



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I600762 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：099108150

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 03 月 19 日

(51)Int. Cl. : C12N15/74 (2006.01)

C12N15/52 (2006.01)

C12P1/04 (2006.01)

(30)優先權：2009/03/19 美國

61/161,742

2010/01/19 美國

61/296,460

(71)申請人：D S M智慧財產有限公司 (荷蘭) DSM IP ASSETS B. V. (NL)

荷蘭

(72)發明人：阿普特 卡克 E APT, KIRK E. (US)；瑞奇特 萊斯利 RICHTER, LESLIE (US)；

辛普森 大衛 SIMPSON, DAVID (US)；札可 羅斯 ZIRKLE, ROSS (US)

(74)代理人：憚軼群；陳文郎

(83)生物材料寄存：

財團法人食品工業發展研究所 BCRC 940591 2010 年 06 月 10 日

財團法人食品工業發展研究所 BCRC 940592 2010 年 06 月 10 日

財團法人食品工業發展研究所 BCRC 940593 2010 年 06 月 10 日

財團法人食品工業發展研究所 BCRC 940594 2010 年 06 月 10 日

財團法人食品工業發展研究所 BCRC 930133 2010 年 06 月 10 日

財團法人食品工業發展研究所 BCRC 930128 2010 年 05 月 06 日

(56)參考文獻：

US 2008/0044871A1

審查人員：莊智惠

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：22 共 415 頁

(54)名稱

多不飽和脂肪酸合成酶核酸分子及多肽，組成物，以及其製造方法與用途

POLYUNSATURATED FATTY ACID SYNTHASE NUCLEIC ACID MOLECULES AND  
POLYPEPTIDES, COMPOSITIONS, AND METHODS OF MAKING AND USES THEREOF

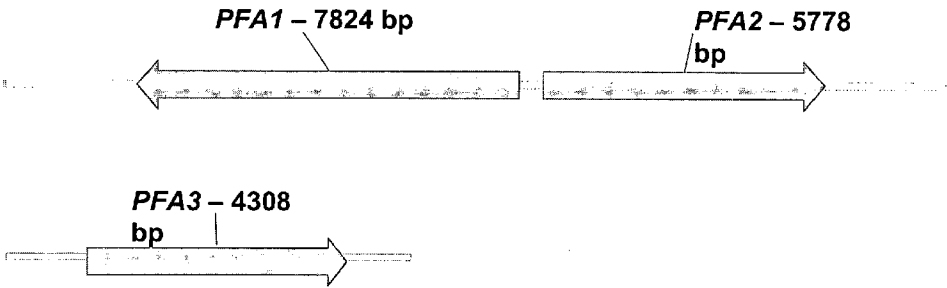
(57)摘要

本發明係針對涉及破囊壺菌多不飽和脂肪酸(PUFA)的生產之破囊壺菌多不飽和脂肪酸合成酶的經單離的核酸分子及多肽，包括富含二十二碳六烯酸(DHA)、二十碳五烯酸(EPA)，或其等之一組合的 PUFAs。本發明係針對包含該等核酸分子的載體和宿主細胞、由該等核酸分子編碼的多肽、包含該等核酸分子或多肽的組成物，以及製造其等之方法和其等之用途。

The present invention is directed to isolated nucleic acid molecules and polypeptides of thraustochytrid polyunsaturated fatty acid (PUFA) synthases involved in the production of PUFAs, including PUFAs enriched in docosahexaenoic acid (DHA), eicosapentaenoic acid (EPA), or a combination thereof. The present invention is directed to vectors and host cells comprising the nucleic acid molecules, polypeptides encoded by the nucleic acid molecules, compositions comprising the nucleic acid molecules or polypeptides, and methods of making and uses thereof.

指定代表圖：

第 1 圖



## 發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：99108150

※申請日：99.3.19

※IPC 分類：

C12N15/74 (2006.01)

C12N15/52 (2006.01)

C12P1/04 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

多不飽和脂肪酸合成酶核酸分子及多肽，組成物，以及其製造方法與用途  
 POLYUNSATURATED FATTY ACID SYNTHASE NUCLEIC ACID  
 MOLECULES AND POLYPEPTIDES, COMPOSITIONS, AND METHODS  
 OF MAKING AND USES THEREOF

## 二、中文發明摘要：

本發明係針對涉及破囊壺菌多不飽和脂肪酸(PUFA)的生產之破囊壺菌多不飽和脂肪酸合成酶的經單離的核酸分子及多肽，包括富含二十二碳六烯酸(DHA)、二十碳五烯酸(EPA)，或其等之一組合的PUFAs。本發明係針對包含該等核酸分子的載體和宿主細胞、由該等核酸分子編碼的多肽、包含該等核酸分子或多肽的組成物，以及製造其等之方法和其等之用途。

