc atttttgggc 720  
ggaatgcaaa cacttactga cgcaatatgc aatgatctca aagaagatga acttaggcta 780  
aactctagag ttctggaatt atctttagc tgtagtgggg actctgcgac agatagctgg 840  
tcaatttttt ctgcctcacc acacaagcgg caagcagaag aagattcatt tgatgctgta 900  
attatgacgg ccctctctg tgacgttaag ggtatgaaga ttgctaagag aggaaatcca 960  
tttctgctca actttattcc tgaggttgat tatgtaccac tatctgttgt tataaccaca 1020  
ttaagaagg agagtgtaaa gcatcctctt gagggttttg gagggtctgt acctccgag 1080  
gagcaaaaac atgggtctgaa gacattaggc accctcttct cttctatgat gtttccagat 1140  
cgtgcacca acaatgtcta tctctatact acatttgttg gtggaagccg aaatagagaa 1200  
ctcgcgaaag cctcgaggac tgagctgaaa gagatagtaa cttctgacct taagcagttg 1260

ttgggtgctg agggagagcc aacatatgtg aatcatgtat gctggagtaa agcatttccg 1320  
 ttgtacgggc ataactatga ttcagtcctc gatgcaattg acaaaatgga gaaaaatctt 1380  
 cctggattat tctatgcagg taaccacaag ggaggattgt cagttggcaa agcactatct 1440  
 tctggatgta atgcagcaga tcttgttata tcatatcttg aagccgtttc aacggacacc 1500  
 aaaaaccata ggtgaaatct attctctcat gcagcttgcc gttctttggt ccacaaaatc 1560  
 gtttaacttc atgacgagga gcaactttaa cgtgcagcca gtgacgca 1608

<210> 11  
 <211> 535  
 <212> PRT (Белок)  
 <213> Zea mays

<400> 11  
 Met Val Ala Ala Thr Ala Thr Ala Met Ala Thr Ala Ala Ser Pro Leu  
 1 5 10 15

Leu Asn Gly Thr Arg Ile Pro Ala Arg Leu Arg His Arg Gly Leu Ser  
 20 25 30

Val Arg Cys Ala Ala Val Ala Gly Gly Ala Ala Glu Ala Pro Ala Ser  
 35 40 45

Thr Gly Ala Arg Leu Ser Ala Asp Cys Val Val Val Gly Gly Gly Ile  
 50 55 60

Ser Gly Leu Cys Thr Ala Gln Ala Leu Ala Thr Arg His Gly Val Gly  
 65 70 75 80

Asp Val Leu Val Thr Glu Ala Arg Ala Arg Pro Gly Gly Asn Ile Thr  
 85 90 95

Thr Val Glu Arg Pro Glu Glu Gly Tyr Leu Trp Glu Glu Gly Pro Asn  
 100 105 110

Ser Phe Gln Pro Ser Asp Pro Val Leu Thr Met Ala Val Asp Ser Gly  
 115 120 125

Leu Lys Asp Asp Leu Val Phe Gly Asp Pro Asn Ala Pro Arg Phe Val  
 130 135 140

Leu Trp Glu Gly Lys Leu Arg Pro Val Pro Ser Lys Pro Ala Asp Leu  
 145 150 155 160

Pro Phe Phe Asp Leu Met Ser Ile Pro Gly Lys Leu Arg Ala Gly Leu  
 165 170 175

Gly Ala Leu Gly Ile Arg Pro Pro Pro Gly Arg Glu Glu Ser Val  
 180 185 190

Glu Glu Phe Val Arg Arg Asn Leu Gly Ala Glu Val Phe Glu Arg Leu  
 195 200 205

Ile Glu Pro Phe Cys Ser Gly Val Tyr Ala Gly Asp Pro Ser Lys Leu  
 210 215 220

Ser Met Lys Ala Ala Phe Gly Lys Val Trp Arg Leu Glu Glu Thr Gly  
 225 230 235 240

Gly Ser Ile Ile Gly Gly Thr Ile Lys Thr Ile Gln Glu Arg Ser Lys  
 245 250 255

Asn Pro Lys Pro Pro Arg Asp Ala Arg Leu Pro Lys Pro Lys Gly Gln  
 260 265 270

Thr Val Ala Ser Phe Arg Lys Gly Leu Ala Met Leu Pro Asn Ala Ile  
 275 280 285

Thr Ser Ser Leu Gly Ser Lys Val Lys Leu Ser Trp Lys Leu Thr Ser  
 290 295 300

Ile Thr Lys Ser Asp Asp Lys Gly Tyr Val Leu Glu Tyr Glu Thr Pro  
 305 310 315 320

Glu Gly Val Val Ser Val Gln Ala Lys Ser Val Ile Met Thr Ile Pro  
 325 330 335

Ser Tyr Val Ala Ser Asn Ile Leu Arg Pro Leu Ser Ser Asp Ala Ala  
 340 345 350

Asp Ala Leu Ser Arg Phe Tyr Tyr Pro Pro Val Ala Ala Val Thr Val  
 355 360 365

Ser Tyr Pro Lys Glu Ala Ile Arg Lys Glu Cys Leu Ile Asp Gly Glu  
 370 375 380

Leu Gln Gly Phe Gly Gln Leu His Pro Arg Ser Gln Gly Val Glu Thr  
 385 390 395 400

Leu Gly Thr Ile Tyr Ser Ser Ser Leu Phe Pro Asn Arg Ala Pro Asp  
 405 410 415

Gly Arg Val Leu Leu Leu Asn Tyr Ile Gly Gly Ala Thr Asn Thr Gly  
 420 425 430

Ile Val Ser Lys Thr Glu Ser Glu Leu Val Glu Ala Val Asp Arg Asp  
435 440 445

Leu Arg Lys Met Leu Ile Asn Ser Thr Ala Val Asp Pro Leu Val Leu  
450 455 460

Gly Val Arg Val Trp Pro Gln Ala Ile Pro Gln Phe Leu Val Gly His  
465 470 475 480

Leu Asp Leu Leu Glu Ala Ala Lys Ala Ala Leu Asp Arg Gly Gly Tyr  
485 490 495

Asp Gly Leu Phe Leu Gly Gly Asn Tyr Val Ala Gly Val Ala Leu Gly  
500 505 510

Arg Cys Val Glu Gly Ala Tyr Glu Ser Ala Ser Gln Ile Ser Asp Phe  
515 520 525

Leu Thr Lys Tyr Ala Tyr Lys  
530 535

<210> 12  
<211> 1608  
<212> DNA (ДНК)  
<213> Zea mays

<400> 12  
atggtcgcgg ccacagccac cgccatggcc accgctgcat cgccgctact caacgggacc 60  
cgaatacctg cgcggctccg ccatcgagga ctcagcgtgc gctgcgctgc tgtggcgggc 120  
ggcgcggccg aggcaccggc atccaccggc gcgcggctgt ccgcggactg cgtcgtggtg 180  
ggcggaggca tcagtggcct ctgcaccgcg caggcgtgg ccacgcggca cggcgtcggg 240  
gacgtgcttg tcacggaggc ccgcgcccgc cccggcggca acattaccac cgtcagagcg 300  
cccgaggaag ggtacctctg ggaggagggt cccaacagct tccagccctc cgaccccgtt 360  
ctcaccatgg ccgtggacag cggactgaag gatgacttgg tttttgggga cccaaacgcg 420  
ccgcgtttcg tgctgtggga ggggaagctg aggcccgtgc catccaagcc cgccgacctc 480  
ccgttcttcg atctcatgag catcccaggg aagctcaggg ccggtctagg cgcgcttggc 540  
atccgcccgc ctctccagg ccgcgaagag tcagtggagg agttcgtgcg ccgcaacctc 600  
ggtgctgagg tctttgagcg cctcattgag cttttctgct caggtgtcta tgctggtgat 660  
ccttctaagc tcagcatgaa ggctgcattt ggggaagttt ggcggttggga agaaactgga 720  
ggtagtatta ttggtggaac catcaagaca attcaggaga ggagcaagaa tccaaaacca 780  
ccgagggatg cccgccttcc gaagccaaaa gggcagacag ttgcatcttt caggaagggg 840  
cttgccatgc ttccaaatgc cattacatcc agcttgggta gtaaagtcaa actatcatgg 900

aaactcacga gcattacaaa atcagatgac aagggatatg ttttggagta tgaaacgcca 960  
gaaggggttg tttcgggtgca ggctaaaagt gttatcatga ctattccatc atatgttgct 1020  
agcaacattt tgcgtccact ttcaagcgat gctgcagatg ctctatcaag attctattat 1080  
ccaccggttg ctgctgtaac tgtttcgtat ccaaaggaag caattagaaa agaatgctta 1140  
attgatgggg aactccaggg ctttggccag ttgcatccac gtagtcaagg agttgagaca 1200  
ttaggaacia tatacagttc ctcaactctt ccaaatcgtg ctcttgacgg taggggtgta 1260  
cttctaaact acataggagg tgctacaaac acaggaattg tttccaagac tgaaagtgag 1320  
ctggtcgaag cagttgaccg tgacctccga aaaatgctta taaattctac agcagtgagg 1380  
cctttagtcc ttgggtgttc agtttggcca caagccatac ctcaagttcct ggtaggacat 1440  
cttgatcttc tggaagccgc aaaagctgcc ctggaccgag gtggctacga tgggctgttc 1500  
ctaggaggga actatgttgc aggagttgcc ctgggcagat gcggttgaggg cgcgtatgaa 1560  
agtgcctcgc aaatatctga cttcttgacc aagtatgcct acaagtga 1608

<210> 13  
<211> 544  
<212> PRT(Белок)  
<213> Zea mays

<400> 13  
Met Leu Ala Leu Thr Ala Ser Ala Ser Ser Ala Ser Ser His Pro Tyr  
1 5 10 15  
Arg His Ala Ser Ala His Thr Arg Arg Pro Arg Leu Arg Ala Val Leu  
20 25 30  
Ala Met Ala Gly Ser Asp Asp Pro Arg Ala Ala Pro Ala Arg Ser Val  
35 40 45  
Ala Val Val Gly Ala Gly Val Ser Gly Leu Ala Ala Ala Tyr Arg Leu  
50 55 60  
Arg Gln Ser Gly Val Asn Val Thr Val Phe Glu Ala Ala Asp Arg Ala  
65 70 75 80  
Gly Gly Lys Ile Arg Thr Asn Ser Glu Gly Gly Phe Val Trp Asp Glu  
85 90 95  
Gly Ala Asn Thr Met Thr Glu Gly Glu Trp Glu Ala Ser Arg Leu Ile  
100 105 110  
Asp Asp Leu Gly Leu Gln Asp Lys Gln Gln Tyr Pro Asn Ser Gln His  
115 120 125  
Lys Arg Tyr Ile Val Lys Asp Gly Ala Pro Ala Leu Ile Pro Ser Asp



130

135

140

Pro Ile Ser Leu Met Lys Ser Ser Val Leu Ser Thr Lys Ser Lys Ile  
145 150 155 160

Ala Leu Phe Phe Glu Pro Phe Leu Tyr Lys Lys Ala Asn Thr Arg Asn  
165 170 175

Ser Gly Lys Val Ser Glu Glu His Leu Ser Glu Ser Val Gly Ser Phe  
180 185 190

Cys Glu Arg His Phe Gly Arg Glu Val Val Asp Tyr Phe Val Asp Pro  
195 200 205

Phe Val Ala Gly Thr Ser Ala Gly Asp Pro Glu Ser Leu Ser Ile Arg  
210 215 220

His Ala Phe Pro Ala Leu Trp Asn Leu Glu Arg Lys Tyr Gly Ser Val  
225 230 235 240

Ile Val Gly Ala Ile Leu Ser Lys Leu Ala Ala Lys Gly Asp Pro Val  
245 250 255

Lys Thr Arg His Asp Ser Ser Gly Lys Arg Arg Asn Arg Arg Val Ser  
260 265 270

Phe Ser Phe His Gly Gly Met Gln Ser Leu Ile Asn Ala Leu His Asn  
275 280 285

Glu Val Gly Asp Asp Asn Val Lys Leu Gly Thr Glu Val Leu Ser Leu  
290 295 300

Ala Cys Thr Phe Asp Gly Val Pro Ala Leu Gly Arg Trp Ser Ile Ser  
305 310 315 320

Val Asp Ser Lys Asp Ser Gly Asp Lys Asp Leu Ala Ser Asn Gln Thr  
325 330 335

Phe Asp Ala Val Ile Met Thr Ala Pro Leu Ser Asn Val Arg Arg Met  
340 345 350

Lys Phe Thr Lys Gly Gly Ala Pro Val Val Leu Asp Phe Leu Pro Lys  
355 360 365

Met Asp Tyr Leu Pro Leu Ser Leu Met Val Thr Ala Phe Lys Lys Asp  
370 375 380

Asp Val Lys Lys Pro Leu Glu Gly Phe Gly Val Leu Ile Pro Tyr Lys

385                                    390                                    395                                    400  
 Glu Gln Gln Lys His Gly Leu Lys Thr Leu Gly Thr Leu Phe Ser Ser  
    405                                    410                                    415  
 Met Met Phe Pro Asp Arg Ala Pro Asp Asp Gln Tyr Leu Tyr Thr Thr  
    420                                    425                                    430  
 Phe Val Gly Gly Ser His Asn Arg Asp Leu Ala Gly Ala Pro Thr Ser  
    435                                    440                                    445  
 Ile Leu Lys Gln Leu Val Thr Ser Asp Leu Lys Lys Leu Leu Gly Val  
    450                                    455                                    460  
 Glu Gly Gln Pro Thr Phe Val Lys His Val Tyr Trp Gly Asn Ala Phe  
    465                                    470                                    475                                    480  
 Pro Leu Tyr Gly His Asp Tyr Ser Ser Val Leu Glu Ala Ile Glu Lys  
    485                                    490                                    495  
 Met Glu Lys Asn Leu Pro Gly Phe Phe Tyr Ala Gly Asn Ser Lys Asp  
    500                                    505                                    510  
 Gly Leu Ala Val Gly Ser Val Ile Ala Ser Gly Ser Lys Ala Ala Asp  
    515                                    520                                    525  
 Leu Ala Ile Ser Tyr Leu Glu Ser His Thr Lys His Asn Asn Ser His  
    530                                    535                                    540

<210> 14  
 <211> 2042  
 <212> DNA (ДНК)  
 <213> Zea mays

<400> 14  
 ctctcctacc tccacctcca cgacaacaag caaatcccca tccagttcca aaccttaact            60  
 caaatgctcg ctttgactgc ctcagcctca tccgcttcgt cccatcctta tcgccacgcc            120  
 tccgcgcaca ctcgtcgccc ccgcctacgt gcggtcctcg cgatggcggg ctccgacgac            180  
 ccccggtcag cgcccgccag atcggtcgcc gtcgtcggcg ccggggtcag cgggctcgcg            240  
 gcggcgtaga ggctcagaca gagcggcgtg aacgtaacgg tgttcgaagc ggccgacagg            300  
 gcgggaggaa agatacggac caattccgag ggcggggttg tctgggatga aggagctaac            360  
 accatgacag aaggtgaatg ggaggccagt agactgattg atgatcttgg tctacaagac            420  
 aacagcagt atcctaactc ccaacacaag cgttacattg tcaaagatgg agcaccagca            480  
 ctgattcctt cggatcccat ttcgctaattg aaaagcagtg ttctttcgac aaaatcaaag            540  
 attgcgttat tttttgaacc atttctctac aagaaagcta acacaagaaa ctctggaaaa            600

gtgtctgagg agcacttgag tgagagtgtt gggagcttct gtgaacgcca ctttggaaga 660  
 gaagttgttg actatnttgt tgatccattt gtagctggaa caagtgcagg agatccagag 720  
 tcactatcta ttcgtcatgc attcccagca ttgtggaatt tggaaagaaa gtatggttca 780  
 gttattgttg gtgccatctt gtctaagcta gcagctaaag gtgatccagt aaagacaaga 840  
 catgattcat cagggaaaag aaggaataga cgagtgtcgt tttcatttca tggtggaatg 900  
 cagtcactaa taaatgcact tcacaatgaa gttggagatg ataatgtgaa gcttgggtaca 960  
 gaagtgttgt cattggcatg tacatttgat ggagttcctg cactaggcag gtgggtcaatt 1020  
 tctgttgatt cgaaggatag cggtgacaag gaccttgcta gtaaccaaac ctttgatgct 1080  
 gttataatga cagctccatt gtcaaatgtc cggaggatga agttcaccaa aggtggagct 1140  
 ccggttgttc ttgactttct tcctaagatg gattatctac cactatctct catggtgact 1200  
 gcttttaaga aggatgatgt caagaaacct ctggaaggat ttgggggtctt aataccttac 1260  
 aaggaacagc aaaaacatgg tctgaaaacc cttgggactc tcttttcctc aatgatgttc 1320  
 ccagatcgag ctctgatga ccaatattta tataacaacat ttgttggggg tagccacaat 1380  
 agagatcttg ctggagctcc aacgtctatt ctgaaacaac ttgtgacctc tgaccttaaa 1440  
 aaactcttgg gcgtagaggg gcaaccaact tttgtcaagc atgtatactg gggaaatgct 1500  
 tttcctttgt atggccatga ttatagttct gtattggaag ctatagaaaa gatggagaaa 1560  
 aaccttcag ggttcttcta cgcaggaaat agcaaggatg ggcttgctgt tgggaagtgtt 1620  
 atagcttcag gaagcaaggc tgctgacctt gcaatctcat atcttgaatc tcacaccaag 1680  
 cataataatt cacattgaaa gtgtctgacc tatectctag cagttgtcga caaatctctc 1740  
 cagttcatgt acagtagaaa ccgatgcggt gcagtttcag aacatcttca cttcttcaga 1800  
 tattaaccct tcggtgaaca tccaccagaa aggtagtcac atgtgtaagt gggaaaatga 1860  
 ggttaaaaac tattatggcg gccgaaatgt tcctttttgt tttcctcaca agtggcctac 1920  
 gacacttgat gttggaata catttaaatt tgttgaattg tttgagaaca catgogtgac 1980  
 gtgtaatatt tgcctattgt gatttttagca gtagtcttgg ccagattatg ctttacgct 2040  
 tt 2042

<210> 15  
 <211> 536  
 <212> PRT (Белок)  
 <213> *Oryza sativa*

<400> 15  
 Met Ala Ala Ala Ala Ala Ala Met Ala Thr Ala Thr Ser Ala Thr Ala  
 1 5 10 15

Ala Pro Pro Leu Arg Ile Arg Asp Ala Ala Arg Arg Thr Arg Arg Arg  
 20 25 30

Gly His Val Arg Cys Ala Val Ala Ser Gly Ala Ala Glu Ala Pro Ala  
 35 40 45

Ala Pro Gly Ala Arg Val Ser Ala Asp Cys Val Val Val Gly Gly Gly  
 50 55 60

Ile Ser Gly Leu Cys Thr Ala Gln Ala Leu Ala Thr Lys His Gly Val  
 65 70 75 80

Gly Asp Val Leu Val Thr Glu Ala Arg Ala Arg Pro Gly Gly Asn Ile  
 85 90 95

Thr Thr Ala Glu Arg Ala Gly Glu Gly Tyr Leu Trp Glu Glu Gly Pro  
 100 105 110

Asn Ser Phe Gln Pro Ser Asp Pro Val Leu Thr Met Ala Val Asp Ser  
 115 120 125

Gly Leu Lys Asp Asp Leu Val Phe Gly Asp Pro Asn Ala Pro Arg Phe  
 130 135 140

Val Leu Trp Glu Gly Lys Leu Arg Pro Val Pro Ser Lys Pro Gly Asp  
 145 150 155 160

Leu Pro Phe Phe Asp Leu Met Ser Ile Pro Gly Lys Leu Arg Ala Gly  
 165 170 175

Leu Gly Ala Leu Gly Val Arg Ala Pro Pro Pro Gly Arg Glu Glu Ser  
 180 185 190

Val Glu Asp Phe Val Arg Arg Asn Leu Gly Ala Glu Val Phe Glu Arg  
 195 200 205

Leu Ile Glu Pro Phe Cys Ser Gly Val Tyr Ala Gly Asp Pro Ser Lys  
 210 215 220

Leu Ser Met Lys Ala Ala Phe Gly Lys Val Trp Arg Leu Glu Asp Thr  
 225 230 235 240

Gly Gly Ser Ile Ile Gly Gly Thr Ile Lys Thr Ile Gln Glu Arg Gly  
 245 250 255

Lys Asn Pro Lys Pro Pro Arg Asp Pro Arg Leu Pro Thr Pro Lys Gly  
 260 265 270

Gln Thr Val Ala Ser Phe Arg Lys Gly Leu Thr Met Leu Pro Asp Ala  
 275 280 285

Ile Thr Ser Arg Leu Gly Ser Lys Val Lys Leu Ser Trp Lys Leu Thr  
290 295 300

Ser Ile Thr Lys Ser Asp Asn Lys Gly Tyr Ala Leu Val Tyr Glu Thr  
305 310 315 320

Pro Glu Gly Val Val Ser Val Gln Ala Lys Thr Val Val Met Thr Ile  
325 330 335

Pro Ser Tyr Val Ala Ser Asp Ile Leu Arg Pro Leu Ser Ser Asp Ala  
340 345 350

Ala Asp Ala Leu Ser Ile Phe Tyr Tyr Pro Pro Val Ala Ala Val Thr  
355 360 365

Val Ser Tyr Pro Lys Glu Ala Ile Arg Lys Glu Cys Leu Ile Asp Gly  
370 375 380

Glu Leu Gln Gly Phe Gly Gln Leu His Pro Arg Ser Gln Gly Val Glu  
385 390 395 400

Thr Leu Gly Thr Ile Tyr Ser Ser Ser Leu Phe Pro Asn Arg Ala Pro  
405 410 415

Ala Gly Arg Val Leu Leu Leu Asn Tyr Ile Gly Gly Ser Thr Asn Thr  
420 425 430

Gly Ile Val Ser Lys Thr Glu Ser Glu Leu Val Glu Ala Val Asp Arg  
435 440 445

Asp Leu Arg Lys Met Leu Ile Asn Pro Lys Ala Val Asp Pro Leu Val  
450 455 460

Leu Gly Val Arg Val Trp Pro Gln Ala Ile Pro Gln Phe Leu Ile Gly  
465 470 475 480

His Leu Asp His Leu Glu Ala Ala Lys Ser Ala Leu Gly Lys Gly Gly  
485 490 495

Tyr Asp Gly Leu Phe Leu Gly Gly Asn Tyr Val Ala Gly Val Ala Leu  
500 505 510

Gly Arg Cys Val Glu Gly Ala Tyr Glu Ser Ala Ser Gln Ile Ser Asp  
515 520 525

Tyr Leu Thr Lys Tyr Ala Tyr Lys  
530 535

<210> 16  
<211> 1907  
<212> DNA (ДНК)  
<213> *Oryza sativa*

<400> 16  
atccactcct ctccagtctc cccgccgctc cgcaccccgc agccgctcgt cagcgcacgga 60  
catggccgcc gccgccgag ccatggccac gcccacctcc gccacggcag cgcgcgcgct 120  
ccgcattcgc gacgccgca ggaggaccgc cgcacggcgc cacgttcgct gcgcccgtgc 180  
cagcggcgcg gccgaggcgc ccgcccggcc cggggcgcggt gtgtcggcgg actgctcgtc 240  
ggtggggcgc ggcatcagcg ggctctgcac cgcgcaggcg ctggccacaa agcacggcgt 300  
cggcgacgtg ctcgtcacgg agggccgccc ccgcccggcc ggcaacatca ccaccgccga 360  
gcgcccggcc gagggctacc tctgggagga ggggcccac agcttcacgc cttccgacct 420  
cgtcctcacc atggccgtgg acagcgggct caaggacgat ctcggttctg gggaccccaa 480  
cgcgccgcggt ttcgtgctgt gggaggggaa gctaaggccg gtgccgtcca agcccggcga 540  
cctgccgttc ttcgacctca tgagcatccc cggcaagctc agggccggcc ttggcgcgct 600  
cggcgcttca gcgccacctc cagggcgtga ggagtcgggtg gaggacttct tgccggcgca 660  
cctcggcgcg gaggtctttg agcgcctcat tgagcctttc tgctcagggtg tgtatgctgg 720  
tgatccttca aagctcagta tgaaggctgc atttgggaag gtgtggaggc tggaggatac 780  
tggaggtagc attattggtg gaaccatcaa aacaatccag gagaggggga aaaaccccaa 840  
accgccgagg gatccccgcc ttccaacgcc aaaggggcag acagttgcat ctttcaggaa 900  
gggtctgact atgctcccgg atgctattac atctagggtg ggtagcaaag tcaaactttc 960  
atggaagttg acaagcatta caaagtcaga caacaaagga tatgcattag tgtatgaaac 1020  
accagaaggg gtggtctcgg tgcaagctaa aactggtgtc atgaccatcc catcatatgt 1080  
tgctagtgat atcttgccgc cactttcaag tgatgcagca gatgctctgt caatattcta 1140  
ttatccacca gttgctgctg taactgtttc atatccaaaa gaagcaatta gaaaagaatg 1200  
cttaattgac ggagagctcc agggtttcgg ccagctgcat ccgctgtagc agggagttga 1260  
gacttttaga acaatatata gctcatcact ctttccaaat cgtgctccag ctggaagggt 1320  
gttacttctg aactacatag gaggttctac aaatacaggg attgtttcca agactgaaag 1380  
tgagctggta gaagcagttg accgtgacct caggaagatg ctgataaatc ctaaagcagt 1440  
ggaccctttg gtccttgccg tccgggtatg gccacaagcc ataccacagt tcctcattgg 1500  
ccatcttgat catcttgagg ctgcaaaatc tgccctgggc aaaggtgggt atgatggatt 1560  
gttcctcgga gggaactatg ttgcaggagt tgccctgggc cgatgcggtg aaggtgcata 1620  
tgagagtgcc tcacaaatat ctgactactt gaccaagtac gcctacaagt gatcaaagtt 1680

ggctgctcc ttttggcaca tagatgtgag gcttctagca gcaaaaattt catgggcatc 1740  
 tttttatcct gattctaatt agttagaatt tagaattgta gaggaatggt ccatttgcag 1800  
 ttcataatag ttgttcagat ttcagccatt caatttgtgc agccatttac tatatgtagt 1860  
 atgatcttgt aagtactact aagaacaaat caattatatt ttcctgc 1907

<210> 17  
 <211> 551  
 <212> PRT(Белок)  
 <213> *Oryza sativa*

<400> 17

Met Leu Ser Pro Ala Thr Thr Phe Ser Ser Ser Ser Ser Ser Ser Ser Ser  
 1 5 10 15

Pro Ser Arg Ala His Ala Arg Ala Pro Thr Arg Phe Ala Val Ala Ala  
 20 25 30

Ser Ala Arg Ala Ala Arg Phe Arg Pro Ala Arg Ala Met Ala Ala Ser  
 35 40 45

Asp Asp Pro Arg Gly Gly Arg Ser Val Ala Val Val Gly Ala Gly Val  
 50 55 60

Ser Gly Leu Ala Ala Ala Tyr Arg Leu Arg Lys Arg Gly Val Gln Val  
 65 70 75 80

Thr Val Phe Glu Ala Ala Asp Arg Ala Gly Gly Lys Ile Arg Thr Asn  
 85 90 95

Ser Glu Gly Gly Phe Ile Trp Asp Glu Gly Ala Asn Thr Met Thr Glu  
 100 105 110

Ser Glu Leu Glu Ala Ser Arg Leu Ile Asp Asp Leu Gly Leu Gln Gly  
 115 120 125

Lys Gln Gln Tyr Pro Asn Ser Gln His Lys Arg Tyr Ile Val Lys Asp  
 130 135 140

Gly Ala Pro Thr Leu Ile Pro Ser Asp Pro Ile Ala Leu Met Lys Ser  
 145 150 155 160

Thr Val Leu Ser Thr Lys Ser Lys Leu Lys Leu Phe Leu Glu Pro Phe  
 165 170 175

Leu Tyr Glu Lys Ser Ser Arg Arg Thr Ser Gly Lys Val Ser Asp Glu  
 180 185 190

His Leu Ser Glu Ser Val Ala Ser Phe Phe Glu Arg His Phe Gly Lys

195

200

205

Glu Val Val Asp Tyr Leu Ile Asp Pro Phe Val Ala Gly Thr Ser Gly  
 210 215 220

Gly Asp Pro Glu Ser Leu Ser Ile Arg His Ala Phe Pro Ala Leu Trp  
 225 230 235 240

Asn Leu Glu Asn Lys Tyr Gly Ser Val Ile Ala Gly Ala Ile Leu Ser  
 245 250 255

Lys Leu Ser Thr Lys Gly Asp Ser Val Lys Thr Gly Gly Ala Ser Pro  
 260 265 270

Gly Lys Gly Arg Asn Lys Arg Val Ser Phe Ser Phe His Gly Gly Met  
 275 280 285

Gln Ser Leu Ile Asp Ala Leu His Asn Glu Val Gly Asp Gly Asn Val  
 290 295 300

Lys Leu Gly Thr Glu Val Leu Ser Leu Ala Cys Cys Cys Asp Gly Val  
 305 310 315 320

Ser Ser Ser Gly Gly Trp Ser Ile Ser Val Asp Ser Lys Asp Ala Lys  
 325 330 335

Gly Lys Asp Leu Arg Lys Asn Gln Ser Phe Asp Ala Val Ile Met Thr  
 340 345 350

Ala Pro Leu Ser Asn Val Gln Arg Met Lys Phe Thr Lys Gly Gly Val  
 355 360 365

Pro Phe Val Leu Asp Phe Leu Pro Lys Val Asp Tyr Leu Pro Leu Ser  
 370 375 380

Leu Met Val Thr Ala Phe Lys Lys Glu Asp Val Lys Lys Pro Leu Glu  
 385 390 395 400

Gly Phe Gly Ala Leu Ile Pro Tyr Lys Glu Gln Gln Lys His Gly Leu  
 405 410 415

Lys Thr Leu Gly Thr Leu Phe Ser Ser Met Met Phe Pro Asp Arg Ala  
 420 425 430

Pro Asn Asp Gln Tyr Leu Tyr Thr Ser Phe Ile Gly Gly Ser His Asn  
 435 440 445

Arg Asp Leu Ala Gly Ala Pro Thr Ala Ile Leu Lys Gln Leu Val Thr



450

455

460

Ser Asp Leu Arg Lys Leu Leu Gly Val Glu Gly Gln Pro Thr Phe Val  
465 470 475 480

Lys His Val His Trp Arg Asn Ala Phe Pro Leu Tyr Gly Gln Asn Tyr  
485 490 495

Asp Leu Val Leu Glu Ala Ile Ala Lys Met Glu Asn Asn Leu Pro Gly  
500 505 510

Phe Phe Tyr Ala Gly Asn Asn Lys Asp Gly Leu Ala Val Gly Asn Val  
515 520 525

Ile Ala Ser Gly Ser Lys Ala Ala Asp Leu Val Ile Ser Tyr Leu Glu  
530 535 540

Ser Cys Thr Asp Gln Asp Asn  
545 550

<210> 18  
<211> 1972  
<212> DNA (ДНК)  
<213> Oryza sativa

<400> 18  
cgatccgaag gacgaacccc gcacaagaca acaagtaaat ccccatccat agctatccaa 60  
gagccccaaa tcagatgctc tctcctgccca ccaccttctc ctctcctcc tcctcctcgt 120  
cgccgtcgcg cgcccacgct cgcgctccca cccgcttcgc ggtcgcagca tccgcgcgcg 180  
ccgcacgggt ccgccccgcg cgcgccatgg ccgcctccga cgacccccgc ggcgggaggt 240  
ccgtcgccgt cgtcggcgcc ggcgtcagtg ggctcgcggc ggcgtacagg ctgaggaagc 300  
gcggcgtgca ggtgacgggtg ttcgaggcgg ccgacagggc ggggtgggaag atacggacca 360  
actccgaggg cgggttcac tgggacgaag gggccaacac catgacagag agtgaattgg 420  
aggcaagcag gcttattgac gatcttggcc tacaaggcaa acagcagtat cctaactcac 480  
aacacaagcg ttacattgtc aaagatggag caccaacact gattccctca gatcccattg 540  
cgctcatgaa aagcactggt ctttctacaa aatcaaagct caagctatct ctggaacat 600  
ttctctatga gaaatctagc agaaggacct cgggaaaagt gtctgatgaa catttaagtg 660  
agagtgttgc aagtttcttt gaacgccact ttggaaaaga ggttggtgat tatcttattg 720  
atccatttgt ggctggaaca agcggaggag atcctgagtc attatcaatt cgtcatgcat 780  
ttccagcatt atggaatttg gagaataagt atggctctgt cattgctggt gccatcttgt 840  
ccaaactatc cactaagggg gattcagtg agacaggagg tgcttcgccca gggaaaggaa 900  
ggaataaacg tgtgtcattt tcatttcatg gtggaatgca gtcactaata gatgcacttc 960

acaatgaagt tggagatggt aacgtgaagc ttggtacaga agtgttgtca ttggcatggt 1020  
 gctgtgatgg agtctcttct tctgggtggtt ggtcaatttc tgttgattca aaagatgcta 1080  
 aagggaaaga tctcagaaag aaccaatctt tcgatgctgt tataatgact gctccattgt 1140  
 ctaatgtcca gaggatgaag tttacaaaag gtggagttcc ctttgtgcta gactttcttc 1200  
 ctaaggtcga ttatctacca ctatctctca tggtaacagc ttttaagaag gaagatgtca 1260  
 aaaaaccatt ggaaggattt ggtgccttga taccctataa ggaacagcaa aagcatggtc 1320  
 tcaaaaccct tgggaccctc ttctcctcga tgatgtttcc agatcgagct cctaatagatc 1380  
 aatatctata tacatctttc attgggggga gccataatag agacctcgct ggggctccaa 1440  
 cggctattct gaaacaactt gtgacctctg acctaagaaa gctcttgggt gttgagggac 1500  
 aacctacttt tgtgaagcat gtacattgga gaaatgcttt tcctttatat ggccagaatt 1560  
 atgatctggt actggaagct atagcaaaaa tggagaacaa tcttccaggg ttcttttacg 1620  
 caggaaataa caaggatggg ttggctggtg gaaatgttat agcttcagga agcaaggctg 1680  
 ctgaccttgt gatctcttat cttgaatctt gcacagatca ggacaattag catttaaggT 1740  
 atctgacctt aagcaatttc agacaaattt gctcacttta tgtaaattga aaaggttcac 1800  
 atgatttcca gtttcatatt tttctcttgc tatagtatat ccaactcatgt aaagatggga 1860  
 acatagtcct aaaagacatt atggtcgctt gagatgctca tgtttttttg aacagtgatt 1920  
 cttgacttgt actatTTTTT gacaaccaa taaatttctc aatgtttccg ag 1972

<210> 19  
 <211> 551  
 <212> PRT(Белок)  
 <213> Sorghum bicolor

<400> 19  
 Met Leu Ser Pro Ala Thr Thr Phe Ser Ser Ser Ser Ser Ser Ser Ser Ser  
 1 5 10 15  
  
 Pro Ser Arg Ala His Ala Arg Ala Pro Thr Arg Phe Ala Val Ala Ala  
 20 25 30  
  
 Ser Ala Arg Ala Ala Arg Phe Arg Pro Ala Arg Ala Met Ala Ala Ser  
 35 40 45  
  
 Asp Asp Pro Arg Gly Gly Arg Ser Val Ala Val Val Gly Ala Gly Val  
 50 55 60  
  
 Ser Gly Leu Ala Ala Ala Tyr Arg Leu Arg Lys Arg Gly Val Gln Val  
 65 70 75 80  
  
 Thr Val Phe Glu Ala Ala Asp Arg Ala Gly Gly Lys Ile Arg Thr Asn  
 85 90 95

Ser Glu Gly Gly Phe Ile Trp Asp Glu Gly Ala Asn Thr Met Thr Glu  
100 105 110

Ser Glu Leu Glu Ala Ser Arg Leu Ile Asp Asp Leu Gly Leu Gln Gly  
115 120 125

Lys Gln Gln Tyr Pro Asn Ser Gln His Lys Arg Tyr Ile Val Lys Asp  
130 135 140

Gly Ala Pro Thr Leu Ile Pro Ser Asp Pro Ile Ala Leu Met Lys Ser  
145 150 155 160

Thr Val Leu Ser Thr Lys Ser Lys Leu Lys Leu Phe Leu Glu Pro Phe  
165 170 175

Leu Tyr Glu Lys Ser Ser Arg Arg Thr Ser Gly Lys Val Ser Asp Glu  
180 185 190

His Leu Ser Glu Ser Val Ala Ser Phe Phe Glu Arg His Phe Gly Lys  
195 200 205

Glu Val Val Asp Tyr Leu Ile Asp Pro Phe Val Ala Gly Thr Ser Gly  
210 215 220

Gly Asp Pro Glu Ser Leu Ser Ile Arg His Ala Phe Pro Ala Leu Trp  
225 230 235 240

Asn Leu Glu Asn Lys Tyr Gly Ser Val Ile Ala Gly Ala Ile Leu Ser  
245 250 255

Lys Leu Ser Thr Lys Gly Asp Ser Val Lys Thr Gly Gly Ala Ser Pro  
260 265 270

Gly Lys Gly Arg Asn Lys Arg Val Ser Phe Ser Phe His Gly Gly Met  
275 280 285

Gln Ser Leu Ile Asp Ala Leu His Asn Glu Val Gly Asp Gly Asn Val  
290 295 300

Lys Leu Gly Thr Glu Val Leu Ser Leu Ala Cys Cys Cys Asp Gly Val  
305 310 315 320

Ser Ser Ser Gly Gly Trp Ser Ile Ser Val Asp Ser Lys Asp Ala Lys  
325 330 335

Gly Lys Asp Leu Arg Lys Asn Gln Ser Phe Asp Ala Val Ile Met Thr  
340 345 350

Ala Pro Leu Ser Asn Val Gln Arg Met Lys Phe Thr Lys Gly Gly Val  
355 360 365

Pro Phe Val Leu Asp Phe Leu Pro Lys Val Asp Tyr Leu Pro Leu Ser  
370 375 380

Leu Met Val Thr Ala Phe Lys Lys Glu Asp Val Lys Lys Pro Leu Glu  
385 390 395 400

Gly Phe Gly Ala Leu Ile Pro Tyr Lys Glu Gln Gln Lys His Gly Leu  
405 410 415

Lys Thr Leu Gly Thr Leu Phe Ser Ser Met Met Phe Pro Asp Arg Ala  
420 425 430

Pro Asn Asp Gln Tyr Leu Tyr Thr Ser Phe Ile Gly Gly Ser His Asn  
435 440 445

Arg Asp Leu Ala Gly Ala Pro Thr Ala Ile Leu Lys Gln Leu Val Thr  
450 455 460

Ser Asp Leu Arg Lys Leu Leu Gly Val Glu Gly Gln Pro Thr Phe Val  
465 470 475 480

Lys His Val His Trp Arg Asn Ala Phe Pro Leu Tyr Gly Gln Asn Tyr  
485 490 495

Asp Leu Val Leu Glu Ala Ile Ala Lys Met Glu Asn Asn Leu Pro Gly  
500 505 510

Phe Phe Tyr Ala Gly Asn Asn Lys Asp Gly Leu Ala Val Gly Asn Val  
515 520 525

Ile Ala Ser Gly Ser Lys Ala Ala Asp Leu Val Ile Ser Tyr Leu Glu  
530 535 540

Ser Cys Thr Asp Gln Asp Asn  
545 550

<210> 20

<211> 1922

<212> DNA (ДНК)