## 三、英文發明摘要：

The present invention is directed to isolated nucleic acid molecules and polypeptides of thraustochytrid polyunsaturated fatty acid (PUFA) synthases involved in the production of PUFAs, including PUFAs enriched in docosahexaenoic acid (DHA), eicosapentaenoic acid (EPA), or a combination thereof. The present invention is directed to vectors and host cells comprising the nucleic acid molecules, polypeptides encoded by the nucleic acid molecules, compositions comprising the nucleic acid molecules or polypeptides, and methods of making and uses thereof.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 ( 1 ) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(無)

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：



## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

#### 發明領域

本發明係針對涉及多不飽和脂肪酸(PUFA)的生產之多不飽和脂肪酸(PUFA)合成酶的經單離的核酸分子及多肽，包括富含二十二碳六烯酸(DHA)、二十碳五烯酸(EPA)，或其等之一組合的PUFAs。本發明係針對包含該等核酸分子的載體和宿主細胞、由該等核酸分子編碼的多肽、包含該等核酸分子或多肽的組成物，以及製造其等之方法和其等之用途。

### 【先前技術】

#### 發明背景

破囊壺菌為破囊壺菌目(*Thraustochytriales*)的微生物，包括破囊壺菌屬(*Thraustochytrium*)與裂殖壺菌屬(*Schizochytrium*)的成員，以及已經被承認為PUFAs的一任擇來源。參見，例如，美國專利案第5,130,242號。海洋細菌與破囊壺菌中的聚酮合成酶(PKS)-類似系統近來已經顯示出能夠自乙醯基-CoA與丙二醯基-CoA合成多不飽和脂肪酸(PUFAs)。此等PKS合成酶-類似系統於本文中亦稱為PUFA合成酶系統。海洋細菌內的PUFA合成酶系統沙雷菌(*Shewanella*)與海洋弧菌(*Vibrio marinus*)係於美國專利案第6,140,486號之中說明。裂殖壺菌屬的破囊壺菌內的一PUFA合成酶系統係揭示於美國專利案第6,566,583號中。裂殖壺菌屬與破囊壺菌屬的破囊壺菌內的PUFA合成酶系統亦於

美國專利案第 7,247,461 號之中說明。美國專利案第 7,211,418 號說明破囊壺菌屬的破囊壺菌內的一 PUFA 合成酶系統以及使用該系統生產的二十碳五烯酸(C20:5，亞米加-3) (EPA) 及其他的 PUFAs。美國專利案第 7,217,856 號說明沙雷菌 (*Shewanella olleyana*) 與日本沙雷菌 (*Shewanella japonica*) 內的 PUFA 合成酶系統。WO 2005/097982 說明菌株 SAM2179 內的一 PUFA 合成酶系統。美國專利案第 7,208,590 號與第 7,368,552 號說明來自金黃色破囊壺菌 (*Thraustochytrium aureum*) 的 PUFA 合成酶基因與蛋白質。

文獻中傳統上已經說明 PKS 系統屬於 3 種基本類型的一者，典型地稱為第 I 型(模組式或迭代式)、第 II 型，以及第 III 型。第 I 型模組式 PKS 系統也已經被稱為"模組式"PKS 系統，以及第 I 型迭代式 PKS 系統也已經被稱為"第 I 型"PKS 系統。第 II 型系統係特徵為可分離的蛋白質，其等之各個進行有區別的酵素反應。該等酵素協力工作以生產終產物，以及該系統的各個個別的酵素典型地參與終產物的生產數次。此類型的系統係以類似於植物和細菌中發現的脂肪酸合成酶(FAS)系統的方式運作。第 I 型迭代式 PKS 系統與第 II 型系統係相似在於酵素係以迭代式的方式使用以生產終產物。第 I 型迭代式 PKS 系統與第 II 型系統不同在於較大的蛋白質之領域發生酵素的活性，而不是與可分離的蛋白質相關聯的。此系統係類似於動物和真菌中發現的第 I 型 FAS 系統。

與第 II 型系統相反，第 I 型模組式 PKS 系統內的各酵素

領域於終產物的生產中僅使用一次。該等領域係於非常大的蛋白質內發現，以及各個反應的產物被傳遞至PKS蛋白質內的另一個領域。

第III型系統已經更近來找到以及屬於縮合酵素之植物的查耳酮(chalcone)合成酶家族。第III型PKS有區別於第I型與第II型PKS系統以及於迭代式縮合反應中使用游離CoA基質以通常產生一雜環系終產物。