<213> Sorghum bicolor

<400> 20

atggtcgcgcg ccgcccgcacat ggccaccgct gcatcggcgcg ccgcgcccgcct actcaacggg 60

accggaaggc ctgcgaggct ccgccgtcgc ggactccgcg tgcgctgcgc cgctgtggcg 120

ggcggcgcgg ccgaggcacc ggcctccacc ggcgcgcggc tgtccgcgga ctgcgtcgtg 180  
gtgggcgggc ggatcagtgg cctctgcacc gcgcaggcgc tggccacgcg gcaaggcgtc 240  
ggggaggtgc ttgtcacgga ggcccgcgcc cgacccggcg gcaacatcac caccgtcgag 300  
cgccccgagg aagggtacct ctgggaggag ggtcccaaca gcttccagcc atccgacccc 360  
gttctctcca tggccgtgga cagcgggctg aaggatgacc tggtttttgg ggatcccaac 420  
gcgccgcggc tcgtgctgtg ggaggggaag ctgaggcccc tgccatccaa gcccgccgac 480  
ctcccgttct tcgatctcat gagcatccct ggcaagctca gggccgggtct cggcgcgctt 540  
ggcatccgcc cgcctcctcc aggccgcgag gagtcagtgg aggagtttgt gcgccgcaac 600  
ctcggtgctg aggtctttga gcgcctaatt gagcctttct gctcaggtgt ctatgctggt 660  
gatccttcca agctcagtat gaaggctgca tttgggaagg tgtggcgggtt agaagaagct 720  
ggaggtagta ttattggtgg aaccatcaag acgattcagg agagaggcaa gaatccaaaa 780  
ccaccgaggg atccccgct tccgaagcca aaagggcaga cagttgcatc tttcaggaag 840  
ggtcttgcca tgcttccaaa tgccatcaca tccagcttgg gtagtaaagt caaactatca 900  
tggaaactca cgagcattac aaaatcagat ggcaaggggt atgttttggg gtatgaaaca 960  
ccagaagggg ttgttttggg gcaggctaaa agtgttatca tgaccattcc atcatatggt 1020  
gctagcgaca ttttgcgtcc actttcaggt gatgctgcag atgctctatc aagattctat 1080  
tatccaccag ttgctgctgt aacggtttcg tatccaaagg aagcaattag aaaagaatgc 1140  
ttaattgatg gggaactcca gggttttggc cagttgcatc cacgtagtca aggagttgag 1200  
acattaggaa caatatacag ctcatcactc tttccaaatc gtgctcctgc tggtaggggtg 1260  
ttacttctaa actacatagg aggtgctaca aacacaggaa ttgtttccaa gactgaaagt 1320  
gagctggtag aagcagttga ccgtgacctc cgaaaaatgc ttataaattc tacagcagtg 1380  
gaccctttag tccttgggtg ccgagtttgg ccacaagcca tacctcagtt cctggtagga 1440  
catcttgatc ttctggaggc cgcaaaatct gccctggacc aagggtggcta tgatgggctg 1500  
ttcctaggag ggaactatgt tgcaggagtt gccctgggca gatgcattga gggcgcatat 1560  
gagagtgccg caaaaatata tgacttcttg accaagtatg cctacaagtg atggaagaag 1620  
tggagcgctg cttgttaatt gttatgttgc atagatgagg tgagaccagg agtagtaaaa 1680  
ggcattacga gtatTTTTca ttcttatttt gtaaattgca cttctgtttt ttttctctgt 1740  
cagtaattag ttagatttta gttctgtagg agattgttgt gttcactgcc ctgcaaaaga 1800  
atTTTTattt tgcattcggt tatgagagct gtgcagactt atgtaacggt ttactgtaag 1860  
tatcaacaaa atcagatact attctgcaag agctaacaga atgtgcaact gagattgcct 1920  
tg 1922

<211> 544  
<212> PRT(Белок)  
<213> Sorghum bicolor

<400> 21

Met Leu Ala Arg Thr Ala Thr Val Ser Ser Thr Ser Ser His Ser His  
1 5 10 15

Pro Tyr Arg Pro Thr Ser Ala Arg Ser Leu Arg Leu Arg Pro Val Leu  
20 25 30

Ala Met Ala Gly Ser Asp Asp Ser Arg Ala Ala Pro Ala Arg Ser Val  
35 40 45

Ala Val Val Gly Ala Gly Val Ser Gly Leu Val Ala Ala Tyr Arg Leu  
50 55 60

Arg Lys Ser Gly Val Asn Val Thr Val Phe Glu Ala Ala Asp Arg Ala  
65 70 75 80

Gly Gly Lys Ile Arg Thr Asn Ser Glu Gly Gly Phe Leu Trp Asp Glu  
85 90 95

Gly Ala Asn Thr Met Thr Glu Gly Glu Leu Glu Ala Ser Arg Leu Ile  
100 105 110

Asp Asp Leu Gly Leu Gln Asp Lys Gln Gln Tyr Pro Asn Ser Gln His  
115 120 125

Lys Arg Tyr Ile Val Lys Asp Gly Ala Pro Ala Leu Ile Pro Ser Asp  
130 135 140

Pro Ile Ser Leu Met Lys Ser Ser Val Leu Ser Thr Lys Ser Lys Ile  
145 150 155 160

Ala Leu Phe Phe Glu Pro Phe Leu Tyr Lys Lys Ala Asn Thr Arg Asn  
165 170 175

Pro Gly Lys Val Ser Asp Glu His Leu Ser Glu Ser Val Gly Ser Phe  
180 185 190

Phe Glu Arg His Phe Gly Arg Glu Val Val Asp Tyr Leu Ile Asp Pro  
195 200 205

Phe Val Ala Gly Thr Ser Ala Gly Asp Pro Glu Ser Leu Ser Ile Cys  
210 215 220

His Ala Phe Pro Ala Leu Trp Asn Leu Glu Arg Lys Tyr Gly Ser Val  
225 230 235 240

Val Val Gly Ala Ile Leu Ser Lys Leu Thr Ala Lys Gly Asp Pro Val  
 245 250 255

Lys Thr Arg Arg Asp Ser Ser Ala Lys Arg Arg Asn Arg Arg Val Ser  
 260 265 270

Phe Ser Phe His Gly Gly Met Gln Ser Leu Ile Asn Ala Leu His Asn  
 275 280 285

Glu Val Gly Asp Asp Asn Val Lys Leu Gly Thr Glu Val Leu Ser Leu  
 290 295 300

Ala Cys Thr Leu Asp Gly Ala Pro Ala Pro Gly Gly Trp Ser Ile Ser  
 305 310 315 320

Asp Asp Ser Lys Asp Ala Ser Gly Lys Asp Leu Ala Lys Asn Gln Thr  
 325 330 335

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

Lys Phe Thr Lys Gly Gly Ala Pro Phe Val Leu Asp Phe Leu Pro Lys  
 355 360 365

Val Asp Tyr Leu Pro Leu Ser Leu Met Val Thr Ala Phe Lys Lys Glu  
 370 375 380

Asp Val Lys Lys Pro Leu Glu Gly Phe Gly Val Leu Ile Pro Tyr Lys  
 385 390 395 400

Glu Gln Gln Lys His Gly Leu Lys Thr Leu Gly Thr Leu Phe Ser Ser  
 405 410 415

Met Met Phe Pro Asp Arg Ala Pro Asp Asp Gln Tyr Leu Tyr Thr Thr  
 420 425 430

Phe Val Gly Gly Ser His Asn Arg Asp Leu Ala Gly Ala Pro Thr Ser  
 435 440 445

Ile Leu Lys Gln Leu Val Thr Ser Asp Leu Lys Lys Leu Leu Gly Val  
 450 455 460

Gln Gly Gln Pro Thr Phe Val Lys His Ile Tyr Trp Gly Asn Ala Phe  
 465 470 475 480

Pro Leu Tyr Gly His Asp Tyr Asn Ser Val Leu Glu Ala Ile Glu Lys  
 485 490 495

Met Glu Lys Asn Leu Pro Gly Phe Phe Tyr Ala Gly Asn Asn Lys Asp  
500 505 510

Gly Leu Ala Val Gly Ser Val Ile Ala Ser Gly Ser Lys Ala Ala Asp  
515 520 525

Leu Ala Ile Ser Tyr Leu Glu Ser His Thr Lys His Asn Asn Leu His  
530 535 540

<210> 22

<211> 1635

<212> DNA (ДНК)

<213> Sorghum bicolor

<400> 22

atgctcgctc ggactgccac ggtctcctcc acttcgtccc actcccatcc ttatcgcccc 60  
acctccgctc gcagtctccg cctacgtccg gtcctcgcga tggcgggctc cgacgactcc 120  
cgcgcagctc ccgccaggtc ggtcgcctgc gtcggcgccg gggtcagcgg gctcgtggcg 180  
gcgtacaggc tcaggaagag cggcgtgaat gtgacggtgt tcgaggcggc cgacagggcg 240  
ggaggaaaga tacggaccaa ttccgagggc gggtttctct gggatgaagg agcgaacacc 300  
atgacagaag gtgaattgga ggccagtaga ctgatagatg atctcgggtct acaagacaaa 360  
cagcagtatc ctaactccca acacaagcgt tacattgtca aagatggagc accagcactg 420  
attccttcgg atcccatttc gctgatgaaa agcagtgttc tttctacaaa atcaaagatt 480  
gcgttatttt ttgaaccatt tctctacaag aaagctaaca caagaaacc tggaaaagta 540  
tctgatgagc atttgagtga gagtgttggg agcttctttg aacgccactt cggaagagaa 600  
gttggtgact atcttattga tccatttgta gctggaacaa gtgcaggaga tccagagtca 660  
ctatctattt gtcatgcatt cccagcactg tggaatttg aaagaaaata tggttcagtt 720  
gttggttggtg ccatcttgct taagctaaca gctaaagggtg atccagtaaa gacaagacgt 780  
gattcatcag cgaaaagaag gaatagacgc gtgtcgtttt catttcatgg tggaatgcag 840  
tcactaataa atgcacttca caatgaagtt ggagatgata atgtgaagct tggtagacaa 900  
gtggttgcac tggcgtgtac attagatgga gccctgcac caggcgggtg gtcaatttct 960  
gatgattcga aggatgctag tggcaaggac cttgctaaaa accaaacctt tgatgctggt 1020  
ataatgacag ctccattgct aatgtccag aggatgaagt tcacaaaagg tggagctcct 1080  
tttgttctag actttcttcc taaggtggat tatctaccac tatctctcat ggtgactgct 1140  
ttaagaagg aagatgtcaa gaaacctctg gaaggatttg gcgtcttaat accctacaag 1200  
gaacagcaaa aacatggtct aaaaacctt gggactctct tctcctcaat gatggtccca 1260  
gatcgagctc ctgacgacca atatttata acaacatttg ttgggggtag ccacaataga 1320  
gatcttgctg gagctccaac gtctattctg aaacaacttg tgacctctga ccttaaaaaa 1380



ctcttaggcg tacaggggca accaactttt gtcaagcata tatactgggg aaatgctttt 1440  
cctttgtatg gtcattgatta caattctgta ttggaagcta tagaaaagat ggagaaaaat 1500  
cttcagggt tcttctacgc aggaaataac aaggatgggc ttgctggttg gagggttata 1560  
gcttcaggaa gcaaggctgc tgaccttgca atctcgtatc ttgaatctca caccaagcat 1620  
aataatttac attga 1635

<210> 23  
<211> 536  
<212> PRT(Белок)  
<213> Ricinus communis

<400> 23

Met Ala Asn Leu Ala Asp Phe Ser Leu Phe Leu Arg Ser Thr Pro Ser  
1 5 10 15

Leu Val Pro Ser Tyr Pro Lys Thr Thr Ile Asn Arg Thr Leu Lys Leu  
20 25 30

Gln Leu Arg Cys Ser Ile Thr Glu Gln Ser Thr Thr Thr Ile Ser Pro  
35 40 45

Gly Gly Asn Ser Gln Ser Pro Ala Asp Cys Val Ile Val Gly Gly Gly  
50 55 60

Ile Ser Gly Leu Cys Ile Ala Gln Ala Leu Ser Thr Lys His Arg Asp  
65 70 75 80

Ile Ala Thr Asn Val Ile Val Thr Glu Ala Arg Asp Arg Val Gly Gly  
85 90 95

Asn Ile Thr Thr Ile Glu Arg Asp Gly Tyr Leu Trp Glu Glu Gly Pro  
100 105 110

Asn Ser Phe Gln Pro Ser Asp Pro Met Leu Thr Met Val Val Asp Ser  
115 120 125

Gly Leu Lys Asp Asp Leu Val Leu Gly Asp Pro Asn Ala Pro Arg Phe  
130 135 140

Val Leu Trp Asn Gly Lys Leu Arg Pro Val Pro Ser Lys Pro Thr Asp  
145 150 155 160

Leu Pro Phe Phe Asp Leu Met Ser Phe Gly Gly Lys Ile Arg Ala Gly  
165 170 175

Phe Gly Ala Leu Gly Leu Arg Pro Pro Pro Pro Gly His Glu Glu Ser  
180 185 190

Val Glu Glu Phe Val Arg Arg Asn Leu Gly Asp Glu Val Phe Glu Arg  
 195 200 205

Leu Ile Glu Pro Phe Cys Ser Gly Val Tyr Ala Gly Asp Pro Ser Lys  
 210 215 220

Leu Ser Met Lys Ala Ala Phe Gly Lys Val Trp Lys Leu Glu Gln Ile  
 225 230 235 240

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

Lys Ile Pro Lys Pro Pro Arg Asp Pro Arg Leu Pro Thr Pro Lys Gly  
 260 265 270

Gln Thr Val Gly Ser Phe Arg Lys Gly Leu Ile Met Leu Pro Asp Ala  
 275 280 285

Ile Ala Lys Arg Leu Gly Ser Asn Val Lys Leu Ser Trp Lys Leu Ser  
 290 295 300

Ser Ile Thr Lys Leu Glu Asn Gly Gly Tyr Ser Leu Thr Phe Glu Thr  
 305 310 315 320

Pro Asp Gly Ser Val Ser Leu Gln Thr Lys Ser Val Val Met Thr Val  
 325 330 335

Pro Ser His Ile Ala Ser Ser Phe Leu His Pro Leu Ser Ala Ala Ala  
 340 345 350

Ala Asp Ala Leu Ser Lys Phe Tyr Tyr Pro Pro Val Ala Ala Val Ser  
 355 360 365

Val Ser Tyr Pro Lys Asp Ala Ile Arg Ala Glu Cys Leu Ile Asp Gly  
 370 375 380

Glu Leu Lys Gly Phe Gly Gln Leu His Pro Arg Ser Gln Gly Val Glu  
 385 390 395 400

Thr Leu Gly Thr Ile Tyr Ser Ser Ser Leu Phe Pro Asn Arg Ala Pro  
 405 410 415

Ala Gly Arg Ile Leu Leu Leu Asn Tyr Ile Gly Gly Ala Thr Asn Pro  
 420 425 430

Gly Ile Leu Ser Lys Thr Glu Thr Glu Leu Val Glu Ala Val Asp Arg  
 435 440 445

Asp Leu Arg Lys Met Leu Ile Lys Pro Asn Ala Lys Asp Pro Phe Val  
450 455 460

Leu Gly Val Arg Val Trp Pro Gln Ala Ile Pro Gln Phe Leu Val Gly  
465 470 475 480

His Leu Asp Ile Leu Asp Ser Ala Lys Gly Ala Leu Gly Asp Ala Gly  
485 490 495

Leu Glu Gly Leu Phe Leu Gly Gly Asn Tyr Val Ser Gly Val Ala Leu  
500 505 510

Gly Arg Cys Val Glu Gly Ala Tyr Glu Val Ala Ala Glu Val Thr Asn  
515 520 525

Phe Leu Ser Gln Asn Ala Tyr Lys  
530 535

<210> 24

<211> 1671

<212> DNA (ДНК)

<213> Ricinus communis

<400> 24

caccacctga gttacagaag agtcatccgg tgtgattgcc tctcgaattc gaattctgcc 60  
atggccaatc tcgcagactt ctctcttttt ctccgggtcaa caccctccct tgtcccctcc 120  
tatccgaaaa ccacaatcaa cagaacgtta aaactccaac tccgggtgctc aatcacagag 180  
caatcgacta ctacaatttc ccctggcgga aattcccaat caccagcgga ttgcgtgatt 240  
gtaggaggcg gaattagcgg cctatgcatc gcccaagctc tctctaccaa gcaccgtgat 300  
atagctacca atgtgattgt cactgaggcc agagaccgcg ttggtggcaa catcacaacc 360  
atcgaaagag acggttatct ttgggaagag ggcccccaata gtttccagcc ctccgatcct 420  
atgctaacca tgggtggtgga tagtgggtta aaagatgatt tagttttggg agatcctaata 480  
gcgctcgtt ttgtgctctg gaatgggaaa ttgagaccag ttccgtcaaa gcctactgac 540  
ttgccctttt ttgacttgat gagctttggt gggaaaatta gagctggatt tgggtgctctt 600  
ggacttcgac ctccaccacc aggacatgag gagtcagttg aagagtttgt ccggcgtaat 660  
cttgggtgatg aagtttttga gcgttctaate gagccctttt gttcaggtgt ttatgcaggt 720  
gatccttcaa aactaagcat gaaagcagca tttggaaaag tttggaagct ggagcaaatt 780  
ggtggcagtg tcattggcgg cactttcaaa acaattcagg agagaaataa gatacccaag 840  
cctcctcgag acccgcgctt accaacaccg aaggggtcaaa cagtaggatc ttttagaaaag 900  
ggacttatca tgttgctgga tgcgattgcc aaaagggttg gtagcaatgt taaattgtct 960

tggaagcttt caagtattac taaattggaa aatggagggt atagtctaac atttgaaaca 1020  
 cctgatgggt cagtttcgct gcaaacgaaa agtgttgtaa tgacagttcc atcccacatt 1080  
 gcaagcagct tcttacatcc tctttctgct gctgctgctg acgccctatc aaaattttat 1140  
 taccgccag ttgcagcagt gtcagtttca taccctaaaag atgcaattcg ggcagaatgc 1200  
 ttaatagatg gtgagcttaa ggggttcggc cagttgcatc cacggagcca aggggtagaa 1260  
 acattaggaa ctatatacag ctctcactt tttcccaatc gtgcaccagc aggaaggatt 1320  
 ttgctcttga actacattgg aggggcgacc aatcctggga ttttgtccaa gacggaaact 1380  
 gaactttag aggcagttga ccgtgatttg aggaagatgc tcataaaacc caatgcgaag 1440  
 gatccatttg ttctaggtgt gcgagtgtgg cccaagcca ttccacaatt cttggttggt 1500  
 cattagata tcctagatag tgcaaaaggt gctctgggag atgcaggctt ggaagggctg 1560  
 tttcttgggg gcaactatgt atcagggcgtt gctttggggc gatgtgtgga aggagcatat 1620  
 gaagttgcag cagaggtgac caatttcctc tcgcagaatg cttataaatg a 1671

<210> 25

<211> 511

<212> PRT(Белок)

<213> Ricinus communis

<400> 25

Met Ser Ser Val Ile Lys Glu Asp Arg Asn Pro Ser His Val Lys Arg  
 1 5 10 15

Val Ala Val Val Gly Ala Gly Val Ser Gly Leu Ala Ala Ala Tyr Lys  
 20 25 30

Leu Lys Ser His Gly Leu Lys Val Thr Val Phe Glu Ala Glu Glu Arg  
 35 40 45

Ala Gly Gly Lys Leu Arg Ser Val Asn His Asp Gly Leu Ile Trp Asp  
 50 55 60

Glu Gly Ala Asn Thr Met Thr Glu Ser Glu Met Glu Val Lys Ser Leu  
 65 70 75 80

Ile Gly Asn Leu Gly Ile Arg Glu Lys Gln Gln Phe Pro Ile Ser Gln  
 85 90 95

Asn Lys Arg Tyr Ile Val Arg Asn Gly Lys Pro Ile Leu Ile Pro Thr  
 100 105 110

Asn Pro Ile Ala Leu Ile Thr Ser Asn Ile Leu Ser Ala Gln Ser Lys  
 115 120 125

Phe Gln Ile Ile Leu Glu Pro Phe Leu Trp Lys Lys Arg Glu Ser Ser

130

135

140

Glu Thr His Asn Ala Tyr Thr Glu Glu Ser Val Gly Glu Phe Phe Gln  
 145 150 155 160

Arg His Phe Gly Lys Glu Val Val Asp Tyr Leu Ile Asp Pro Phe Val  
 165 170 175

Ala Gly Thr Ser Ala Gly Asp Pro Glu Ser Leu Ser Val Cys His Ser  
 180 185 190

Phe Pro Glu Leu Trp Asn Leu Glu Lys Arg Phe Gly Ser Ile Ile Ala  
 195 200 205

Gly Val Val Gln Ala Lys Leu Ser Thr Lys Arg Gly Lys Ser Gln Glu  
 210 215 220

Thr Lys Gly Ser Ser Val Lys Lys Lys Gln Gln Arg Gly Ser Phe Ser  
 225 230 235 240

Phe Phe Gly Gly Met Gln Thr Leu Thr Asp Thr Leu Cys Lys Ala Leu  
 245 250 255

Ala Lys Asp Glu Leu Arg Leu Glu Ser Lys Val Phe Ser Leu Ser Tyr  
 260 265 270

Asn Pro Asp Ser Lys Ser Ala Val Glu Asn Trp Ser Leu Ser Tyr Ala  
 275 280 285

Phe Lys Gly Ala Lys His Leu Gln Asn Ser Ser Tyr Asp Ala Ile Val  
 290 295 300

Met Thr Ala Pro Leu Cys Asn Val Lys Glu Met Lys Ile Thr Lys Asn  
 305 310 315 320

Arg Asn Ile Phe Ser Leu Asn Phe Leu Pro Glu Val Ser Tyr Met Pro  
 325 330 335

Leu Ser Val Val Ile Thr Thr Phe Lys Lys Asp Asn Val Lys Ser Pro  
 340 345 350

Leu Glu Gly Phe Gly Val Leu Val Pro Ser Lys Glu Gln Gln Asn Gly  
 355 360 365

Leu Lys Thr Leu Gly Thr Leu Phe Ser Ser Met Met Phe Pro Asp Arg  
 370 375 380

Ala Pro Asn Asp Leu Tyr Leu Tyr Thr Thr Phe Val Gly Gly Ser Arg

385 390 395 400

Asn Lys Glu Leu Ala Lys Ala Ser Thr Asp Asp Leu Lys Gln Ile Val  
405 410 415

Thr Ser Asp Leu Arg Gln Leu Leu Gly Ala Glu Gly Glu Pro Thr Phe  
420 425 430

Val Asn His Phe Tyr Trp Ser Lys Ala Phe Pro Leu Tyr Gly Arg Asn  
435 440 445

Tyr Asp Ala Val Leu Glu Ala Ile Asp Thr Met Glu Lys Asp Leu Pro  
450 455 460

Gly Phe Phe Tyr Ala Gly Asn His Lys Gly Gly Leu Ser Val Gly Lys  
465 470 475 480

Ala Ile Ala Ser Gly Cys Lys Ala Ala Asp Leu Val Ile Ser Tyr Leu  
485 490 495

Glu Ser Ser Ser Asp Asp Lys Met Leu Lys Glu Gly Pro Ser Asn  
500 505 510

<210> 26

<211> 1536

<212> DNA (ДНК)

<213> Ricinus communis

<400> 26

atgtcttcag ttatcaaaga agacagaaac ccaagtcatg ttaaaagagt agctgttgta 60  
ggtgctgggg ttagtgggct tgctgcagct taaaaactga aatcacatgg cttgaaagtt 120  
acagtatttg aagctgaaga aagagctgga gggagactga gaagcgttaa ccatgatggt 180  
ttaatttggg atgaaggtgc aaataccatg actgagagtg aatggagggt caaaagttta 240  
attggcaatc ttgggattcg tgaaaagcaa caatttccga tttcacagaa caaaaggat 300  
attgtaagaa atgggaagcc aatattaata cccacaaatc ccatcgact gatcaccagc 360  
aacattctct ctgcacagtc aaagtttcaa atcattctgg agccattttt gtggaagaaa 420  
cgtgaatctt cagaaacgca caatgcttat actgaggaaa gtggttggtga gtttttccaa 480  
cgtcattttg gtaaagagg tgttgattat cttattgacc cttttggtgc gggcactagt 540  
gctggagatc ctgaatctct ttctgtatgc cattcttttc cagagctatg gaatctggag 600  
aaacgatttg gatctattat agctggggta gttcaggcaa aattatctac caaaagaggg 660  
aagagccaag aaaccaaagg atcatcggtg aagaagaagc agcagcgtgg ttcattctct 720  
ttttttggtg gaatgcagac gctaactgat acattgtgca aagcacttgc gaaggatgag 780  
cttagattag aatcaaaggt cttctctttg tcttacaatc ctgattctaa gtcagcagta 840

gagaattggt cactttctta tgcttttaag ggcgccaagc atttgcaaaa ctcatcttat 900  
 gatgctattg tcatgacggc accattgtgc aatgttaaag aatgaagat cacaaaaaac 960  
 agaaatatct tttcactgaa ttttcttctt gaggtgagtt atatgccgct atcagttggt 1020  
 attaccactt ttaagaagga taatgtcaag agcccccttg aaggctttgg agttcttggt 1080  
 ctttctaagg agcaacagaa tggctctaaaa acccttggtta cactcttttc ctctatgatg 1140  
 tttccagatc gtgcacccaa tgatctgtat ctctatacaa cctttggttg agggagtcga 1200  
 aacaaggaac tggcaaaagc ttcaacggat gatctgaagc agattggttac ctccgacctt 1260  
 aggcaattgc taggagcaga aggcgagccc acatttggtta atcatttcta ctggagtaaa 1320  
 gcatttccat tatatgggag gaactatgat gcagtacttg aagccattga tacgatggaa 1380  
 aaagatcttc ctggattctt ctatgcaggt aaccacaaag gtggactatc ggttggcaaa 1440  
 gcaatagcct ctggatgcaa agcagctgat cttgtaatat cctatttgga atcttcttca 1500  
 gatgacaaga tgctgaagga agggccatca aattag 1536

<210> 27  
 <211> 504  
 <212> PRT (Белок)  
 <213> Solanum tuberosum

<220>  
 <221> MOD\_RES (Модифицированный остаток)  
 <222> (38)..(38)  
 <223> Любая аминокислота

<220>  
 <221> MOD\_RES (Модифицированный остаток)  
 <222> (60)..(60)  
 <223> Любая аминокислота

<220>  
 <221> MOD\_RES (Модифицированный остаток)  
 <222> (140)..(140)  
 <223> Любая аминокислота

<220>  
 <221> MOD\_RES (Модифицированный остаток)  
 <222> (360)..(360)  
 <223> Любая аминокислота

<220>  
 <221> MOD\_RES (Модифицированный остаток)  
 <222> (500)..(500)  
 <223> Любая аминокислота

<400> 27  
 Met Ala Pro Ser Ala Gly Glu Asp Lys Gln Asn Cys Pro Lys Arg Val  
 1 5 10 15

Ala Val Ile Gly Ala Gly Val Ser Gly Leu Ala Ala Ala Tyr Lys Leu  
 20 25 30

Lys Ile His Gly Leu Xaa Val Thr Val Phe Glu Ala Glu Gly Arg Ala  
 35 40 45

Gly Gly Lys Leu Arg Ser Leu Ser Gln Asp Gly Xaa Ile Trp Asp Glu  
 50 55 60

Gly Ala Asn Thr Met Thr Glu Ser Glu Gly Asp Val Thr Phe Leu Leu  
 65 70 75 80

Asp Ser Leu Gly Leu Arg Glu Lys Gln Gln Phe Pro Leu Ser Gln Asn  
 85 90 95

Lys Arg Tyr Ile Ala Arg Asn Gly Thr Pro Thr Leu Ile Pro Ser Asn  
 100 105 110

Pro Ile Asp Leu Ile Lys Ser Asn Phe Leu Ser Thr Gly Ser Lys Leu  
 115 120 125

Gln Met Leu Phe Glu Pro Leu Leu Trp Lys Asn Xaa Lys Leu Thr Lys  
 130 135 140

Val Ser Asp Glu His Glu Ser Val Ser Gly Phe Phe Gln Arg His Phe  
 145 150 155 160

Gly Lys Glu Val Val Asp Tyr Leu Ile Asp Pro Phe Val Ala Gly Thr  
 165 170 175

Cys Gly Gly Asp Pro Asp Ser Leu Ser Met His Leu Ser Phe Pro Glu  
 180 185 190

Leu Trp Asn Leu Glu Lys Arg Phe Gly Ser Val Ile Val Gly Ala Ile  
 195 200 205

Arg Ser Lys Leu Ser Pro Ile Lys Glu Lys Lys Gln Gly Pro Pro Lys  
 210 215 220

Thr Ser Val Asn Lys Lys Arg Gln Arg Gly Ser Phe Ser Phe Leu Gly  
 225 230 235 240

Gly Met Gln Thr Leu Thr Asp Ala Ile Cys Lys Asp Leu Lys Glu Asp  
 245 250 255

Glu Leu Arg Leu Asn Ser Arg Val Leu Glu Leu Ser Cys Ser Cys Ser  
 260 265 270

Gly Asp Ser Ala Ile Asp Ser Trp Ser Ile Phe Ser Ala Ser Pro His  
 275 280 285



Lys Arg Gln Ala Glu Glu Glu Ser Phe Asp Ala Val Ile Met Thr Ala  
290 295 300

Pro Leu Cys Asp Val Lys Ser Met Lys Ile Ala Lys Arg Gly Asn Pro  
305 310 315 320

Phe Leu Leu Asn Phe Ile Pro Glu Val Asp Tyr Val Pro Leu Ser Val  
325 330 335

Val Ile Thr Thr Phe Lys Lys Glu Ser Val Lys His Pro Leu Glu Gly  
340 345 350

Phe Gly Val Leu Val Pro Ser Xaa Glu Gln Lys His Gly Leu Lys Thr  
355 360 365

Leu Gly Thr Leu Phe Ser Ser Met Met Phe Pro Asp Arg Ala Pro Asn  
370 375 380

Asn Val Tyr Leu Tyr Thr Thr Phe Val Gly Gly Ser Arg Asn Arg Glu  
385 390 395 400

Leu Ala Lys Ala Ser Arg Thr Glu Leu Lys Glu Ile Val Thr Ser Asp  
405 410 415

Leu Lys Gln Leu Leu Gly Ala Glu Gly Glu Pro Thr Tyr Val Asn His  
420 425 430

Val Cys Trp Ser Lys Ala Phe Pro Leu Tyr Gly His Asn Tyr Asp Ser  
435 440 445

Val Leu Asp Ala Ile Asp Lys Met Glu Lys Asn Leu Pro Gly Leu Phe  
450 455 460

Tyr Ala Gly Asn His Lys Gly Gly Leu Ser Val Gly Lys Ala Leu Ser  
465 470 475 480

Ser Gly Cys Asn Ala Ala Asp Leu Val Ile Ser Tyr Leu Glu Ala Val  
485 490 495

Ser Thr Asp Xaa Lys Asn His Ser  
500

<210> 28

<211> 1515

<212> DNA (ДНК)

<213> Solanum tuberosum

<400> 28

atggctccat ctgccggaga agataaacia aattgtccma agagagttgc agtcattggt 60  
gctggcgtca gtggacttgc tgcagcatac aagttgaaaa tycatggstt gratgtcaca 120  
gtattygaag cagaagggag agctggaggg aagttacgaa gcctgagtca agatggsmta 180  
atatgggatg aaggcgcaaa tactatgact gaaagtgaag gtgatgtcac atttttgctt 240  
gattcgcttg gactccgaga aaarcaacia tttccacttt cacagaacia rcgctacatt 300  
gccagaaatg gyactcctac tctgatacct tcaaatccaa ttgacctgat caaaagcaat 360  
tttctttcca ctggatcaaa gcttcagatg cttttcgagc cacttttgtg gaagaataaw 420  
aagcttacia aggtgtctga cgaacacgaa agtgtcagtg gattcttcca gcgtcatttt 480  
ggraaggagg ttgttgacta tctaattgay cttttgttg ctggaacatg tgggtggtgat 540  
cctgactcgc tttcaatgca cttttcgttt ccagagttgt ggaatttaga gaaaaggttt 600  
ggctcagtca tagttggggc aattcgatcc aagttatcac ctataaagga aaagaaacia 660  
gggccacca aaacttcagt aaataagaag cgccagcggg ggtccttttc atttttgggc 720  
ggaatgcaaa cacttactga cgcaatatgc aaagatctca aagaagatga acttaggcta 780  
aactctagag ttctggaatt atcttgtagc tgtagtgggg actctgcgat agatagctgg 840  
tcaatttttt ctgcctcacc acacaagcgg caagcagaag aagaatcatt tgatgctgta 900  
attatgacgg ccctctctg tgacgttaag agtatgaaga ttgctaagag aggaaatcca 960  
tttctgctca actttattcc tgaggtygat tatgtaccac tatctgttgt tataaccaca 1020  
ttaagaagg agagtgtaaa gcatccyctt gagggttttg gagtgcttgt accytocsag 1080  
gagcaaaaac atggtctgaa gacaytaggc accctcttct cttctatgat gtttccagat 1140  
cgtgcacca acaatgtcta tctctatact acatttgttg gtggaagccg aaatagagaa 1200  
ctygcgaaag cctcgaggac tgagctgaaa gagatagtaa cttctgacct taagcagttg 1260  
ttgggtgctg agggagagcc aacatatgtg aatcatgtat gctggagtaa agcatttccg 1320  
ttgtacgggc ataactatga ttcagtmctc gatgcaattg acaaaatgga gaaaaatctt 1380  
cctggattat tctatgcagg taaccacaag ggaggattgt cagttggcaa agcactatct 1440  
tctggatgta atgcagcaga tcttgttata tcatatcttg aagccgtttc aacggacwcc 1500  
aaaaaccata gctga 1515

<210> 29  
<211> 504  
<212> PRT(Белок)  
<213> Solanum tuberosum

<400> 29  
Met Ala Pro Ser Ala Gly Glu Asp Lys Gln Asn Cys Pro Lys Arg Val  
1 5 10 15

Ala Val Ile Gly Ala Gly Val Ser Gly Leu Ala Ala Ala Tyr Lys Leu

20

25

30

Lys Ile His Gly Leu Asp Val Thr Val Phe Glu Ala Glu Gly Arg Ala  
 35 40 45

Gly Gly Lys Leu Arg Ser Leu Ser Gln Asp Gly Leu Ile Trp Asp Glu  
 50 55 60

Gly Ala Asn Thr Met Thr Glu Ser Glu Gly Asp Val Thr Phe Leu Leu  
 65 70 75 80

Asp Ser Leu Gly Leu Arg Glu Lys Gln Gln Phe Pro Leu Ser Gln Asn  
 85 90 95

Lys Arg Tyr Ile Ala Arg Asn Gly Thr Pro Thr Leu Ile Pro Ser Asn  
 100 105 110

Pro Ile Asp Leu Ile Lys Ser Asn Phe Leu Ser Thr Gly Ser Lys Leu  
 115 120 125

Gln Met Leu Phe Glu Pro Leu Leu Trp Lys Asn Lys Lys Leu Thr Lys  
 130 135 140

Val Ser Asp Glu His Glu Ser Val Ser Gly Phe Phe Gln Arg His Phe  
 145 150 155 160

Gly Lys Glu Val Val Asp Tyr Leu Ile Asp Pro Phe Val Ala Gly Thr  
 165 170 175

Cys Gly Gly Asp Pro Asp Ser Leu Ser Met His Leu Ser Phe Pro Glu  
 180 185 190

Leu Trp Asn Leu Glu Lys Arg Phe Gly Ser Val Ile Val Gly Ala Ile  
 195 200 205

Arg Ser Lys Leu Ser Pro Ile Lys Glu Lys Lys Gln Gly Pro Pro Lys  
 210 215 220

Thr Ser Val Asn Lys Lys Arg Gln Arg Gly Ser Phe Ser Phe Leu Gly  
 225 230 235 240

Gly Met Gln Thr Leu Thr Asp Ala Ile Cys Asn Asp Leu Lys Glu Asp  
 245 250 255

Glu Leu Arg Leu Asn Ser Arg Val Leu Glu Leu Ser Cys Ser Cys Ser  
 260 265 270

Gly Asp Ser Ala Thr Asp Ser Trp Ser Ile Phe Ser Ala Ser Pro His

275

280

285

Lys Arg Gln Ala Glu Glu Asp Ser Phe Asp Ala Val Ile Met Thr Ala  
290 295 300

Pro Leu Cys Asp Val Lys Gly Met Lys Ile Ala Lys Arg Gly Asn Pro  
305 310 315 320

Phe Leu Leu Asn Phe Ile Pro Glu Val Asp Tyr Val Pro Leu Ser Val  
325 330 335

Val Ile Thr Thr Phe Lys Lys Glu Ser Val Lys His Pro Leu Glu Gly  
340 345 350

Phe Gly Val Leu Val Pro Ser Glu Glu Gln Lys His Gly Leu Lys Thr  
355 360 365

Leu Gly Thr Leu Phe Ser Ser Met Met Phe Pro Asp Arg Ala Pro Asn  
370 375 380

Asn Val Tyr Leu Tyr Thr Thr Phe Val Gly Gly Ser Arg Asn Arg Glu  
385 390 395 400

Leu Ala Lys Ala Ser Arg Thr Glu Leu Lys Glu Ile Val Thr Ser Asp  
405 410 415

Leu Lys Gln Leu Leu Gly Ala Glu Gly Glu Pro Thr Tyr Val Asn His  
420 425 430

Val Cys Trp Ser Lys Ala Phe Pro Leu Tyr Gly His Asn Tyr Asp Ser  
435 440 445

Val Leu Asp Ala Ile Asp Lys Met Glu Lys Asn Leu Pro Gly Leu Phe  
450 455 460

Tyr Ala Gly Asn His Lys Gly Gly Leu Ser Val Gly Lys Ala Leu Ser  
465 470 475 480

Ser Gly Cys Asn Ala Ala Asp Leu Val Ile Ser Tyr Leu Glu Ala Val  
485 490 495

Ser Thr Asp Thr Lys Asn His Arg  
500

<210> 30

<211> 1608

<212> DNA (ДНК)

<213> Solanum tuberosum

<400> 30  
atggctccat ctgccggaga agataaaca aattgtccca agagagttgc agtcattggt 60  
gctggcgtca gtggacttgc tgcagcatac aagttgaaaa ttcattggctt ggatgtcaca 120  
gtattcgaag cagaagggag agctggaggg aagttacgaa gcctgagtca agatggccta 180  
atatgggatg aaggcgcaaa tactatgact gaaagtgaag gtgatgtcac atttttgctt 240  
gattcgcttg gactccgaga aaaacaaca tttccacttt cacagaaca gcgctacatt 300  
gccagaaatg gtactcctac tctgatacct tcaaatccaa ttgacctgat caaaagcaat 360  
tttctttcca ctggatcaaa gcttcagatg cttttcgagc cacttttgtg gaagaataaa 420  
aagcttaca aggtgtctga cgaacacgaa agtgtcagtg gattcttcca gcgtcatttt 480  
ggaaaggagg ttgttgacta tctaattgat ctttttgttg ctggaacatg tgggtggtgat 540  
cctgactcgc tttcaatgca cttttcgttt ccagagttgt ggaatttaga gaaaaggttt 600  
ggctcagtca tagttggggc aattcgatcc aagttatcac ctataaagga aaagaaaca 660  
ggaccacca aaacttcagt aaataagaag cgccagcggg ggtccttttc atttttgggc 720  
ggaatgcaaa cacttactga cgcaatatgc aatgatctca aagaagatga acttaggcta 780  
aactctagag ttctggaatt atcttgtagc tgtagtgggg actctgcgac agatagctgg 840  
tcaatttttt ctgcctcacc acacaagcgg caagcagaag aagattcatt tgatgctgta 900  
attatgacgg ccctctctg tgacgttaag ggtatgaaga ttgctaagag aggaaatcca 960  
tttctgctca actttattcc tgaggttgat tatgtaccac tatctggtgt tataaccaca 1020  
ttaaagaagg agagtgtaaa gcatcctctt gagggttttg gagtgcttgt accttccgag 1080  
gagcaaaaac atgggtctgaa gacattaggc accctcttct cttctatgat gtttccagat 1140  
cgtgcacca acaatgtcta tctctatact acatttgttg gtggaagccg aaatagagaa 1200  
ctcgcgaaag cctcgaggac tgagctgaaa gagatagtaa cttctgacct taagcagttg 1260  
ttgggtgctg agggagagcc aacatatgtg aatcatgtat gctggagtaa agcatttccg 1320  
ttgtacgggc ataactatga ttcagtcctc gatgcaattg acaaaatgga gaaaaatctt 1380  
cctggattat tctatgcagg taaccacaag ggaggattgt cagttggcaa agcactatct 1440  
tctggatgta atgcagcaga tcttgttata tcatatcttg aagccgtttc aacggacacc 1500  
aaaaccata ggtgaaatct attctctcat gcagcttgcc gttctttggt ccacaaaatc 1560  
gtttaacttc atgacgagga gcaactttaa cgtgcagcca gtgacgca 1608

<210> 31

<211> 504

<212> PRT (Белок)

<213> Solanum tuberosum

<400> 31

Met Ala Pro Ser Ala Gly Glu Asp Lys Gln Asn Cys Pro Lys Arg Val

1

5

10

15

Ala Val Ile Gly Ala Gly Val Ser Gly Leu Ala Ala Ala Tyr Lys Leu  
 20 25 30

Lys Ile His Gly Leu Asp Val Thr Val Phe Glu Ala Glu Gly Arg Ala  
 35 40 45

Gly Gly Lys Leu Arg Ser Leu Ser Gln Asp Gly Leu Ile Trp Asp Glu  
 50 55 60

Gly Ala Asn Thr Met Thr Glu Ser Glu Gly Asp Val Thr Phe Leu Leu  
 65 70 75 80

Asp Ser Leu Gly Leu Arg Glu Lys Gln Gln Phe Pro Leu Ser Gln Asn  
 85 90 95

Lys Arg Phe Ile Ala Arg Asn Gly Thr Pro Thr Leu Ile Pro Ser Asn  
 100 105 110

Pro Ile Asp Leu Ile Lys Ser Asn Phe Leu Ser Thr Gly Ser Lys Leu  
 115 120 125

Gln Met Leu Phe Glu Pro Leu Leu Trp Lys Asn Lys Lys Leu Thr Lys  
 130 135 140

Val Ser Asp Glu His Glu Ser Val Ser Gly Phe Phe Gln Arg His Phe  
 145 150 155 160

Gly Lys Glu Val Val Asp Tyr Leu Ile Asp Pro Phe Val Ala Gly Thr  
 165 170 175

Cys Gly Gly Asp Pro Asp Ser Leu Ser Met His Leu Ser Phe Pro Glu  
 180 185 190

Leu Trp Asn Leu Glu Lys Arg Phe Gly Ser Val Ile Val Gly Ala Ile  
 195 200 205

Arg Ser Lys Leu Ser Pro Ile Lys Glu Lys Lys Gln Gly Pro Pro Lys  
 210 215 220

Thr Ser Glu Asn Lys Lys Arg Gln Arg Gly Ser Phe Ser Phe Leu Gly  
 225 230 235 240

Gly Met Gln Thr Leu Thr Asp Ala Ile Cys Asn Asp Leu Lys Glu Asp  
 245 250 255

Glu Leu Arg Leu Asn Ser Arg Val Leu Glu Leu Ser Cys Ser Cys Ser  
 260 265 270

Gly Asp Ser Ala Thr Asp Ser Trp Ser Ile Phe Ser Ala Ser Pro His  
275 280 285

Lys Arg Gln Ala Glu Glu Asp Ser Phe Asp Ala Val Ile Met Thr Ala  
290 295 300

Pro Leu Cys Asp Val Lys Gly Met Lys Ile Ala Lys Arg Gly Asn Pro  
305 310 315 320

Phe Leu Leu Asn Phe Ile Pro Glu Val Asp Tyr Val Pro Leu Ser Val  
325 330 335

Val Ile Thr Thr Phe Lys Lys Glu Ser Val Lys His Pro Leu Glu Gly  
340 345 350

Phe Gly Val Leu Val Pro Ser Glu Glu Gln Lys His Gly Leu Lys Thr  
355 360 365

Leu Gly Thr Leu Phe Ser Ser Met Met Phe Pro Asp Arg Ala Pro Asn  
370 375 380

Asn Val Tyr Leu Tyr Thr Thr Phe Val Gly Gly Ser Arg Asn Arg Glu  
385 390 395 400

Leu Ala Lys Ala Ser Arg Thr Glu Leu Lys Glu Ile Val Thr Ser Asp  
405 410 415

Leu Lys Gln Leu Leu Gly Ala Glu Gly Glu Pro Thr Tyr Val Asn His  
420 425 430

Val Cys Trp Ser Lys Ala Phe Pro Leu Tyr Gly His Asn Tyr Asp Ser  
435 440 445

Val Leu Asp Ala Ile Asp Lys Met Glu Lys Asn Leu Pro Gly Leu Phe  
450 455 460

Tyr Ala Gly Asn His Lys Gly Gly Leu Ser Val Gly Lys Ala Leu Ser  
465 470 475 480

Ser Gly Cys Asn Ala Ala Asp Leu Val Ile Ser Tyr Leu Glu Ala Val  
485 490 495

Ser Thr Asp Thr Lys Asn His Arg  
500

<210> 32

<211> 1608

<212> DNA (ДНК)

<213> *Solanum tuberosum*

<400> 32

atggctccat ctgccggaga agataaaca aattgtccca agagagttgc agtcattggt 60  
gctggcgtca gtggacttgc tgcagcatac aagttgaaaa ttcattggctt ggatgtcaca 120  
gtattcgaag cagaagggag agctggaggg aagttacgaa gcctgagtca agatggccta 180  
atatgggatg aaggcgcaaa tactatgact gaaagtgaag gtgatgtcac atttttgctt 240  
gattcgcttg gactccgaga aaaacaaca tttccacttt cacagaaca gcgcttcatt 300  
gccagaaatg gtactcctac tctgatacct tcaaatccaa ttgacctgat caaaagcaat 360  
tttctttcca ctggatcaaa gcttcagatg cttttcgagc cacttttgtg gaagaataaa 420  
aagcttaca aggtgtctga cgaacacgaa agtgtcagtg gattcttcca gcgtcatttt 480  
ggaaaggagg ttgttgacta tctaattgat ctttttggtg ctggaacatg tgggtggtgat 540  
cctgactcgc tttcaatgca cttttcgttt ccagagttgt ggaatttaga gaaaaggttt 600  
ggctcagtca tagttggggc aattcgatcc aagttatcac ctataaagga aaagaaaca 660  
ggaccacca aaacttcaga aaataagaag cgccagcggg ggtccttttc atttttgggc 720  
ggaatgcaaa cacttactga cgcaatatgc aatgatctca aagaagatga acttaggcta 780  
aactctagag ttctggaatt atctttagtc tgtagtgggg actctgcgac agatagctgg 840  
tcaatttttt ctgcctcacc acacaagcgg caagcagaag aagattcatt tgatgctgta 900  
attatgacgg cccctctctg tgacgttaag ggtatgaaga ttgctaagag aggaaatcca 960  
tttctgctca actttattcc tgaggttgat tatgtaccac tatctggttg tataaccaca 1020  
tttaagaagg agagtgtaaa gcatcctctt gagggttttg gagtgcttgt accttccgag 1080  
gagcaaaaac atgggtctgaa gacattaggc accctcttct cttctatgat gtttccagat 1140  
cgtgcacca acaatgtcta tctctatact acatttggtg gtggaagccg aaatagagaa 1200  
ctcgcgaaag cctcgaggac tgagctgaaa gagatagtaa cttctgacct taagcagttg 1260  
ttgggtgctg agggagagcc aacatatgtg aatcatgtat gctggagtaa agcatttccg 1320  
ttgtacgggc ataactatga ttcagtcctc gatgcaattg acaaatgga gaaaatctt 1380  
cctggattat tctatgcagg taaccacaag ggaggattgt cagttggcaa agcactatct 1440  
tctggatgta atgcagcaga tcttgttata tcatatcttg aagccgtttc aacggacacc 1500  
aaaaccata ggtgaaatct attctctcat gcagcttgcc gttctttggt ccacaaaatc 1560  
gtttaacttc atgacgagga gcaactttaa cgtgcagcca gtgacgca 1608

<210> 33

<211> 535

<212> PRT (Белок)

<213> *Brassica napus*



<400> 33

Met Asp Leu Ser Leu Leu Arg Pro Gln Pro Phe Leu Ser Pro Phe Ser  
1 5 10 15

Asn Pro Phe Pro Arg Ser Arg Pro Tyr Lys Pro Leu Asn Leu Arg Cys  
20 25 30

Ser Val Ser Gly Gly Ser Val Val Ser Ser Thr Ile Glu Gly Gly Gly  
35 40 45

Gly Gly Lys Thr Val Thr Ala Asp Cys Val Ile Val Gly Gly Gly Ile  
50 55 60

Ser Gly Leu Cys Ile Ala Gln Ala Leu Val Thr Lys His Pro Asp Ala  
65 70 75 80

Ala Lys Asn Val Met Val Thr Glu Ala Lys Asp Arg Val Gly Gly Asn  
85 90 95

Ile Ile Thr Arg Glu Glu Gln Gly Phe Leu Trp Glu Glu Gly Pro Asn  
100 105 110

Ser Phe Gln Pro Ser Asp Pro Met Leu Thr Met Val Val Asp Ser Gly  
115 120 125

Leu Lys Asp Asp Leu Val Leu Gly Asp Pro Thr Ala Pro Arg Phe Val  
130 135 140

Leu Trp Asn Gly Lys Leu Arg Pro Val Pro Ser Lys Leu Thr Asp Leu  
145 150 155 160

Pro Phe Phe Asp Leu Met Ser Ile Gly Gly Lys Ile Arg Ala Gly Phe  
165 170 175

Gly Ala Ile Gly Ile Arg Pro Ser Pro Pro Gly Arg Glu Glu Ser Val  
180 185 190

Glu Glu Phe Val Arg Arg Asn Leu Gly Asp Glu Val Phe Glu Arg Leu  
195 200 205

Ile Glu Pro Phe Cys Ser Gly Val Tyr Ala Gly Asp Pro Ala Lys Leu  
210 215 220

Ser Met Lys Ala Ala Phe Gly Lys Val Trp Lys Leu Glu Glu Asn Gly  
225 230 235 240

Gly Ser Ile Ile Gly Gly Ala Phe Lys Ala Ile Gln Ala Lys Asn Lys  
245 250 255

Ala Pro Lys Thr Thr Arg Asp Pro Arg Leu Pro Lys Pro Lys Gly Gln  
 260 265 270

Thr Val Gly Ser Phe Arg Lys Gly Leu Thr Met Leu Pro Asp Ala Ile  
 275 280 285

Ser Ala Arg Leu Gly Asp Lys Val Lys Val Ser Trp Lys Leu Ser Ser  
 290 295 300

Ile Ser Lys Leu Pro Ser Gly Gly Tyr Ser Leu Thr Tyr Glu Thr Pro  
 305 310 315 320

Glu Gly Ile Val Thr Val Gln Ser Lys Ser Val Val Met Thr Val Pro  
 325 330 335

Ser His Val Ala Ser Ser Leu Leu Arg Pro Leu Ser Asp Ser Ala Ala  
 340 345 350

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

Ser Tyr Pro Lys Glu Ala Ile Arg Ser Glu Cys Leu Ile Asp Gly Glu  
 370 375 380

Leu Lys Gly Phe Gly Gln Leu His Pro Arg Thr Gln Lys Val Glu Thr  
 385 390 395 400

Leu Gly Thr Ile Tyr Ser Ser Ser Leu Phe Pro Asn Arg Ala Pro Pro  
 405 410 415

Gly Arg Val Leu Leu Leu Asn Tyr Ile Gly Gly Ala Thr Asn Thr Gly  
 420 425 430

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

Leu Arg Lys Met Leu Ile Lys Pro Ser Ser Thr Asp Pro Leu Val Leu  
 450 455 460

Gly Val Lys Val Trp Pro Gln Ala Ile Pro Gln Phe Leu Ile Gly His  
 465 470 475 480

Ile Asp Leu Val Asp Ala Ala Lys Ala Ser Leu Ser Ser Ser Gly His  
 485 490 495

Glu Gly Leu Phe Leu Gly Gly Asn Tyr Val Ala Gly Val Ala Leu Gly  
 500 505 510

Arg Cys Val Glu Gly Ala Tyr Glu Thr Ala Thr Gln Val Asn Asp Phe  
515 520 525

Met Ser Arg Tyr Ala Tyr Lys  
530 535

<210> 34

<211> 1830

<212> DNA (ДНК)

<213> Brassica napus

<400> 34

```
ttgaacaaag aggctggacc ggtccggaat tcccgggata tcgtcgaccc acgcgtccgg      60
tcgacgctga tcggagataa gagtcgacaa aattgaggat tctccttctc gcggggcgatc      120
gccatggatt tatctcttct cgtccgcag ccattcctat cgccattctc aaatccattt      180
cctcggtcgc gtcctacaa gcctctcaac ctccgttgct ccgtatccgg tggatccgtc      240
gtctcttcta caatcgaagg cggaggagga ggtaaaaccg tcacggcgga ctgcgtgatc      300
gtcggcgagg gaatcagcgg cctgtgcatt gcgcaagcgc tcgtgacgaa gcacccagac      360
gctgcaaaga atgtgatggt gacggaggcg aaggaccgtg tgggagggaa tatcatcacg      420
cgagaggagc aagggtttct atgggaagaa ggtcccaata gctttcagcc gtctgatcct      480
atgctcacta tggtggtaga tagtggtttg aaagatgatc tagtcttggg agatcctact      540
gctccgaggt ttgtggttg gaatgggaag ctgaggccgg ttccgtcgaa gctaactgac      600
ttgcctttct ttgacttgat gagtattgga gggaaagatta gagctggggt tggtgccatt      660
ggatttcgac cttcacctcc gggtcgtgag gaatcagtgg aagagtttgt aaggcgtaat      720
cttggatgat aggtttttga gcgcttgatt gaaccctttt gctcaggtgt ttatgcggga      780
gatcctgcga aactgagtat gaaagcagct tttgggaagg tttggaagct agaggagaat      840
ggtgggagca tcattggtgg tgcttttaag gcaattcaag cgaaaaataa agctcccaag      900
acaacccgag acccgcgtct gccaaagcca aagggccaaa cagttggttc tttcaggaaa      960
ggactcacia tgctgccaga cgcaatctct gcaaggttgg gtgacaaggt gaaagtttct     1020
tggaagctct caagtatcag taagctgcc agcggaggat atagcttaac ttacgaaact     1080
ccggagggga tagtactgt acagagcaaa agtgttgtga tgactgtgcc atctcatggt     1140
gctagtagtc tcttgcgcc tctctctgac tctgcagctg aagcgtctc aaaactctac     1200
tatccaccag ttgcagcagt atctatctca taccgaaag aagcaatccg aagcgaatgt     1260
ttaatagatg gtgaactaaa agggttcggc cagttgcatc cacgcacgca gaaagtggaa     1320
actcttgaa caatatacag ttcacgctc tttcctaacc gagcaccacc tggaagagtg     1380
ttgctactga actacatcgg tggagctacc aacactggga tcttatcaaa gtcagaaggt     1440
gagttagtgg aagcagtgga tagagacttg aggaagatgc tgataaagcc aagctcgacc     1500
```

gatccacttg tacttggagt aaaagtttgg cctcaagcca ttcctcagtt tctgataggt 1560  
cacattgatt tggtagacgc agcgaaagca tctctctcgt catctggcca tgagggotta 1620  
ttcttgggtg gaaattacgt tgccggtgta gcattgggtc ggtgtgtgga aggtgcttat 1680  
gaaactgcaa cccaagtgaa cgatttcatg tcgaggtacg cttacaagta atgtaacgca 1740  
gcaacgggtt gatactaagt tgtagattgc agttttgact ctgtttgtga aaaattcaag 1800  
tctatgattg agtaaattta tatgtattaa 1830

<210> 35

<211> 537

<212> PRT (Белок)

<213> Brassica napus

<400> 35

Met Asp Leu Ser Leu Leu Arg Pro Gln Pro Phe Leu Ser Pro Phe Ser  
1 5 10 15

Asn Pro Phe Pro Arg Ser Arg Pro Tyr Lys Pro Leu Asn Leu Arg Cys  
20 25 30

Ser Val Ser Gly Gly Ser Val Val Val Gly Ser Ser Thr Ile Glu Gly  
35 40 45

Gly Gly Gly Gly Lys Thr Val Ala Ala Asp Cys Val Ile Val Gly Gly  
50 55 60

Gly Ile Ser Gly Leu Cys Ile Ala Gln Ala Leu Val Thr Lys His Pro  
65 70 75 80

Asp Ala Ala Lys Ser Val Met Val Thr Glu Ala Lys Asp Arg Val Gly  
85 90 95

Gly Asn Ile Ile Thr Arg Glu Glu Gln Gly Phe Leu Trp Glu Glu Gly  
100 105 110

Pro Asn Ser Phe Gln Pro Ser Asp Pro Met Leu Thr Met Val Val Asp  
115 120 125

Ser Gly Leu Lys Asp Asp Leu Val Leu Gly Asp Pro Thr Ala Pro Arg  
130 135 140

Phe Val Leu Trp Asn Gly Lys Leu Arg Pro Val Pro Ser Lys Leu Thr  
145 150 155 160

Asp Leu Pro Phe Phe Asp Leu Met Ser Ile Gly Gly Lys Ile Arg Ala  
165 170 175

Gly Phe Gly Ala Ile Gly Ile Arg Pro Ser Pro Pro Gly Arg Glu Glu  
 180 185 190

Ser Val Glu Glu Phe Val Arg Arg Asn Leu Gly Asp Glu Val Phe Glu  
 195 200 205

Arg Leu Ile Glu Pro Phe Cys Ser Gly Val Tyr Ala Gly Asp Pro Ala  
 210 215 220

Lys Leu Ser Met Lys Ala Ala Leu Gly Lys Val Trp Lys Leu Lys Glu  
 225 230 235 240

Asn Gly Gly Ser Ile Ile Gly Gly Ala Phe Lys Ala Ile Gln Ala Lys  
 245 250 255

Asn Lys Ala Pro Lys Thr Thr Arg Asp Pro Arg Leu Pro Lys Pro Lys  
 260 265 270

Gly Gln Thr Val Gly Ser Phe Arg Lys Gly Leu Thr Met Leu Pro Asp  
 275 280 285

Ala Ile Ser Ala Arg Leu Gly Asp Lys Val Lys Val Ser Trp Lys Leu  
 290 295 300

Ser Ser Ile Ser Lys Leu Pro Ser Gly Gly Tyr Ser Leu Thr Tyr Glu  
 305 310 315 320

Thr Pro Glu Gly Ile Val Thr Val Gln Ser Lys Ser Val Val Met Thr  
 325 330 335

Val Pro Ser His Val Ala Ser Ser Leu Leu Arg Pro Leu Ser Asp Ser  
 340 345 350

Ala Ala Glu Ala Leu Ser Lys Leu Tyr Tyr Pro Pro Val Ala Ala Val  
 355 360 365

Ser Ile Ser Tyr Pro Lys Glu Ala Ile Arg Ser Glu Cys Leu Ile Asp  
 370 375 380

Gly Glu Leu Lys Gly Phe Gly Gln Leu His Pro Arg Thr Gln Lys Val  
 385 390 395 400

Glu Thr Leu Gly Thr Ile Tyr Ser Ser Ser Leu Phe Pro Asn Arg Ala  
 405 410 415

Pro Pro Gly Arg Val Leu Leu Leu Asn Tyr Ile Gly Gly Ala Thr Asn  
 420 425 430

Thr Gly Ile Leu Ser Lys Ser Glu Gly Glu Leu Val Glu Ala Val Asp  
435 440 445

Arg Asp Leu Arg Lys Met Leu Ile Lys Pro Ser Ser Thr Asp Pro Leu  
450 455 460

Val Leu Gly Val Lys Val Trp Pro Gln Ala Ile Pro Gln Phe Leu Ile  
465 470 475 480

Gly His Ile Asp Leu Val Asp Ala Ala Lys Ala Ser Leu Ser Ser Ser  
485 490 495

Gly His Glu Gly Leu Phe Leu Gly Gly Asn Tyr Val Ala Gly Val Ala  
500 505 510

Leu Gly Arg Cys Val Glu Gly Ala Tyr Glu Thr Ala Thr Gln Val Asn  
515 520 525

Asp Phe Met Ser Arg Tyr Ala Tyr Lys  
530 535

<210> 36

<211> 1668

<212> DNA (ДНК)

<213> Brassica napus

<400> 36

gatcggagat aaggttgacg aaattgagaa tcctcctcct cgcgggcat cgccatggat 60  
ttatctcttc tccgtccgca gccattccta tcgccattct caaatccatt tcctcgggtcg 120  
cgtccctaca agcctctcaa cctccgttgc tccgtatccg gtggatccgt cgtcgtcggc 180  
tcgtccacaa tcgaaggcgg aggaggaggt aaaaccgtcg cggcggattg cgtgatcgtc 240  
ggcggaggaa tcagcggcct gtgcattgcg caagcgtcgc tgacgaagca cccggacgct 300  
gcgaagagtg tgatggtgac ggaggcgaag gaccgcgtgg gagggaaat catcacgcga 360  
gaggagcaag ggtttctatg ggaagaaggt cccaacagct ttcagccgtc tgatcctatg 420  
ctcactatgg tggtagatag tggtttgaag gatgatctag tcttgggaga tcctactgcg 480  
ccgaggttcg tgttgtggaa tgggaagctg aggccggttc cgtcgaagct aactgacttg 540  
cctttctttg acttgatgag cattggaggg aagattagag ctggggtttg tgccattggc 600  
attcgaccgt cacctccagg tcgtgaggaa tctgtggaag agtttgtaag gcgtaacctt 660  
ggtgatgagg tttttgagcg tttgattgaa cccttttggt caggtgttta tgcgggagat 720  
cctgcgaaac tgagtatgaa agcagctttg gggaaggttt ggaaactaaa ggagaatggt 780  
ggaagcatca taggtggtgc ttttaaggca attcaagcga aaaataaagc tccaagaca 840  
accgagacc cgcgtctgcc aaagccaaag ggccaaacag ttggttcttt caggaaagga 900

ctcacaatgc tgccagacgc aatctctgca aggttgggtg acaaggtgaa agtttcttgg 960  
aagctctcaa gtatcagtaa gctgcccagc ggaggatata gcttaactta cgaaactccg 1020  
gaggggatag tcaactgtaca gagcaaaagt gttgtgatga ctgtgccatc tcatgttgct 1080  
agtagtctct tgcgcctct ctctgactct gcagctgaag cgctctcaaa actctactat 1140  
ccaccagttg cagcagtatc tatctcatac ccgaaagaag caatccgaag cgaatgttta 1200  
atagatgggtg aactaaaagg gttcggccag ttgcatccac gcacgcagaa agtggaaact 1260  
cttgaacaa tatacagttc atcgctcttt cctaaccgag caccacctgg aagagtgttg 1320  
ctactgaact acatcgggtg agctaccaac actgggatct tatcaaagtc agaaggtgag 1380  
ttagtggaag cagtggatag agacttgagg aagatgctga taaagccaag ctcgaccgat 1440  
ccacttgtag ttggagtaaa agtttggcct caagccattc ctcagtttct gataggtcac 1500  
attgatttgg tagacgcagc gaaagcatct ctctcgtcat ctggccatga gggcttattc 1560  
ttgggtgga attacgttgc cgggtgtagca ttgggtcggg gtgtggaagg tgcttatgaa 1620  
actgcaacc aagtgaacga tttcatgtcg aggtacgctt acaagtaa 1668

<210> 37

<211> 212

<212> PRT(Белок)

<213> Brassica napus

<400> 37

Val Thr Val Gln Ser Lys Ser Val Val Met Thr Val Pro Ser His Val  
1 5 10 15

Ala Ser Ser Leu Leu Arg Pro Leu Ser Asp Ser Ala Ala Glu Ala Leu  
20 25 30

Ser Lys Leu Tyr Tyr Pro Pro Val Ala Ala Val Ser Ile Ser Tyr Ala  
35 40 45

Lys Glu Ala Ile Arg Ser Glu Cys Leu Ile Asp Gly Glu Leu Lys Gly  
50 55 60

Phe Gly Gln Leu His Pro Arg Thr Gln Lys Val Glu Thr Leu Gly Thr  
65 70 75 80

Ile Tyr Ser Ser Ser Leu Phe Pro Asn Arg Ala Pro Pro Gly Arg Val  
85 90 95

Leu Leu Leu Asn Tyr Ile Gly Gly Ala Thr Asn Thr Gly Ile Leu Ser  
100 105 110

Lys Ser Glu Gly Glu Leu Val Glu Ala Val Asp Arg Asp Leu Arg Lys  
115 120 125

Met Leu Ile Lys Pro Ser Ser Thr Asp Pro Leu Val Leu Gly Val Lys  
130 135 140

Leu Trp Pro Gln Ala Ile Pro Gln Phe Leu Ile Gly His Ile Asp Leu  
145 150 155 160

Val Asp Ala Ala Lys Ala Ser Leu Ser Ser Ser Gly His Glu Gly Leu  
165 170 175

Phe Leu Gly Gly Asn Tyr Val Ala Gly Val Ala Leu Gly Arg Cys Val  
180 185 190

Glu Gly Ala Tyr Glu Thr Ala Thr Gln Val Asn Asp Phe Met Ser Arg  
195 200 205

Tyr Ala Tyr Lys  
210

<210> 38

<211> 757

<212> DNA (ДНК)

<213> Brassica napus

<400> 38

tagtcactgt acagagcaaa agtgtagtga tgactgtgcc atctcatgta gctagtagtc 60  
tcttgcgccc tctctctgat tctgcagctg aagcgctctc aaaactctac tatccgccag 120  
ttgcagccgt atccatctca tacgcgaaag aagcaatccg aagcgaatgc ttaatagatg 180  
gtgaactaaa agggttcggc cagttgcatc cacgcacgca aaaagtggaa actcttgga 240  
caatatacag ttcacgctc tttcccaacc gagcaccgcc tggaagagta ttgctattga 300  
actacatcgg tggagctacc aacactggga tcttatcaaa gtcggaaggt gagttagtgg 360  
aagcagtaga tagagacttg aggaagatgc tgataaagcc aagctcgacc gatccacttg 420  
tacttgagatg aaaattatgg cctcaagcca ttctcagtt tctgataggt cacattgatt 480  
tggtagacgc agcgaaagca tcgctctcgt catctgggtca tgagggctta ttcttggtg 540  
gaaattacgt tgccggtgta gcattgggtc ggtgtgtgga aggtgcttat gaaactgcaa 600  
ccaagtgaa tgatttcatg tcaaggtatg cttacaagta atgtaacgca gcaacgattt 660  
gatactaagt agtagatttc gcagttctga ctttaagaac actctgtttg tgaaaaatc 720  
aagtctgtga ttgagtaaat ttatgtatta ttactaa 757

<210> 39

<211> 536

<212> PRT (Белок)

<213> Glycine max

<400> 39



Met Val Ala Ala Ala Met Ala Thr Ala Ala Ser Ala Ala Ala Pro  
 1 5 10 15

Leu Leu Asn Gly Thr Arg Arg Pro Ala Arg Leu Arg Arg Arg Gly Leu  
 20 25 30

Arg Val Arg Cys Ala Ala Val Ala Gly Gly Ala Ala Glu Ala Pro Ala  
 35 40 45

Ser Thr Gly Ala Arg Leu Ser Ala Asp Cys Val Val Val Gly Gly Gly  
 50 55 60

Ile Ser Gly Leu Cys Thr Ala Gln Ala Leu Ala Thr Arg His Gly Val  
 65 70 75 80

Gly Glu Val Leu Val Thr Glu Ala Arg Ala Arg Pro Gly Gly Asn Ile  
 85 90 95

Thr Thr Val Glu Arg Pro Glu Glu Gly Tyr Leu Trp Glu Glu Gly Pro  
 100 105 110

Asn Ser Phe Gln Pro Ser Asp Pro Val Leu Ser Met Ala Val Asp Ser  
 115 120 125

Gly Leu Lys Asp Asp Leu Val Phe Gly Asp Pro Asn Ala Pro Arg Phe  
 130 135 140

Val Leu Trp Glu Gly Lys Leu Arg Pro Val Pro Ser Lys Pro Ala Asp  
 145 150 155 160

Leu Pro Phe Phe Asp Leu Met Ser Ile Pro Gly Lys Leu Arg Ala Gly  
 165 170 175

Leu Gly Ala Leu Gly Ile Arg Pro Pro Pro Pro Gly Arg Glu Glu Ser  
 180 185 190

Val Glu Glu Phe Val Arg Arg Asn Leu Gly Ala Glu Val Phe Glu Arg  
 195 200 205

Leu Ile Glu Pro Phe Cys Ser Gly Val Tyr Ala Gly Asp Pro Ser Lys  
 210 215 220

Leu Ser Met Lys Ala Ala Phe Gly Lys Val Trp Arg Leu Glu Glu Ala  
 225 230 235 240

Gly Gly Ser Ile Ile Gly Gly Thr Ile Lys Thr Ile Gln Glu Arg Gly  
 245 250 255

Lys Asn Pro Lys Pro Pro Arg Asp Pro Arg Leu Pro Lys Pro Lys Gly  
260 265 270

Gln Thr Val Ala Ser Phe Arg Lys Gly Leu Ala Met Leu Pro Asn Ala  
275 280 285

Ile Thr Ser Ser Leu Gly Ser Lys Val Lys Leu Ser Trp Lys Leu Thr  
290 295 300

Ser Ile Thr Lys Ser Asp Gly Lys Gly Tyr Val Leu Glu Tyr Glu Thr  
305 310 315 320

Pro Glu Gly Val Val Leu Val Gln Ala Lys Ser Val Ile Met Thr Ile  
325 330 335

Pro Ser Tyr Val Ala Ser Asp Ile Leu Arg Pro Leu Ser Gly Asp Ala  
340 345 350

Ala Asp Ala Leu Ser Arg Phe Tyr Tyr Pro Pro Val Ala Ala Val Thr  
355 365

Val Ser Tyr Pro Lys Glu Ala Ile Arg Lys Glu Cys Leu Ile Asp Gly  
370 375 380

Glu Leu Gln Gly Phe Gly Gln Leu His Pro Arg Ser Gln Gly Val Glu  
385 390 395 400

Thr Leu Gly Thr Ile Tyr Ser Ser Ser Leu Phe Pro Asn Arg Ala Pro  
405 410 415

Ala Gly Arg Val Leu Leu Leu Asn Tyr Ile Gly Gly Ala Thr Asn Thr  
420 425 430

Gly Ile Val Ser Lys Thr Glu Ser Glu Leu Val Glu Ala Val Asp Arg  
435 440 445

Asp Leu Arg Lys Met Leu Ile Asn Ser Thr Ala Val Asp Pro Leu Val  
450 455 460

Leu Gly Val Arg Val Trp Pro Gln Ala Ile Pro Gln Phe Leu Val Gly  
465 470 475 480

His Leu Asp Leu Leu Glu Val Ala Lys Ser Ala Leu Asp Gln Gly Gly  
485 490 495

Tyr Asp Gly Leu Phe Leu Gly Gly Asn Tyr Val Ala Gly Val Ala Leu  
500 505 510

Gly Arg Cys Ile Glu Gly Ala Tyr Glu Ser Ala Ala Gln Ile Tyr Asp  
 515 520 525

Phe Leu Thr Lys Tyr Ala Tyr Lys  
 530 535

<210> 40  
 <211> 551  
 <212> PRT(Белок)  
 <213> Glycine max

<400> 40  
 Met Val Ser Val Phe Asn Asp Ile Leu Phe Pro Pro Asn Gln Thr Leu  
 1 5 10 15

Ser Pro Thr Ser Phe Phe Thr Ser Pro Thr Arg Lys Phe Pro Arg Ser  
 20 25 30

Arg Pro Asn Pro Ile Leu Arg Cys Ser Ile Ala Glu Glu Ser Thr Glu  
 35 40 45

Ser Arg Pro Lys Thr Gly Asp Ser Pro Pro Pro Pro Leu Met Glu Ala  
 50 55 60

Leu Ala Val Trp His Arg Pro Gly Pro Arg His Gln Ala Arg Gln Cys  
 65 70 75 80

Gln His Cys Trp Gly Asp Ser Arg Ala Arg Asp Arg Val Gly Gly Gly  
 85 90 95

Asn Ile Thr Thr Met Glu Ser Gly Gly Tyr Leu Trp Glu Glu Gly Pro  
 100 105 110

Asn Ser Phe Gln Pro Ser Asp Pro Met Leu Thr Met Val Val Asp Ser  
 115 120 125

Gly Leu Lys Asp Gln Leu Val Leu Gly Asp Pro Asp Ala Pro Arg Phe  
 130 135 140

Val Leu Trp Asn Gly Lys Leu Arg Pro Val Pro Gly Lys Pro Thr Asp  
 145 150 155 160

Leu Pro Phe Phe Asp Leu Met Ser Ile Gly Gly Lys Ile Arg Ala Gly  
 165 170 175

Phe Gly Val Leu Gly Ile Arg Pro Pro Pro Pro Val Glu Glu Phe Val  
 180 185 190

Arg Arg Asn Leu Gly Asp Asp Val Phe Glu Arg Leu Ile Glu Pro Phe  
 195 200 205

Cys Ser Gly Gly Asn Thr Cys Ile Phe Lys Phe Val Gly Ala Leu Leu  
 210 215 220

Ile Leu Trp Gly Leu Cys Arg Arg Ser Phe Lys Ile Lys Tyr Glu Ser  
 225 230 235 240

Ser Ile Trp Glu Ser Leu Glu Ala Gly Lys Asn Gly Gly Ser Ile Ile  
 245 250 255

Gly Gly Thr Phe Lys Ala Ile Gln Glu Arg Asn Gly Ala Ser Lys Pro  
 260 265 270

Pro Arg Asp Pro Arg Leu Pro Lys Pro Lys Gly Gln Thr Val Gly Ser  
 275 280 285

Phe Arg Lys Gly Leu Ile Met Leu Pro Asp Ala Ile Ser Ala Arg Leu  
 290 295 300

Gly Asn Lys Val Lys Leu Ser Trp Lys Leu Ser Ser Ile Ser Lys Leu  
 305 310 315 320

Asp Ser Gly Glu Tyr Ser Leu Thr Tyr Glu Thr Pro Glu Gly Val Val  
 325 330 335

Ser Leu Gln Cys Lys Thr Val Val Leu Thr Ile Pro Ser Tyr Val Ala  
 340 345 350

Ser Thr Leu Leu Arg Pro Leu Ser Ala Ala Ala Ala Asp Thr Leu Ser  
 355 360 365

Lys Phe Tyr Tyr Pro Pro Val Val Ala Val Ser Ile Ser Tyr Pro Lys  
 370 375 380

Glu Ala Ile Arg Ser Glu Cys Leu Ile Asp Gly Glu Leu Lys Gly Phe  
 385 390 395 400

Gly Ala Ile Tyr Ser Ser Ser Leu Phe Ser Asn Arg Ala Pro Pro Gly  
 405 410 415

Arg Val Leu Leu Leu Asn Tyr Ile Gly Gly Ala Thr Asn Thr Gly Ile  
 420 425 430

Tyr Gln Ser Phe Ser Gly Lys Leu Gln Gly Trp Phe Lys Glu Leu Ile  
 435 440 445

Ile Phe Thr Ser Gly Leu Phe Gly Cys Phe Lys Gln Leu Arg Pro Asn  
 450 455 460

Gly Leu Val Ser Asn Thr Asp Ser Glu Leu Val Ala Thr Val Asp Arg  
465 470 475 480

Asp Leu Arg Lys Ile Leu Ile Asn Pro Asn Ala Gln Asp Pro Phe Val  
485 490 495

Val Gly Val Arg Leu Trp Pro Gln Ala Ile Pro Gln Phe Leu Ile Gly  
500 505 510

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

Phe Glu Gly Leu Phe Leu Gly Gly Asn Tyr Val Ser Gly Val Ala Leu  
530 535 540

Gly Arg Trp Val Glu Gly Ala  
545 550

<210> 41  
<211> 1656  
<212> DNA (ДНК)  
<213> Glycine max

<400> 41  
atggtttccg tcttcaacga catcctattc ccgcctaacc aaaccctttc cccaacgtcc 60  
ttcttcacct ctcccactcg aaaattccct cgctctcgcc ctaaccctat tctccgctgc 120  
tccatcgccg aggagtccac cgagtctcgg cccaaaaccg gagactcccc cccccgcgg 180  
ttgatggagg cgttagcggg ctggcatcgc ccaggccctc gccaccaagc acgccaatgc 240  
caacactggt ggggagattc gagggcccga gaccgtgtcg gcggcggcaa catcaccacg 300  
atggagagtg gcggatacct ctgggaagaa ggcccccaaca gctttcagcc ctctgatcca 360  
atgctcacca tgggtggtgga cagtggctta aaggatcagc ttgttttggg ggatcctgat 420  
gcacctcggg ttgtgttggt gaatgggaag ttgaggccag tgcttgggaa gccgactgat 480  
ttgcctttct ttgacttgat gagcatcggg ggcaaaatca gggctggcct tgggtgtgctt 540  
ggtattcggc ctctcctcc agttgaagag tttgttcgtc ggaaccttgg tgatgatggt 600  
tttgaacgat tgatagagcc tttttgttca gggggcaata cttgtatatt taaatttgtg 660  
ggagcattac tcatattgtg ggggtctatgc aggcgatcct tcaaaattaa gtatgaaagc 720  
agcatttggg aaagtttggg ggctggaaaa aatggtggta gcataattgg tggaactttc 780  
aaagcaatac aagagagaaa tggagcttca aaaccacctc gagatccacg tctgccaaaa 840  
ccaaagggtc agactgttgg atcttttcgg aagggactta tcatgttgcc tgatgcaatt 900  
tctgcaagat taggcaacaa agtaaagtta tcttgggaagc tttcaagtat tagtaaaactg 960

gatagtgagg agtacagttt gacatatgaa acacccgaag gagtgggttc tttgcagtgcc 1020  
aaaaccgttg tcctgacat tccttcctat gttgctagta cattgctgcg tcctctgtct 1080  
gctgctgctg cagatagcct ttcaaagttt tattaccctc cagttggttc agtttccata 1140  
tcctatccaa aagaagctat tagatcagaa tgcttgatag atggtgagtt gaagggggtt 1200  
ggagctatat acagctcatc actattctcc aatcgagcac cacctggaag ggttctactc 1260  
ttgaattaca ttggaggagc tactaatact ggaatttate aaagtttttc tgggaaaact 1320  
caaggatggt ttaaagaact aatcattttc accagcgggt tatttgggtg ttttaaacia 1380  
ctcaggccta atggtcttgt ttcgaatagc gacagtgaac ttgtcgcaac agttgatcga 1440  
gatttgagaa aaatccttat aaacccaaat gcccaggatc catttgtagt gggggtgaga 1500  
ctgtggcctc aagctattcc acagttctta attggccatc ttgatcttct agatggtgct 1560  
aaagcttctc tcagaaatac tgggtttgaa gggctgttcc ttgggggtaa ctatgtgtct 1620  
ggtgttgcct tgggacgatg ggttgaggga gcctga 1656

<210> 42  
<211> 543  
<212> PRT(Белок)  
<213> Glycine max

<400> 42  
Met Val Ser Val Phe Asn Glu Ile Leu Phe Pro Pro Asn Gln Thr Leu  
1 5 10 15  
Leu Arg Pro Ser Leu His Ser Pro Thr Ser Phe Phe Thr Ser Pro Thr  
20 25 30  
Arg Lys Phe Pro Arg Ser Arg Pro Asn Pro Ile Leu Arg Cys Ser Ile  
35 40 45  
Ala Glu Glu Ser Thr Ala Ser Pro Pro Lys Thr Arg Asp Ser Ala Pro  
50 55 60  
Val Asp Cys Val Val Val Gly Gly Gly Val Ser Gly Leu Cys Ile Ala  
65 70 75 80  
Gln Ala Leu Ala Thr Lys His Ala Asn Ala Asn Val Val Val Thr Glu  
85 90 95  
Ala Arg Asp Arg Val Gly Gly Asn Ile Thr Thr Met Glu Arg Asp Gly  
100 105 110  
Tyr Leu Trp Glu Glu Gly Pro Asn Ser Phe Gln Pro Ser Asp Pro Met  
115 120 125  
Leu Thr Met Val Val Asp Ser Gly Leu Lys Asp Glu Leu Val Leu Gly

130

135

140

Asp Pro Asp Ala Pro Arg Phe Val Leu Trp Asn Arg Lys Leu Arg Pro  
 145 150 155 160

Val Pro Gly Lys Leu Thr Asp Leu Pro Phe Phe Asp Leu Met Ser Ile  
 165 170 175

Gly Gly Lys Ile Arg Ala Gly Phe Gly Ala Leu Gly Ile Arg Pro Pro  
 180 185 190

Pro Pro Gly His Glu Glu Ser Val Glu Glu Phe Val Arg Arg Asn Leu  
 195 200 205

Gly Asp Glu Val Phe Glu Arg Leu Ile Glu Pro Phe Cys Ser Gly Val  
 210 215 220

Tyr Ala Gly Asp Pro Ser Lys Leu Ser Met Lys Ala Ala Phe Gly Lys  
 225 230 235 240

Val Trp Lys Leu Glu Lys Asn Gly Gly Ser Ile Ile Gly Gly Thr Phe  
 245 250 255

Lys Ala Ile Gln Glu Arg Asn Gly Ala Ser Lys Pro Pro Arg Asp Pro  
 260 265 270

Arg Leu Pro Lys Pro Lys Gly Gln Thr Val Gly Ser Phe Arg Lys Gly  
 275 280 285

Leu Thr Met Leu Pro Asp Ala Ile Ser Ala Arg Leu Gly Asn Lys Val  
 290 295 300

Lys Leu Ser Trp Lys Leu Ser Ser Ile Ser Lys Leu Asp Ser Gly Glu  
 305 310 315 320