於慣用的或標準的PUFA合成途徑中，中鏈長度飽和脂肪酸(一脂肪酸合成酶(FAS)系統的產物)係藉由一系列的延長和去飽和反應予以修飾。延長反應之基質為脂肪醯基-CoA(要被延長的脂肪酸鏈)以及丙二醯基-CoA(在各個延長反應的期間所添加二個碳的來源)。延長酶反應的產物是脂肪醯基-CoA，其具有二個額外的碳於直鏈中。去飽和酶於業已存在的脂肪酸鏈中藉由於氧依賴性反應中取出二個氫而創造順式雙鍵。去飽和酶的基質為醯基-CoA(於一些動物中)或者被酯化至磷脂質的甘油主幹(例如，磷脂醯膽鹼)之脂肪酸。

脂肪酸係根據碳鏈的長度及飽和特徵來分類。脂肪酸係根據鏈中的碳長度被稱為短鏈、中鏈或長鏈脂肪酸，當碳原子之間沒有雙鍵存在時被稱為飽和脂肪酸，以及當雙鍵存在時被稱為不飽和脂肪酸。當只有一個雙鍵存在時，不飽和長鏈脂肪酸為單不飽和的，以及當多於一個雙鍵存在時，不飽和長鏈脂肪酸為多不飽和的。

PUFAs係根據離脂肪酸的甲基端之第一個雙鍵的位置

之來分類：亞米加-3(n-3)脂肪酸在第三個碳上含有第一個雙鍵，而亞米加-6(n-6)脂肪酸在第六個碳上含有第一個雙鍵。舉例而言，二十二碳六烯酸("DHA")為具有22個碳的鏈長及6個雙鍵的亞米加-3 PUFA，通常稱為"22:6 n-3"。其他的亞米加-3 PUFAs包括二十碳五烯酸("EPA")，稱為"20:5 n-3"，以及亞米加-3二十二碳五烯酸("DPA n-3")，稱為"22:5 n-3"。DHA與EPA已經被稱為「必須」脂肪酸。亞米加-6 PUFAs包括二十碳四烯酸("ARA")，稱為"20:4 n-6"，以及亞米加-6二十二碳五烯酸("DPA n-6")，稱為"22:5 n-6"。

亞米加-3脂肪酸為生物上重要的分子，其等由於其等存在於細胞膜之中而影響細胞生理、調節生物活性化合物的生產及基因表現，以及作用為生合成基質。Roche, H. M., *Proc. Nutr. Soc.* 58: 397-401 (1999)。DHA(舉例而言，佔人類大腦皮質內的脂質的大概15%-20%，以及佔視網膜內的脂質的30%-60%)係集中於睪丸和精子，以及為母乳之重要組份。Bergé, J.P., and Barnathan, G. *Adv. Biochem. Eng. Biotechnol.* 96:49-125 (2005)。DHA佔腦內之亞米加-3脂肪酸的多至97%以及佔視網膜內之亞米加-3脂肪酸的多至93%。而且，DHA對胎兒和嬰兒的發展為不可缺的，以及成人之認知功能的維持。同前。因為亞米加-3脂肪酸於人類身體內不會被重新合成，此等脂肪酸必須自營養的來源衍生。

亞麻子油和魚油被認為是亞米加-3脂肪酸之良好的飲食來源。亞麻子油不含有EPA、DHA、DPA，或是ARA，

而是含有亞麻油酸(C18:3 n-3)，使身體能製造EPA之建造區塊。然而，有證據顯示代謝轉化的速率可以是緩慢且可變的，尤其於健康受損的該等之中。脂肪酸組成物的類型和位準中之魚油有相當地變化，取決於特定的物種以及其等之飲食。舉例而言，由水產養殖飼養的魚傾向比野生的該等魚具有較低位準的亞米加-3脂肪酸。再者，魚油帶有含有環境汙染的風險，以及可以與安定性問題及魚的氣味或味道相關聯。

由破囊壺菌生產的油通常具有比對應的魚或微藻類油更簡單的多不飽和脂肪酸形態。Lewis, T.E., *Mar. Biotechnol.* 1: 580-587 (1999)。破囊壺菌物種之菌株已被報導產生亞米加-3脂肪酸為該等有機體生產之高百分比的總脂肪酸。美國專利案第5,130,242號；Huang, J.等人，*J. Am. Oil. Chem. Soc.* 78: 605-610 (2001)；Huang, J.等人，*Mar. Biotechnol.* 5: 450-457 (2003)。然而，經單離的破囊壺菌於生產的PUFAs之同一性及量上有變化，藉此一些先前說明的菌株能具有非所欲的PUFA形態。