Tyr Ser Leu Thr Tyr Glu Thr Pro Glu Gly Val Val Ser Leu Gln Cys  
 325 330 335

Lys Thr Val Val Leu Thr Ile Pro Ser Tyr Val Ala Ser Thr Leu Leu  
 340 345 350

Arg Pro Leu Ser Ala Ala Ala Ala Asp Ala Leu Ser Lys Phe Tyr Tyr  
 355 360 365

Pro Pro Val Ala Ala Val Ser Ile Ser Tyr Pro Lys Glu Ala Ile Arg  
 370 375 380

Ser Glu Cys Leu Ile Asp Gly Glu Leu Lys Gly Phe Gly Gln Leu His

385                                    390                                    395                                    400  
 Pro Arg Ser Gln Gly Val Glu Thr Leu Gly Thr Ile Tyr Ser Ser Ser  
    405                                    410                                    415  
 Leu Phe Pro Asn Arg Ala Pro Pro Gly Arg Val Leu Leu Leu Asn Tyr  
    420                                    425                                    430  
 Ile Gly Gly Ala Thr Asn Thr Gly Ile Leu Ser Lys Thr Asp Ser Glu  
    435                                    440                                    445  
 Leu Val Glu Thr Val Asp Arg Asp Leu Arg Lys Ile Leu Ile Asn Pro  
    450                                    455                                    460  
 Asn Ala Gln Asp Pro Phe Val Val Gly Val Arg Leu Trp Pro Gln Ala  
    465                                    470                                    475                                    480  
 Ile Pro Gln Phe Leu Val Gly His Leu Asp Leu Leu Asp Val Ala Lys  
    485                                    490                                    495  
 Ala Ser Ile Arg Asn Thr Gly Phe Glu Gly Leu Phe Leu Gly Gly Asn  
    500                                    505                                    510  
 Tyr Val Ser Gly Val Ala Leu Gly Arg Cys Val Glu Gly Ala Tyr Glu  
    515                                    520                                    525  
 Val Ala Ala Glu Val Asn Asp Phe Leu Thr Asn Arg Val Tyr Lys  
    530                                    535                                    540

<210> 43  
 <211> 1632  
 <212> DNA (ДНК)  
 <213> Glycine max

<400> 43  
 atggtttccg tcttcaacga gatacctattc ccgccgaacc aaacccttct tcgcccctcc            60  
 ctccattccc caacctcttt cttcacctct cccactcgaa aattccctcg ctctcgcct            120  
 aaccctattc tacgctgctc cattgcggag gaatccaccg cgtctccgcc caaaaccaga            180  
 gactccgccc ccgtggactg cgtcgtcgtc ggcggaggcg tcagcggcct ctgcatcgcc            240  
 caggccctcg ccaccaaca cgccaatgcc aacgtcgtcg tcacggagge ccgagaccgc            300  
 gtcggcggca acatcaccac gatggagagg gacggatacc tctgggaaga aggccccaac            360  
 agcttcagc cttctgatcc aatgctcacc atggtggtgg acagtggttt aaaggatgag            420  
 cttgttttgg gggatcctga tgcacctcgg tttgtgttgt ggaacaggaa gttgaggccg            480  
 gtgcccggga agctgactga tttgcctttc tttgacttga tgagcattgg tggcaaaatc            540  
 agggctggct ttggtgcgct tggaattcgg cctcctcctc caggtcatga ggaatcggtt            600



gaagagtttg ttcgctcgaa ccttggtgat gaggtttttg aacggttgat agagcctttt 660  
 tgttcagggg tctatgcagg cgatccttca aaattaagta tgaaagcagc attcgggaaa 720  
 gtttgaagc tggaaaaaaa tgggtgtagc attattggtg gaactttcaa agcaatacaa 780  
 gagagaaatg gagcttcaaa accacctcga gatccgcgtc tgccaaaacc aaaaggtcag 840  
 actgttggat ctttccggaa gggacttacc atgttgctg atgcaatttc tgccagacta 900  
 ggcaacaaag taaagttatc ttggaagctt tcaagtatta gtaaactgga tagtggagag 960  
 tacagtttga catatgaaac accagaagga gtggtttctt tgcagtgcaa aactgttgtc 1020  
 ctgaccattc cttcctatgt tgctagtaca ttgctgcgtc ctctgtctgc tgctgctgca 1080  
 gatgcacttt caaagtttta ttaccctcca gttgctgcag tttccatata ctatccaaaa 1140  
 gaagctatta gatcagaatg cttgatagat ggtgagttga aggggtttgg tcaattgcat 1200  
 ccacgtagcc aaggagtgga aacattagga actatataca gctcatcact attccccaac 1260  
 cgagcaccac ctggaagggt tctactcttg aattacattg gaggagcaac taatactgga 1320  
 attttatcga agacggacag tgaacttgtg gaaacagttg atcgagattt gaggaaaatc 1380  
 cttataaacc caaatgcccc ggatccattt gtagtggggg tgagactgtg gcctcaagct 1440  
 attccacagt tcttagttgg ccatcttgat cttctagatg ttgctaaagc ttctatcaga 1500  
 aatactgggt ttgaagggtc cttccttggg ggtaattatg tgtctggtgt tgccttggga 1560  
 cgatgcgctg agggagccta tgaggtagca gctgaagtaa acgattttct cacaaataga 1620  
 gtgtacaaat ag 1632

<210> 44

<211> 515

<212> PRT(Белок)

<213> Glycine max

<400> 44

Met Ala Ser Ser Ala Thr Asp Asp Asn Pro Arg Ser Val Lys Arg Val  
 1 5 10 15

Ala Val Val Gly Ala Gly Val Ser Gly Leu Ala Ala Ala Tyr Lys Leu  
 20 25 30

Lys Ser His Gly Leu Asp Val Thr Val Phe Glu Ala Glu Gly Arg Ala  
 35 40 45

Gly Gly Arg Leu Arg Ser Val Ser Gln Asp Gly Leu Ile Trp Asp Glu  
 50 55 60

Gly Ala Asn Thr Met Thr Glu Ser Glu Ile Glu Val Lys Gly Leu Ile  
 65 70 75 80

Asp Ala Leu Gly Leu Gln Glu Lys Gln Gln Phe Pro Ile Ser Gln His  
 85 90 95

Lys Arg Tyr Ile Val Lys Asn Gly Ala Pro Leu Leu Val Pro Thr Asn  
 100 105 110

Pro Ala Ala Leu Leu Lys Ser Lys Leu Leu Ser Ala Gln Ser Lys Ile  
 115 120 125

His Leu Ile Phe Glu Pro Phe Met Trp Lys Arg Ser Asp Pro Ser Asn  
 130 135 140

Val Cys Asp Glu Asn Ser Val Glu Ser Val Gly Arg Phe Phe Glu Arg  
 145 150 155 160

His Phe Gly Lys Glu Val Val Asp Tyr Leu Ile Asp Pro Phe Val Gly  
 165 170 175

Gly Thr Ser Ala Ala Asp Pro Glu Ser Leu Ser Met Arg His Ser Phe  
 180 185 190

Pro Glu Leu Trp Asn Leu Glu Lys Arg Phe Gly Ser Ile Ile Ala Gly  
 195 200 205

Ala Leu Gln Ser Lys Leu Phe Ala Lys Arg Glu Lys Thr Gly Glu Asn  
 210 215 220

Arg Thr Ala Leu Arg Lys Asn Lys His Lys Arg Gly Ser Phe Ser Phe  
 225 230 235 240

Gln Gly Gly Met Gln Thr Leu Thr Asp Thr Leu Cys Lys Glu Leu Gly  
 245 250 255

Lys Asp Asp Leu Lys Leu Asn Glu Lys Val Leu Thr Leu Ala Tyr Gly  
 260 265 270

His Asp Gly Ser Ser Ser Ser Gln Asn Trp Ser Ile Thr Ser Ala Ser  
 275 280 285

Asn Gln Ser Thr Gln Asp Val Asp Ala Val Ile Met Thr Asn Leu His  
 290 295 300

Tyr Leu Lys His Ser Leu His Asn Gly Gln Ala Pro Leu Tyr Asn Val  
 305 310 315 320

Lys Asp Ile Lys Ile Thr Lys Arg Gly Thr Pro Phe Pro Leu Asn Phe  
 325 330 335

Leu Pro Glu Val Ser Tyr Val Pro Ile Ser Val Met Ile Thr Thr Phe  
 340 345 350  
 Lys Lys Glu Asn Val Lys Arg Pro Leu Glu Gly Phe Gly Val Leu Val  
 355 360 365  
 Pro Ser Lys Glu Gln Lys Asn Gly Leu Lys Thr Leu Gly Thr Leu Phe  
 370 375 380  
 Ser Ser Met Met Phe Pro Asp Arg Ala Pro Ser Asp Leu Tyr Leu Tyr  
 385 390 395 400  
 Thr Thr Phe Ile Gly Gly Thr Gln Asn Arg Glu Leu Ala Gln Ala Ser  
 405 410 415  
 Thr Asp Glu Leu Arg Lys Ile Val Thr Ser Asp Leu Arg Lys Leu Leu  
 420 425 430  
 Gly Ala Glu Gly Glu Pro Thr Phe Val Asn His Phe Tyr Trp Ser Lys  
 435 440 445  
 Gly Phe Pro Leu Tyr Gly Arg Asn Tyr Gly Ser Val Leu Gln Ala Ile  
 450 455 460  
 Asp Lys Ile Glu Lys Asp Leu Pro Gly Phe Phe Phe Ala Gly Asn Tyr  
 465 470 475 480  
 Lys Gly Gly Leu Ser Val Gly Lys Ala Ile Ala Ser Gly Cys Lys Ala  
 485 490 495  
 Ala Asp Leu Val Ile Ser Tyr Leu Asn Ser Ala Ser Asp Asn Thr Val  
 500 505 510  
 Pro Asp Lys  
 515

<210> 45

<211> 1548

<212> DNA (ДНК)

<213> Glycine max

<400> 45

atggcttccct ctgcaacaga cgataacca agatctgtaa aaagagtagc tgttgttggt	60
gctggggtaa gtgggcttgc tgcggcttac aaattgaaat cacatggtct ggatgtcact	120
gtatttgaag ctgaggaag agctggaggg aggttgagaa gtgtttctca ggatggtcta	180
atgtgggatg agggagctaa tacaatgact gaaagtgaaa ttgagggttaa aggtttgatt	240
gatgctcttg gacttcaaga aaagcagcag tttccaatat cacagcataa gcgctatatt	300

gtgaaaaatg gggcaccact tctggtaccc acaaatcctg ctgcactact gaagagtaaa	360
ctgctttctg cacaatcaaa gatccatctc atttttgaac catttatgtg gaaaagaagt	420
gaccctcta atgtgtgtga tgaaaattct gtggaaagt taggcagggt ctttgaacgt	480
cattttggaa aagaggttgt ggactatctg attgatcctt ttgttggggg cactagtgca	540
gcagatcctg aatctctctc tatgcgccat tctttcccag agctatggaa tttggagaaa	600
aggtttggct ccattatagc cggggcattg caatctaagt tattcgccaa aagggaaaaa	660
actggagaaa ataggactgc actaagaaaa aacaaacaca agcgtgggtt gttttctttc	720
cagggtggga tgcagacact gacagataca ttgtgcaaag agcttggcaa agacgacctt	780
aaattaaatg aaaaggtttt gacattagct tatggtcatg atggaagttc ctcttcacaa	840
aactggtcta ttactagtgc ttctaaccaa agtacacaag atgttgatgc agtaatcatg	900
acgaatctgc attatttaaa gcattcgttg cataatggtc aagctcctct atataatgtc	960
aaggacatca agatcacaaa aaggggaact ccctttccac ttaattttct tcccgaggta	1020
agctacgtgc caatctcagt catgattact accttcaaaa aggagaaatgt aaagagacct	1080
ttggagggat ttggagttct tgttccttct aaagagcaaa aaaatggttt aaaaaccctt	1140
ggtacacttt tttcctctat gatgttccca gatcgtgcac ctagtgattt atatctctat	1200
accaccttca ttggcggaac tcaaaacagg gaacttgctc aagcttcaac tgacgagctt	1260
aggaaaattg ttacttctga cctgagaaaag ttgttgggag cagaggggga accaacattt	1320
gtaaccatt tctattggag taaaggcttt cttttgatg gacgtaacta tgggtcagtt	1380
cttcaagcaa ttgataagat agaaaaagat cttcccggat ttttctttgc aggtaactac	1440
aaaggtggac tctcagttgg caaagcaata gcctcaggct gcaaagcagc tgatcttgtg	1500
ataticctacc tcaactctgc ttcagacaac acagtgcctg ataaatga	1548

<210> 46

<211> 48

<212> DNA (ДНК)

<213> Искусственная последовательность

<220>

<223> Описание искусственной последовательности: Синтетический олигонуклеотид

<400> 46

gttgggagat cctgatgcgc cttgctttgt cttgtggaag gataaacc

48

<210> 47

<211> 48

<212> DNA (ДНК)

<213> Искусственная последовательность

<220>

<223> Описание искусственной последовательности: Синтетический олигонуклеотид

<400> 47  
gtttatcctt ccacaagaca aagcaaggcg catcaggatc tcccaacc 48

<210> 48  
<211> 43  
<212> DNA (ДНК)  
<213> Искусственная последовательность

<220>  
<223> Описание искусственной последовательности: Синтетический  
олигонуклеотид

<400> 48  
catcatttta caggtgttta caccsgtgac ccstcaaaat tgc 43

<210> 49  
<211> 43  
<212> DNA (ДНК)  
<213> Искусственная последовательность

<220>  
<223> Описание искусственной последовательности: Синтетический  
олигонуклеотид

<400> 49  
caattttgag gggtcaccgg tgtaaacacc tgtaaaatga tgc 43

<210> 50  
<211> 5  
<212> PRT (Белок)  
<213> Искусственная последовательность

<220>  
<223> Описание искусственной последовательности: Синтетический  
пептид

<400> 50  
Val Pro Met Leu Lys  
1 5

**ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

1. Нетрансгенная растительная клетка, содержащая мутантный ген протопорфириноген IX оксидазы (PPX), причем указанный ген кодирует белок, содержащий мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из 52, 85, 105, 111, 130, 139, 143, 144, 145, 147, 165, 167, 170, 180, 185, 192, 193, 199, 206, 212, 219, 220, 221, 226, 228, 229, 230, 237, 244, 256, 257, 270, 271, 272, 305, 311, 316, 318, 332, 343, 354, 357, 359, 360, 366, 393, 403, 424, 426, 430, 438, 440, 444, 455, 457, 470, 478, 483, 484, 485, 487, 490, 503, 508 и 525 последовательности SEQ ID NO: 1, или указанный ген кодирует белок, содержащий мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из 58, 64, 74, 84, 93, 97, 98, 101, 119, 121, 124, 139, 150, 151, 157, 164, 170, 177, 187, 188, 195, 214, 215, 229, 230, 271, 274, 278, 283, 292, 296, 307, 324, 330, 396, 404, 406, 410, 421, 423, 434, 447, 448, 449, 451, 454, 465, 470 и 500 последовательности SEQ ID NO: 9.

2. Нетрансгенная растительная клетка по п. 1, отличающаяся тем, что указанные мутации в одном или более положениях аминокислот выбраны из группы, состоящей из  
замены глицин→лизин в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO: 1;  
замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO: 7;  
замены аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1;  
замены глутаминовая кислота→валин в положении, соответствующем положению 111 последовательности SEQ ID NO: 1;  
замены глицин→аспарагин в положении, соответствующем положению 130 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аспарагиновая кислота→гистидин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 143  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 144  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 144  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145  
последовательности SEQ ID NO: 1, ;

замены фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 147  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→аспарагин в положении, соответствующем положению 165  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 185  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 185  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→тирозин в положении, соответствующем положению 185  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем  
положению 192 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 192  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 193  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 199  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 206  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→серин в положении, соответствующем положению 219  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены метионин→лейцин в положении, соответствующем положению 228  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 230  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→глицин в положении, соответствующем положению 244  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 244  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 256  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→серин в положении, соответствующем положению 256  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 270  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 270  
последовательности SEQ ID NO: 1;



замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 271  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутамин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272  
последовательности SEQ ID NO: 7;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 305  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→аргинин в положении, соответствующем положению 311  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены треонин→глицин в положении, соответствующем положению 316  
последовательности SEQ ID NO: 1; замены треонин→глицин в положении,  
соответствующем положению 318 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→цистеин в положении, соответствующем положению 332  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→изолейцин в положении, соответствующем положению 357  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→треонин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→аргинин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 7;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 7;

замены лейцин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 360  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→лизин в положении, соответствующем положению 360  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 366  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 393  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 393  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→аргинин в положении, соответствующем положению 403  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→цистеин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→изолейцин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→лейцин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→аргинин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→треонин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→валин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 430  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→серин в положении, соответствующем положению 438  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 440  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→изолейцин в положении, соответствующем положению 444  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 455  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→валин в положении, соответствующем положению 457  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→серин в положении, соответствующем положению 470  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→тирозин в положении, соответствующем положению 470  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→серин в положении, соответствующем положению 478  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→глицин в положении, соответствующем положению 483  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аспарагиновая кислота→аланин в положении, соответствующем положению 484  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены изолейцин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению  
485 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 487  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→аспарагин в положении, соответствующем положению 490  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 503  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→треонин в положении, соответствующем положению 508  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525  
последовательности SEQ ID NO: 1.

замены изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525  
последовательности SEQ ID NO: 7;

замены аспарагиновая кислота→аспарагин в положении, соответствующем положению 58  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутаминовая кислота→валин в положении, соответствующем положению 64  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глицин→цистеин в положении, соответствующем положению 74  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глицин→аспарагин в положении, соответствующем положению 84  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лейцин→гистидин в положении, соответствующем положению 93  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 97  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 98  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 98  
последовательности SEQ ID NO:9;

замены аланин→валин в положении, соответствующем положению 101  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→аспарагин в положении, соответствующем положению 119  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 121  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→тирозин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→аргинин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→гистидин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутаминовая кислота→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем  
положению 150 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 150  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 151  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутамин→лейцин в положении, соответствующем положению 157  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены валин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 164  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены валин→аланин в положении, соответствующем положению 164  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая→глутаминовая кислота в положении, соответствующем  
положению 170 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 177  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены гистидин→глутамин в положении, соответствующем положению 187  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 188  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 195  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены пролин→серин в положении, соответствующем положению 214  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены изолейцин→серин в положении, соответствующем положению 215  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены изолейцин→гистидин в положении, соответствующем положению 215  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 229  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 230  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→ аргинин в положении, соответствующем положению 271  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 274  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены фенилаланин→глицин в положении, соответствующем положению 283  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аланин→глицин в положении, соответствующем положению 292  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 296  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 307  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению  
324 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 324  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая→глутаминовая кислота в положении, соответствующем  
положению 330 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 396  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аланин→серин в положении, соответствующем положению 404  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аргинин→лизин в положении, соответствующем положению 406  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→изолейцин в положении, соответствующем положению 410  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 421  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аланин→валин в положении, соответствующем положению 423  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 434  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→тирозин в положении, соответствующем положению 434  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 447  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→аланин в положении, соответствующем положению 448  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены валин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 449  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 451  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→аспарагин в положении, соответствующем положению  
454 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 465  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→треонин в положении, соответствующем положению 470  
последовательности SEQ ID NO: 9; и

замены треонин→серин в положении, соответствующем положению 500 последовательности SEQ ID NO: 9.

**3.** Нетрансгенная растительная клетка по любому из пп. 1-2, отличающаяся тем, что указанный мутантный ген PPX содержит одну или более мутаций последовательности нуклеиновой кислоты, выбранных из таблиц 2, 3а и 3б.

**4.** Нетрансгенная растительная клетка по любому из пп. 1-3, отличающаяся тем, что указанный мутантный ген PPX кодирует белок, содержащий комбинацию двух или более мутаций, выбранных из таблиц 4а и 4б.

**5.** Нетрансгенное растение, содержащее мутантный ген протопорфириноген IX оксидазы (PPX), отличающееся тем, что указанный ген кодирует белок, содержащий мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из положений 52, 85, 105, 111, 130, 139, 143, 144, 145, 147, 165, 167, 170, 180, 185, 192, 193, 199, 206, 212, 219, 220, 221, 226, 228, 229, 230, 237, 244, 256, 257, 270, 271, 272, 305, 311, 316, 318, 332, 343, 354, 357, 359, 360, 366, 393, 403, 424, 426, 430, 438, 440, 444, 455, 457, 470, 478, 483, 484, 485, 487, 490, 503, 508 и 525 последовательности SEQ ID NO: 1, или указанный ген кодирует белок, содержащий мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из положений 58, 64, 74, 84, 93, 97, 98, 101, 119, 121, 124, 139, 150, 151, 157, 164, 170, 177, 187, 188, 195, 214, 215, 229, 230, 271, 274, 278, 283, 292, 296, 307, 324, 330, 396, 404, 406, 410, 421, 423, 434, 447, 448, 449, 451, 454, 465, 470 и 500 последовательности SEQ ID NO: 9.

**6.** Нетрансгенное растение по п. 5, отличающееся тем, что указанные мутации в одном или более положениях аминокислот выбраны из группы, состоящей из



замены глицин→лизин в положении, соответствующем положению 52  
последовательности SEQ ID NO: 1;  
замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 52 SEQ ID NO: 7 на  
Фиг. 7;  
замены аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85  
последовательности SEQ ID NO: 1;  
замены глутаминовая кислота→валин в положении, соответствующем положению 111  
последовательности SEQ ID NO: 1;  
замены глицин→аспарагин в положении, соответствующем положению 130  
последовательности SEQ ID NO: 1;  
замены аспарагиновая кислота→гистидин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 1;  
замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 143  
последовательности SEQ ID NO: 1;  
замены аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144  
последовательности SEQ ID NO: 1;  
; замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 144  
последовательности SEQ ID NO: 1;  
замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 144  
последовательности SEQ ID NO: 1;  
замены фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145  
последовательности SEQ ID NO: 1, ;  
замены фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145  
последовательности SEQ ID NO: 1;  
замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 147  
последовательности SEQ ID NO: 1;  
замены фенилаланин→аспарагин в положении, соответствующем положению 165  
последовательности SEQ ID NO: 1;  
замены аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 185  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 185  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→тирозин в положении, соответствующем положению 185  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем  
положению 192 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 192  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 193  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 199  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 206  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→серин в положении, соответствующем положению 219  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены метионин→лейцин в положении, соответствующем положению 228  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 230  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→глицин в положении, соответствующем положению 244  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 244  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 256  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→серин в положении, соответствующем положению 256  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 270  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 270  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 271  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутамин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272  
последовательности SEQ ID NO: 7;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 305  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→аргинин в положении, соответствующем положению 311  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены треонин→глицин в положении, соответствующем положению 316  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены треонин→глицин в положении, соответствующем положению 318  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→цистеин в положении, соответствующем положению 332  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→изолейцин в положении, соответствующем положению 357  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→треонин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→аргинин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 7;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 7;

замены лейцин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 360  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→лизин в положении, соответствующем положению 360  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 366  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 393  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 393  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→аргинин в положении, соответствующем положению 403  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→цистеин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→изолейцин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→лейцин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→аргинин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→треонин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→валин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 430  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→серин в положении, соответствующем положению 438  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 440  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→изолейцин в положении, соответствующем положению 444  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 455  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→валин в положении, соответствующем положению 457  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→серин в положении, соответствующем положению 470  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→тирозин в положении, соответствующем положению 470  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→серин в положении, соответствующем положению 478  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→глицин в положении, соответствующем положению 483  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аспарагиновая кислота→аланин в положении, соответствующем положению 484  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены изолейцин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 485 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 487 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→аспарагин в положении, соответствующем положению 490 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 503 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→треонин в положении, соответствующем положению 508 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 1.

и замены изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525 последовательности SEQ ID NO: 7;

замены аспарагиновая кислота→аспарагин в положении, соответствующем положению 58 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутаминовая кислота→валин в положении, соответствующем положению 64 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глицин→цистеин в положении, соответствующем положению 74 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глицин→аспарагин в положении, соответствующем положению 84 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лейцин→гистидин в положении, соответствующем положению 93 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 97 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 98  
последовательности SEQ ID NO:9;

замены аланин→валин в положении, соответствующем положению 101  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→аспарагин в положении, соответствующем положению 119  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 121  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→тирозин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→аргинин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→гистидин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутаминовая кислота→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем  
положению 150 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 150  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 151  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутамин→лейцин в положении, соответствующем положению 157  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены валин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 164  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены валин→аланин в положении, соответствующем положению 164  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая→глутаминовая кислота в положении, соответствующем  
положению 170 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 177  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены гистидин→глутамин в положении, соответствующем положению 187  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 188  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 195  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены пролин→серин в положении, соответствующем положению 214  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены изолейцин→серин в положении, соответствующем положению 215  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены изолейцин→гистидин в положении, соответствующем положению 215  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 229  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 230  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→ аргинин в положении, соответствующем положению 271  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 274  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены фенилаланин→глицин в положении, соответствующем положению 283  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аланин→глицин в положении, соответствующем положению 292  
последовательности SEQ ID NO: 9;



замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 296  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 307  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению  
324 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 324  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая→глутаминовая кислота в положении, соответствующем  
положению 330 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 396  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аланин→серин в положении, соответствующем положению 404  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аргинин→лизин в положении, соответствующем положению 406  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→изолейцин в положении, соответствующем положению 410  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 421  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аланин→валин в положении, соответствующем положению 423  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 434  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→тирозин в положении, соответствующем положению 434  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 447  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→аланин в положении, соответствующем положению 448  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены валин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 449 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 451 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→аспарагин в положении, соответствующем положению 454 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 465 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→треонин в положении, соответствующем положению 470 последовательности SEQ ID NO: 9; и

замены треонин→серин в положении, соответствующем положению 500 последовательности SEQ ID NO: 9.

7. Нетрансгенное растение по любому из пп. 5-6, отличающееся тем, что указанный мутантный ген PPX содержит одну или более мутаций последовательности нуклеиновой кислоты, выбранных из таблиц 2 и 3.

8. Нетрансгенное растение по любому из пп. 5-7, отличающееся тем, что указанный мутантный ген PPX кодирует белок, содержащий комбинацию двух или более мутаций, выбранных из таблиц 4а и 4б.

9. Нетрансгенное растение по любому из пп. 5-8, отличающееся тем, что указанное растение выбрано из группы, состоящей из картофеля, подсолнечника, сахарной свеклы, кукурузы, хлопка, сои, пшеницы, ржи, овса, риса, канолы, плодовых растений, овощей, табака, ячменя, сорго, томата, манго, персика, яблони, груши, клубники, банана, дыни, моркови, салата, лука, видов сои, сахарного тростника, гороха, кормовых бобов, тополя, винограда, цитрусовых, люцерны, ржи, овса, дернообразующих и кормовых трав, льна, масличного рапса, огурца, вьюнка, бальзамина, перца, баклажана,

бархатцев, лотоса, капусты, астровых, гвоздики, петунии, тюльпана, ириса, лилии и дающих орехи растений.

**10.** Нетрансгенное растение по любому из пп. 5-9, отличающееся тем, что указанное растение представляет собой вид, выбранный из группы, состоящей из *Solanum tuberosum*, *Oryza sativa* и *Zea mays*.

**11.** Нетрансгенное растение по любому из пп. 5-10, отличающееся тем, что указанное растение представляет собой сорт картофеля Рассет Бербанк.

**12.** Нетрансгенное растение по любому из пп. 5-11, отличающееся тем, что указанное растение воспроизводят путем бесполого размножения.

**13.** Нетрансгенное растение по любому из пп. 5-12, отличающееся тем, что указанное растение получают из клубня.

**14.** Нетрансгенное растение по любому из пп. 5-13, отличающееся тем, что указанное растение устойчиво к одному или более гербицидам.

**15.** Нетрансгенное растение по любому из пп. 5-14, отличающееся тем, что указанное растение устойчиво к одному или более гербицидам, ингибирующим РРХ.

**16.** Нетрансгенное растение по любому из пп. 5-15, отличающееся тем, что указанное растение устойчиво к одному или более гербицидам, выбранным из таблицы 5.

**17.** Нетрансгенное растение по любому из пп. 5-16, отличающееся тем, что указанное растение устойчиво к одному или более гербицидам, выбранным из группы, состоящей из флумиоксазина, сульфентразона и сафлуфенацила.

**18.** Способ получения нетрансгенной растительной клетки с мутантным геном PPX, включающий введение в растительную клетку олигонуклеотида репарации генов (GRON) с направленной мутацией в гене протопорфириноген IX оксидазы (PPX) с получением растительной клетки с геном PPX, которая экспрессирует белок PPX, содержащий мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из 52, 85, 105, 111, 130, 139, 143, 144, 145, 147, 165, 167, 170, 180, 185, 192, 193, 199, 206, 212, 219, 220, 221, 226, 228, 229, 230, 237, 244, 256, 257, 270, 271, 272, 305, 311, 316, 318, 332, 343, 354, 357, 359, 360, 366, 393, 403, 424, 426, 430, 438, 440, 444, 455, 457, 470, 478, 483, 484, 485, 487, 490, 503, 508 и 525 последовательности SEQ ID NO: 1, или где указанный ген кодирует белок, содержащий мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из 58, 64, 74, 84, 93, 97, 98, 101, 119, 121, 124, 139, 150, 151, 157, 164, 170, 177, 187, 188, 195, 214, 215, 229, 230, 271, 274, 278, 283, 292, 296, 307, 324, 330, 396, 404, 406, 410, 421, 423, 434, 447, 448, 449, 451, 454, 465, 470 и 500 последовательности SEQ ID NO: 9.

**19.** Способ по п. 18, отличающийся тем, что указанная мутация включает одну или более мутаций в одном или более положениях аминокислот, выбранных из группы, состоящей из  
замены глицин→лизин в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO: 1;  
замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 52 SEQ ID NO: 7 на Фиг. 7;  
замены аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→валин в положении, соответствующем положению 111  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глицин→аспарагин в положении, соответствующем положению 130  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аспарагиновая кислота→гистидин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 143  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 144  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 144  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145  
последовательности SEQ ID NO: 1, ;

замены фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 147  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→аспарагин в положении, соответствующем положению 165  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 185  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 185  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→тирозин в положении, соответствующем положению 185  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 192 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 192 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 193 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 199 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 206 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→серин в положении, соответствующем положению 219 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены метионин→лейцин в положении, соответствующем положению 228 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 230 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→глицин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 244 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 256 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→серин в положении, соответствующем положению 256 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 270  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 270  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 271  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутамин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272  
последовательности SEQ ID NO: 7;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 305  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→аргинин в положении, соответствующем положению 311  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены треонин→глицин в положении, соответствующем положению 316  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены треонин→глицин в положении, соответствующем положению 318  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→цистеин в положении, соответствующем положению 332  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→изолейцин в положении, соответствующем положению 357  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→треонин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→аргинин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 7;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 7;

замены лейцин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 360  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→лизин в положении, соответствующем положению 360  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 366  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 393  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 393  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→аргинин в положении, соответствующем положению 403  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→цистеин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→изолейцин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→лейцин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→аргинин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→треонин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;



замены тирозин→валин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 430  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→серин в положении, соответствующем положению 438  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 440  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→изолейцин в положении, соответствующем положению 444  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 455  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→валин в положении, соответствующем положению 457  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→серин в положении, соответствующем положению 470  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→тирозин в положении, соответствующем положению 470  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→серин в положении, соответствующем положению 478  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→глицин в положении, соответствующем положению 483  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аспарагиновая кислота→аланин в положении, соответствующем положению 484  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены изолейцин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению  
485 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 487  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→аспарагин в положении, соответствующем положению 490  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 503  
последовательности SEQ ID NO: 1;  
замены валин→треонин в положении, соответствующем положению 508  
последовательности SEQ ID NO: 1;  
замены изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525  
последовательности SEQ ID NO: 1.  
и замены изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525  
последовательности SEQ ID NO: 7;  
замены аспарагиновая кислота→аспарагин в положении, соответствующем положению 58  
последовательности SEQ ID NO: 9;  
замены глутаминовая кислота→валин в положении, соответствующем положению 64  
последовательности SEQ ID NO: 9;  
замены глицин→цистеин в положении, соответствующем положению 74  
последовательности SEQ ID NO: 9;  
замены глицин→аспарагин в положении, соответствующем положению 84  
последовательности SEQ ID NO: 9;  
замены лейцин→гистидин в положении, соответствующем положению 93  
последовательности SEQ ID NO: 9;  
замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 97  
последовательности SEQ ID NO: 9;  
замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98  
последовательности SEQ ID NO: 9;  
замены аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 98  
последовательности SEQ ID NO: 9;  
замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 98  
последовательности SEQ ID NO:9;  
замены аланин→валин в положении, соответствующем положению 101  
последовательности SEQ ID NO: 9;  
замены серин→аспарагин в положении, соответствующем положению 119  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 121  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→тирозин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→аргинин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→гистидин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутаминовая кислота→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем  
положению 150 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 150  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 151  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутамин→лейцин в положении, соответствующем положению 157  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены валин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 164  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены валин→аланин в положении, соответствующем положению 164  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая→глутаминовая кислота в положении, соответствующем  
положению 170 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 177  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены гистидин→глутамин в положении, соответствующем положению 187  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 188  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 195  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены пролин→серин в положении, соответствующем положению 214  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены изолейцин→серин в положении, соответствующем положению 215  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены изолейцин→гистидин в положении, соответствующем положению 215  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 229  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 230  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→ аргинин в положении, соответствующем положению 271  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 274  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены фенилаланин→глицин в положении, соответствующем положению 283  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аланин→глицин в положении, соответствующем положению 292  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 296  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 307  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению  
324 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 324  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая→глутаминовая кислота в положении, соответствующем  
положению 330 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 396  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аланин→серин в положении, соответствующем положению 404  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аргинин→лизин в положении, соответствующем положению 406  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→изолейцин в положении, соответствующем положению 410  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 421  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аланин→валин в положении, соответствующем положению 423  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 434  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→тирозин в положении, соответствующем положению 434  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 447  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→аланин в положении, соответствующем положению 448  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены валин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 449  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 451  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→аспарагин в положении, соответствующем положению  
454 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 465 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→треонин в положении, соответствующем положению 470 последовательности SEQ ID NO: 9; и

замены треонин→серин в положении, соответствующем положению 500 последовательности SEQ ID NO: 9.

**20.** Способ по любому из пп. 18-19, отличающийся тем, что указанный мутантный ген PPX содержит одну или более мутаций последовательности нуклеиновой кислоты, выбранных из таблицы 2.

**21.** Способ по любому из пп. 18-20, отличающийся тем, что указанный мутантный ген PPX кодирует белок, содержащий комбинацию двух или более мутаций, выбранных из таблиц 3а и 3б.

**22.** Способ по любому из пп. 18-21, отличающийся тем, что указанная растительная клетка представляет собой клетку растения, выбранного из группы, состоящей из картофеля, подсолнечника, сахарной свеклы, кукурузы, хлопка, сои, пшеницы, ржи, овса, риса, канолы, плодовых растений, овощей, табака, ячменя, сорго, томата, манго, персика, яблони, груши, клубники, банана, дыни, моркови, салата, лука, видов сои, сахарного тростника, гороха, кормовых бобов, тополя, винограда, цитрусовых, люцерны, ржи, овса, дернообразующих и кормовых трав, льна, масличного рапса, огурца, выюнка, бальзамина, перца, баклажана, бархатцев, лотоса, капусты, астровых, гвоздики, петунии, тюльпана, ириса, лилии и дающих орехи растений.

**23.** Способ по любому из пп. 18-22, отличающийся тем, что указанная растительная клетка относится к виду, выбранному из группы, состоящей из *Solanum*

*tuberosum*, *Oryza sativa*, *Sorghum bicolor*, *Ricinus communis*, *Brassica napus*, *Glycine max* и *Zea mays*.

- 24.** Способ по любому из пп. 18-23, отличающийся тем, что указанная растительная клетка представляет собой сорт картофеля Рассет Бербанк.
- 25.** Способ по любому из пп. 18-24, отличающийся тем, что указанное растение устойчиво к одному или более гербицидам.
- 26.** Способ по любому из пп. 18-25, отличающийся тем, что указанное растение устойчиво к одному или более гербицидам, ингибирующим РРХ.
- 27.** Способ по любому из пп. 18-26, отличающийся тем, что указанное растение устойчиво к одному или более гербицидам, выбранным из таблицы 5.
- 28.** Способ по любому из пп. 18-27, отличающийся тем, что указанное растение устойчиво к одному или более гербицидам, выбранным из группы, состоящей из флумиоксазина, сульфентразона и сафлуфенацила.
- 29.** Способ получения устойчивого к гербицидам растения, включающий  
(а) введение в растительную клетку олигонуклеотида репарации генов (GRON) с направленной мутацией в гене протопорфириноген IX оксидазы (РРХ) с получением растительной клетки с геном РРХ, которая экспрессирует белок РРХ, содержащий мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из 52, 85, 105, 111, 130, 139, 143, 144, 145, 147, 165, 167, 170, 180, 185, 192, 193, 199, 206, 212, 219, 220, 221, 226, 228, 229, 230, 237, 244, 256,

257, 270, 271, 272, 305, 311, 316, 318, 332, 343, 354, 357, 359, 360, 366, 393, 403, 424, 426, 430, 438, 440, 444, 455, 457, 470, 478, 483, 484, 485, 487, 490, 503, 508 и 525

последовательности SEQ ID NO: 1, или где указанный ген кодирует белок, содержащий мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из 58, 64, 74, 84, 93, 97, 98, 101, 119, 121, 124, 139, 150, 151, 157, 164, 170, 177, 187, 188, 195, 214, 215, 229, 230, 271, 274, 278, 283, 292, 296, 307, 324, 330, 396, 404, 406, 410, 421, 423, 434, 447, 448, 449, 451, 454, 465, 470 и 500 последовательности SEQ ID NO: 9.

(b) идентификацию растительной клетки, отличающейся по существу нормальным ростом и каталитической активностью по сравнению с соответствующей растительной клеткой дикого типа в присутствии гербицида; и

(c) регенерирование нетрансгенного устойчивого к гербицидам растения, содержащего мутантный ген PPX, из указанной растительной клетки.

**30.** Способ по п. 29, отличающийся тем, что указанный гербицид представляет собой гербицид, ингибирующий PPX.

**31.** Способ по любому из пп. 29-30, отличающийся тем, что указанная мутация включает одну или более мутаций, выбранных из группы, состоящей из замены глицин→лизин в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 52 SEQ ID NO: 7 на Фиг. 7; замены аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1; замены глутаминовая кислота→валин в положении, соответствующем положению 111 последовательности SEQ ID NO: 1;



замены глицин→аспарагин в положении, соответствующем положению 130  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аспарагиновая кислота→гистидин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 143  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144  
последовательности SEQ ID NO: 1;

; замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 144  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 144  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 147  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→аспарагин в положении, соответствующем положению 165  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 185  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 185  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→тирозин в положении, соответствующем положению 185  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем  
положению 192 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 192  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 193  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 199  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 206  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→серин в положении, соответствующем положению 219  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены метионин→лейцин в положении, соответствующем положению 228  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 230  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→глицин в положении, соответствующем положению 244  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 244  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 256  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→серин в положении, соответствующем положению 256  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 270  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 270  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 271  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутамин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272  
последовательности SEQ ID NO: 7;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 305  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→аргинин в положении, соответствующем положению 311  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены треонин→глицин в положении, соответствующем положению 316  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены треонин→глицин в положении, соответствующем положению 318  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→цистеин в положении, соответствующем положению 332  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→изолейцин в положении, соответствующем положению 357  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→треонин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→аргинин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 7;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 7;

замены лейцин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 360  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→лизин в положении, соответствующем положению 360  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 366  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 393  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 393  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→аргинин в положении, соответствующем положению 403  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→цистеин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→изолейцин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→лейцин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→аргинин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→треонин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→валин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 430  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→серин в положении, соответствующем положению 438  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 440  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→изолейцин в положении, соответствующем положению 444  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 455  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→валин в положении, соответствующем положению 457  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→серин в положении, соответствующем положению 470  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→тирозин в положении, соответствующем положению 470  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→серин в положении, соответствующем положению 478  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→глицин в положении, соответствующем положению 483  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аспарагиновая кислота→аланин в положении, соответствующем положению 484  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены изолейцин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению  
485 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 487  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→аспарагин в положении, соответствующем положению 490  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 503  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→треонин в положении, соответствующем положению 508  
последовательности SEQ ID NO: 1;  
замены изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525  
последовательности SEQ ID NO: 1.  
и замены изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525  
последовательности SEQ ID NO: 7;  
замены аспарагиновая кислота→аспарагин в положении, соответствующем положению 58  
последовательности SEQ ID NO: 9;  
замены глутаминовая кислота→валин в положении, соответствующем положению 64  
последовательности SEQ ID NO: 9;  
замены глицин→цистеин в положении, соответствующем положению 74  
последовательности SEQ ID NO: 9;  
замены глицин→аспарагин в положении, соответствующем положению 84  
последовательности SEQ ID NO: 9;  
замены лейцин→гистидин в положении, соответствующем положению 93  
последовательности SEQ ID NO: 9;  
замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 97  
последовательности SEQ ID NO: 9;  
замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98  
последовательности SEQ ID NO: 9;  
замены аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 98  
последовательности SEQ ID NO: 9;  
замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 98  
последовательности SEQ ID NO:9;  
замены аланин→валин в положении, соответствующем положению 101  
последовательности SEQ ID NO: 9;  
замены серин→аспарагин в положении, соответствующем положению 119  
последовательности SEQ ID NO: 9;  
замены фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 121  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→тирозин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→аргинин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→гистидин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутаминовая кислота→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем  
положению 150 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 150  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 151  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутамин→лейцин в положении, соответствующем положению 157  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены валин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 164  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены валин→аланин в положении, соответствующем положению 164  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая→глутаминовая кислота в положении, соответствующем  
положению 170 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 177  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены гистидин→глутамин в положении, соответствующем положению 187  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 188  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 195  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены пролин→серин в положении, соответствующем положению 214  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены изолейцин→серин в положении, соответствующем положению 215  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены изолейцин→гистидин в положении, соответствующем положению 215  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 229  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 230  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→ аргинин в положении, соответствующем положению 271  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 274  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены фенилаланин→глицин в положении, соответствующем положению 283  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аланин→глицин в положении, соответствующем положению 292  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 296  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 307  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению  
324 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 324  
последовательности SEQ ID NO: 9;



замены аспарагиновая→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 330 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 396 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аланин→серин в положении, соответствующем положению 404 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аргинин→лизин в положении, соответствующем положению 406 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→изолейцин в положении, соответствующем положению 410 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 421 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аланин→валин в положении, соответствующем положению 423 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 434 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→тирозин в положении, соответствующем положению 434 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 447 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→аланин в положении, соответствующем положению 448 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены валин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 449 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 451 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→аспарагин в положении, соответствующем положению 454 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 465 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→треонин в положении, соответствующем положению 470 последовательности SEQ ID NO: 9; и  
замены треонин→серин в положении, соответствующем положению 500 последовательности SEQ ID NO: 9.