已經努力藉由內源性產生的脂肪酸之修飾來生產油籽作物植物內之PUFAs。用脂肪酸延長酶和去飽和酶之各種各樣的個別的基因之此等植物之基因修飾已經生產出葉子或種子，其等含有可測量的位準之PUFAs(例如：EPA)，但是也含有顯著位準之混合的更短鏈的和較不飽和的PUFAs(Qi等人，*Nature Biotech.* 22:739 (2004); PCT Publ. No. WO 04/071467；Abbadi等人，*Plant Cell* 16:1 (2004))；

Napier and Sayanova, Proc. Nutrition Society 64:387-393 (2005); Robert等人, Functional Plant Biology 32:473-479 (2005); 以及美國申請公開案第2004/0172682號)。

確切而言，對於與所欲的PUFA形態關聯的核酸分子及多肽之單離以及經由使用此等核酸分子及多肽來產生所欲的PUFA形態的方法存在持續性的需求。

## 【發明內容】

### 發明概要

本發明係針對一經單離的核酸分子，其係選自於以下所構成的群組：(a)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：1有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性： $\beta$ -酮基醯基-ACP合成酶(KS)活性、丙二醯基-CoA：ACP醯基轉移酶(MAT)活性、醯基載體蛋白質(ACP)活性、酮還原酶(KR)活性、 $\beta$ -羥基醯基-ACP脫水酶(DH)活性，以及其等之組合；(b)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：7有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含KS活性；(c)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：9有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含MAT活性；(d)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：13、15、17、19、21，或23的任一者有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含ACP活性；(e)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：11有至少80%的同一

性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含ACP活性；(f)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：25有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含KR活性；以及(g)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：27有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含DH活性。於一些具體例中，該多核苷酸序列係與序列辨識編號：1、7、9、11、13、15、17、19、21、23、25，及27有至少90%的同一性或有至少95%的同一性。於一些具體例中，該等核酸分子各別包含序列辨識編號：1、7、9、11、13、15、17、19、21、23、25，及27之多核苷酸序列。

本發明係針對一經單離的核酸分子，其係選自於以下所構成的群組：(a)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：2有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：KS活性、MAT活性、ACP活性、KR活性、DH活性、以及其等之組合；(b)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：8有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含KS活性；(c)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：10有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含MAT活性；(d)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：14、16、

18、20、22，或24的任何一者有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含ACP活性；(e)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：12有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含ACP活性；(f)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：26有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含KR活性；以及(g)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：28有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含DH活性。於一些具體例中，該胺基酸序列係各別與序列辨識編號：2、8、10、12、14、16、18、20、22、24、26，及28有至少90%的同一性或有至少95%的同一性。於一些具體例中，該等多肽各別包含序列辨識編號：2、8、10、12、14、16、18、20、22、24、26，及28之胺基酸序列。

本發明係針對一經單離的核酸分子，其係選自於以下所構成的群組：(a)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：3有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：KS活性、鏈長度因子(CLF)活性、醯基轉移酶(AT)活性、烯醯基-ACP還原酶(enoyl-ACP reductase)(ER)活性，以及其等之組合；(b)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：29有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含KS活性；(c)一核酸分子，其包含



與序列辨識編號：31有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含CLF活性；(d)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：33有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含AT活性；以及(e)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：35有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含ER活性。於一些具體例中，該多核苷酸序列係各別與序列辨識編號：3、29、31、33，以及35有至少90%的同一性或有至少95%的同一性。於一些具體例中，該等核酸分子各別包含序列辨識編號：3、29、31、33，以及35的多核苷酸序列。

本發明係針對一經單離的核酸分子，其係選自於以下所構成的群組：(a)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：4有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：KS活性、CLF活性、AT活性、ER活性、以及其等之組合；(b)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：30有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含KS活性；(c)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：32有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含CLF活性；(d)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：34有至少80%的同一性

之胺基酸序列，以及其中該多肽包含AT活性；以及(e)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：36有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含ER活性。於一些具體例中，該胺基酸序列係各別與序列辨識編號：4、30、32、34，及36有至少90%的同一性或有至少95%的同一性。於一些具體例中，該多肽各別包含序列辨識編號：4、30、32、34，及36的胺基酸序列。

本發明係針對一經單離的核酸分子，其係選自於以下所構成的群組：(a)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：5有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：DH活性、ER活性、以及其等之組合；(b)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：37有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含DH活性；(c)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：39有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含DH活性；以及(d)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：41有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含ER活性。於一些具體例中，該多核苷酸序列係各別與序列辨識編號：5、37、39，及41有至少90%的同一性或有至少95%的同一性。於一些具體例中，該等核酸分子各別包含序列辨識編號：5、37、39，及41的多核苷酸序列。