**32.** Способ по любому из пп. 29-31, отличающийся тем, что указанный мутантный ген PPX содержит одну или более мутаций последовательности нуклеиновой кислоты, выбранных из таблицы 2.

**33.** Способ по любому из пп. 29-32, отличающийся тем, что указанный мутантный ген PPX кодирует белок, содержащий комбинацию двух или более мутаций, выбранных из таблиц 3a и 3b.

**34.** Способ по любому из пп. 29-33, отличающийся тем, что указанное растение выбрано из группы, состоящей из картофеля, подсолнечника, сахарной свеклы, кукурузы, хлопка, сои, пшеницы, ржи, овса, риса, канолы, плодовых растений, овощей, табака, ячменя, сорго, томата, манго, персика, яблони, груши, клубники, банана, дыни, моркови, салата, лука, видов сои, сахарного тростника, гороха, кормовых бобов, тополя, винограда, цитрусовых, люцерны, ржи, овса, дернообразующих и кормовых трав, льна, масличного рапса, огурца, вьюнка, бальзамина, перца, баклажана, бархатцев, лотоса, капусты, астровых, гвоздики, петунии, тюльпана, ириса, лилии и дающих орехи растений.

**35.** Способ по любому из пп. 29-34, отличающийся тем, что указанное растение представляет собой вид, выбранный из группы, состоящей из *Solanum tuberosum*, *Oryza sativa* и *Zea mays*.

**36.** Способ по любому из пп. 29-35, отличающийся тем, что указанное растение представляет собой сорт картофеля Рассет Бербанк.

**37.** Способ по любому из пп. 29-36, отличающийся тем, что указанное растение воспроизводят путем бесполого размножения.

**38.** Способ по любому из пп. 29-37, отличающийся тем, что указанное растение получают из клубня.

**39.** Способ по любому из пп. 29-38, отличающийся тем, что указанное растение устойчиво к одному или более гербицидам.

**40.** Способ по любому из пп. 29-39, отличающийся тем, что указанное растение устойчиво к одному или более гербицидам, ингибирующим РРХ.

**41.** Способ по любому из пп. 29-40, отличающийся тем, что указанное растение устойчиво к одному или более гербицидам, выбранным из таблицы 5.

**42.** Способ по любому из пп. 29-41, отличающийся тем, что указанное растение устойчиво к одному или более гербицидам, выбранным из группы, состоящей из флумиоксазина, сульфентразона и сафлуфенацила.

**43.** Растительная клетка, содержащая мутантный ген протопорфириноген IX оксидазы (РРХ), отличающаяся тем, что указанный ген кодирует белок, содержащий мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из 52, 85, 105, 111, 130, 139, 143, 144, 145, 147, 165,

167, 170, 180, 185, 192, 193, 199, 206, 212, 219, 220, 221, 226, 228, 229, 230, 237, 244, 256, 257, 270, 271, 272, 305, 311, 316, 318, 332, 343, 354, 357, 359, 360, 366, 393, 403, 424, 426, 430, 438, 440, 444, 455, 457, 470, 478, 483, 484, 485, 487, 490, 503, 508 и 525 последовательности SEQ ID NO: 1, или отличающаяся тем, что указанный ген кодирует белок, содержащий мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из 58, 64, 74, 84, 93, 97, 98, 101, 119, 121, 124, 139, 150, 151, 157, 164, 170, 177, 187, 188, 195, 214, 215, 229, 230, 271, 274, 278, 283, 292, 296, 307, 324, 330, 396, 404, 406, 410, 421, 423, 434, 447, 448, 449, 451, 454, 465, 470 и 500 последовательности SEQ ID NO: 9.

44. Растительная клетка по п. 43, отличающаяся тем, что указанные мутации в одном или более положениях аминокислот выбраны из группы, состоящей из замены глицин→лизин в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 52 SEQ ID NO: 7 на Фиг. 7; замены аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85 последовательности SEQ ID NO: 1; замены глутаминовая кислота→валин в положении, соответствующем положению 111 последовательности SEQ ID NO: 1; замены глицин→аспарагин в положении, соответствующем положению 130 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аспарагиновая кислота→гистидин в положении, соответствующем положению 139 последовательности SEQ ID NO: 1; замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 143 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 144  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 144  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145  
последовательности SEQ ID NO: 1, ;

замены фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 147  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→аспарагин в положении, соответствующем положению 165  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 185  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 185  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→тирозин в положении, соответствующем положению 185  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем  
положению 192 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 192  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 193  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 199  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 206  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→серин в положении, соответствующем положению 219  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены метионин→лейцин в положении, соответствующем положению 228  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 230  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→глицин в положении, соответствующем положению 244  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 244  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 256  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→серин в положении, соответствующем положению 256  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 270  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 270  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 271  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутамин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272  
последовательности SEQ ID NO: 7;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 305  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→ аргинин в положении, соответствующем положению 311  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены треонин→глицин в положении, соответствующем положению 316  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены треонин→глицин в положении, соответствующем положению 318  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→цистеин в положении, соответствующем положению 332  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→изолейцин в положении, соответствующем положению 357  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→треонин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→аргинин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 7;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 7;

замены лейцин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 360  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→лизин в положении, соответствующем положению 360  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 366  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 393  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 393  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→аргинин в положении, соответствующем положению 403  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→цистеин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→изолейцин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→лейцин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→аргинин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→треонин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→валин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 430  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→серин в положении, соответствующем положению 438  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 440  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→изолейцин в положении, соответствующем положению 444  
последовательности SEQ ID NO: 1;



замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 455  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→валин в положении, соответствующем положению 457  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→серин в положении, соответствующем положению 470  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→тирозин в положении, соответствующем положению 470  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→серин в положении, соответствующем положению 478  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→глицин в положении, соответствующем положению 483  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аспарагиновая кислота→аланин в положении, соответствующем положению 484  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены изолейцин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению  
485 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 487  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→аспарагин в положении, соответствующем положению 490  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 503  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→треонин в положении, соответствующем положению 508  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525  
последовательности SEQ ID NO: 1.

и замены изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525  
последовательности SEQ ID NO: 7;

замены аспарагиновая кислота→аспарагин в положении, соответствующем положению 58  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутаминовая кислота→валин в положении, соответствующем положению 64  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глицин→цистеин в положении, соответствующем положению 74  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глицин→аспарагин в положении, соответствующем положению 84  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лейцин→гистидин в положении, соответствующем положению 93  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 97  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 98  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 98  
последовательности SEQ ID NO:9;

замены аланин→валин в положении, соответствующем положению 101  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→аспарагин в положении, соответствующем положению 119  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 121  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→тирозин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→аргинин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→гистидин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутаминовая кислота→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 150 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 150 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 151 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутамин→лейцин в положении, соответствующем положению 157 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены валин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 164 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены валин→аланин в положении, соответствующем положению 164 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 170 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 177 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены гистидин→глутамин в положении, соответствующем положению 187 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 188 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 195 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены пролин→серин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены изолейцин→серин в положении, соответствующем положению 215 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены изолейцин→гистидин в положении, соответствующем положению 215 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 229  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 230  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→ аргинин в положении, соответствующем положению 271  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 274  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены фенилаланин→глицин в положении, соответствующем положению 283  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аланин→глицин в положении, соответствующем положению 292  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 296  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 307  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению  
324 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 324  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая→глутаминовая кислота в положении, соответствующем  
положению 330 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 396  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аланин→серин в положении, соответствующем положению 404  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аргинин→лизин в положении, соответствующем положению 406  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→изолейцин в положении, соответствующем положению 410  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 421  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аланин→валин в положении, соответствующем положению 423  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 434  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→тирозин в положении, соответствующем положению 434  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 447  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→аланин в положении, соответствующем положению 448  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены валин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 449  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 451  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→аспарагин в положении, соответствующем положению  
454 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 465  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→треонин в положении, соответствующем положению 470  
последовательности SEQ ID NO: 9; и

замены треонин→серин в положении, соответствующем положению 500  
последовательности SEQ ID NO: 9.

**45.** Растительная клетка по любому из пп. 43-44, отличающаяся тем, что указанный мутантный ген PPX содержит одну или более мутаций последовательности нуклеиновой кислоты, выбранных из таблицы 2.

**46.** Растительная клетка по любому из пп. 43-45, отличающаяся тем, что указанный мутантный ген PPX кодирует белок, содержащий комбинацию двух или более мутаций, выбранных из таблиц 3a и 3b.

**47.** Растение, содержащее мутантный ген протопорфириноген IX оксидазы (PPX), отличающееся тем, что указанный ген кодирует белок, содержащий мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из 52, 85, 105, 111, 130, 139, 143, 144, 145, 147, 165, 167, 170, 180, 185, 192, 193, 199, 206, 212, 219, 220, 221, 226, 228, 229, 230, 237, 244, 256, 257, 270, 271, 272, 305, 311, 316, 318, 332, 343, 354, 357, 359, 360, 366, 393, 403, 424, 426, 430, 438, 440, 444, 455, 457, 470, 478, 483, 484, 485, 487, 490, 503, 508 и 525 последовательности SEQ ID NO: 1, или указанный ген кодирует белок, содержащий мутацию в одном или более положениях аминокислот, соответствующих положению, выбранному из группы, состоящей из 58, 64, 74, 84, 93, 97, 98, 101, 119, 121, 124, 139, 150, 151, 157, 164, 170, 177, 187, 188, 195, 214, 215, 229, 230, 271, 274, 278, 283, 292, 296, 307, 324, 330, 396, 404, 406, 410, 421, 423, 434, 447, 448, 449, 451, 454, 465, 470 и 500 последовательности SEQ ID NO: 9.

**48.** Растение по п. 47, отличающееся тем, что указанные мутации в одном или более положениях аминокислот выбраны из группы, состоящей из замены глицин→лизин в положении, соответствующем положению 52 последовательности SEQ ID NO: 1; замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 52 SEQ ID NO: 7 на Фиг. 7;

замены аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 85  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→валин в положении, соответствующем положению 111  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глицин→аспарагин в положении, соответствующем положению 130  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аспарагиновая кислота→гистидин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 143  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 144  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 144  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 145  
последовательности SEQ ID NO: 1, ;

замены фенилаланин→тирозин в положении, соответствующем положению 145  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 147  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→аспарагин в положении, соответствующем положению 165  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→треонин в положении, соответствующем положению 180  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 185  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 185  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→тирозин в положении, соответствующем положению 185  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем  
положению 192 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 192  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 193  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 199  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 206  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→серин в положении, соответствующем положению 219  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 226  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены метионин→лейцин в положении, соответствующем положению 228  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 230  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→глицин в положении, соответствующем положению 244  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 244  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 256  
последовательности SEQ ID NO: 1;



замены аргинин→серин в положении, соответствующем положению 256  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 270  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 270  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 271  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутамин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 272  
последовательности SEQ ID NO: 7;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 305  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→аргинин в положении, соответствующем положению 311  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены треонин→глицин в положении, соответствующем положению 316  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены треонин→глицин в положении, соответствующем положению 318  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→цистеин в положении, соответствующем положению 332  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→изолейцин в положении, соответствующем положению 357  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→треонин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→аргинин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 7;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 359  
последовательности SEQ ID NO: 7;

замены лейцин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 360  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→лизин в положении, соответствующем положению 360  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аланин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 366  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→метионин в положении, соответствующем положению 393  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 393  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 393  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→аргинин в положении, соответствующем положению 403  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→серин в положении, соответствующем положению 424  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→цистеин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→гистидин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→изолейцин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→лейцин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→аргинин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→треонин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены тирозин→валин в положении, соответствующем положению 426  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 430  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→серин в положении, соответствующем положению 438  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 440  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→изолейцин в положении, соответствующем положению 444  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 455  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→валин в положении, соответствующем положению 457  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→серин в положении, соответствующем положению 470  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→тирозин в положении, соответствующем положению 470  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→серин в положении, соответствующем положению 478  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены фенилаланин→глицин в положении, соответствующем положению 483  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аспарагиновая кислота→аланин в положении, соответствующем положению 484  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены изолейцин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению  
485 последовательности SEQ ID NO: 1;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 487  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лизин→аспарагин в положении, соответствующем положению 490  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 503  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены валин→треонин в положении, соответствующем положению 508  
последовательности SEQ ID NO: 1;

замены изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525  
последовательности SEQ ID NO: 1.

и замены изолейцин→треонин в положении, соответствующем положению 525  
последовательности SEQ ID NO: 7;

замены аспарагиновая кислота→аспарагин в положении, соответствующем положению 58  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутаминовая кислота→валин в положении, соответствующем положению 64  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глицин→цистеин в положении, соответствующем положению 74  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глицин→аспарагин в положении, соответствующем положению 84  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лейцин→гистидин в положении, соответствующем положению 93  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 97  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 98  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 98  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аланин→валин в положении, соответствующем положению 101  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→аспарагин в положении, соответствующем положению 119  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены фенилаланин→лейцин в положении, соответствующем положению 121  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→тирозин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→аргинин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→гистидин в положении, соответствующем положению 139  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутаминовая кислота→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем  
положению 150 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутаминовая кислота→лизин в положении, соответствующем положению 150  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→треонин в положении, соответствующем положению 151  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены глутамин→лейцин в положении, соответствующем положению 157  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены валин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 164  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены валин→аланин в положении, соответствующем положению 164  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая→глутаминовая кислота в положении, соответствующем  
положению 170 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 177  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены гистидин→глутамин в положении, соответствующем положению 187  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лейцин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 188  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 195  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены пролин→серин в положении, соответствующем положению 214  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены изолейцин→серин в положении, соответствующем положению 215  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены изолейцин→гистидин в положении, соответствующем положению 215  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 229  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→аргинин в положении, соответствующем положению 230  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→ аргинин в положении, соответствующем положению 271  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 274  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены фенилаланин→глицин в положении, соответствующем положению 283  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аланин→глицин в положении, соответствующем положению 292  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 296  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 307  
последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→аспарагиновая кислота в положении, соответствующем положению 324 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагин→лизин в положении, соответствующем положению 324 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 330 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 396 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аланин→серин в положении, соответствующем положению 404 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аргинин→лизин в положении, соответствующем положению 406 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→изолейцин в положении, соответствующем положению 410 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лейцин→валин в положении, соответствующем положению 421 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аланин→валин в положении, соответствующем положению 423 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 434 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены цистеин→тирозин в положении, соответствующем положению 434 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 447 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены серин→аланин в положении, соответствующем положению 448 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены валин→глутаминовая кислота в положении, соответствующем положению 449 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→глицин в положении, соответствующем положению 451 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены аспарагиновая кислота→аспарагин в положении, соответствующем положению 454 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены тирозин→фенилаланин в положении, соответствующем положению 465 последовательности SEQ ID NO: 9;

замены лизин→треонин в положении, соответствующем положению 470 последовательности SEQ ID NO: 9; и

замены треонин→серин в положении, соответствующем положению 500 последовательности SEQ ID NO: 9.

**49.** Растительная клетка по любому из пп. 47-48, отличающаяся тем, что указанный мутантный ген PPX кодирует белок, содержащий комбинацию двух или более мутаций, выбранных из таблиц 4a и 4b.

**50.** Растение по любому из пп. 47-49, отличающееся тем, что указанный мутантный ген PPX содержит одну или более мутаций последовательности нуклеиновой кислоты, выбранных из таблиц 2, 3a и 3b.

**51.** Растение по любому из пп. 47-50, отличающееся тем, что указанный мутантный ген PPX кодирует белок, содержащий комбинацию двух или более мутаций, выбранных из таблиц 4a и 4b.

**52.** Растение по любому из пп. 47-51, отличающееся тем, что указанное растение выбрано из группы, состоящей из картофеля, подсолнечника, сахарной свеклы, кукурузы, хлопка, сои, пшеницы, ржи, овса, риса, канолы, плодовых растений, овощей, табака, ячменя, сорго, томата, манго, персика, яблони, груши, клубники, банана, дыни, моркови, салата, лука, видов сои, сахарного тростника, гороха, кормовых бобов, тополя, винограда, цитрусовых, люцерны, ржи, овса, дернообразующих и кормовых трав, льна,



масличного рапса, огурца, вьюнка, бальзамина, перца, баклажана, бархатцев, лотоса, капусты, астровых, гвоздики, петунии, тюльпана, ириса, лилии и дающих орехи растений.

**53.** Растение по любому из пп. 47-52, отличающееся тем, что указанное растение представляет собой вид, выбранный из группы, состоящей из *Solanum tuberosum*, *Oryza sativa* и *Zea mays*.

**54.** Растение по любому из пп. 47-53, отличающееся тем, что указанное растение представляет собой сорт картофеля Рассет Бербанк.

**55.** Растение по любому из пп. 47-54, отличающееся тем, что указанное растение воспроизводят путем бесполого размножения.

**56.** Растение по любому из пп. 47-55, отличающееся тем, что указанное растение получают из клубня.

**57.** Растение по любому из пп. 47-56, отличающееся тем, что указанное растение устойчиво к одному или более гербицидам.

**58.** Растение по любому из пп. 47-57, отличающееся тем, что указанное растение устойчиво к одному или более гербицидам, ингибирующим РРХ.

**59.** Растение по любому из пп. 47-58, отличающееся тем, что указанное растение устойчиво к одному или более гербицидам, выбранному из таблицы 5.

**60.** Растение по любому из пп. 47-59, отличающееся тем, что указанное растение устойчиво к одному или более гербицидам, выбранному из группы, состоящей из флумиоксазина, сульфентразона и сафлуфенацила.

**61.** Растительная клетка или растение по любому из пп. 1-17 или 43-60, отличающиеся тем, что указанные мутации представляют собой одну или более мутаций, выбранных из группы, состоящей из замены аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9 (R98C), замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9 (R98H), замены аргинин→лизин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9 (R98L), замены треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9 (T124I), замены аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 9 (R144C), замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 9 (R144H), замены аргинин→лейцин в положении, соответствующем положению 144 последовательности SEQ ID NO: 9 (R144L), замены пролин→тирозин в положении, соответствующем положению 185 последовательности SEQ ID NO: 9 (P185Y), замены пролин→аргинин в положении, соответствующем положению 185 последовательности SEQ ID NO: 9 (P185R), замены пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 185 последовательности SEQ ID NO: 9 (P185H), замены пролин→серин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9 (P214S), замены аланин→треонин в положении, соответствующем положению 220 последовательности SEQ ID NO: 9 (A220T), замены пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9 (P214H), замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 последовательности SEQ ID NO: 9 (K229Q), замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 307 последовательности SEQ ID NO: 9 (C307S), замены серин→цистеин в положении,

соответствующем положении 332 последовательности SEQ ID NO: 9 (S332C), замены серин→лейцин в положении, соответствующем положению 332 последовательности SEQ ID NO: 9 (S332L) и замены аланин→валин в положении, соответствующем положению 423 последовательности SEQ ID NO: 9 (A423V).

**62.** Способ по любому из пп. 18-42, отличающийся тем, что указанные мутации представляют собой одну или более мутаций, выбранных из группы, состоящей из замены аргинин→цистеин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9 (R98C), замены аргинин→гистидин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9 (R98H), замены аргинин→лизин в положении, соответствующем положению 98 последовательности SEQ ID NO: 9 (R98L), замены треонин→изолейцин в положении, соответствующем положению 124 последовательности SEQ ID NO: 9 (T124I), замены пролин→серин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9 (P214S), замены пролин→гистидин в положении, соответствующем положению 214 последовательности SEQ ID NO: 9 (P214H), замены лизин→глутамин в положении, соответствующем положению 229 последовательности SEQ ID NO: 9 (K229Q), замены цистеин→серин в положении, соответствующем положению 307 последовательности SEQ ID NO: 9 (C307S) и замены аланин→валин в положении, соответствующем положению 423 последовательности SEQ ID NO: 9 (A423V).

Фиг. 1: Последовательность аминокислот хлоропластной протопорфириногенаксидазы *Arabidopsis thaliana* (PPOX - At4g01690) (№ доступа AX084732) (SEQ ID NO: 1)

```

1  MELSLRPTTQSLPSFSKPNLRLNRYKPLRLRCSVAGGPTVGSSKIEGG
51  GGTITITDCVIVGGGISGLCIAQALATKHPDAAPNLIVTEAKDRVGGNII
101  TREENGFLWEEGPNSFQPSDPLMTMVVDSGLKDDLVLDPTAPRFVLWNG
151  KLRPVPSKLTDLPPFDLMSIGGKIRAGFGALGIRPSPPGREESVEEFVRR
201  NLGDEVFERLIEPFCSGVYAGDPSKLSMKAAFVKVWLEQNGGSIIGGTF
251  KAIQERKNAPKAERDPRLPKQGGTVGSFRKGLRMLPEAISARLGSKVKL
301  SWKLSGITKLES GGYNLTYPDGLVSVQSKSVVMTVPSHVASGLLRPLS
351  ESAANALSKLYPPVAAVSI SYPKEAIRTECLIDGELKGFGLHPRQTQGV
401  ETLGTIYSSSLFPNRAPPGRILLNLYIGGSTNTGILSKSEGEIVAVDRD
451  LRKMLIKPNSTDPLKLGVRVWPAIPQFLVGHFDILD TAKSSLTSSGYEG
501  LFLGGNYVAGVALGRVCEGAYETAIEVNNFMRSRYAYK

```

Фиг. 2: Нуклеотидная последовательность хлоропластной протопорфириногенаксидазы *Arabidopsis thaliana* (PPOX - At4g01690) (№ доступа AX084732) (SEQ ID NO: 2)

```

1  TGACAAAATT CCGAATTCTC TGC GATTTC ATGGAGTTAT CTCTTCTCCG TCCGACGACT
61  CAATCGCTTC TTCCGTCGTT TTCGAAGCCC AATCTCCGAT TAAATGTTTA TAAGCCTCTT
121  AGACTCCGTT GTTCAGTGGC CGGTGGACCA ACCGTCGGAT CTTCAAAAAT CGAAGGCGGA
181  GGAGGCACCA CCATCAGCAC GGATTGTGTG ATTTGTCGGCG GAGGTATTAG TGGTCTTTGC
241  ATCGCTCAGG CGCTTGCTAC TAAGCATCCT GATGCTGCTC CGAATTTAAT TGTGACCCGAG
301  GCTAAGGATC GTGTTGGAGG CAACATTATC ACTCGTGAAG AGAATGGTTT TCTCTGGGAA
361  GAAGGTCCCA ATAGTTTCA ACCGCTGCTAT CCTATGCTCA STATGGTGGT AGATAGTGGT
421  TTGAAGGATG ATTTGGTGTG GGGAGATCCT ACTGCGCCAA GGTTTGTGTT GTGGAATGGG
481  AAATTGAGGC CGGTTCCATC GAAGCTAACA GACTTACCCT TCTTTGATTT GATGAGTATT
541  GGTGGGAAGA TTAGAGCTGG TTTTGGTGCA CTTGGCATTG GACCGTCACC TCCAGGTCGT
601  GAAGAATCTG TGGAGGAGTT TGTACGGCGT AACCTCGGTG ATGAGGTTTT TGAGCGCCTG
661  ATGAACCGT TTTGTTCAAG TGTTTATGCT GGTGATCCTT CAAAAGTGAAG CATGAAAGCA
721  CGCTTTGGGA AGGTTTGGAA ACTAGAGCAA AATGGTGGAA GCATAATAGG TGGTACTTTT
781  AAGGCAATC AGGAGAGGAA AAACGCTCCC AAGGCAGAAC GAGACCCGCG CCTCGCAAAA
841  CCACAGGGCC AAACAGTTGG TTCTTTCAGG AAGGGACTTC GAATGTTGCC AGAAGCAATA
901  TCTGCAAGAT TAGGTAGCAA AGTTAAGTTG TCTTGGAAGC TCTCAGGTAT CACTAAGCTG
961  GAGAGCGGAG GATACAACCT AACATATGAG ACTCCAGATG GTTTAGTTTC CGTGCAGAGC
1021  AAAAGTGTTG TAATGACGCT GCCATCTCAT GTTGCAAGTG GTCTCTTGGC CCCTCTTCTT
1081  GAATCTGCTG CAAATGCACT CTCAAAACTA TATTACCCAC CAGTTGCAGC AGTATCTATC
1141  TCGTACCCGA AAGAAGCAAT CCGAACAGAA TGTTTGATAG ATGGTGAAGT AAAGGGTTTT
1201  GGGCAATTGC ATCCACGCAC GCAAGGAGTT GAAACATTAG GAACTATCTA CAGCTCCTCA
1261  CTCTTTCCAA ATCGCGCAC GCGCCGAAGA ATTTTGTGTT TGAAGTACAT TGGCGGTTCT
1321  ACAAACACCG GAATCTGCTC CAAGTCTGAA GGTGAGTTAG TGGAAGCAGT TGACAGAGAT
1381  TTGAGGAAAA TGCTAATTA GCTAATTCG ACCGATCCAC TTAAATTAGG AGTTAGGGTA
1441  TGGCCTCAAG CCATTCCTCA GTTTCTAGTT GGTCACTTTG ATATCCTTGA CACGGCTAAA
1501  TCATCTCTAA CGTCTTCGGG CTACGAAGGG CTATTTTGG GTGGCAATTA CGTCGCTGGT
1561  GTAGCCTTAG GCCGGTGTGT AGAAGGCGCA TATGAAACCG CGATTGAGGT CAACAACCTC
1621  ATGTCACGGT ACGCTTACAA GTAATGTAA AACATTAAT CTCCAGCTT GCGTGAGTTT
1681  TATTAATAT TTTGAGATAT CCAAAAAAAA AAAAAAAA

```

Фиг. 3: Последовательность аминокислот митохондриальной протопорфириногенаксидазы *Arabidopsis thaliana* (At5g14220 - № доступа NM\_121426) (SEQ ID NO: 3)

```

1  MASGAVADHQIEAVSGKRVA VVGAGVSGLAAYK LKSRGLNVTVFEADGR
51  VGGKLR SVMQNL IWD EGANTMTEAEP EVGSLDD LGLREKQQFPISQKK
101  RYIVRNGVPV MLPTNPIELVTSSV LSTQSKFQ ILLPFLWKKKSKVSDA
101  SAEESVSEFFQRHFQGQEVVDYLIDPFVGGTSAADPDSLMSKHSFPDLWNV
101  EKSFSGSIVGAIRTKFAAKGKSRDTKSSPGTKKGRGSGSFKGGMQILP
151  DTLCKSLSHDEINLDSKVL SLSYNSGSRQENWLS CVSHNETQRQNP HYD
201  AVIMTAPLCNVKEMKVMKGGQPFQLNLFPEINYMPLSVLITFTTKERVKR
251  PLEGFVGLIPSKEQKHGFKLTGLTFSSMMFPDRSPSDVHLYTTFFIGGSRN
301  QELAKASTDELKQVVTSDLQRL LGVEGEPVSVNHYYWRKAFPLYDSSYDS
351  VMEAIDKMNENLPGFFYAGNHRGGLSVGKSIASGCKAADLVI SYLESCSN
401  DKKPNDSL

```

Фиг. 4: Нуклеотидная последовательность митохондриальной протопорфириноген оксидазы *Arabidopsis thaliana* (At5g14220 - № доступа NM\_121426) (SEQ ID NO: 4)

```

1  TTTCCGTCAC TGCTTTCGAC TGGTCAGAGA TTTTGACTCT GAATTGTTGC AGATAGCAAT
61  GGCCTCTGGA GCAGTAGCAG ATCATCAAAT TGAAGCGGTT TCAGGAAAAA GAGTCCGCAGT
121 CGTAGGTGCA GGTGTAAGTG GACTTGCGGC GGTTTACAAG TTGAAATCGA GGGGTTTGAA
181 TGTGACTGTG TTTGAAGCTG ATGGAAGAGT AGGTGGGAAG TTGAGAAGTG TTATGCAAAA
241 TGGTTTGATT TGGGATGAAG GAGCAAACAC CATGACTGAG GCTGAGCCAG AAGTTGGGAG
301 TTTACTTGAT GATCTTGGGC TTCGTGAGAA ACAACAATTT CCAATTTTAC AGAAAAAGCG
361 GTATATTGTG CGGAATGGTG TACCTGTGAT GCTACCTACC AATCCCATAG AGCTGGTCAC
421 AAGTAGTGTG CTCTCTACCC AATCTAAGTT TCAAATCTTG TTGGAACCAT TTTTATGGAA
481 GAAAAAGTCC TCAAAAGTCT CAGATGCATC TGCTGAAGAA AGTGTAAGCG AGTTCTTTCA
541 ACGCCATTTT GGACAAGAGG TTGTGACTA TCTCATCGAC CCTTTTGTTG GTGGAACAAG
601 TGCTGCGGAC CCTGATTCCC TTTCAATGAA GCATTCTTTC CCAGATCTCT GGAATGTAGA
661 GAAAAAGTTT GGCTCTATTA TAGTCGGTGC AATCAGAACA AAGTTTGTCTG CTAAGGTGG
721 TAAAAGTAGA GACACAAAGA GTTCTCCTGG CACAAAAAAG GGTTCGCGTG GGTCAATCTC
781 TTTTAAAGGG GGAATGCAGA TTCTTCCTGA TACGTTGTGC AAAAGTCTCT CACATGATGA
841 GATCAATTTA GACTCCAAGG TACTCTCTTT GTCTTACAAT TCTGGATCAA GACAGGAGAA
901 CTGGTCATTA TCTTGTGTTT CGCATAATGA AACGCAGAGA CAAAACCCCC ATTATGATGC
961 TGTAATTATG ACGGCTCCTC TGTGCAATGT GAAGGAGATG AAGGTTATGA AAGGAGGACA
1021 ACCCTTTCAG CTAAACTTTC TCCCGGAGAT TAATTACATG CCCCTCTCGG TTTTAATCAC
1081 CACATTCACA AAGGAGAAAG TAAAGAGACC TCTTGAAGGC TTTGGGGTAC TCATTCATC
1141 TAAGGAGCAA AAGCATGGTT TCAAACTCT AGGTACACTT TTTTCATCAA TGATGTTCC
1201 AGATCGTTCC CCTAGTGACC TTCATCTATA TACAATTTT ATTGGTGGGA GTAGGAACCA
1261 GGAAGTAGCC AAAGCTTCCA CTGACGAAT AAAACAAGTT GTGACTTCTG ACCTTCAGCG
1321 ACTGTTGGGG GTTGAAGGTG AACCCGTGTC TGTCACCAT TACTATTGGA GGAAAGCATT
1381 CCCGTGTAT GACAGCAGCT ATGACTCAGT CATGGAAGCA ATTGACAAGA TGGAGAATGA
1441 TCTACCTGGG TTCTTCTATG CAGGTAATCA TCGAGGGGGG CTCTCTGTTG GGAATCAAT
1501 AGCATCAGGT TGCAAAGCAG CTGACCTTGT GATCTCATAC CTGGAGTCTT GCTCAAATGA
1561 CAAGAAACCA AATGACAGCT TATAACATTG TCAAGGTTTCG TCCSTTTTTA TCACTTACTT
1621 TGTAACCTTG TAAAATGCAA CAAGCCGCGC TCGGATTAGC CAACAACCTCA GCAAAAACCCA
1681 GATTCTCATA AGGCTCACTA ATTCCAGAAT AAACATTTTA TGTATTGTTT GGTCTGTTTT
1741 CTTGTTGCAT CACTGGTATG GTCTGTCTAG GTAGAAGAAAT ATGATAGGGT GAGGGATTTT
1801 AGGATTGAAG AATCTTTAAA AC

```

Фиг. 5: Последовательность аминокислот митохондриальной протопорфириноген оксидазы *Amaranthus tuberculatus* (№ доступа DQ386117) (SEQ ID NO: 5)

```

1  MVIQSITHLSPNLALPSPLSVSTKNYPVAVMGNISEREPEPTSAKRVAVVG
51  AGVSGLAAYKLGKSHGLSVTLFEADSRAGGKLTVKKDGFIWDEGANTMT
101 ESEAEVSSLIDDLGLREKQQLPISQNKRYIARAGLPVLLPSNPAALLTSN
151 ILSAKSKLQIMLEPFLWRKHNAELSDHEHVQESVGEFFERHFGEFVDYV
201 IDPFVAGTCGGDPQSLSMHHTFPEVWNIKRFSGSVFAGLIQSTLLSKKEK
251 GGENASIKKPRVRGSPFSFQGGMQTLVDTMCKQLGEDELKLCQEVLSLSYN
301 QKGIPSLGNWSVSSMSNNTSEDQSYDAVVVTAPIRNVKEMKIMKFGNPF
351 LDFIPEVTVYVPLSVMITAFKKDKVKRPLEGFVLIQPSKEQHNGKLTGLTL
401 FSSMMFPDRAPSDMCLFTTFVGGSRNRKLANASTDELKQIVSSDLQQLLG
451 TEDEPSFVNHLFWSNAFFPLYGHNYDSVLRAIDKMEKDLPGFFYAGNHKGG
501 LSVGKAMASGCKAAELVISYLDSHIYVKMDEKTA

```

Фиг. 6: Нуклеотидная последовательность митохондриальной протопорфириногенаксидазы *Amaranthus tuberculatus* (№ доступа DQ386117) (SEQ ID NO: 6)

```

1  ATGGTAATTC AATCCATTAC CCACCTTTCA CCAAACCTTG CATTGCCATC GCCATTGTCA
61  GTTTCAACCA AGAACTACCC AGTAGCTGTA ATGGGCAACA TTTCTGAGCG GGAAGAACCC
121  ACTTCTGCTA AAAGGGTTGC TGTGTTGGT GCTGGAGTTA GTGGACTTGC TGCTGCATAT
181  AAGCTAAAAA CCCATGGTTT GAGTGTGACA TTGTTTGAAG CTGATTCTAG AGCTGGAGGC
241  AAACSTAAAA CTGTAAAAA AGATGGTTTT ATTTGGGATG AGGGGGCAAA TACTATGACA
301  GAAAGTGAGG CAGAGGTCTC GAGTTTGATC GATGATCTTG GGCTTCGTGA GAAGCAACAG
361  TTGCCAATTT CAAAAATAA AAGATACATA GCTAGAGCCG GTCTTCCTGT GCTACTACCT
421  TCAAATCCCG CTGCCTACT CACGACCAAT ATCCTTTCAG CAAAATCAAA CTGCAAAAT
481  ATGTTGGAAC CATTCTCTG GAGAAAACAC AATGCTACTG AACTTTCTGA TGAGCATGTT
541  CAGGAAAGCG TTGGTGAATT TTTGAGCGA CATTTTGGGA AAGAGTTTGT TGATTATGTT
601  ATTGACCCTT TTGTTGCGGG TACATGTGGT GGAGATCCTC AATCGCTTTC CATGCACCAT
661  ACATTTCCAG AAGTATGGAA TATTGAAAA AGGTTTGGCT CTGTGTTTGC CGGACTAATT
721  CAATCAACAT TGTATCTAA GAAGGAAAAG GGTGGAGAAA ATGCTTCTAT TAAGAAGCCT
781  CGTGTACGTG GTTCATTTTC ATTTCAAGGT GGAATGCAGA CACTTGTGTA CACAATGTGC
841  AAACAGCTTG GTGAAGATGA ACTCAAATC CAGTGTGAGG TGCTGTCTCT GTCATATAAC
901  CAGAAGGGGA TCCCCTCACT AGGGAATTGG TCAGTCTCTT CTATGTCAA TAATACCAGT
961  GAAGATCAAT CTTATGATGC TGTGGTTGTC ACTGCTCAA TTCGCAATG CAAAGAAATG
1021  AAGATTATGA AATTGAAAA TCCATTTTCA CTGACTTTA TTCCAGAGGT GACGTACGTA
1081  CCCCTTTCCG TTATGATTAC TGCATTCAAA AAGGATAAAG TGAAGAGACC TCTTGAGGGC
1141  TTCGGAGTTC TTATCCCCTC TAAAGAGCAA CATAATGGAC TGAAGACTCT TGGTACTTTA
1201  TTTTCTCCA TGATGTTTCC TGATCGTGCT CCATCTGACA TGTGTCTCT TACTACATTT
1261  GTCGGAGGAA GCAGAAATAG AAAACTTGCA AACGCTTCAA CGGATGAATT GAAGCAAATA
1321  GTTCTTCTG ACCTTCAGCA GCTGTTGGGC ACTGAGGACG AACCTTCAAT TGTCAATCAT
1381  CTCTTTTGG ACAAACGATT CCCATTGTAT GGACACAATT ACGATTCTGT TTTGAGAGCC
1441  ATAGACAAGA TGGAAAAGGA TCTTCTGGA TTTTTTTATG CAGGTAACCA TAAGGAGTGA
1501  CTTTCAGTGG GAAAAGCGAT GGCCTCCGGA TGCAAGGCTG CGGAACCTGT AATATCCTAT
1561  CTGGACTCTC ATATATACGT GAAGATGGAT GAGAAGACCG CGTAA

```

Фиг. 7: Последовательность аминокислот пластидной протопорфириноген IX оксидазы *Solanum tuberosum* (№ доступа AJ225107) (SEQ ID NO: 7)

```

1  MTTTAVANHPSIFTHRSPLPSPSSSSSSPSFLFLNRTNFIPIYFSTSKRNS
51  VNCNGWRTRCSVAKDYTVPPSEVDGNQFPPELDCVVVVGAGISGLCIAKVIS
101  ANYPNLMVTEARDRAGGNITTVERDGYLWEEGPNFQPSDPLMTMAVDCCG
151  LKDDLVLGDPADAPRFVLWKDKLRPVPVKLTDLPFFDLMSIPGKLRAGFGA
201  IGLRPSPPGYEESVEQFVRRNLGAEVFERLIEPFCSGVYAGDPSKLIKMA
251  AFGKVVWLEQTGGSIIGGTFKAIKERSNPKPPRDLPLTPKQTVGSFR
301  KGLRMLPDAICERLGSKVKLSWKLSITKSEKGGYLLTYETPEGVSLRS
351  RSIIVMTVPSYVANSILRPLSVAAADALSSFYPPVAAVTISYPQEAIRDE
401  RLVDGELKGFQGLHPRSQQVETLGTIYSSSLFPNRPNGRVLLLNIGGA
451  TNTEIVSKTESQLVEAVDRDLRKLKPKAQDPFVTGVRVWPQAIPOFLV
501  GHLDTLGTAKTALSDNGLDGLFLGGNYVSGVALGRCEVEGAYEIASEVTGF
551  LSQYAYK