本發明係針對一經單離的核酸分子，其係選自於以下所構成的群組：(a)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：6有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：DH活性、ER活性、以及其等之組合；(b)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：38有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含DH活性；(c)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：40有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含DH活性；以及(d)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：42有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含ER活性。於一些具體例中，該胺基酸序列係各別與序列辨識編號：6、38、40，以及42有至少90%的同一性或有至少的95%同一性。於一些具體例中，該等多肽各別包含序列辨識編號：6、38、40，以及42之胺基酸序列。

本發明係針對一經單離的核酸分子，其係選自於以下所構成的群組：(a)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：68或序列辨識編號：120有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：KS活性、MAT活性、ACP活性、KR活性、DH活性、以及其等之組合；(b)一核

酸分子，其包含與序列辨識編號：74有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含KS活性；(c)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：76有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含MAT活性；(d)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：80、82、84、86、88、90、92、94、96或98的任一者有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含ACP活性；(e)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：78有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含ACP活性；(f)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：100有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含KR活性；以及(g)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：118有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含DH活性。於一些具體例中，該多核苷酸序列係各別與序列辨識編號：68、74、76、78、80、82、84、86、88、90、92、94、96、98、100、118，及120有至少90%的同一性或有至少95%的同一性。於一些具體例中，該等核酸分子各別包含序列辨識編號：68、74、76、78、80、82、84、86、88、90、92、94、96、98、100、118，及120的多核苷酸序列。

本發明係針對一經單離的核酸分子，其係選自於以下所構成的群組：(a)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：69有至少80%

的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：KS活性、MAT活性、ACP活性、KR活性、DH活性、以及其等之組合；(b)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：75有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含KS活性；(c)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：77有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含MAT活性；(d)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：81、83、85、87、89、91、93、95、97或99的任一者有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含ACP活性；(e)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：79有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含ACP活性；(f)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：101有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含KR活性；以及(g)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：119有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含DH活性。於一些具體例中，該胺基酸序列係各別與序列辨識編號：69、75、77、79、81、83、85、87、89、91、93、95、97、99、101，以及119有至少90%的同一性或有至少95%的同一性。於一些具體例中，該等多肽各別

包含序列辨識編號：69、75、77、79、81、83、85、87、89、91、93、95、97、99、101，以及119之胺基酸序列。

本發明係針對一經單離的核酸分子，其係選自於以下所構成的群組：(a)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：70或序列辨識編號：121有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：KS活性、鏈長度因子(CLF)活性、醯基轉移酶(AT)活性、烯醯基-ACP還原酶(ER)活性，以及其等之組合；(b)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：102有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含KS活性；(c)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：104有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含CLF活性；(d)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：106有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含AT活性；以及(e)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：108有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含ER活性。於一些具體例中，該多核苷酸序列係各別與序列辨識編號：70、102、104、106、108，以及121有至少90%的同一性或有至少95%的同一性。於一些具體例中，該等核酸分子各別包含序列辨識編號：70、102、104、106、108，以及121的多核苷酸序列。

本發明係針對一經單離的核酸分子，其係選自於以下

所構成的群組：(a)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：71有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：KS活性、CLF活性、AT活性、ER活性、以及其等之組合；(b)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：103有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含KS活性；(c)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：105有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含CLF活性；(d)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：107有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含AT活性；以及(e)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：109有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含ER活性。於一些具體例中，該胺基酸序列係各別與序列辨識編號：71、103、105、107，以及109有至少90%的同一性或有至少95%的同一性。於一些具體例中，該多肽各別包含序列辨識編號：71、103、105、107，以及109的胺基酸序列。

本發明係針對一經單離的核酸分子，其係選自於以下所構成的群組：(a)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：72或序列辨識編號：122有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含選自於以下

所構成的群組之PUFA合成酶活性：DH活性、ER活性、以及其等之組合；(b)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：110有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含DH活性；(c)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：112有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含DH活性；以及(d)一核酸分子，其包含與序列辨識編號：114有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含ER活性。於一些具體例中，該多核苷酸序列係各別與序列辨識編號：72、110、112、114，以及122有至少90%的同一性或有至少95%的同一性。於一些具體例中，該等核酸分子各別包含序列辨識編號：72、110、112、114，以及122的該等多核苷酸序列。

本發明係針對一經單離的核酸分子，其係選自於以下所構成的群組：(a)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：73有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：DH活性、ER活性、以及其等之組合；(b)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：111有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含DH活性；(c)一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：113有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含DH活性；以及(d)一核酸分



子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：115有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含ER活性。於一些具體例中，該胺基酸序列係各別與序列辨識編號：73、111、113，以及115有至少90%的同一性或有至少95%的同一性。於一些具體例中，該等多肽各別包含序列辨識編號：73、111、113，以及115之胺基酸序列。

本發明係針對一種經單離的核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，該多肽包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：KS活性、MAT活性、ACP活性、KR活性、CLF活性、AT活性、ER活性、DH活性、以及其等之組合，其中該多核苷酸係於嚴苛條件下與以上說明的該等多核苷酸序列的任一者之該互補物雜交。

本發明係針對一種經單離的核酸分子，其包含一多核苷酸序列，其係與以上說明的該等多核苷酸序列的任一者完全互補的。

本發明係針對一種重組型核酸分子，其包含：以上說明的該等核酸分子的任一者或其等之組合以及一轉錄控制序列。於一些具體例中，該重組型核酸分子為一重組型載體。

本發明係針對一宿主細胞，其表現以上說明的該等核酸分子的任一者、以上說明的該等重組型核酸分子的任一者，以及其等之組合。於一些具體例中，該宿主細胞係選自於以下所構成的群組：植物細胞、微生物細胞，以及動

物細胞。於一些具體例中，微生物細胞為一細菌。於一些具體例中，該細菌為大腸桿菌。於一些具體例中，該細菌為海洋的細菌。於一些具體例中，微生物細胞為破囊壺菌。於一些具體例中，該破囊壺菌係為裂殖壺菌。於一些具體例中，該破囊壺菌係為破囊壺菌。於一些具體例中，該破囊壺菌為巫肯尼亞菌(*Ulkenia*)。

本發明係針對一種產生至少一PUFA的方法，其包含：於有效產生PUFA的條件下於一宿主細胞中表現PUFA合成酶基因，其中該PUFA合成酶基因包含以上說明的該等經單離的核酸分子的任一者、以上說明的該等重組型核酸分子的任一者，或其等之組合，以及其中至少一PUFA係被生產。於本具體例的一態樣中，該宿主細胞係選自於以下所構成的群組：植物細胞、經單離的動物細胞，以及微生物細胞。於本具體例的另一態樣中，該至少一個PUFA包含二十二碳六烯酸(DHA)或二十碳五烯酸(EPA)。

本發明係針對一種生產富含DHA、EPA，或其等之一組合的脂質的方法，其包含：於有效產生脂質的條件下於一宿主細胞中表現PUFA合成酶基因，其中該PUFA合成酶基因包含以上說明的該等經單離的核酸分子的任一者、以上說明的該等重組型核酸分子的任一者，或其等之組合於該宿主細胞中，以及其中富含DHA、EPA，或其等之一組合的脂質係被生產。本發明係針對一種製造一重組型載體的方法，其包含將以上說明的該等經單離的核酸分子的任一者插入至載體內。

本發明係針對一種製造重組型宿主細胞的方法，其包含將一重組型載體引入如以上說明的之至一宿主細胞中。於一些具體例中，該宿主細胞係選自於以下所構成的群組：植物細胞、經單離的動物細胞，以及微生物細胞。

本發明係針對由所編碼之經單離的多肽以上說明的該等多核苷酸序列的任一者。

本發明係針對一種經單離的多肽，其係選自於以下所構成的群組：(a)一多肽，其包含與序列辨識編號：2有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：KS活性、MAT活性、ACP活性、KR活性、DH活性、以及其等之組合；(b)一多肽，其包含與序列辨識編號：8有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含KS活性；(c)一多肽，其包含與序列辨識編號：10有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含MAT活性；(d)一多肽，其包含與序列辨識編號：14、16、18、20、22，或24的任何一者之有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含ACP活性；(e)一多肽，其包含與序列辨識編號：12有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含ACP活性；(f)一多肽，其包含與序列辨識編號：26有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含KR活性；以及(g)一多肽，其包含與序列辨識編號：28有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含DH活性。於一些具體例中，該胺基酸序列係各別與序列辨識編號：2、8、10、12、14、16、18、20、22、24、26，

及28有至少90%的同一性或有至少95%的同一性。於一些具體例中，該等多肽各別包含序列辨識編號：2、8、10、12、14、16、18、20、22、24、26，及28之胺基酸序列。

本發明係針對一種經單離的多肽，其係選自於以下所構成的群組：(a)一多肽，其包含與序列辨識編號：4有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：KS活性、CLF活性、AT活性、ER活性、以及其等之組合；(b)一多肽，其包含與序列辨識編號：30有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含KS活性；(c)一多肽，其包含與序列辨識編號：32有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含CLF活性；(d)一多肽，其包含與序列辨識編號：34有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含AT活性；以及(e)一多肽，其包含與序列辨識編號：36有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含ER活性。於一些具體例中，該胺基酸序列係各別與序列辨識編號：4、30、32、34，及36有至少90%的同一性或有至少95%的同一性。於一些具體例中，該多肽各別包含序列辨識編號：4、30、32、34，及36的胺基酸序列。