```

Фиг. 8: Нуклеотидная последовательность пластидной протопорфириноген IX оксидазы *Solanum tuberosum* (№ доступа AJ225107) (SEQ ID NO: 8)

```

ATGACAACAACGGCCGTCGCCAACCATCCTAGCATTTTCACTCACCGGTGCGCCGCTGCGCGTGCCTCCTCCTCATCGCCGTCATT
TTTATTTTAAACCGTACGAATTTCACTTCTTACTTTTCCACCTCCAAGCGCAATAGTGTCAATTGCAATGGCTGGAGAACACCGATGTTCCG
TTGCCAAGGATTATACAGTTCCCTCCCTCGGAAGTCGACGGTAATCAGTTCCTCCGGAGCTGGATTGTGTGGTAGTTGGAGCAGGAATTAGTGG
CTCTGCATTGCTAAGGTGATTTCCGGCTAATTATCCCAATTTGATGGTGACGGAGGCGAGGGATCGTGCCGGTGGAAAACATAACGACGGTGG
AAGAGATGGATACTTATGGGAAGAAGTCTTAACAGTTTCCAGCCTTCGGATCCTATGTTGACAATGGCTGTAGATTGTGGATTGAAGGATG
ATTTGGTGTGGGAGATCCTGATGCGCCTCGCTTTGTCTTGTGGAAGGATAAACTAAGGCCTGTTCCCGGCAAGCTCACTGATCTTCCCTTC
TTTGATTGATGAGTATCCCTGGCAAGCTCAGAGCTGGTTTTGGTGCCATTGGCCTTCGCCCTCACCTCCAGGTTATGAGGAATCAGCTGA
GCAGTTCGTGCGTCGTAATCTTGGTGCAGAAGTCTTTGAACGTTTGTATTGAACCATTTTGTCTGGTGTTTACGCCGGTGACCCCTCAAAT
TGATTATGAAAGCAGCATTTGGGAAAGTGTGGAAGCTAGAACAACCTGGTGGTAGCATTATTGGGGGAACCTTTAAAGCAATTAAGGAGAGA
TCCAGTAACCTAAACCCGCTCGTATCCCGCTTTACCAACACCAAAAGGACAACTGTTGGATCATTTAGGAAGGGTCTGAGAATGCTGCC
GGATGCAATTTGTGAAGACTGGGAAGCAAAAGTAAACTATCTGGAAGCTTTCTAGCATTACAAGTCAGAAAAGGAGGATATCTCTTGA
CATACGAGACACCAGAAGGAGTAGTTTCTCTGCGAAGTCGAAGCATTGTCATGACTGTTCATCCTATGTAGCAAGCAACATATTACGCCCT
CTTCCGTCGCTGACGAGATGCACTTTCAAGTTTCTACTATCCCCAGTAGCAGCAGTGACAATTTCAATATCTCAAGAGGCTATTCGTGA
TGAGCGTCTGGTTGATGGTGAACATAAGGGATTGGGCGAGTTCATCCACGTTTACAGGGAGTGGAAACACTAGGAACAAATATAGTTCAT
CACTCTTCTAACCAGTCTCCAAATGGCCGGGTGCTACTCTTGAACACTACATGGAGGAGCAACAAATACTGAAATTTGTCTAAGACGGAG
AGCCAACCTTGTGAAGCAGTTGACCGTGACCTCAGAAAATGCTTATAAAACCCAAAGCACAAAGATCCCTTTGTTACGGGTGTGCGAGTATG
GCCACAAGCTATCCACAGTTTTTGGTGGACATCTGGATACACTAGTACTGCAAAAACCTGCTCTAAGTGATAATGGGCTTGACGGGCTAT
TCCCTGGGGTAAATATGTGTCTGGTGTAGCATTTGGGAAGGTGTGTTGAAGGTGCTTATGAAATAGCATCTGAGGTAACCTGGATTCTGTCT
CAGTATGCATACAAATGA

```

Фиг. 9: Последовательность аминокислот митохондриальной протопорфириноген IX оксидазы *Solanum tuberosum* StmPPX1 (SEQ ID NO: 9)

```

1   MAPSAGEDKQ NCPKRVAVIG AGVSGLAAY KLKIHGLDVT VFEAEGRAGG
51  KLRSLSQDGL IWDEGANTMT ESEGDVTFLL DSLGLREKQQ FPLSQNKRYI
101 ARNGTPTLIP SNPIDLIRSN FLSTGSKLQM LFEPLLWKNK KLTQVSDHEH
151 SVSGFFQRHF GKEVVVDYLD PFVAGTCGGD PDSLMSHLSF PELWNLEKRF
201 GSVIVGAIRS KLSPIKEKKQ GPPKTSVNKK HQRGSFSFLG GMQTLTDAIC
251 NDLKEDELRL NSRVLELSCS CSGDSATDSW SIFSASPHKR QAEEDSFDVA
301 IMTAPLCDVK GMKIAKRGNP FLLNFIPEVD YVPLSVVITT FKKEVSKHPL
351 EGFGLVLPSE EQKHGLKTLG TLFSSMMFPD RAPNNVLYT TFGGSRNRE
401 LAKASRTELK EIVTSDLKQL LGAEGEPTYV NHVCWSKAFF LYGHNYDSVL
451 DAIDKMEKNL PGLFYAGNHK GGLSVGKALS SGCNAADLVI SYLEAVSTDT
501 KNHR

```

Фиг. 10: Нуклеотидная последовательность митохондриальной протопорфириноген IX оксидазы *Solanum tuberosum* StmPPX1 (SEQ ID NO: 10).

```

1   ATGGCTCCAT CTGCCGAGA AGATAAACAA AATTGTCCCA AGAGAGTTGC AGTCATTGGT
61  GCTGGCGTCA GTGGACTTGC TGCAGCATAA AAGTTGAAAA TTCATGGCTT GGATGTCACA
121 GTATTGGAAG CAGAAGGGAG AGCTGGAGGG AAGTTACGAA GCCTGAGTCA AGATGGCCTA
181 ATATGGGATG AAGGCGCAA TACTATGACT GAAAGTGAAG GTGATGTCAC ATTTTGGCTT
241 GATTCGCTTG GACTCCGAGA AAAACAACAA TTTCCACTTT CACAGAACAA GCGCTACATT
301 GCCAGAAATG GTACTCCTAC TCTGATACCT TCAAATCCAA TTGACCTGAT CAAAAGCAAC
361 TTTCTTTCCA CTGGATCAA GCTTCAGATG CTTTTCGAGC CTCTTTTGTG GAAGAATAAA
421 AAGCTTACAA AGGTGTCTGA CGAACACGAA AGTGTCACTG GATTCTTCCA GCGTCATTTT
481 GGAAGGAGG TTGTGACTA TCTAATTGAT CCTTTTGTG CTGGAACGTG TGGTGGTGAT
541 CCTGACTCGC TTTCAATGCA CCTTTCGTTT CCAGAGTTGT GGAATTTAGA GAAAAGGTTT
601 GGCTCAGTCA TAGTTGGGGC AATTCGATCC AAGTTATCAC CTATAAAGGA AAAGAAACAA
661 GGACCACCCA AAATTCAGT AAATAAGAAG CACCAGCGGG GGTCTTTTTC ATTTTGGGGC
721 GGAATGCAA CACTTACTGA CGCAATATGC AATGATCTCA AAGAAGATGA ACTTAGGCTA
781 AACTCTAGAG TTCTGGAATT ATCTTGTAGC TGTAGTGGGG ACTCTGCGAC AGATAGCTGG
841 TCAATTTTTT CTGCCTCACC ACACAAGCGG CAAGCAGAAG AAGATTCATT TGATGCTGTA
901 ATTATGACGG CCCCTCTCTG TGACGTTAAG GGTATGAAGA TTGCTAAGAG AGGAAATCCA
961 TTTCTGCTCA ACTTTATTCC TGAGTTGAT TATGTACCAC TATCTGTTGT TATAAGCACA
1021 TTTAAGAAGG AGAGTGAAA GCATCCTCTT GAGGGTTTTG GAGTGCTTGT ACCTCCGAG
1081 GAGCAAAAAC ATGGTCTGAA GACATTAGGC ACCCTCTCTT CTCTATGAT GTTTCAGAT
1141 CGTGCACCCA ACAATGTCTA TCTCTACT ACATTTGTTG GTGGAAGCCG AAATAGAGAA
1201 CTGCGAAAAG CCTCGAGGAC TGAGCTGAAA GAGATAGTAA CTCTGACCT TAAGCAGTTG
1261 TTGGGTGCTG AGGGAGAGCC AACATATGTG AATCATGTAT GCTGGAGTAA AGCATTCCG
1321 TTGTACGGGC ATAACATATG TTAGTCTCTC GATGCAATTG ACAAATGGA GAAAATCTT
1381 CCTGGATTAT TCTATGCAGG TAACCACAAG GGAGGATTGT CAGTTGGCAA AGCATTATCT
1441 TCTGGATGTA ATGACGAGA TCTTGTATA TCAATCTTTG AAGCCGTTT ACAGGACACC
1501 AAAAACCCATA GGTGAAATCT ATTCTCTCAT GCAGCTTGCC GTTCTTTGTT CCACAAAATC
1561 GTTTAACTTC ATGACGAGGA GCAACTTTAA CGTGCAGCCA GTGACGCA

```

Фиг. 11: Последовательность аминокислот протопорфириноген IX оксидазы *Zea mays* (№ доступа AF218052) (SEQ ID NO: 11)

```

1   MVAATAMATAASPLLNGTRIPARLRHRLSVRCAAVAGGAAEAPASTG
51  ARLSADCVVGGGISGLCTAALATRHGVDVLVTEARARPPGNITTVR
101 PEEGYLWEEGPNFQPSDPVLTMAVDSGLKDDLVPDGNAPRFVLWEGKL
151 RPVPSKPADLPFFDLMSIPGKLRAGLALGIRPPPPGREESVEEFVRRNL
201 GAEVFERLIEPFCSGVYAGDPSKLSMKAAFQVWRLEETGGSIIIGGTIKT
251 IQERSKNPKPPRDARLPKPKGQTVASFRKGLAMLNPAITSSLSKVKLSW
301 KLTSITKSDDKGVVLEYETPEGVVSVQAKSVIMTIPSYVASNILRPLSSD
351 AADALSRFYPPVAAVTVSYPKEAIRKECLIDGELQGGFQLHPRSQGVET
401 LGTIYSSSLFPNRAPDGRVLLLNLYIGGATNTGIVSKTESELVEAVDRDLR
451 KMLINSTAVDPLVLGVRVWPQAIQFLVGHLDLLEAAKALDRGGYDGLF
501 LGGNYVAGVALGRCVEGAYESASQISDFLTKYAYK

```

Фиг. 12: Нуклеотидная последовательность протопорфириноген IX оксидазы *Zea mays* (№ доступа AF218052) (SEQ ID NO: 12)

```

1   ATGGTGC GCGG CCACAGCCAC CGCCATGGCC ACCGCTGCAT CGCCGCTACT CAACGGGACC
61  CGAATACCTG CGCGGCTCCG CCATCGAGGA CTCAGCGTGC GCTGCGCTGC TGTGGCGGGC
121 GGC GCGGCGG AGGCACCGGC ATCCACCGGC GCGCGGCTGT CCGCGGACTG CGTCGTGGTG
181 GGC GCGGAGGCA TCAGTGGCCT CTGCACCGCG CAGGCGCTGG CCACGCGGCA CGGCGTCCGG
241 GACGTGCTTG TCACGGAGGC CCGCGCCCGC CCCGGCGGCA ACATTACCAC CGTCGAGCGC
301 CCCGAGGAAG GGTACCTCTG GGAGGAGGGT CCCAACAGCT TCCAGCCCTC CGACCCCGTT
361 CTCACCATGG CCGTGGACAG CGGACTGAAG GATGACTTGG TTTTGGGGA CCCAACCGCG
421 CCGCGTTTCG TGCTGTGGGA GGGGAAGCTG AGGCCCGTGC CATCCAAGCC CGCCGACCTC
481 CCGTCTTCG ATCTCATGAG CATCCCAGGG AAGCTCAGGG CCGGTCTAGG CGCGCTTGGC
541 ATCCGCCCCG CTCTCCAGG CCGCGAAGAG TCAGTGGAGG AGTTCGTGCG CCGCAACCTC
601 GGTGCTGAGG TCTTTGAGCG CCTCATGAG CTTTTCTGCT CAGGTGTCTA TGCTGGTGAT
661 CCTTCTAAGC TCAGCATGAA GGCTGCATTT GGGAAAGTTT GGCGGTTGGA AGAAACTGGA
721 GGTAGTATTA TTGGTGGAAC CATCAAGACA ATTCAGGAGA GGAGCAAGAA TCCAAAACCA
781 CCGAGGGATG CCCGCTTCC GAAGCCAAAA GGGCAGACAG TTGCATCTTT CAGGAAGGGT
841 CTTGCCATGC TTCCAAATGC CATTACATCC AGCTTGGGTA GTAAAGTCAA ACTATCATGG
901 AAACCTACGA GCATTACAAA ATCAGATGAC AAGGGATATG TTTTGGAGTA TGAACGCCA
961 GAAGGGGTTG TTTGGTGCA GGCTAAAAGT GTTATCATGA CTATTCATC ATATGTTGCT
1021 AGCAACATTT TCGTCCACT TTCAAGCGAT GCTGCAGATG CTCTATCAAG ATTCTATTAT
1081 CCACCGGTTG CTGCTGTAAC TGTTTCGTAT CCAAAGGAAG CAATTAGAAA AGAATGCTTA
1141 ATTGATGGGG AACTCCAGGG CTTTGGCCAG TTGCATCCAC GTAGTCAAGG AGTTGAGACA
1201 TTAGGAACAA TATACAGTC CTCATCTTT CCAAATCGTG CTCCTGACGG TAGGCTGTTA
1261 CTTCTAAACT ACATAGGAGG TGCTACAAAC ACAGGAATTG TTTCCAAGAC TGAAGTGAG
1321 CTGGTCGAAG CAGTTGACCG TGACCTCGA AAAATGCTTA TAAATTCTAC AGCAGTGGAC
1381 CCTTAGTCC TTGGTGTTCG AGTTTGGCCA CAAGCCATAC CTCAGTTCCT GGTAGGACAT
1441 CTTGATCTTC TGAAGCCGC AAAAGCTGCC CTGGACCGAG GTGGCTACGA TGGCTGTTC
1501 CTAGGAGGGA ACTATGTTGC AGGAGTTGCC CTGGGCAGAT GCGTTGAGGG CGCGTATGAA
1561 AGTGCCTCGC AAATATCTGA CTTCTTGACC AAGTATGCCT ACAAGTGA

```

Фиг. 13: Последовательность аминокислот митохондриальной протопорфириноген IX оксидазы *Zea mays* (№ доступа AF273767) (SEQ ID NO: 13)

```

1   MLALTASASSASHPYRHASAHTRRPRLRAVLAMAGSDDPRAAPARSVAV
51  VGAGVSGLAAYRLRQSGVNVTVFEAADRAGGKIRTNSEGGFVWDEGANT
101 MTEGEWEASRLIDDLGLQDKQQYPNSQHKRYIVKDGAPALIPSDPISLMK
151 SSVLSTKSKIALFFEPFLYKKNTRNSGKVSEEHLSSEVGSFCERHFGRE
201 VVDYFVDPFVAGTSAGDPESLSIRHAFPALWNLERKYGSVIVGAILSKLA
251 AKGDPVKTRHDSSGKRRNRVVSFSFHGGMQSLINALHNEVGDDNVKLGTE
301 VLSLACTFDGVPALGRWSISVDSKDSGDKDLASNQTFDAVIMTAPLSNVR
351 RMKFTKGGAPVVLDFLPKMDYLPLSLMVTAFFKKDDVKKPLEGFGVLIPYK
401 EQQRHGLKTLGTLFSSMMFPDRAPDDQYLYTTFVGGSHNRDLAGAPTSIL
451 KQLVTSDLKLLGVEGQPTFVKHVYWGNAFFLYGHDYSSVLEAIEKMEKN
501 LPGFFYAGNSKDGAVGSVIASGSKAADLAISYLESHTKHNNNSH

```



Фиг. 14: Нуклеотидная последовательность митохондриальной протопорфириноген IX оксидазы *Zea mays* (№ доступа AF273767) (SEQ ID NO: 14)

```

1   CTCTCCTACC TCCACCTCCA CGACAACAAG CAAATCCCA TCCAGTTCCA AACCCТААСТ
61  CAAATGCTCG STTTGACTGC CTCAGCCTCA TCCGCTTCGT CCCATCCTTA TCGCCACGCC
121 TCCGCGCACA CTCGTGCGCC CGCCTACGT GCGGTCTCG CGATGGCGGG CTCCGACGAC
181 CCCCCTGCAG CGCCCGCCAG ATCGGTGCGC GTCGTGCGCG CCGGGGTCAG CCGGCTCGCG
241 GCGGCGTACA GGCTCAGACA GAGCGGCGTG AACGTAACGG TGTTCGAAGC GGCCGACAGG
301 GCCGGAGGAA AGATACGGAC CAATCCGAG GCGGGGTTTG TCTGGGATGA AGGAGCTAAC
361 ACCATGACAG AAGGTGAATG GGAGCCAGT AGACTGATTG ATGATCTTGG TCTACAAGAC
421 AACAGCAGT ATCCTAACTC CCAACACAAG CGTTACATTG TCAAAGATGG AGCACCAGCA
481 CTGATTCCTT CGGATCCCAT TTCGCTAATG AAAAGCAGTG TTCTTTCGAC AAAATCAAAG
541 ATTGCGTTAT TTTTGAACC ATTTCTCTAC AAGAAAGCTA ACACAAGAAA CTCTGGAAAA
601 GTGCTAGAG AGCACTTGAG TGAGAGTGT GGGAGCTTCT GTGAACGCCA CTTTGGGAAG
661 GAAGTTGTTG ACTATTTTGT TGATCCATT TGAGCTGGAA CAAGTGCAGG AGATCCAGAG
721 TCACTATCTA TTGCTCATGC ATTCCCAGCA TTGTGGAATT TGGAAAGAAA GTATGGTTCA
781 GTTATTGTTG GTGCCATCTT GTCTAAGCTA GCAGCTAAAG GTGATCCAGT AAAGACAAGA
841 CATGATTCAG CAGGGAAAAG AAGGAATAGA CGAGTGTCTG TTTCAATTTCA TGGTGGAAATG
901 CAGTCACTAA TAAATGCACT TCACAATGAA GTTGGAGATG ATAATGTGAA GCTTGGTACA
961 GAAGTGTGTTG CATTGGCATG TACATTTGAT GGAGTTCCTG CACTAGGCAG GTGGTCAATT
1021 TCTGTTGATT CGAAGGATAG CGGTGACAAG GACCTTGCTA GTAACCAAAC CTTTGTATGCT
1081 GTTATAATGA CAGCTCCATT GTCAAATGTC CCGAGGATGA AGTTCACCAA AGGTGGAGCT
1141 CCGGTTGTTT TTAGCTTTCT TCCTAAGATG GATTATCTAC CACTATCTCT CATGGTGAAT
1201 GCTTTTAAAG AGGATGATGT CAAGAAACCT CTGGAAGGAT TTGGGGTCTT AATACCTTAC
1261 AAGGAACAGC AAAAACATGG TCTGAAAACC STTGGGACTC TCTTTTCTC AATGATGTTT
1321 CCAGATCCAG CTCTGATGA CCAATATTTA TATACAACAT TTGTTGGGGG TAGCCACAAT
1381 AGAGATCTTG CTGGAGCTCC AACGTCTATT CTGAAACAAC TTGTGACCTC TGACCTTAAA
1441 AAATCTTGG GCGTAGAGGG GCAACCAACT TTTGTCAAGC ATGTATACTG GGGAAATGCT
1501 TTTCTTTTGT ATGGCCATGA TTATAGTTCT GTATTGGAAG STATAGAAAA GATGGAGAAA
1561 AACCTTCCAG GGTCTTCTA CGCAGGAAAT AGCAAGGATG GGCTTGCTGT TGGAAAGTGT
1621 ATAGCTTCCAG GAAGCAAGGC TGCTGACCTT GCAATCTCAT ATCTTGAATC TCACACCAAG
1681 CATAATAATT CACATTGAAA GTGTCTGACC TATCCTCTAG CAGTTGTCGA CAAATTTCTC
1741 CAGTTTATGT ACAGTAGAAA CCGATGCGTT GCAGTTTCCAG AACATCTTCA STTCTTЦАGА
1801 TATTAACCTT TCGTTGAACA TCCACCAGAA AGGTAGTCAC ATGTGTAAGT GGGAAAATGA
1861 GGTAAAAAAC TATTATGGCG GCCGAAATGT TCSTTTTGT TTTCTCACA AGTGGCCTAC
1921 GACACTTGAT GTTGGAAATA CATTAAAT TGTGGAATTG TTTGAGAACA CATGCGTGAC
1981 GTGTAATATT TGCCTATTGT GATTTTAGCA GTAGTCTTGG CCAGATTATG CTTTACGCCT
2041 TT

```

Фиг. 15: Последовательность аминокислот предсказанной пластидной протопорфириноген IX оксидазы *Oryza sativa* (Os01g0286600 - № доступа NM\_001049312) (SEQ ID NO: 15)

```

1  MAAAAAAMATATSATAAPPLRIRDAARRTRRRGHVRCVASGAAEAPAAP
51  GARVSADCVVVGGGISGLCTAQUALATKHGVDVLTVEARARPGGNITTAE
101 RAGEGYLWEEGPNFQPSDPVLTMAVDSGLKDDLVFQDPNAPRFVLEWEGK
151 LRPVPSKPGDLFFFDLMSIPGKLRAGLGALGVRAPPPGREESVEDFVRRN
201 LGAEVFERLIEPFCSGVYAGDPSKLSMKAAFGKVRLEDTGGSIIIGGTIK
251 TIQERGNPKPPRPRLPTPKGQTVASFRKGLTMLPDAITSRIGSKVKLS
301 WKLTSITKSDNKGVALVYETPEGVVSVQAKTVVMTIPSYVASDILRPLSS
351 DAADALSIFYYPVAAVTVSYPKFAIRKECLIDGELQGFQGLHPRSQQVE
401 TLGTIYSSSLFPNRPAPAGRVLLLNYYIGGSTNTGIVSKTESELVEAVDRDL
451 RKMLINPKAVDPLVLGVRVWPQAIPQFLIGHLDHLEAAKSALGRGGYDGL
501 FLGGNYVAGVALGRCVEGAYESASQISDYLTKEYAYK

```

Фиг. 16: Нуклеотидная последовательность предсказанной пластидной протопорфириноген IX оксидазы *Oryza sativa* (Os01g0286600 - № доступа NM\_001049312) (SEQ ID NO: 16)

```

1   ATCCACTCCT CTCCAGTCTC CCCGCCGCTC CGCATCCC GC AGCCGCTCGT CAGCGACGG
61  CATGGCCGCC GCCGCCGCAG CCATGGCCAC CGCCACCTCC GCCACGGCAG CGCCGCCGCT
121 CCGCATTCGC GACGCCGCGA GGAGGACCCG CCGACGCGGC CACGTTGCTC GCGCCGTCGC
181 CAGCGGCGCG GCCGAGGCGC CCGCGGCGCC CCGGGCGCGG GTGTGCGCGG ACTGCGTCGT
241 GGTGGGCGGC GGCATCAGCG GGCTCTGCAC CGCGCAGGCG CTGGCCACAA AGCACGGCGT
301 CGGCGACGTG CTCGTACCGG AGGCCCGCGC CCGCCCCGGC GGCAACATCA CCACCGCCGA
361 GCGCGCCGCG GAGGGCTACC TCTGGGAGGA GGGGCCAAC AGCTTCCAGC CTTCCGACCC
421 CGTCCCTACC ATGGCCGTGG ACAGCGGGCT CAAGGACGAT CTCGTGTTCC GGGACCCCAA
481 CGCGCCGCGG TTCGTGCTGT GGGAGGGGAA GCTAAGCCCG GTGCGCTCCA AGCCCGGCGA
541 CCTGCCGTTT TCGACCTCA TGAGCATCCC CCGCAAGCTC AGGGCCGGCC TTGGCGCGCT
601 CCGCGTTCGA GCGCCACCTC CAGGGCGTGA GGAGTCCGGT GAGGACTTCG TGCGCGCAA
661 CCTCGGCGCG GAGGTCTTTG AGCGCCTCAT TGAGCCTTTC TGCTCAGGTG TGTATGCTGG
721 TGATCCTTCA AAGCTCAGTA TGAAGGCTGC ATTTGGGAAG GTGTGGAGGC TGGAGGATAC
781 TGGAGGTAGC ATTATTGGTG GAACCATCAA AACAAATCCAG GAGAGGGGGA AAAACCCCAA
841 ACCGCCGAGG GATCCCGGCC TTCCAACGCC AAAGGGGCGC ACAGTTGCAT CTTTCAGGAA
901 GGGTCTGACT ATGCTCCCGG ATGCTATTAC ATCTAGGTTG GGTAGCAAAG TCAAATTTTC
961 ATGGAAGTTG ACAAGCATT ACAAAGTCAGA CAACAAGGA TATGCATTAG TGATGAAAC
1021 ACCAGAAGGG GTGGTCTCGG TGCAAGCTAA AACTGTTGTC ATGACCATCC CATCATATGT
1081 TGCTAGTGAT ATCTTGCGGC CACTTCAAG TGATGCAGCA GATGCTCTGT CAATATTCTA
1141 TTATCCACCA GTTGCTGCTG TAACTGTTTC ATATCCAAA GAAGCAATTA GAAAAGAATG
1201 CTTAATTGAC GGAGAGCTCC AGGGTTTCGG CCAGCTGCAT CCGCGTAGT AGGGAGTTGA
1261 GACTTTAGGA ACAATATATA GCTCATCACT CTTTCCAAAT CGTGCTCCAG CTGGAAGGTT
1321 GTTACTTCTG AACTACATAG GAGGTCTTAC AAATACAGGG ATTTGTTCCA AGACTGAAAG
1381 TGAGCTGGTA GAAGCAGTTG ACCGTGACCT CAGGAAGATG CTGATAAATC STAAAGCAGT
1441 GGCCCTTTCG GTCCTTGCCG TCCGGGTATG GCCACAAGCC ATACCACAGT TCCTCATTGG
1501 CCATCTTGAT CATCTTGAGG CTGCAAAATC TGCCCTGGGC AAAGGTGGTT ATGATGGATT
1561 GTTCTCGGA GGGAACTATG TTGCAGGAGT TGCCCTGGGC CGATGCGTTG AAGGTGCATA
1621 TGAGAGTGCC TCACAAATAT CTGACTACTT GACCAAGTAC GCCTACAAGT GATCAAAGTT
1681 GGCTCTGCTC TTTTGGCACA TAGATGTGAG GCTTCTAGCA GCAAAAATTT CATGGGCATC
1741 TTTTATCCTT GATTCTAATT AGTTAGAATT TAGAATTGTA GAGGAATGTT CCATTTGCAG
1801 TTCATAATAG TTGTTCAGAT TTCAGCCATT CAATTTGTGC AGCCATTTAC TATATGTAGT
1861 ATGATCTTGT AAGTACTACT AAGAACAAAT CAATTATATT TTCCTGCG

```

Фиг. 17: Последовательность аминокислот предсказанной митохондриальной протопорфириноген IX оксидазы *Oryza sativa* (предсказанной Os04g0490000) (SEQ ID NO: 17)

```

1   MLSPATTFSSSSSSSPRAHARAPTRFAVAASARAARFRPARAMASDD
51  PRGGRSVAVVGAGVSGLAAYRLRKRGVQVTVFEAADRAGGKIRTNSEGG
101 FIWDEGANTMTESELEASRLIDDLGLQKGKQYPPNSQHKRYIVKDGAPTLI
151 PSDPIALMKSTVLSTKSKLKLFLFEPFLYEKSSRRTSGKVSDEHLSSESVAS
201 FFERHFGEVVDYLIDPFVAGTSGGDPESLSIRHAFPALWNLENKYGSVI
251 AGAILSKLSTKGDVKTGGASPGKGRNKRVSFHFHGGMSLIDALHNEVG
301 DGNVKLGTEVLSLACCCDGVSSSGWSISVDSKDAKGDLRKNQSFDAVI
351 MTAPLSNVQRMKFTKGGVFPVLDLPLPKVDYLPPLSLMVTAFKKEDVKKPLE
401 GFGALIPYKEQQKHGLKTLGTLFSSMMFPDRAPNDQYLYTSFIFGGSHNRD
451 LAGAPTAILKQLVTSDLRKL LGVEGQPTFVKHWHWRNAFPLYGQNYDLVL
501 EAIKAMENLPGFFYAGNKNKDLAVGNVIASGSKAADLVI SYLESCTDQD
551 N

```

Фиг. 18: Нуклеотидная последовательность предсказанной митохондриальной протопорфириноген IX оксидазы *Oryza sativa* (предсказанной Os04g0490000) (SEQ ID NO: 18)

```

1      CGATCCGAAG GACGAACCCC GCACAAGACA ACAAGTAAAT CCCCATCCAT AGSTATCCAA
61     GAGCCCCAAA TCAGATGCTC TCTCCTGCCA CCACCTTCTC CTCCTCTCC  TCCTCCTCGT
121    CGCCGTCGCG CGCCCACGCT CGCGCTCCCA CCCGCTTCGC GGTCGCAGCA TCCGCGCGCG
181    CGGCACGGTT CGCCCCGCG CGCGCCATGG CCGCTCCGA CGACCCCCGC GCGGGGAGGT
241    CCGTCGCGCT CGTCGGCGCC GGCCTCAGTG GGCTCGCGGC GCGGTACAGG CTGAGGAAGC
301    GCGGCCGTGA GGTGACGGTG TTCGAGCGCG CCGACAGGGC GGGTGGGAAG ATACGGACCA
361    АСТССGAGGG CGGGTTCATC TGGGACGAAG GGGCCAACAC CATGACAGAG AGTGAATTGG
421    AGGCAAGCAG GCTTATTGAC GATCTTGGCC TACAAGGCAA ACAGCAGTAT CCTAACTCAC
481    AACACAAGCG TTACATTGTC AAAGATGGAG CACCAACACT GATTCCTCA GATCCCATTG
541    CGCTCATGAA AAGCACTGTG CTTTCTACAA AATCAAAGCT CAAGGTATT CTGGAACCAT
601    TTCTCTATGA GAAATCTAGC AGAAGGACCT CGGGAAAAGT GTCTGATGAA CATTTAAGTG
661    AGAGTGTGTC AAGTTTCTTT GAACGCCACT TTGGAAAAGA GGTTGTTGAT TATCTTATTG
721    ATCCATTTGT GGCTGGAACA AGCGGAGGAG ATCCTGAGTC ATTATCAATT CGTCATGCAT
781    TTCCAGCATT ATGGAATTTG GAGAATAAGT ATGGCTCTGT CATTGCTGGT GCCATCTTGT
841    CCAAАСТATC CACTAAGGGT GATTCACTGA AGACAGGAGG TGCTTCGCCA GGGAAAGGAA
901    GGAATAAACG TGTGTCATTT TCATTCATG GTGGAATGCA GTCАСТААТА GATGCACTTC
961    АСААТGAGT TGGAGATGGT AACGTGAAGC TTGGTACAGA AGTGTGTCA TTGGCATGTT
1021   GCTGTGATGG AGTCTCTTCT TCTGGTGGTT GGTCААТТТC TGTTGATTCA AAAGATGCTA
1081   AAGGGAAAGA TCTCAGAAAG AACCAATCTT TCGATGCTGT TATAATGACT GCTCCATTGT
1141   СТААТGТССА GAGGATGAAG TTTACAAAAG GTGGAGTTCC CTTTGTGCTA GACTTTCTTC
1201   СТАAGGTCGA TTATCTACCA STATCTCTCA TGGTAAACAGC TTTTAAGAAG GAAGATGTCA
1261   АААААССАТТ GGAAGGATTT GGTGCCTTGA TACCCTATAA GGAACAGCAA AAGCATGGTC
1321   TCAAAAACCT TGGGACCCCT TTCTCCTCGA TGATGTTTCC AGATCGAGCT CCTAATGATC
1381   ААТАТСТАТА ТАСАТСТТТC АТТGGGGGGA GCCATAATAG AGACCTCGCT GGGCTCCAA
1441   СGGCTАТТТC GAAACAАСТT GTGACSTCTG АССТААGААА GCTCTTGGGT GTTGAGGGAC
1501   ААССТАСТТТ TGTGAAGCТT GTACATTGGA GAAATGCTTT TCCTTTATAT GGCAGAAAT
1561   АТGATCTGGT АСТGGAAGCT АТАGСААААА TGGAGAАСАА TCTTCCAGGG TTCTTTTACG
1621   СAGGAААТАА САAGGATGGG TTGGCTGTTG GAAATGTTAT AGCTCAGGA AGCAAGGCTG
1681   СТGACSTTGT GATCTCTTAT CTTGAATCTT GCACAGATCA GGACAATTGA CATTTAAGGT
1741   АТСТGACSTT AAGCAATTTT AGACAААТТT GCTCACTTTA TGTAAATTGA AAAGGTTAC
1801   АТGАТТТССА GTTTCATATT TTTCTTTGC TATAGTATAT CCACTCATGT AAAGATGGGA
1861   АСАТАGТССТ АААAGACATT АТGGТCGCTT GAGATGCTCA TGTTTTTTTG AACAGTGATT
1921   СТTGACTTGT АСТАТТТТТТ GACAACCAAA TAAATTTCTC ААТGТТТССG АG

```

Фиг. 19: Последовательность аминокислот пластидной протопорфириноген IX оксидазы *Sorghum bicolor* (Sb03g011670 - № доступа XM\_002455439) (SEQ ID NO: 19)

```

1  MLSPATTFSSSSSSSPSRAHARAPTRFAVAASARAARFRPARAMAASDD
51  PRGGRSVAVVGAGVSGLAAYRLRKRGVQVTVFEAADRAGGKIRTNSEGG
101  FIWDEGANTMTESELEASRLIDDLGLQGKQQYPNSQHKRYIVKDGAPTLI
151  PSDPIALMKSTVLSTKSKLKLFLPEFLYEKSSRRTSGKVSDEHLSSESVAS
201  FFERHFGKEVVVDYLIDPFVAGTSGGDPESLSIRHAFPALWNLENKYGSVI
251  AGAILSKLSTKGDVKTGGASPGKGRNKRVSFSFHGGMQSLIDALHNEVG
301  DGNVKLGTEVLSLACCCDGVSSGGWSISVDSKDAKGKDLRKNQSFDAVI
351  MTAPLSNVQRMKFTKGGVPFVLDLFLPKVDYLP LSLMVTAFKKEDVKKPLE
401  GFGALIPYKEQQKHGLKTLGTLFSSMMFPDRAPNDQYLYTSFIGGSHNRD
451  LAGAPTAILKQLVTSDLRKL LGVEGQPTFVKHVHWRNAFPLYGQNYDLVL
501  EAIKMNENLPGFFYAGNNKDGLAVGNVIASGSKAADLVI SYLESCTDQD
551  N

```

Фиг. 20: Нуклеотидная последовательность пластидной протопорфириноген IX оксидазы *Sorghum bicolor* (Sb03g011670 - № доступа XM\_002455439) (SEQ ID NO: 20)

```

1   ATGGTCGCGG CCGCCGCCAT GCCCACCCTG GCATCGGCGG CCGCGCCGCT ACTCAACGGG
61  ACCCGAAGGC CTGCGAGGCT CCGCCGTCGC GGAATCCGCG TGCGCTGCGC CGTGTGGCG
121 GCGGGCGCGG CCGAGGCACC GGCCTCCACC GCGCGCGCGG TGTCGCGGGA CTGGTCTGTG
181 GTGGGCGCGG GGATCAGTGG CCTCTGCACC GCGCAGGCGC TGGCCACGGG GCACGGCGTC
241 GGGGAGGTGC TTGTACGGGA GGCCCGCGCC CGACCCGGCG GCAACATCAC CACGTCGAG
301 CCCCCGAGG AAGGGTACCT CTGGGAGGAG GGTCCCAACA GCTTCCAGCC ATCCGACCCC
361 GTTCTCTCCA TGGCCGTGGA CAGCGGGCTG AAGGATGACC TGGTTTTTGG GGATCCCAAC
421 GCGCCGCGGT TCGTGTCTGT GGAGGGGAAG CTGAGGCCCG TGCCATCCAA GCCCGCCGAC
481 CTCCTTCTCT TCGATCTCAT GAGCATCCCT GGCAAGCTCA GGGCCGGTCT CGGCGCGCTT
541 GGCATCGGCC CGCCTCCTCC AGGCCGCGAG GAGTCACTGG AGGAGTTTGT CCGCCGCAAC
601 CTCGGTGTCT AGGTCTTTGA GCGCCTAATT GAGCCTTTCT GCTCAGGTGT CTATGCTGGT
661 GATCCTTCCA AGCTCAGTAT GAAGGCTGCA TTTGGGAAGG TGTGGCGGTT AGAAGAAGCT
721 GGAGGTAGTA TTATTGGTGG AACCATCAAG ACGATTCAGG AGAGAGGCAA GAATCCAAAA
781 CCACCGAGGG ATCCCCGCCT TCCGAAGCCA AAAGGGCAGA CAGTTGCATC TTTCAGGAAG
841 GGTCTTGCCA TGCTTCCAAA TGCCATCACA TCCAGCTTGG GTAGTAAAGT CAAACATATCA
901 TGGAAACTCA CGAGCATTAC AAAATCAGAT GGCAGGGGGT ATGTTTTTGA GTATGAAACA
961 CCAGAAGGGG TTGTTTTGGT GCAGGCTAAA AGTGTATCA TGACCATTCC ATCATATGTT
1021 GCTAGCGACA TTTTGCCTCC ACTTTCAGGT GATGCTGCAG ATGCTCTATC GCGATTCTAT
1081 TATCCACCAG TTGCTGCTGT AACGGTTTCC TATCCAAAGG AAGCAATTAG AAAAGAATGC
1141 TTAATTGATG GGGAACTCCA GGGTTTTGGC CAGTTGCATC CACGTAGTCA AGGAGTTGAG
1201 ACATTAGGAA CAATATACAG CTCATCACTC TTTCCAAATC GTGCTCCTGC TGGTAGGGTG
1261 TTAATTCTAA ACTACATAGG AGGTGCTACA AACACAGGAA TTGTTTCCAA GACTGAAAGT
1321 GAGCTGGTAG AAGCAGTTGA CCGTGACCTC CGAAAAATGC TTATAAATTC TACAGCAGTG
1381 GACCCCTTAG TCCTTGGTGT CCGAGTTTGG CCACAAGCCA TACCTCAGTT CCTGGTAGGA
1441 CATCTTGATC TTCTGGAGGT CGCAAAATCT GCCCTGGACC AAGGTGGCTA TGATGGGCTG
1501 TCTAGGAGG GGAACATATG TGCAGGAGTT GCCCTGGGCA GATGCATTGA GGGCGCATAT
1561 GAGAGTGCCG CACAAATATA TGACTTCTTG ACCAAGTATG CCTACAAGTG ATGGAAGAAG
1621 TGGAGCGCTG CTTGTTAATT GTTATGTTGC ATAGATGAGG TGAGACCAGG AGTAGTAAAA
1681 GGCATTACGA GTATTTTTCA TTCTTATTTT GTAAATTGCA CTTCTGTTTT TTTTCTCTGT
1741 CAGTAATTAG TTAGATTTTA GTTCTGTAGG AGATTGTTGT GTTCACTGCC CTGCAAAAAGA
1801 ATTTTTATTT TGCATTCTGT TATGAGAGCT GTGCAGACTT ATGTAACGTT TTAAGTGAAG
1861 TATCAACAAA ATCAGATACT ATTCTGCAAG AGCTAACAGA ATGTGCAACT GAGATTGCCT
1921 TG

```

Фиг. 21: Последовательность аминокислот митохондриальной протопорфириноген IX оксидазы *Sorghum bicolor* (Sb06g020950 - № доступа XM\_002446665) (SEQ ID NO: 21)

```

1   MLARTATVSSSTSSHHPYRPTSARSLRLRPVLAMAGSDDSRAPARSVAV
51  VGAGVSGLVAAAYRLRKSGVNVTVFEAADRAGGKIRTNSEGGFLWDEGANT
101 MTEGELEASRLIDDLGLQDKQYQYNSQHKRYIVKDGAPALIPSDPISLMK
151 SSVLSTKSKIALFFFPFLYKKANTRNPGKVSDEHLSSESVGSFFERHFGRF
201 VVDYLIDPFVAGTSAGDPESLSICHAFPALWNLERKYGSVVVGAAILSKLT
251 AKGDPVKTRRDSAKRRNRVVSFSFHGGMQSLINALHNEVGDDNVKLGTE
301 VLSLACTLDGAPAPGGWSISDDSKDASGKDLAKNQTFDAVIMTAPLSNVQ
351 RMKFTKGGAPFVLDFLPKVDYLP LSLMVTAFFKKEDVKKPLEGFVLIPIYK
401 EQQKHGLKTLGLTLFSSMMFPDRAPDDQYLYTTTFVGGSHNRDLAGAPTSIL
451 KQLVTSDLKLLGVQGPPTFVKHIYWGNAFPLYGHDYNSVLEATEKMEKN
501 LPGFFYAGNNKDGAVGSVIASGSKAADLAISYLESHTKHNNLH