本發明係針對一種經單離的多肽，其係選自於以下所構成的群組：(a)一多肽，其包含與序列辨識編號：6有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：DH活性、ER活性、以及其等之組合；(b)一多肽，其包含與序列辨識編號：38有

至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含DH活性；(c)一多肽，其包含與序列辨識編號：40有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含DH活性；以及(d) 一多肽，其包含與序列辨識編號：42有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含ER活性。於一些具體例中，該胺基酸序列係各別與序列辨識編號：6、38、40，及42有至少90%的同一性或有至少95%的同一性。於一些具體例中，該等多肽各別包含序列辨識編號：6、38、40，及42之胺基酸序列。

本發明係針對一種經單離的多肽，其係選自於以下所構成的群組：(a)一多肽，其包含與序列辨識編號：69有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：KS活性、MAT活性、ACP活性、KR活性、DH活性、以及其等之組合；(b)一多肽，其包含與序列辨識編號：75有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含KS活性；(c)一多肽，其包含與序列辨識編號：77有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含MAT活性；(d)一多肽，其包含與序列辨識編號：81、83、85、87、89、91、93、95、97或99的任一者之有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含ACP活性；(e)一多肽，其包含與序列辨識編號：79有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含ACP活性；(f)一多肽，其包含與序列辨識編號：101有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含KR活性；以及(g)一多肽，其

包含與序列辨識編號：119有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含DH活性。於一些具體例中，該胺基酸序列係各別與序列辨識編號：69、75、77、79、81、83、85、87、89、91、93、95、97、99、101，以及119有至少90%的同一性或有至少95%的同一性。於一些具體例中，該等多肽各別包含序列辨識編號：69、75、77、79、81、83、85、87、89、91、93、95、97、99、101，以及119之胺基酸序列。

本發明係針對一種經單離的多肽，其係選自於以下所構成的群組：(a)一多肽，其包含與序列辨識編號：71有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：KS活性、CLF活性、AT活性、ER活性、以及其等之組合；(b)一多肽，其包含與序列辨識編號：103有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含KS活性；(c)一多肽，其包含與序列辨識編號：105有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含CLF活性；(d)一多肽，其包含與序列辨識編號：107有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含AT活性；以及(e)一多肽，其包含與序列辨識編號：109有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含ER活性。於一些具體例中，該胺基酸序列係與各別與序列辨識編號：71、103、105、107，以及109有至少90%的同一性或有至少95%的同一性。於一些具體例中，該多肽各別包含序列辨識編號：71、103、105、107，以及109的胺基酸序列。

本發明係針對一種經單離的多肽，其係選自於以下所構成的群組：(a)一多肽，其包含與序列辨識編號：73有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：DH活性、ER活性、以及其等之組合；(b)一多肽，其包含與序列辨識編號：111有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含DH活性；(c)一多肽，其包含與序列辨識編號：113有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含DH活性；以及(d)一多肽，其包含與序列辨識編號：115有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含ER活性。於一些具體例中，該胺基酸序列係各別與序列辨識編號：73、111、113，以及115有至少90%的同一性或有至少95%的同一性。於一些具體例中，該等多肽各別包含序列辨識編號：73、111、113，以及115之胺基酸序列。

於一些具體例中，本發明之經單離的多肽的任一者可以是一融合多肽。

本發明係針對一組成物，其包含以上說明的多肽之任一者以及生物上可接受的載體。

本發明係針對一種於具有PUFA合成酶活性的有機體內增加DHA、EPA，或其等之一組合的生產的方法，其包含：於有效產生DHA、EPA或其等之一組合的條件下於一有機體中表現以上說明的該等經單離的核酸分子的任一者、以上說明的該等重組型核酸分子的任一者，或其等之組合，其中該PUFA合成酶活性取代該有機體中之不活化或

被刪除的活性，引入一新的活性，或提高現存的活性，以及其中增加該有機體中的DHA、EPA，或其等之一組合之生產。

本發明係針對一種自宿主細胞單離脂質的方法，其包含：(a)於有效產生脂質的條件下於該宿主細胞中表現PUFA合成酶基因，其中該PUFA合成酶基因包含以上說明的該等經單離的核酸分子的任一者、以上說明的該等重組型核酸分子的任一者，或其等之組合於該宿主細胞中，以及(b)自該宿主細胞單離脂質。於一些具體例中，該宿主細胞係選自於以下所構成的群組：植物細胞、經單離的動物細胞，以及微生物細胞。於一些具體例中，該等脂質包含DHA、EPA，或其等之一組合。