```

Фиг. 22: Нуклеотидная последовательность митохондриальной протопорфириноген IX оксидазы *Sorghum bicolor* (Sb06g020950 - № доступа XM\_002446665) (SEQ ID NO: 22)

```

1   ATGCTCGCTC  GGACTGCCAC  GGTCTCCTCC  ACTTCGTCCC  ACTCCCATCC  TTATCGCCCC
61  ACCTCCGCTC  GCAGTCTCCG  CCTACGTCCG  GTCCTCGCGA  TGGCGGGCTC  CGACGACTCC
121 CGCGCAGGTC  CCGCCAGGTC  GGTCGCCGTC  GTCGGCGCCG  GGGTCAGCGG  GCTCGTGGCG
181 GCGTACAGGC  TCAGGAAGAG  CGGCGTGAAT  GTGACGGTGT  TCGAGGCGGC  CGACAGGGCG
241 GGAGGAAAGA  TACGGACCAA  TTCCGAGGGC  GGGTTTCTCT  GGGATGAAGG  AGCGAACACC
301 ATGACAGAAG  GTGAATTGGA  GGCCAGTAGA  CTGATAGATG  ATCTCGGTCT  ACAAGACAAA
361 CAGCAGTATC  CTAACGCCA  ACACAAGCGT  TACATTGTCA  AAGATGGAGC  ACCAGACTG
421 ATTCTTCGG  ATCCATTTC  GCTGATGAAA  AGCAGTGTTT  TTTCTACAAA  ATCAAAGATT
481 GCGTTATTTT  TTGAACCATT  TCTCTACAAG  AAAGCTAACA  CAAGAAACCC  TGGAAAAGTA
541 TCTGATGAGC  ATTTGAGTGA  GAGTGTGGG  AGCTTCTTTG  AACGCCACTT  CGGAAGAGAA
601 GTTGTGACT  ATCTTATTGA  TCCATTGTGA  GCTGGAACAA  GTGCAGGAGA  TCCGACTCA
661 СТАТСТАТТ  GTCATGCATT  CCCAGCACTG  TGGAATTTGG  AAAGAAAATA  TGGTTCAGTT
721 GTTGTGCTG  CCATCTTGT  TAAGCTAACA  GCTAAAGGTG  ATCCAGTAAA  GACAAGACGT
781 GATTCATCAG  CGAAAAGAAG  GAATAGACGC  GTGTCGTTTT  CATTTTCATG  TGGAATGCAG
841 TCACCTAATA  ATGCACCTCA  CAATGAAGTT  GGAGATGATA  ATGTGAAGCT  TGGTACAGAA
901 GTGTTGTCT  TGGCGTGTAC  ATTAGATGGA  GCCCCTGCAC  CAGGCGGGTG  GTCAAATTTCT
961 GATGATTCGA  AGGATGCTAG  TGGCAAGGAC  CTTGCTAAAA  ACCAAACCTT  TGATGCTGTT
1021 ATAATGACAG  CTCATTGTC  AAATGTCCAG  AGGATGAAGT  TCACAAAAGG  TGGAGCTCCT
1081 TTTGTTCTAG  ACTTCTTCC  TAAGTGGAT  TATCTACCAC  TATCTCTCAT  GGTGACTGCT
1141 TTTAAGAAG  AAGATGTCAA  GAAACCTCTG  GAAGGATTTG  GCGTCTTAAT  ACCCTACAAG
1201 GAACAGCAA  AACATGGTCT  AAAAACCTT  GGGACTCTCT  TCTCCTCAAT  GATGTCCCA
1261 GATCGAGCTC  CTGACGACCA  ATATTTATAT  ACAACATTTG  TTGGGGGTAG  CCACAATAGA
1321 GATCTTGCTG  GAGCTCCAAC  GTCTATTCTG  AAACAACCTG  TGACCTCTGA  CCTTAAAAA
1381 CTCTTAGGCG  TACAGGGGCA  ACCAATTTT  GTCAAGCATA  TATACTGGGG  AAATGCTTTT
1441 CCTTTGTATG  GTCATGATTA  CAATTCTGTA  TTGGAAGCTA  TAGAAAAGAT  GGAGAAAAAT
1501 CTCCAGGGT  TCTTCTACGC  AGGAAATAAC  AAGGATGGGC  TTGCTGTTGG  GAGTGTATA
1561 GCTTCAGGAA  GCAAGGCTGC  TGACCTTGCA  ATCTCGTATC  TTGAATCTCA  CACCAAGCAT
1621 AATAATTTAC  ATTGA

```

Фиг. 23: Последовательность аминокислот пластидной протопорфириноген IX оксидазы *Ricinus communis* (Rc1343150 - № доступа XM\_002515127) (SEQ ID NO: 23)

```

1  MANLADFSLFLRSTPSLVPSYPKTTINRTLKQLRCSITEQSTTTISPGG
51  NSQSPADCVIVGGGISGLCIAQALSTKHRDIATNVIVTEARDRVGGNITT
101 IERDGYLWEEGPNFQPSDPMLTMVVDSGLKDDLVLDPNAPRFVLWNGK
151 LRPVPSKPTDLPFFDLMSFGGKIRAGFGALGLRPPPPGHEESVEEFVRRN
201 LGDEVFERLIEPFCSGVYAGDPSKLSMKAAFVKVWVWLEQIGGSVIGGTFK
251 TIQERNKIPKPPRDRPLPTPKGQTVGSFRKGLIMLPDAIAKRLGNSNVKLS
301 WKLSSITKLENGGYSLTFETPDGSVSLQTKSVVMTVPVSHIASSFLHPLSA
351 AAADALSKFYYPVAAVSVSYPKDAIRAECLIDGELKGFQGLHPRSQGVVE
401 TLGTIYSSSLFPNRPAGRILLNLYIGGATNPGLSKTETELVEAVDRDL
451 RKMLIKPNAKDPFVLGVRVWPQALPQFLVGHLDILDSAKGALGDAGLEGL
501 FLGGNYVSGVALGRCVEGAYEVAEVTNFLSQNAYK

```

Фиг. 24: Нуклеотидная последовательность пластидной протопорфириноген IX оксидазы *Ricinus communis* (Rc1343150 - № доступа XM\_002515127) (SEQ ID NO: 24)

```

1   CACCACCTGA GTTACAGAAG AGTCATCCGG TGTGATTGCC TCTCGAATTC GAATTCTGCC
61  ATGGCCAATC TCGCAGACTT CTCTCTTTT CTCCGGTCAA CACCCTCCCT TGTCCCCTCC
121 TATCCGAAAA CCACAATCAA CAGAACGTTA AAACTCCAAC TCCGGTGCTC AATCACAGAG
181 CAATCGACTA CTACAATTC CCCTGGCGGA AATTCCTAAT CACCAGCGGA TTGCGTGATT
241 GTAGGAGGCG GAATTAGCGG CCTATGCATC GCCCAAGCTC TCTCTACCAA GCACCGTGAT
301 ATAGCTACCA ATGTGATTGT CACTGAGGCC AGAGACCGCG TTGGTGGCAA CATCACAACC
361 ATCGAAAGAG ACGGTTATCT TTGGGAAGAG GGCCCAATA GTTCCAGCC CTCCGATCCT
421 ATGCTAACCA TGGTGGTGA TAGTGGGTTA AAAGATGATT TAGTTTGGG AGATCCTAAT
481 GCGCCTCGTT TTGTGCTCTG GAATGGGAAA TTGAGACCAG TTCCGTCAA GCCTACTGAC
541 TTGCCCTTTT TTGACTTGAT GAGCTTTGGT GGGAAAATA GAGCTGGATT TGGTGTCTCT
601 GGACTTCGAC CTCCACCACC AGGACATGAG GAGTCAGTTG AAGAGTTTGT CCGGCGTAAT
661 CTTGCTGATG AAGTTTTTGA CCGTCTAATC GAGCCCTTTT GTTCAGGTGT TTATGCAGGT
721 GATCCTTCAA AACTAAGCAT GAAAGCAGCA TTTGGAAAAG TTTGGAAGCT GGAGCAAATT
781 GGTGGCAGTG TCATTGGCGG CACTTTCAAA ACAATTCAGG AGAGAAATAA GATACCCAAG
841 CCTCCTCGAG ACCCGCGCTT ACCAACACCG AAGGGTCAA CAGTAGGATC TTTTAGAAAG
901 GGACTTGTAG TGTGCTTGA TGCATTGCC AAAAGTTGG GTAGCAATGT TAAATTGTCT
961 TGGAAGCTTT CAAGTATTAC TAAATTGGAA AATGGAGGGT ATAGTCTAAC ATTTGAAACA
1021 CCTGATGGGT CAGTTTCGCT GCAAACGAAA AGTGTTGTAA TGACAGTTCC ATCCCACATT
1081 GCAAGCAGCT TCTTACATCC TCTTCTGCT GCTGCTGCTG ACGCCCTATC AAAATTTTAT
1141 TACCCGCCAG TTGCAGCAGT GTCAGTTTCA TACCCAAAAG ATGCAATTTC GGCAGAAATGC
1201 TTAATAGATG GTGAGCTTAA GGGGTTCCGGC CAGTTGCATC CACGGAGCCA AGGGGTAGAA
1261 ACATTAGGAA CTATATACAG CTCTCACTT TTCCCAATC GTGCACCAGC AGGAAGGATT
1321 TTGCTCTTGA ACTACATTGG AGGGCGGACC AATCCTGGGA TTTTGTCCAA GACGGAAAAT
1381 GAACTTGTAG AGGCAGTTGA CCGTGATTG AGGAAGATGC TCATAAAACC CAATGCGAAG
1441 GATCCATTG TTCTAGGTGT GCGAGTGTGG CCCCAAGCCA TTCCACAATT CTTGGTTGGT
1501 CATTAGATA TCCTAGATAG TGCAAAAGGT GCTCTGGGAG ATGCAGGCTT GGAAGGGCTG
1561 TTTCTTGGGG GCAACTATGT ATCAGGCGTT GCTTTGGGCC GATGTGTGGA AGGAGCATAT
1621 GAAGTTGCAG CAGAGGTGAC CAATTCCTC TCGCAGAATG CTTATAAATG A

```

Фиг. 25: Последовательность аминокислот митохондриальной протопорфириноген IX оксидазы *Ricinus communis* (Rc1678480 - № доступа XM\_002509502) (SEQ ID NO: 25)

```

1   MSSVIKEDRNPSHVKRVAVVVGAGVSGLAAYKLSHGLKVTVFEEERAG
51  GKLRSVNHDGLIWDEGANTMTESEMEVKSLIGNLGIREFKQFPISQNKRY
101 IVRNGKPI LIPTNP IALITSNILSAQSKFQIILEPFLWKKRESSETHNAY
151 TEESVGEFFQRHFGKEVVDYLIDPFVAGTSAGDPESLSVCHSFPELWNLE
201 KRFGSIIAGVVQAKLSTKRKKSQETKGS SVKKKQQRGSFSEFFGMQTLTD
251 TLCKALAKDELRLLESKVFSLSYNPDSKSAVENWSLSYAFKGAHQLQNSSY
301 DAIVMTAPLCNVKEMKITKNRNIFSLNLFLEVS YMPLSVVITTFKKNV
351 SPLEGGFVLPVSKQONGLKTLGLTFSSMMFPDRAPNDLYLTYTFVGGSR
401 NKEIAKASTDDLKQIVTSDLRQLLGAEGEPTFVNHFYWSKAFPLYGRNYD
451 AVLEAIDTMEKDLPGFFYAGNHKGLSVGKAIASGCKAADLVISYLESS
501 DDRMLKEGPSN

```

Фиг. 26: Нуклеотидная последовательность митохондриальной протопорфириноген IX оксидазы *Ricinus communis* (Rc1678480 - № доступа XM\_002509502) (SEQ ID NO: 26)

```

1   ATGTCTTCAG TТАТСАААГА АGACAGAAAC CCAAGTCATG TТААААGAGT АGCTGTTGТА
61  GGTGCTGGGG TТАGТGGGCT TGCTGCAGCT TACAAACTGA AATCACATGG CTTGAAAGTT
121 ACAGTATTTG AAGCTGAAGA AAGAGCTGGA GGGAAAGCTGA GAAGCGTTAA CCATGATGGT
181 TТААТТТGGG ATGAAGGTGC AAATACCATG ACTGAGAGTG AAATGGAGGT CAAAAGTTТА
241 ATTGGCAATC TTGGGATTСG TGAАААGСAA CAATTTCCGA TTTСACAGAA CAAAAGGTAT
301 ATTGTAAGAA ATGGGAAGCC AATATTAATA CCCACAAATC CCATCGCACT GATCACCAGC
361 AACATTCTCT CTGCACAGTC AAAGTTTCAA ATCATTCTGG AGCCATTTTT GTGGAAGAAA
421 CGTGAATCTT CAGAAACGCA CAATGCTTAT ACTGAGGAAA GTGTTGGTGA GTTTTTCCAA
481 CGTCAATTTG GTAAAGAGGT TGTТGATTAT CTТАТТGACC CTTTTGTTCG GGGCACTAGT
541 GCTGGAGATC CTGAATCTCT TTCTGTATGC CATCTTTTC CAGAGCTATG GAATCTGGAG
601 AAACGATTTG GATCTATTAT AGCTGGGGTA GTTCAGGCAA AATТАТCTAC CAAAAGAGGG
661 AAGAGCCAAG AAACCAAGG ATCATCGGTA AAGAAGAAGC AGCAGCGTGG TTCATTCTCT
721 TTTTTTGGTG GAATGCAGAC GCTAACTGAT ACATTGTGCA AAGCACTTGC GAAGGATGAG
781 CTТАGATTAG AATCAAAGGT CTTCTTTTG TCTTACAATC CTGATTCTAA CTCAGCAGTA
841 GAGAATTGGT CACTTTCTTA TGCTTTТАAG GCGCСAAAGC ATTTGCAAAA CTCATCTTAT
901 GATGCTATTG TCATGACGGC ACCATTGTGC AATGTTAAAG AAATGAAGAT CACAAAAAAC
961 AGAAATATCT TTTCACTGAA TTTTCTTCCT GAGGTGAGTT ATATGCCGCT ATCAGTTGTT
1021 ATTACCATT TТААGAAAGG TAATGTCAAG AGCCСCTTG AAGGCTTGG AGTTCТTGT
1081 CTTTCTAAG AGCAACAGAA TGGTCTAAAA ACCCTTGGTA CACTCTTTTC CTCTATGATG
1141 TTTCCAGATC GTGCACСCA TGAТCTGTAT CTCTATACAA CCTTGTТGG AGGGAGTCGA
1201 AACAAAGGAC TGGCAAAAGC TTCAACGGAT GATCTGAAAG AGATTGTTAC CTCСGACCTT
1261 AGGCAATTGC TAGGAGCAGA AGGGAGCCС ACATTGTТА ATCATTТТА CTGGAGTAAA
1321 GCATTTCAT TATATGGGAG GAACТАTGAТ GCAGTACTTG AAGCCATTGA TACGATGGAA
1381 AAAGATCTTC CTGGATTCTT STATGCAGGT AACСACAAAG GTGGACTATC GGTТGGСAA
1441 GCAATAGCCT CTGGATGCAA AGCAGCTGAT CTTGТАATAT CCTATTТGGA ATCTTCTTCA
1501 GATGACAAGA TGCTGAAGGA AGGGCCATCA AATTAG

```

Фиг. 27: Последовательность аминокислот митохондриальной протопорфириноген IX оксидазы *Solanum tuberosum* (SEQ ID NO: 27)

```

MAPSAGEDKQNCPRKRVAVIGAGVSLAAAYKLIKIHGLXVTVFEAEGRAGGKLRSLSDGXIWDEGANTMTESEGDVTFLLDLSLGLREKQQFPLSQNK
RYIARNGPTPLIPSNPIDLIKSNFLSTGSKLQMLFEPLLWKNXKLTKVSDENESVSGFFQRHFGKEVVDYLIDPFAVAGTCGGDDPSLSMHLSPFELW
NLEKRFSGSVIVGAIRSKLSPIKEKKQPPKTSVNKKRQRGSFSLGGMQLTDAICKDLKEDELRLNSRVLELSCSCSGSDAIDSWIFSASPHKRQ
AEEESFDVIMTAPLСDVKSMKIAKRGNPFLNFIPEVDYVPLSVVITTFKKESVKHPLEGFGVLVPSXEQKHGLKTLGLTLFSSMMFPDRAPNNVYL
YTTFVGGSRNRELAKASRTELKEIVTSDLKQLLGAБEPTYVNVHCWSKAFPLYGHNYDSVLDAIDKMEKNLPLGLFYAGNHKGLSVGKALSSGCNA
ADLVISYLEAVSTDXKNHS

```

Фиг. 28: Нуклеотидная последовательность митохондриальной протопорфириноген IX оксидазы *Solanum tuberosum* (№ доступа AJ225108) (SEQ ID NO: 28)

```

ATGGCTCCATCTGCCGGAGAAGATAAACAАААТТGТCСMAAGAGAGTTGCAGTCATTTGGTGTGGCGTCAGTGGACTTGTGCAGCATACAAG
TTGAAAATYCATGGSTTGRATGTCACAGTATTYGAAGCAGAAGGGAGAGCTGGAGGGAAGTTACGAAGCCTGAGTCAAGATGGSMTAATATGG
GATGAAGGGCGAAATACTATGACTGAAAGTGAAGGTGATGTCACATTTTTGCTTGATTСGCTTGGACTCCGAGAAAAARCAACAATTTCCACTT
TCACAGAACAARCCTACATTTGCCAGAAATGGYACTCCTACTCTGATACCTTCAAATCCAATTGACCTGATCAAAAAGCAATTTCTTTCCACT
GGATCAAAGCTTCAGATGCTTTTCGAGCCACTTTTGTGGAAGAATAAWAAGCTTACAAAGGTGTCTGACGAAACACGAAAGTGTСAGTGGATTC
TTCCAGCGTCATTTTGGRAAGGAGTGTGACTATCTAATTGAYCCTTTTGGTGGTGGACATGTGGTGGTGTATCTGACTGACTCGCTTCAATG
CACSTTTCTGTTCCAGAGTTGTGGAAATTTAGAGAAAAGTТTGGCTCAGTCATAGTTGGGGCAATTCGATCCAAGTTATCACCTATAAAGGAA
AAGAACAAGGGCCACCCAAAACCTCAGTAAATAAGAAGCGCCAGCGGGGTCTTTTCAATTTTGGGCGGAATGCAAACACTTACTGACGCA
ATATGCAAAGATCTCAAAGAAGATGAACTTAGGCTAAACTCTAGAGTTCTGGAATTATCTTGTAGCTGTAGTGGGGACTCTGCGATAGATAGC
TGGTCAATTTTTCTGCCTCACCACACAAGCGGCAAGCAGAAGAAGATCAATTTGATGCTGTAATATGACGGCCCTCTCTGTGACGTTAAG
AGTATGAAGATTGCTAAGAGAGGAAATCCATTTCTGCTCAACTTTATCTGAGGTYGATTATGTACCACTATCTGTTGTTATAACCACATTT
AAGAAGGAGAGTGTAAAGCATCCYCTTGAGGGTTTTGGAGTGCTTGACCYTCCSAGGAGCAAAAACATGGTCTGAAGACAYTAGGCACCCTC
TTCTCTTCTATGATGTTTCCAGATCGTGCACCCAAACATGTCTATCTTATACTACATTTGTTGGTGGAAAGCCGAAATAGAGAACTYGGGAAA
GCCTCGAGGACTGAGCTGAAAGAGATAGTAACTTCTGACCTTAAAGCAGTTGTТGGTGGCTGAGGGAGAGCCAAACATATGTGAATCATGTATGC
TGGAGTAAAGCATTTCGTTGTACGGGCATAACTATGATTCAGTMTСGATGCAATTGACAAAAATGGAGAAAAATCTCTGGATTATTCTAT
GCAGGTAACCACAAGGGAGGATTGTCAGTTGGCAAAGCACTATCTCTGGATGTAATGCAGCAGATCTTGTATATCATATCTTGAAGCCGTT
TCAACGGACWCAAAAACCATAGCTGA

```

Фиг. 29: Последовательность аминокислот митохондриальной протопорфириноген IX оксидазы *Solanum tuberosum* StmPPX2.1 (SEQ ID NO: 29)

```

1     MAPSAGEDKQ NCPKRVAVIG AGVSGLAAAY KLKIHGLDVT VFEAEGRAGG
51    KLRSLSDGL IWDEGANTMT ESEGDVTFLL DSLGLREKQQ FPLSQNKRYI
101   ARNGTPTLIP SNPIDLKSN FLSTGSKLQM LFEPLLWKNK KLTKVSDIHE
151   SVSGFFQRHF GKEVVDYLID PFVAGTCGGD PDSLMSHLSF PELWNLEKRF
201   GSVIVGAIRS KLSPIKEKKQ GPPKTSVNKK RQRGSFSFLG GMQTLTDAIC
251   NDLKEDELRL NSRVLELSCS CSGDSATDSW SIFSASPHKR QAEEDSFDAV
301   IMTAPLCDVK GMKIAKRGNP FLLNFIPEVD YVPLSVVITT FKKESVKHPL
351   EGFGLVLPSE EQKHGLKTLG TLFSSMMFPD RAPNNVYLYT TFVGGSRNRE
401   LAKASRTELK EIVTSDLKQL LGAEGEPTYV NHVCWSKAFP LYGHNYDSVL
451   DAIDKMEKNL PGLFYAGNHK GGLSVGKALS SGCNAADLVI SYLEAVSTDT
501   KNHR

```

Фиг. 30: Нуклеотидная последовательность митохондриальной протопорфириноген IX оксидазы *Solanum tuberosum* StmPPX2.1. (SEQ ID NO: 30)

```

1     ATGGCTCCAT CTGCCGGAGA AGATAAACAA AATTGTCCCA AGAGAGTTGC AGTCATTGGT
61    GCTGGCGTCA GTGGACTTGC TGCAGCATA CAGTTGAAAA TTCATGGCTT GGATGTCACA
121   GTATTCGAAG CAGAAGGGAG AGCTGGAGGG AAGTTACGAA GCCTGAGTCA AGATGGCCTA
181   ATATGGGATG AAGGCGCAAA TACTATGACT GAAAGTGAAG GTGATGTCCAC ATTTTGGCTT
241   GATTCCGCTT GACTCCGAGA AAAACAACAA TTTCCACTTT CACAGAACAA GCGCTACATT
301   GCCAGAAATG TACTCTCTAC TCTGATACCT TCAAATCCAA TTGACCTGAT CAAAAGCAAT
361   TTTCTTTCCA CTGGATCAAA GCTTCAGATG CTTTTCGAGC CACTTTTGTG GAAGAATAAA
421   AAGCTTACAA AGGTGTCTGA CGAACACGAA AGTGTCAAGT GATTCTTCCA GCGTCATTTT
481   GGAAAGGAGG TTGTTGACTA TCTAATTGAT CCTTTTGTG CTGGAACATG TGGTGGTGAT
541   CCTGACTCGC TTTCAATGCA CCTTTGTTTT CCAGAGTTGT GGAATTTAGA GAAAAGGTTT
601   GGCTCAGTCA TAGTTGGGGC AATTCGATCC AAGTTATCAC CTATAAAGGA AAAGAACAAA
661   GGACCACCCA AAACCTCAGT AAATAAGAAG CGCCAGCGGG GGTCTTTTTT ATTTTGGGC
721   GGAATGCAAA CACTTACTGA CGCAATATGC AATGATCTCA AAGAAGATGA ACTTAGGCTA
781   AACTCTAGAG TTCTGGAATT ATCTTGTAGC TGTAGTGGGG ACTGTGCGAC AGATAGCTGG
841   TCAATTTTTT CTGCCCTACC ACACAAGCGG CAAGCAGAAG AAGATTCATT TGATGCTGTA
901   ATTATGACGG CCCCTCTCTG TGACGTAAAG GGTATGAAGA TTGCTAAGAG AGGAAATCCA
961   TTTCTGCTCA ACTTTATTCC TGAGGTTGAT TATGTACCAC TATCTGTTGT TATAACCACA
1021  TTTAAGAAGG AGAGTGTAAG GCATCCTCTT GAGGGTTTTG GAGTGTCTGT ACCTTCCGAG
1081  GAGCAAAAAC ATGGTCTGAA GACATTAGGC ACCCTCTTCT CTTCATGAT GTTTCCAGAT
1141  CGTGCAACCA ACAATGTCTG TCTCTACTAC ACATTTGTTG GTGGAAGCCG AAATAGAGAA
1201  CTCGCGAAAG CCTCGAGGAC TGAGCTGAAA GAGATAGTAA CTTCTGACCT TAAGCAGTTG
1261  TTGGGTGCTG AGGGAGAGCC AACATATGTG AATCATGTAT GCTGGAGTAA AGCATTTCGG
1321  TTGTACGGGC ATAACATATG TTCAGTCTCT GATGCAATTG ACAAATGGA GAAAATCTT
1381  CCTGGATAT TCTATGCAGG TAACCACAAG GGAGGATTGT CAGTTGGCAA AGCACTATCT
1441  TCTGGATGTA ATGCAGCAGA TCTTGTATA TCATATCTTG AAGCCGTTTC AACGGACACC
1501  AAAAACATA GGTGAAATCT ATTCTCTCAT GCAGCTTGCC GTTCTTTGTT CCACAAAATC
1561  GTTAACTTC ATGACGAGGA GCAACTTTAA CGTGCAGCCA GTGACGCA

```

Фиг. 31: Последовательность аминокислот митохондриальной протопорфириноген IX оксидазы *Solanum tuberosum* StmPPX2.2 (SEQ ID NO: 31)

```

1     MAPSAGEDKQ NCPKRVAVIG AGVSGLAAAY KLKIHGLDVT VFEAEGRAGG
51    KLRSLSDGL IWDEGANTMT ESEGDVTFLL DSLGLREKQQ FPLSQNKRFI
101   ARNGTPTLIP SNPIDLKSN FLSTGSKLQM LFEPLLWKNK KLTKVSDIHE
151   SVSGFFQRHF GKEVVDYLID PFVAGTCGGD PDSLMSHLSF PELWNLEKRF
201   GSVIVGAIRS KLSPIKEKKQ GPPKTSVNKK RQRGSFSFLG GMQTLTDAIC
251   NDLKEDELRL NSRVLELSCS CSGDSATDSW SIFSASPHKR QAEEDSFDAV
301   IMTAPLCDVK GMKIAKRGNP FLLNFIPEVD YVPLSVVITT FKKESVKHPL
351   EGFGLVLPSE EQKHGLKTLG TLFSSMMFPD RAPNNVYLYT TFVGGSRNRE
401   LAKASRTELK EIVTSDLKQL LGAEGEPTYV NHVCWSKAFP LYGHNYDSVL
451   DAIDKMEKNL PGLFYAGNHK GGLSVGKALS SGCNAADLVI SYLEAVSTDT
501   KNHR

```



Фиг. 32: Нуклеотидная последовательность митохондриальной протопорфириноген IX оксидазы *Solanum tuberosum* StmPPX2.2 (SEQ ID NO: 32).

```

1   ATGGCTCCAT CTGCCGGAGA AGATAAACAA AATTGTCCCA AGAGAGTTGC AGTCATTGGT
61  GCTGGCGTCA GTGGACTTGC TGCAGCATA CAGTTGAAAA TTCATGGCTT GGATGTCACA
121 GTATTCGAAG CAGAAGGGAG AGCTGGAGGG AAGTTACGAA GCCTGAGTCA AGATGGCSTA
181 ATATGGGATG AAGGCGCAAA TACTATGACT GAAAGTGAAG GTGATGTAC ATTTTTGCTT
241 GATTCCGCTT GACTCCGAGA AAAACAACAA TTTCCACTTT CACAGAACAA GCGCTTCATT
301 GCCAGAAATG GTACTCCTAC TCTGATACCT TCAAATCCAA TTGACCTGAT CAAAAGCAAT
361 TTTCTTTCCA CTGGATCAAA GCTTCAGATG CTTTTCGAGC CACTTTTGTG GAAGAATAAA
421 AAGCTTACAA AGGTGTCTGA CGAACACGAA AGTGTGAGT GATCTTCCA GCGTCATTTT
481 GGAAAGGAGG TTGTTGACTA TCTAATTGAT CCTTTTGTG CTGGAACATG TGGTGGTGAT
541 CCTGACTCGC TTCAATGCA CCTTTCGTTT CCAGAGTTGT GGAATTTAGA GAAAAGGTTT
601 GGCTCAGTCA TAGTTGGGGC AATTTCGATC AAGTTATCAC CTATAAAGGA AAAGAAACAA
661 GGACCACCCA AAACCTCAGA AAATAAGAAG CGCCAGCGGG GGTCTTTTTC ATTTTTGGGC
721 GGAATGCAAA CACTTACTGA CGCAATATGC AATGATCTCA AAGAAGATGA ACTTAGGCTA
781 AACTCTAGAG TTCTGGAATT ATCTGTAGC TGTAGTGGGG ACTCTCGAC AGATAGCTGG
841 TCAATTTTTT CTGCCTCACC ACACAAGCGG CAAGCAGAAG AAGATTCATT TGATGCTGTA
901 ATTATGACGG CCCCTCTCTG TGACGTTAAG GGTATGAAGA TTGCTAAGAG AGGAAATCCA
961 TTTCTGCTCA ACTTTATTCC TGAGGTTGAT TATGTACCAC TATCTGTTGT TATAACCACA
1021 TTTAAGAAGG AGAGTGTAAG GCATCCTCTT GAGGGTTTTG GAGTGCTTGT ACSTTCCGAG
1081 GAGCAAAAAC ATGGTCTGAA GACATTAGGC ACCCTCTTCT CTTCTATGAT GTTTCCAGAT
1141 CGTGCACCCA ACAATGTCTA TCTCTATACT ACATTTGTTG GTGGAAGCCG AAATAGAGAA
1201 CTCGCGAAAG CCTCGAGGAC TGAGCTGAAA GAGATAGTAA CTTCTGACCT TAAGCAGTTG
1261 TTGGGTGCTG AGGGGAGGCC AACATATGTG AATCATGTAT GCTGGAGTAA AGCATTTCCG
1321 TTGTACGGGC ATAACATGTA TTCAGTCCTC GATGCAATTG ACAAATGGA GAAAATCTT
1381 CCTGGATTAT TCTATGCAGG TAACCACAAG GGAGGATTGT CAGTTGGCAA AGCACTATCT
1441 TCTGGATGTA ATGCAGCAGA TCTTGTATA TCATATCTTG AAGCCGTTTC AACGGACACC
1501 AAAAACATA GGTGAAATCT ATTCTCTCAT GCAGCTTGCC GTTCTTTGTT CCACAAAATC
1561 GTTTAACTTC ATGACGAGGA GCAACTTTAA CGTGCAGCCA GTGACGCA

```

Фиг. 33: Последовательность аминокислот контига пластидной протопорфириноген IX оксидазы *Brassica napus* BncPPX1 (SEQ ID NO: 33).

```

1   MDLSLLRPQP FLSPFNSNFP RSRPYKPLNL RCSVSGGSVV SSTIEGGGGG KVTVADCVIV
61  GGGISGLCIA QALVTKHPDA AKNVMVTEAK DRVGGNIITR EEQGFLWEEG PNSFQPSDPM
121 LTMVVDGLK DDLVLGDPTA PRFVLWNGKL RVPVSKLTDL PFFDLMSIGG KIRAGFGAIG
181 IRSPPPGREE SVEEFVRRNL GDEVFERLIE PFCSGVYAGD PAKLSMKAFF GKVWKLEENG
241 GSIIGGAFKA IQAKNKAPKT TRDPRLPKPK GQTVGSFRKG LTMLPDAISA RLGDRVKVSW
301 KLSSISKLPS GGYSLTYETP EGIVTVQSKS VVMTPSHVA SLLRPLSDS AAEALSKLYY
361 PPVAAVSISY PKEAIRSECL IDGELKGFQ LHPRTQKVET LGTIYSSSLF PNRAPPGRVL
421 LLNYIGGATN TGILSKSEGE LVEAVDRDLR KMLIKPSTD PLVLGVKWWP QAIPQFLIGH
481 IDLVDAAKAS LSSSGHEGLF LGGNYVAGVA LGRCEVGEY TATQVNDFMS RYAYK

```

Фиг. 34: Нуклеотидная последовательность контига пластидной протопорфириноген IX оксидазы *Brassica napus* BncPPX1 (SEQ ID NO: 34).

```

1 TTGAACAAAG AGGCTGGACC GGTCCGGAAT TCCCGGGATA TCGTCGACCC ACGCGTCCGG
61 TCGACGCTGA TCGGAGATAA GAGTCGACAA AATTGAGGAT TCTCCTTCTC GCGGGCGATC
121 GCCATGGATT TATCTCTTCT CCGTCCGCAG CCATTCSTAT CGCCATTCTC AAATCCATTT
181 CCTCGGTCCG GTCCCTACAA GCCTCTCAAC CTCCGTGCT CCGTATCCGG TGGATCCGTC
241 GTCTCTTCTA CAATCGAAGG CCGAGGAGGA GGTA AAAACCG TCACGGCGGA CTGCGTGATC
301 GTCGGCGGAG GAATCAGCGG CCTGTGCATT GCGCAAGCGC TCGTGACGAA GCACCCAGAC
361 GCTGCAAAGA ATGTGATGGT GACGGAGGCG AAGGACCGTG TGGGAGGGAA TATCATCACC
421 CGAGAGGAGC AAGGGTTTCT ATGGGAAGAA GGTCCCAATA GCTTTCAGCC GTCTGATCCT
481 ATGCTCACTA TGGTGGTAGA TAGTGGTTTG AAAGATGATC TAGTCTTGGG AGATCCTACT
541 GCTCCGAGGT TTGTGTTGTG GAATGGGAAG CTGAGGCGCG TTCCGTCGAA GCTAACTGAC
601 TTGCCTTTCT TTGACTTGAT GAGTATTGGA GGAAGATTA GAGCTGGGTT TGGTGCCATT
661 GGTATTCGAC CTTACCTCC GGTCTGTGAG GAATCAGTGG AAGAGTTTGT AAGCGTAAT
721 CTTGGTGATG AGGTTTTTGA GCGCTTGATT GAACCTTTT GCTCAGGTGT TTATGCGGGA
781 GATCCTGCGA AACTGAGTAT GAAAGCAGCT TTTGGGAAGG TTTGGAAGCT AGAGGAGAAT
841 GGTGGGAGCA TCATTGGTGG TGCTTTTAAG GCAATTCAAG CGAAAAATAA AGCTCCCAAG
901 ACAACCCGAG ACCCGCGTCT GCCAAAGCCA AAGGGCCAAA CAGTTGGTTC TTTCAGGAAA
961 GGA CTCACAA TGCTGCCAGA CGCAATCTCT GCAAGGTTGG GTGACAAGGT GAAAGTTTCT
1021 TGG AAGCTT CAAGTATCAG TAAGTGCCC AGCGGAGGAT ATAGCTTAAC TTACGAAACT
1081 CCGGAGGGGA TAGTACTGT ACAGAGCAAA AGTGTGTGTA TGA CTGTGCC ATCTCATGTT
1141 GCTAGTAGTC TCTGCGCCC TCTCTGTGAC TCTGCAGCTG AAGCGCTCTC AAAACTCTAC
1201 TATCCACCAG TTGCAGCAGT ATCTATCTCA TACCCGAAAG AAGCAATCCG AAGCGAATGT
1261 TTAATAGATG GTGA ACTAAA AGGGTTCGGC CAGTTGCATC CACGCACGCA GAAAGTGGAA
1321 ACTCTTGGAA CAATATACAG TTCATCGCTC TTTCTAACC GAGCACCACC TGGAAGAGTG
1381 TTG TACTGA ACTACATCGG TGAGCTACC AACACTGGGA TCTTATCAAA GTCAGAAGGT
1441 GAGTTAGTGG AAGCAGTGG TAGAGACTTG AGGAAGATGC TGATAAAGCC AAGCTCGACC
1501 GATCCACTTG TACTTGGAGT AAAAGTTTGG CCTCAAGCCA TTCCTCAGTT TCTGATAGGT
1561 CACATTGATT TGGTAGACGC AGCGAAAGCA TCTCTCTCGT CATCTGGCCA TGAGGGCTTA
1621 TTCTTGGGTG GAAATTACGT TGCCGGTGTA GCATTGGGTC GGTGTGTGGA AGGTGCTTAT
1681 GAAACTGCAA CCCAAGTGAA CGATTTTCATG TCGAGGTACG CTTACAAGTA ATGTAACGCA
1741 GCAACGGTTT GATACTAAGT TGATGATTGC AGTTTTGACT CTGTTTGTGA AAAATTCAAG
1801 TCTATGATTG AGTAAATTTA TATGTATTAA

```

Фиг. 35: Последовательность аминокислот контига пластидной протопорфириноген IX оксидазы *Brassica napus* BncPPX2 (SEQ ID NO: 35).

```

1 MDLSLLRPQP FLSPFSNPFV RSRPYKPLNL RCSVSGGSVV VGSSTIEGGG GGKTVAADCV
61 IVGGGISGLC IAQALVTKHP DAAKSVMVTE AKDRVGGNII TREEQGFLWE EGPNSFQPSD
121 PMLTMVVD SG LKDDLVLGDP TAPRFVLWNG KLRPVPSKLT DLPFFDLMSI GPKIRAGFGA
181 IGIRPSPGPR EESVVEEFVRR NLGDEVFERL IEPFCSGVYA GDPAKLSMKA ALGKVVWKLKE
241 NGGSIIIGGAF KAIQAKNKAP KTTRDPRLPK PKGQTVGSFR KGLTMLPDAI SARLGDKVKV
301 SWKLSSISKL PSGGYSLYE TPEGIVTVQS KSVVMTVPSH VASSLLRPLS DSAAEALS KL
361 YYPVAAVSI SYPKEAIRSE CLIDGELKGF QQLHPRTQKV ETLGTIYSSS LFPNRAPPGR
421 VLLLNYIGGA TNTGILSKSE GELVEAVDRD LRKMLIKPSS TDPLVLGVKV WPQAIPQFLI
481 GHIDLVDAAK ASLSSSGHEG LFLGGNYVAG VALGRCVEGA YETATOVNDF MSRYAYK

```

Фиг. 36: Нуклеотидная последовательность контига пластидной протопорфириноген IX оксидазы *Brassica napus* VncPPX2 (SEQ ID NO: 36).

```

1  GATCGGAGAT  AAGTTGAGC  AAATTGAGAA  TCCTCCTCCT  CGCGGGCCAT  GGCCATGGAT
61  TTATCTCTTC  TCCGTCCGCA  GCCATTCCCTA  TCGCCATTCT  CAAATCCATT  TCCTCGGTCC
121  CGTCCCTACA  AGCCTCTCAA  CCTCCGTTGC  TCCGTATCCG  GTGGATCCGT  CGTCTCGGGC
181  TCGTCCACAA  TCGAAGGCGG  AGGAGGAGGT  AAAACCGTCG  CGGCGGATTG  CGTGATCGTC
241  GCGGAGGAA  TCAGCGGCCT  GTGCATTGCG  CAAGCGCTCG  TGACGAAGCA  CCCGGACGCT
301  GCGAAGAGTG  TGATGGTGAC  GGAGGCGAAG  GACCCCGTGG  GAGGGAATAT  CATTACGCGA
361  GAGGAGCAAG  GGTTCCTATG  GGAAGAAGGT  CCCAACAGCT  TTCAGCCGTC  TGATCCTATG
421  CTCACATGCG  TGGTAGATAG  TGGTTTGAAG  GATGATCTAG  TCTTGGGAGA  TCCTACTGCG
481  CCGAGGTTCC  TGTGTGGAA  TGGGAAGCTG  AGGCCGGTTC  CGTCGAAGCT  AACTGACTTG
541  CCTTCTTTTG  ACTTGATGAG  CATTGGAGGG  AAGATTAGAG  CTGGGTTTGG  TGCCATTGGC
601  ATTGACCCGT  CACCTCCAGG  TCGTGAGGAA  TCTGTGGAAG  AGTTTGTAA  GCGTAAACCTT
661  GGTGATGAGG  TTTTGTAGCG  TTTGATTGAA  CCCTTTTGTT  CAGGTGTTTA  TGCGGGAGAT
721  CCTGCGAAAC  TGAGTATGAA  AGCAGCTTTG  GGAAGGTTT  GGAACATAAA  GGAGAATGGT
781  GGAAGCATCA  TAGGTGGTGC  TTTTAAGGCA  ATTCAAGCGA  AAAATAAAGC  TCCCAAGACA
841  ACCCGAGACC  CGCGTCTGCC  AAAGCCAAAG  GGCCAAACAG  TTGGTTCTTT  CAGGAAAGGA
901  CTCACAATGC  TGCCAGACGC  AATCTCTGCA  AGGTTGGGTG  ACAAGGTGAA  AGTTTCTTGG
961  AAGCTCTCAA  GTATCAGTAA  GCTGCCACGC  GGAGGATATA  GCTTAACTTA  CGAAACTCCG
1021  GAGGGGATAG  TCACTGTACA  GAGCAAAAGT  GTTGTGATGA  CTGTGCCATC  TCATGTTGCT
1081  AGTAGTCTCT  TGCGCCCTCT  CTCTGACTCT  GCAGCTGAAG  CGCTCTCAA  ACTCTACTAT
1141  CCACAGTTG  CAGCAGTATC  TATCTCATA  CCGAAAGAAG  CAATCCGAAG  CGAATGTTTA
1201  ATAGATGGTG  AACTAAAAGG  GTTCGGCCAG  TTGCATCCAC  GCACGCAGAA  AGTGGAAACT
1261  CTTGGAACAA  TATACAGTTC  ATCGCTCTTT  CCTAACCGAG  CACCACCTGG  AAGAGTGTG
1321  СТАCTGAACT  ACATCGGTGG  AGCTACCAAC  ACTGGGATCT  TATCAAAGTC  AGAAGGTGAG
1381  TTAGTGGAAG  CAGTGGATAG  AGACTTGAGG  AAGATGCTGA  TAAAGCCAAG  CTCGACCGAT
1441  CCACTTGTAC  TTGGAGTAAA  AGTTTGGCCT  CAAGCCATTC  CTCAGTTTCT  GATAGGTCAC
1501  ATTGATTTGG  TAGACGCAGC  GAAAGCATCT  CTCTCGTCAT  CTGGCCATGA  GGGCTTATTC
1561  TTGGGTGGAA  ATTACGTTGC  CGGTGTAGCA  TTGGGTCCGT  GTGTGGAAGG  TGCTTATGAA
1621  ACTGCAACCC  AAGTGAACGA  TTTCATGTCC  AGGTACGCTT  ACAAGTAA

```

Фиг. 37: Часть нуклеотидной последовательности контига пластидной протопорфириноген IX оксидазы *Brassica napus* VncPPX3 (SEQ ID NO: 37).

```

1  VTVQSKSVVM  TVPSHVASSL  LRPLSDSAAE  ALSKLYYPPV  AAVSISYAKE  AIRSECLIDG
61  ELKGFQQLHP  RTQKVETLGT  IYSSSLFPNR  APPGRVLLLN  YIGGATNTGI  LSKSEGELVE
121  AVDRDLRKM  IKPSSTDPLV  LGVKLWPQAI  PQFLIGHIDL  VDAAKASLSS  SGHEGLFLGG
181  NYVAGVALGR  CVEGAYETAT  QVNDFMSRYA  YK

```

Фиг. 38: Часть нуклеотидной последовательности контига пластидной протопорфириноген IX оксидазы *Brassica napus* VncPPX3 (SEQ ID NO: 38).

```

1  TAGTCACTGT  ACAGAGCAAA  AGTGTAGTGA  TGA CTGTGCC  ATCTCATGTA  GCTAGTAGTC
61  TCTTGGCCCC  TCTCTCTGAT  TCTGCAGCTG  AAGCGCTCTC  AAAACTCTAC  TATCCGCCAG
121  TTGCAGCCGT  ATCCATCTCA  TAGCGGAAAG  AAGCAATCCG  AAGCGAATGC  TTAATAGATG
181  GTGAACTAAA  AGGGTTCGGC  CAGTTGCATC  CACGCACGCA  AAAAGTGGAA  ACTCTTGGAA
241  CAATATACAG  TTCATCGCTC  TTTCCCAACC  GAGCACCGCC  TGGAAGAGTA  TTGCTATTGA
301  АСТАСАТССГ  ТGGAGCTACC  AACACTGGGA  TCTTATCAAA  GTCGGAAGGT  GAGTTAGTGG
361  AAGCAGTAGA  TAGAGACTTG  AGGAAGATGC  TGATAAAGCC  AAGCTCGACC  GATCCACTTG
421  TACTTGGAGT  AAAATTATGG  CCTCAAGCCA  TTCCTCAGTT  TCTGATAGGT  CACATTGATT
481  TGGTAGACGC  AGCGAAAAGC  TCGCTCTCGT  CATCTGGTCA  TGAGGGCTTA  TTCTTGGGTG
541  GAAATTACGT  TGCCGGTGTG  GCATTGGGTC  GGTGTGTGGA  AGGTGCTTAT  GAAACTGCAA
601  CCCAAGTGAA  TGATTTCATG  TCAAGGTATG  CTTACAAGTA  ATGTAACGCA  GCAACGATTT
661  GATACTAAGT  AGTAGATTTT  GCAGTTCTGA  CTTAAGAAGC  ACTCTGTTTG  TGAAAAATTC
721  AAGTCTGTGA  TTGAGTAAAT  TTATGTATTA  TТАСТАА

```

Фиг. 39: Последовательность аминокислот пластидной протопорфириноген IX оксидазы *Glycine max* GmcPPX1 - 1 Gm02G01000 (SEQ ID NO: 39).

```

1 MVAAMATA ASAAAPLLNG TRRPARLRRR GLRVRCAAVA GGAAEPAST GARLSADCVV
61 VGGGISGLCT AQLATRHGV GEVLVTEARA RPPGNITVE RPEEGYLWEE GPNSFQPSDP
121 VLMAVDVSL KDDLVLGDPN APRFVLWEGK LRPVPSKPAD LPFFDLMSIP GKLRAGLGAL
181 GIRPPPPGRE ESVEEFVRRN LGAEVFERLI EPFCSGVYAG DPSKLSMKAA FGKVVRLAEA
241 GGSIIIGTIK TIQERGNPK PPRDPRLPKP KGQTVASFRL GLAMLPNAIT SSLGSKVKLS
301 WKLTSITKSD GKGYVLEYET PEGVVLVQAK SVIMTIPSYV ASDILRPLSG DAADALSRYF
361 YPPVAAVTVS YPKFAIRKEC LIDGELQGFQ QLHPRSQGVV TLGTIYSSSL FPNRAPAGRV
421 LLLNYIGGAT NTGIVSKTES ELVEAVDRDL RKMLINSTAV DPLVLGVRVW PQAIPQFLVG
481 HLDLLEVARA ALDQGGYDGL FLGGNYVAGV ALGRCTEGAY ESAAQTYDFL TKYAYK

```

Фиг. 40: Последовательность аминокислот пластидной протопорфириноген IX оксидазы *Glycine max* GmcPPX1 2 Gm02G01000 (SEQ ID NO: 40).

```

1 MVSFVNDILF PPNQTLSPST FFTSPTRKFP RSRNPILRC SIAEESTESR PKTGDSPPPP
61 LMEALAVWHR PGPRHQARQC QHCWGDSRAR DRVGGGNITT MESGGYLWEE GPNSFQPSDP
121 MLTMVVDVSL KDQLVLGDPN APRFVLWNGK LRPVPGKPTD LPFFDLMSIG GKIRAGFVGL
181 GIRPPPPVEE FVRRLGDDV FERLIEPFCS GGNTCIFKRV GALLILWGLC RRSFKIKYES
241 SIWESLEAGK NNGSIIIGTF KAIQERNGAS KPRDPRLPKP PKGQTVGSFR KGLIMLPDAI
301 SARLGNKVKL SWKLSSISKL DSGEYSLTYE TPEGVVSLLQC KTVVLTIPSY VASTLLRPLS
361 AAAADTLSEF YPPVAVSI SYPKEAIRSE CLIDGELKGF GAIYSSSLFS NRAPPGRVLL
421 LNYIGGATNT GIYQSFSGKL QGWFKELIIF TSGLFGCFKQ LRPNGLVSNL DSELVATVDR
481 DLRKILINPN AQDPFVGVGR LWPQAIPQFL IGHLDLDDVA KASLRNTGFE GLFLGGNYVS
541 GVALGRWVEG A

```

Фиг. 41: Нуклеотидная последовательность пластидной протопорфириноген IX оксидазы *Glycine max* GmcPPX1 - 2 Gm02G01000 (SEQ ID NO: 41).

```

1 ATGTTTCCG TCTCAACGA CATCCTATTC CCGCCTAAC AAACCCTTC CCCAACGTCC
61 TTCTTACCT CTCCACTCG AAAATTCCCT CGCTCTCGCC CTAACCCTAT TCTCGGCTGC
121 TCCATCGCG AGGAGTCCAC CGAGTCTCGG CCCAAAACCG GAGACTCCCC CCCCCGCGG
181 TTGATGGAG CGTTAGCGGT CTGGCATCGC CCAGGCCCTC GCCACCAAGC ACGCCAATGC
241 CAACACTGT GGGGAGATTC GAGGGCCCGA GACCGTGTGC GCGGGCGCAA CATCACCCG
301 ATGGAGAGTG CCGGATACCT CTGGGAAGAA GGCCCAACA GCTTTCAGCC CTCTGATCCA
361 ATGCTCACCA TGGTGGTGA CAGTGGCTTA AAGGATCAGC TTGTTTTGGG GGATCCTGAT
421 GCACCTCGGT TTGTGTTGT GAATGGGAAG TTGAGGCCAG TGCCTGGGAA GCCGACTGAT
481 TTGCTTTCT TTAGCTTGT GAGCATCGGT GGCAAAATCA GGGCTGGCTT TGGTGTGCTT
541 GGTATTCGGC CTCCTCCTCC AGTTGAAGAG TTTGTTGCT GGAACCTTGG TGATGATGTT
601 TTTGAACGAT TGATAGAGCC TTTTGTGTTA GGGGGCAATA CTTGTATATT TAAATTTGTG
661 GGAGCATTAC TCATATTGTG GGCTCTATGC AGGCGATCCT TCAAAATTA GTATGAAAGC
721 AGCATTTGGG AAAGTTTGA GGTGGAATA AATGGTGTA GCATAATTGG TGGAACCTTC
781 AAAGCAATC AAGAGAGAAA TGGAGCTTCA AAACCACCTC GAGATCCACC TCTGCCAAAA
841 CCAAGGGTC AGACTGTTGG ATCTTTTCGG AAGGGACTTA TCATGTTGCC TGATGCAATT
901 TCTGCAAGAT TAGGCAACAA AGTAAAGTTA TCTTGGAGC TTTCAAGTAT TAGTAAACTG
961 GATAGTGGAG AGTACAGTT GACATATGAA ACACCCGAAG GAGTGGTTTC TTTGCACTGC
1021 AAAACCGTTG TCCTGACCAT TCCTCCTAT GTTGCTAGTA CATTGCTGCG TCCTCTGTCT
1081 GCTGCTGCTG CAGATACGCT TTCAAAGTTT TATTACCCTC CAGTTGTTGC AGTTTCCATA
1141 TCCTATCCAA AAGAAGCTAT TAGATCAGAA TGCTTGATAG ATGGTGAGTT GAAGGGGTTT
1201 GGAGCTATAT ACAGCTCATC ACTATTCTCC AATCGAGCAC CACCTGGGAG GGTCTACTC
1261 TTGAATTACA TTGGAGGAGC TACTAATACT GGAATTTATC AAAGTTTTTC TGGGAAACTT
1321 CAAGGATGGT TTAAGAAGT AATCATTTC ACCAGCGGGT TATTTGGGTG TTTTAAACAA
1381 CTCAGGCCAT ATGCTCTTGT TTCGAATACG GACAGTGAAC TTGTCGCAAC AGTTGATCGA
1441 GATTGAGAA AAATCCTTAT AAACCCAAAT GCCCAGGATC CATTTGTAGT GGGGGTGAGA
1501 CTGTGGCTC AAGCTATTCC ACAGTTCTTA ATTGGCCATC TTGATCTTCT AGATGTTGCT
1561 AAAGCTTCTC TCAGAAATAC TGGGTTTGA GGGCTGTTCC TTGGGGGTAA CSTATGTCTC
1621 GGTGTTGCTT TGGGACGATG GGTGAGGGA GCCTGA

```

Фиг. 42: Последовательность аминокислот пластидной протопорфириноген IX оксидазы *Glycine max* GmcPPX2 - Gm10G27890 (SEQ ID NO: 42).

```

1 MVSVFNEILF PPNQTLRPS LHSPTSFFTS PTRKFPRS RP NPILRCSIAE ESTASPPKTR
61 DSAPVDCVVV GGGVSGLCIA QALATKHANA NVVVTEARDR VGGNITTMER DGYLWEEGPN
121 SFQPSDPLMT MVVDSGLKDE LVLGDDPADR FVLWNRKLRP VPGKLTDLPF FDLMSIGGKI
181 RAGFGALGIR PPPPGHEESV EEFVRRNLGD EVFERLIEPF CSGVYAGDPS KLSMKAFFGK
241 VWKLEKNGGS IIGGTFKAIQ ERNGASKPPR DPRLPKPKGQ TVGSFRKGLT MLPDAISARL
301 GNKVKLSWKL SSISKLDSGE YSLTYETPEG VVSLQCKTVV LTIPSYVAST LLRPLSAAAA
361 DALSKFYYPV VAAVSIYPK EAIRSECLID GELKGFQQLH PRSQGVETLG TIYSSSLFPN
421 RAPPGRVLLL NYIGGATNTG ILSKTDSELV ETVDRDLRKI LINPNAQDPF VVGVRLLWQA
481 IPQFLVGHLD LLDVAKASIR NTGFEGLEFLG GNYVSGVALG RCVEGAYEVA AEVNDFLTNR
541 VYK

```

Фиг. 43: Нуклеотидная последовательность пластидной протопорфириноген IX оксидазы *Glycine max* GmcPPX2 - Gm10G27890 (SEQ ID NO: 43).

```

1 ATGGTTTCCG TCTTCAACGA GATCCTATTC CCGCCGAACC AAACCCTTCT TCGCCCCTCC
61 TCACATTCCT CAACCTCTTT CTTACCTCT CCCACTCGAA AATTCCTCTG CTCTCGCCCT
121 AACCTATTC TACGCTGCTC CATTGCGGAG GAATCCACCG CGTCTCCGCC CAAAACCAGA
181 GACTCCGCCC CCGTGGACTG CGTCGTCGTC GCGGAGGCG TCAGCGGCCT CTGCATCGCC
241 CAGGCCCTCG CCACCAACA CGCCAATGCC AACGTCGTCG TCACGGAGGC CCGAGACCGC
301 GTCCGCGGCA ACATCACCCAC GATGGAGAGG GACGGATACC TCTGGGAAGA AGGCCCAAC
361 AGCTTCCAGC CTTCTGATCC AATGCTCACC ATGGTGGTGG ACAGTGGTTT AAAGGATGAG
421 CTTGTTTTGG GGGATCCTGA TGCACCTCGG TTTGTGTGT GGAACAGGAA GTTGAGGCCG
481 GTGCCCGGGA AGCTGACTGA TTTGCCTTTC TTTGACTTGA TGAGCATTGG TGGCAAAATC
541 AGGGCTGGCT TTGGTGCGCT TGAATTCGG CCTCCTCCTC CAGGTCATGA GGAATCGGTT
601 GAAGAGTTTG TTCGTCGGAA CCTTGGTGAT GAGGTTTTTG AACGGTTGAT AGAGCCTTTT
661 TGTTCAAGGG TCTATGCAGG CGATCCTTCA AAATTAAGTA TGAAAGCAGC ATTCGGGAAA
721 GTTTGGAAGC TGGAAAAAAA TGGTGGTAGC ATTATTGGTG GAACTTCAA AGCAATACAA
781 GAGAGAAATG GAGTTTCAA ACCACCTCGA GATCCCGGTC TGCCAAAACC AAAAGTCAAG
841 ACTGTTGGAT CTTTCCGGAA GGGACTTACC ATGTTGCCTG ATGCAATTTT TGCCAGACTA
901 GGCAACAAAG TAAAGTTATC TTGGAAGCTT TCAAGTATTA GTAAACTGGA TAGTGAGAG
961 TACAGTTTGA CATATGAAAC ACCAGAAGGA GTGGTTTCTT TGCAGTGCAA AACTGTGTGC
1021 CTGACCATT CTTCTATGT TGCTAGTACA TTGCTGCGTC CTCTGTCTGC TGCTGCTGCA
1081 GATGCACTTT CAAAGTTTTA TTACCCTCCA GTTGTGCGAG TTTCCATATC STATCCAAAA
1141 GAAGCTATTA GATCAGAATG CTTGATAGAT GGTGAGTTGA AGGGGTTTGG TCAATTGCAT
1201 CCACGTAGCC AAGGAGTGG AACTATTAGGA ACTATATACA GCTCATCACT ATTCCCAAC
1261 CGAGCACCAC CTGGAAGGTT TCTACTCTTG AATTACATTG GAGGAGCAAC TAATACTGGA
1321 ATTTTATCGA AGACGGACAG TGAACCTTGT GAAACAGTTG ATCGAGATTG GAGGAAAAATC
1381 CTTATAAACC CAAATGCCCA GGATCCATT GTAGTGGGGG TGAGACTGTG GCTCAAGCT
1441 ATTCACAGT TCTTAGTTGG CCATCTTGAT CTTCTAGATG TTGCTAAAGC TTCTATCAGA
1501 AATACTGGGT TTGAAGGGCT CTTCTTGGG GGTAAATTATG TGTCTGTGT TGCTTGGGA
1561 CGATGCGTTG AGGGAGCCTA TGAGGTAGCA GCTGAAGTAA ACGATTTTCT CACAAATAGA
1621 GTGTACAAAT AG

```

Фиг. 44: Последовательность аминокислот митохондриальной протопорфириноген IX оксидазы *Glycine max* GmmPPX - Gm19g25100 (SEQ ID NO: 44).

```

1 MASSATDDNP RSVKRVAVVG AGVSGLAAAY KLKSHGLDVT VFEAEGRAGG RLRVSVQDGL
61 IWDEGANTMT ESEIEVKGLI DALGLQEKQQ FPISQHKRYI VKNGAPLLVP TNPAALLKSK
121 LLSAQSKIHL IFEPFMWKR SPSNVCDENS VESVGRFFER HFGKEVVDYL IDPFVGGTSA
181 ADPESLSMRH SFPELWNLEK RFGSIIAGAL QSKLFAKREK TGENRTALRK NKHKRGSFSP
241 QGGMQTLTDT LCKELGKDDL KLNERVLTLLA YGHDGSSSSQ NWSITSASNG STQDVDAVIM
301 TNLHYLKHSL HNGQAPLYNV KDIKITKRGT PFPLNLFPEV SYVPISVMIT TFKENVKRP
361 LEGFGVLVPS KEQKNGLKTL GTLFSSMMFP DRAPSDLYLY TTFIGGTQNR ELAQASTDEL
421 RKIVTSDLRK LLGAEGETPF VNHFYWSKGF PLYGRNYGSV LQAIKDIERD LPGAFFAGNY
481 KGGLSVGKAI ASGCKAADLV ISYLNASADN TVPDK

```

Фиг. 45: Нуклеотидная последовательность митохондриальной протопорфириноген IX оксидазы *Glycine max* GmmPPX - Gm19g25100 (SEQ ID NO: 45).

```

1  ATGGCTTCCT  CTGCAACAGA  CGATAACCCA  AGATCTGTAA  AAAGAGTAGC  TGTGTGTGGT
61  GCTGGGGTAA  GTGGGCTTGC  TGCGGCTTAC  AAATTGAAAT  CACATGGTCT  GGATGTCACT
121  GTATTTGAAG  CTGAGGGAAG  AGCTGGAGGG  AGGTTGAGAA  GTGTTTCTCA  GGATGGTCTA
181  ATTTGGGATG  AGGGAGCTAA  TACAATGACT  GAAAGTGAAA  TTGAGGTAA  AGGTTTGATT
241  GATGCTCTTG  GACTTCAAGA  AAAGCAGCAG  TTTCCAATAT  CACAGCATAA  GCGCTATATT
301  GTGAAAAATG  GGGCACCCT  TCTGGTACCT  ACAAATCCTG  CTGCACTACT  GAAGAGTAAA
361  CTGCTTTCTG  CACAATCAAA  GATCCATCTC  ATTTTTGAAC  CATTATATGTG  GAAAAGAAGT
421  GACCCCTCTA  ATGTGTGTGA  TGAAAATTCT  GTGGAAAGTG  TAGGCAGGTT  CTTTGAACGT
481  CATTTTGGAA  AAGAGGTTGT  GGAATATCTG  ATTGATCCTT  TTGTTGGGGG  CACTAGTGCA
541  GCAGATCCTG  AATCTCTCTC  TATGCGCCAT  TCTTTCCAG  AGCTATGGAA  TTGGAGAAA
601  AGGTTTGGCT  CCATTATAGC  CGGGGCATTG  CAATCTAAGT  TATTCCGCAA  AAGGGAAAAA
661  ACTGGAGAAA  ATAGGACTGC  ACTAAGAAAA  AACAAACACA  AGCGTGGTTC  GTTTCTTTTC
721  CAGGGTGGGA  TGCAGACACT  GACAGATACA  TTGTGCAAAG  AGCTTGGCAA  AGACGACCTT
781  AAATTAATG  AAAAGGTTTT  GACATTAGCT  TATGGTCATG  ATGGAAGTTC  CTCTTCACAA
841  AACTGGTCTA  TTAGTAGTGC  TTCTAACCAA  AGTACACAAG  ATGTTGATGC  AGTAATCATG
901  ACGAATCTGC  ATTATTTAAA  GCATTCGTTG  CATAATGGTC  AAGCTCCTCT  ATATAATGTC
961  AAGGACATCA  AGATCACAAA  AAGGGGAAC  CCSTTTCCAC  TTAATTTTCT  TCCCGAGGTA
1021  AGCTACGTGC  CAATCTCAGT  CATGATTACT  ACSTTCAAAA  AGGAGAATGT  AAAGAGACCT
1081  TTGGAGGGAT  TTGGAGTTCT  TGTTCCTTCT  AAAGAGCAAA  AAAATGGTTT  AAAAACCCCTT
1141  GGTACACTTT  TTTCTCTAT  GATGTTCCCA  GATCGTGAC  CTAGTGATTT  ATATCTCTAT
1201  ACCACCTTCA  TTGGCGGAAC  TCAAACAGG  GAACTTGCTC  AAGCTTCAAC  TGACGAGCTT
1261  AGGAAAATTG  TTAGTTCTGA  CCTGAGAAAAG  TTGTGGGAG  CAGAGGGGGA  ACCAACATTT
1321  GTTAACCATT  TCTATTGGAG  TAAAGGCTTT  CCTTTGTATG  GACGTAAC  TGGGTCAGTT
1381  CTTCAAGCAA  TTGATAAGAT  AGAAAAAGAT  CTTCCCGGAT  TTTCTTTG  AGGTAACSTAC
1441  AAAGGTGGAC  TCTCAGTTGG  CAAAGCAATA  GCCTCAGGCT  GCAAAGCAGC  TGATCTTGTG
1501  ATATCCTACC  TCAACTCTGC  TTCAGACAAC  ACAGTGCTCT  ATAAATGA

```

Фиг. 46  
Стр. 1 из 2

	1	10	20	30	40	50	60
At4g01690 кДНК – AX084732t	(1)					MELSLLRPT---	TQS
At5g14220 кДНК НЕМG2/МЕЕ61 – NM_121426	(1)						
StmPPX1t	(1)						
StmPPX2-1t	(1)						
StmPPX2-2t	(1)						
StPPO х-пласт. кДНК – AJ225107t	(1)					MTTTAVANHPSIFTHRSPLPSPSS	
StPPO мит. кДНК – AJ225108t	(1)						
Amaranthus PPX кДНК – DQ386117t	(1)					MVIQSITHLSPNL	
Amaranthus PPX кДНК – DQ386118t	(1)					MVIQSITHLSPNL	
VncPPX1 контиг CDS	(1)					MDLSLLRP---	QP
VncPPX2 контиг CDS	(1)					MDLSLLRP---	QP
VncPPX3 неполн. CDS	(1)						
GmmPPX – Gml9g25100	(1)						
GmcPPX1-1-Gm02G01000	(1)					MVAAAAMATAASAAAPLLN	
GmcPPX1-2-Gm02G01000	(1)					MVSVFNDILFPPNQTLs-----	PTS
GmcPPX2-Gm10G27890	(1)					MVSVFNEILFPPNQTLRLRPSLHSPTS	
Os01g0286600 кДНК PPX – NM_001049312t	(1)					MAAAAAAMATATSATAAPPL	
OsmPPXFLкДНК – Os04gC490000 предсказ.	(1)					MLSPATTFSSSS	
PtcPPX1 – Pt0014S10720	(1)					MTVKQSSVARIKGLINPSSSQITSLQSGSFACQTESEPA	MTSTFTDLSLLRPT---IPS
PtcPPX2 – Pt0002S18740	(1)					MTTFIDFSLLRPT---	TPS
Rc1678480 кДНК PPX – XM_002509502t	(1)						
Rc1343150 кДНК PPX – XM_002515127t	(1)					MANLADFSLFRLS---	TPS
Sb03g011670 кДНК PPX – XM_002455439t	(1)					MVAAAAMATAASAAAPLLN	
Sb06g020950 кДНК PPX – XM_002446665t	(1)					MLARTATVSSSTS	
ZmPPX кДНК – AF273767t	(1)					MLARTASASSAS	
ZmPPX кДНК – AF218052t	(1)					MVAATATAMATAASAPLLN	
SpсPPX – CP0057G0026	(1)					MAALMELSVLRPT---	GHS
VvcPPX – VV7G0627	(1)					MPTLTLADPPTLRLLSPV---	NLR
Консенсус	(1)						<b>L</b>

	(61)	61	70	80	90	100	110	120
At4g01690 κДНК – AX084732t	(13)			LPPSFSKPNLR	-----	LN	VYKPLR	<b>LRCS</b> VAGGPRTVSSSKIEGGGG---T
At5g14220 κДНК НЕМG2/МЕЕ61 – NM_121426	(1)							MASGAVA ; HQIEAVSG-----
StmPPX1t	(1)							MAPS <b>AGEDKQ</b> NCP-----
StmPPX2– 1t	(1)							MAPS <b>AGEDKQ</b> NCP-----
StmPPX2– 2t	(1)							MAPS <b>AGEDKQ</b> NCP-----
StPPO х-пласт. κДНК – AJ225107t	(25)							SSSSPSFLFLNRTNFIPYFSTSKRNSVNCNGWR <b>RCS</b> VARDYTVP SEVDGNQFP-----
StPPO мит. κДНК – AJ225108t	(1)							MAPS <b>AGEDKQ</b> NCP-----
Amaranthus PPX κДНК – DQ386117t	(14)							ALPSP-----LSVS ; KNPVAVMGNISEREPTSA-----
Amaranthus PPX κДНК – DQ386118t	(14)							ALPSP-----LSVS ; KNPVAVMGNISEREPTSA-----
VncPPX1 контиг CDS	(11)							FLSPFSNPFPR-----SRPYKPLN <b>LRCS</b> VSGG--SVVSSSTIEGGGG---K
VncPPX2 контиг CDS	(11)							FLSPFSNPFPR-----SRPYKPLN <b>LRCS</b> VSGG--SVVSSSTIEGGGG---K
VncPPX 3 неполн. CDS	(1)							-----
GmmPPX – Gm19g25100	(1)							MASS <b>ATDDN</b> PRSV-----
GmcPPX1– 1 – Gm02G01000	(20)							GTRRPARLR-----RRGLR <b>VRCA</b> AVAGGAAEA <b>P</b> ASTGARLS-----
GmcPPX1– 2 – Gm02G01000	(21)							FFISPTRKFP-----RSRPNP <b>ILROS</b> IAEESTESRPKTGDSPPP-----
GmcPPX2 – Gm10G27890	(27)							FFISPTRKFP-----RSRPNP <b>ILROS</b> IAEESTAS PKTRDSAPVD-----
Os01g0286600 κДНК PPX – NM_001049312t	(21)							RIRDAARRT-----RRRGH <b>VRCA</b> VASG-AAEA <b>P</b> AAPGARVS-----
OsmPPX полноразмерн. κДНК – Os04gC490000 предсказ.	(13)							SSSSPSRAHARAP-----TRFAVAAS <b>ARAA</b> RFRPARAM <b>A</b> ASDDPRGG-----
PtcPPX1 – Pt0014S10720	(58)							LIPSS-----F-----SKFTTHRPLKLRCSLTEDSTTFIPFKLNGEAQSSAGH
PtcPPX2 – Pt0002S18740	(17)							LIPSS-----F-----SKFSTPRPFKLRCSLTEESATIIPSCLNGEAQSNGGH
Rc1678480 κДНК PPX – XM_002509502t	(1)							-----MSSVIKEDRNPESHV-----
Rc1343150 κДНК PPX– XM_002515127t	(17)							LVPSYP-----K-----TTINRTLK <b>LQLRCS</b> ITEQSTTTTISPGGNSQSP-----
Sb03g011670 κДНК PPX – XM_002455439t	(20)							GTRRPARLR-----RPGLR <b>VRCA</b> AVAGGAAEA <b>P</b> ASTGARLS-----
Sb06g020950 κДНК PPX – XM_002446665t	(13)							SHSHP-----YRPT <b>SAR</b> SLRRLRPVL <b>AMAG</b> SDDSRAPA-----
ZmPPX κДНК – AF273767t	(13)							SHPYR-----HASA <b>HTRR</b> PRLRAVL <b>AMAG</b> SDDPRAAPA-----
ZmPPX κДНК – AF218052t	(19)							GTRIPARLR-----HRGL <b>SVRCA</b> AVAGGAAEA <b>P</b> ASTGARLS-----
CpcPPX – CP0057G0026	(17)							LFPSISSTNLR-----VKTN <b>SSLR</b> L <b>QC</b> ST <b>IAEG</b> --ST <b>IS</b> PSNIDGG-----
VvcPPX – VV7G0627	(22)							RSTSISSPFFCRP-----SRN <b>CTGPWR</b> <b>VRCA</b> VAGES-- <b>TIS</b> SSKVGDN-----
Консенсус	(61)							LRCS A



Фиг. 47

Предпочтительная аминокислота		N V C N H R C,L,H V N L I Y D,K T L F E S Q F K H,S,E,Q R R G G I S D,K E S K I V V S,Y A E N F T S																																																	
Вид	№ доступа Genbank	Лок.	N	V	C	N	H	R	C,L,H	V	N	L	I	Y	D,K	T	L	F	E	S	Q	F	K	H,S,E,Q	R	R	G	G	I	S	D,K	E	S	K	I	V	V	S,Y	A	E	N	F	T	S							
Arabidopsis thaliana — At4g01690	AX084732	P	105	111		130	139	143	144	147	165	167	170	185	192	193	199	206	212	219	229	230	237	256	270	271	311	318		332	343	360	366	438	440	444	455	457	470	484	485	490	503	508	н.о.						
Arabidopsis thaliana — At5g14220	NM_121426	M			P			I	K		V	S	V	T	K		Q		D	S		H	N	A		K	H.O.	E	R	H	C	N	N	A	T	K		V	Y	S	V	D	Y	R	K						
Amaranthus tuberculatus	DQ386117	B	D		A		I	K		A	S	I	A	K		E		D	C	H	H	N	S		Q	G	H.O.	S	R	D	T	A	T	K		T	F	S	V	D	Y	K	K								
Solanum tuberosum	AJ225107	P	D		н.о.		D	P		L		L													T		T	H.O.	S		F		E		V		T	K					н.о.								
Solanum tuberosum	н.о., см. Фиг. 9	M	D		G		L	K		A	S	F	T	N		Q		D	C	H	L	N	P		K	C	D	A	S	C	N	D	A	R	K		A	C	S	V	D	Y	K	T							
Zea mays	AF218052	P	E		н.о.		D	P																		R		D	E	H.O.	S		F		E		N	V		H	K		н.о.								
Zea mays	AF273767	M	G		W		N	K		V	S	V	T	K		E		D	S	R	H	N	A	R	R	F	G	A	T		D	D	A	T	K		V	Y	S	V	E	Y	K	N							
Oryza sativa — Os01g0286600	NM_001049312	P	E		н.о.		D	P				A											R	T		D	V	H.O.	T		F		E		N	V		H	K		н.о.										
Oryza sativa	н.о., см. Фиг. 17	M	G		L		N	K		V	S	V	T	K		E		D	S	R	H	N	T	G	R	C	G	R	S		D	D	A	T	K		C	H	L	V	A	Y	K	D							
Sorghum bicolor — Sb03g011670	XM_002455439	P	E		н.о.		D	P		L													R		D	E	H.O.	S		F		E		N	V		L	K		н.о.											
Sorghum bicolor — Sb06g020950	XM_002446665	M	G		L		N	K		V	S	V	T	K		E		D	S	C	H	N	A	R	R	I	G	A	T		D	D	A	T	K		V	Y	S	V	E	Y	K	N							
Ricinus communis — Rct1343150	XM_002515127	P	D		н.о.		D	P		L		F												T		T	H.O.	S		F		E		V		K						н.о.									
Ricinus communis — Rct1678480	XM_002509502	M	D		M		I	K		V	S	I	A	K		Q		D	S	C	H	N	T		K	P	E	L	S	C	N	S	A	T	K		A	Y	A	V	D	Y	K	K							
Brassica napus — BncPPX1	н.о., см. Фиг. 33	P	103	109		128	137	141	142	143	153	165	168	183	189	191	197	204	211	217	227	228	235	254	268	269	309	316		330	341	358	364	436	438	442	453	455	468	482	483	488	501	506	н.о.						
Brassica napus — BncPPX2	н.о., см. Фиг. 35	P	105	111		130		143	144	145	165	167	170	185	191	193	199	206	213	219	229	230	237	256	270	271	311	318		332	343	360	366	438	440	444	456	457	470	484	485	490	503	508	н.о.						
Brassica napus — BncPPX3	н.о., см. Фиг. 37	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	18	35	41	113	115	119	130	132	145	159	160	165	178	183	н.о.						
Glycine max GmcPPX1-1 Gm02G01000	н.о., см. Фиг. 39	P	104	110		129	138	142	143	144	164	166	169	184	190	192	198	205	212	218	228	229	236	255	269	270	310	317		331	342	359	365	437	439	443	454	456	469	480	484	489	502	507	н.о.						
Glycine max GmcPPX1-2 Gm02G01000	н.о., см. Фиг. 40	P	104	110		129	138	142	143	146	164	166	169	184			193	200	206	226	239	240	247	266	280	281	321	328		342	353	370	370	469	471	475	486	488	501	515	516	521	534	539	н.о.						
Glycine max GmcPPX2 Gm10G27890	н.о., см. Фиг. 42	P	111	117		136		145		149	150	151	171	173	176	191	197	199	205	212	219	225	235	236	243	262	276	277	317	324		338	349	366	372	444	446	450	461	463	476	490	491	496	509	514	н.о.				
Glycine max GmcPPX Gm19g25100	н.о., см. Фиг. 44	M	58	64	74	84	93	97	98	99	119	121	124	139	151	153	159	166	173	179	189	190	197	216	231	232	273	280	303	307	318	335	341	415	417	421	432	434	445	459	460	465	476	481	511	н.о.					

Вид	№ доступа Genbank	Лок.	G 52	N 85	K 144	A 145	A 180	P 185	A 220	G 221	L 226	M 228	S 244	Q 272	S 305	S 332	A 354	L 357	K 359	L 393	L 403	L 424	Y 426	F 478	I 525
<i>Arabidopsis thaliana</i> — At4g01690	AX084732	P	52	85	144	145	180	189	220	221	226	228	244	272	305	332	354	357	359	393	403	424	426	478	525
<i>Arabidopsis thaliana</i> — At5g14220	NM_121426	M	н.о.	41	101	Y 102	P 137	K 142	182	A 183	188	190	206	Q 235	L 269	H 258	G 320	F 323	L 325	358	371	T 393	F 394	V 444	D 489
<i>Amaranthus tuberculatus</i>	DQ386117	B	н.о.	н.о.	128	Y 129	P 164	K 169	G 210	211	216	218	234	R 281	L 295	324	G 346	F 349	L 351	384	392	T 418	F 420	Y 470	E 515
<i>Solanum tuberosum</i>	AJ225107	P	N 76	105	164	165	200	205	240	241	246	248	264	K 292	325	352	374	377	S 379	413	423	444	446	498	S 545
<i>Solanum tuberosum</i>	Н.о., см. Фиг. 9	M	н.о.	н.о.	98	Y 99	P 134	N 139	G 178	179	184	186	202	R 231	265	296	G 318	F 321	L 323	356	369	T 390	F 393	Y 442	D 487
<i>Zea mays</i>	AF218052	P	н.о.	н.о.	141	143	178	183	218	219	224	226	242	K 270	T 292	330	352	355	R 267	391	401	422	424	436	S 522
<i>Zea mays</i>	AF273767	M	н.о.	70	130	Y 131	P 166	K 171	219	216	221	I 223	239	N 288	302	T 336	G 358	V 361	L 363	396	410	T 431	F 433	Y 483	D 528
<i>Oryza sativa</i> — Os01g0286600	NM_001049312	P	51	н.о.	143	144	179	184	219	220	225	227	243	K 304	T 311	T 331	353	L 356	I 358	392	402	423	425	477	S 514
<i>Oryza sativa</i> — Os04q0490000	Н.о., см. Фиг. 17	M	D 50	Q 79	139	Y 140	P 175	K 180	G 224	225	230	I 232	248	N 277	L 311	345	G 367	F 370	L 372	405	419	T 440	F 442	Y 492	D 537
<i>Sorghum bicolor</i> — Sb03g011670	XM_002455439	P	н.о.	н.о.	143	144	179	164	219	220	225	227	243	K 271	T 304	331	353	L 356	R 358	392	402	423	425	477	A 524
<i>Sorghum bicolor</i> — Sb06g020950	XM_002446665	M	н.о.	70	130	Y 131	P 166	K 171	215	216	221	I 223	239	N 288	L 302	T 336	G 358	F 361	L 363	396	410	T 431	F 433	Y 483	D 528
<i>Ricinus communis</i> — Rc1343150	XM_002515127	P	N 51	84	143	144	179	184	219	220	225	227	243	K 271	304	331	353	356	358	392	402	423	425	477	A 524
<i>Ricinus communis</i> — Rc1678480	XM_002509502	M	н.о.	н.о.	99	Y 100	P 135	K 140	181	182	187	V 189	205	234	F 268	299	R 321	F 324	L 326	359	372	T 393	F 395	Y 445	D 490
<i>Brassica napus</i> — BncPPX1	Н.о., см. Фиг. 33	P	50	43	142	143	178	183	218	219	224	226	242	K 270	303	330	352	355	357	391	401	422	424	476	T 523
<i>Brassica napus</i> — BncPPX2	Н.о., см. Фиг. 35	P	50	S 85	144	145	180	185	220	21	226	228	244	K 272	305	332	354	357	359	393	403	424	426	478	T 525
<i>Brassica napus</i> — BncPPX3	Н.о., см. Фиг. 37	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	29	32	34	68	78	99	101	153	T 200
<i>Glycine max</i> GmcPPX1-1 Gm02G01000	Н.о., см. Фиг. 39	P	S 55	E 82	143	144	179	184	219	220	225	227	243	K 271	T 304	331	353	356	R 358	392	402	423	425	477	A 524
<i>Glycine max</i> GmcPPX1-2 Gm02G01000	Н.о., см. Фиг. 40	P	F 59	C 83	143	144	V 179	184	W 227	228	I 236	Y 238	254	K 282	315	T 342	364	367	368	н.о.	н.о.	421	423	509	н.о.
<i>Glycine max</i> — GmcPPX2 Gm10G27890	Н.о., см. Фиг. 42	M	Y 69	91	150	151	186	191	225	227	232	234	250	K 276	311	T 338	360	363	365	399	409	430	432	484	A 531
<i>Glycine max</i> — GmcPPX Gm19g25100	Н.о., см. Фиг. 44	M	н.о.	н.о.	98	Y 99	P 134	R 139	180	A 181	186	188	204	H 233	L 267	K 307	G 329	F 332	L 334	367	380	401	F 403	Y 453	D 498

- = Неизвестно из-за неполной последовательности