#### 圖式簡單說明

第1圖顯示出本發明的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 PUFA合成酶之基因架構；

第2圖顯示出本發明的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 PUFA合成酶之基因架構；

第3圖顯示出本發明的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695和破囊壺菌種ATCC PTA-10212 PUFA合成酶以及來自裂殖壺菌種ATCC 20888、破囊壺菌種ATCC 20892、金黃色破囊壺菌，和SAM2179之合成酶之領域架構；

第4圖顯示出本發明裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa1p胺基酸序列(序列辨識編號：2)和破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa1p胺基酸序列(序列辨識編號：69)的排列，



其等具有該等之來自裂殖壺菌種ATCC 20888 (序列辨識編號：54)和破囊壺菌種ATCC 20892 (序列辨識編號：56)的OrfA序列以及來自金黃色破囊壺菌(序列辨識編號：55)的Orf A序列；

第5圖顯示出排列本發明的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa2p胺基酸序列(序列辨識編號：4)和破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa2p胺基酸序列(序列辨識編號：71)的排列，其等具有該等之來自裂殖壺菌種ATCC 20888 (序列辨識編號：57)和破囊壺菌種ATCC 20892 (序列辨識編號：58)的OrfB序列以及來自金黃色破囊壺菌(序列辨識編號：59)的Orf B序列；

第6圖顯示本發明的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa3p胺基酸序列(序列辨識編號：6)以及破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa3p胺基酸序列(序列辨識編號：73)的排列，其等具有來自裂殖壺菌種ATCC 20888 (序列辨識編號：61)以及破囊壺菌種ATCC 20892 (序列辨識編號：60)的OrfC序列；

第7圖顯示裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1*多核苷酸序列(序列辨識編號：1)；

第8圖顯示裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa1p胺基酸序列(序列辨識編號：2)；

第9圖顯示裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA2*多核苷酸序列(序列辨識編號：3)；

第10圖顯示裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa2p胺基酸

序列(序列辨識編號：4)；

第11圖顯示裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3*多核苷酸序列(序列辨識編號：5)；

第12圖顯示裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *Pfa3p*胺基酸序列(序列辨識編號：6)；

第13圖顯示破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA1*多核苷酸序列(序列辨識編號：68)；

第14圖顯示破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA1*多核苷酸序列(序列辨識編號：120)，其已經為了於裂殖壺菌內表現而被密碼子最佳化；

第15圖顯示破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *Pfa1p*胺基酸序列(序列辨識編號：69)；

第16圖顯示破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA2*多核苷酸序列(序列辨識編號：70)；

第17圖顯示破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA2*多核苷酸序列(序列辨識編號：121)，其已經為了於裂殖壺菌內表現而被密碼子最佳化；

第18圖顯示破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *Pfa2p*胺基酸序列(序列辨識編號：71)；

第19圖顯示第13圖顯示破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA3*多核苷酸序列(序列辨識編號：72)；

第20圖顯示破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA3*多核苷酸序列(序列辨識編號：122)，其已經為了於裂殖壺菌內表現而被密碼子最佳化；

第21圖顯示破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa3p胺基酸序列(序列辨識編號：73)；

第22圖顯示裂殖壺菌的密碼子使用表。

## 【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

本發明係針對涉及PUFAs的生產之多不飽和脂肪酸(PUFA)合成酶的經單離的核酸分子及多肽，包括富含二十二碳六烯酸(DHA)、二十碳五烯酸(EPA)，或其等之一組合的PUFAs。本發明係針對包含該等核酸分子的載體和宿主細胞、由該等核酸分子編碼的多肽、包含該等核酸分子或多肽的組成物，以及製造其等之方法和其等之用途。

### PUFA合成酶

當使用於本文中，術語"PUFA合成酶"係提及涉及生產多不飽和脂肪酸的一酵素。參見，例如，Metz等人，Science 293:290-293 (2001)。

本發明在某種程度上係針對3種PUFA合成酶次單元，稱為Pfa1p(序列辨識編號：2或序列辨識編號：69)、Pfa2p (序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)，和Pfa3p (序列辨識編號：6或序列辨識編號：73)，以及編碼該等次單元之基因，稱為*PFA1* (序列辨識編號：1、序列辨識編號：68，或序列辨識編號：120)、*PFA2* (序列辨識編號：3、序列辨識編號：70，或序列辨識編號：121)，和*PFA3* (序列辨識編號：5、序列辨識編號：72，或序列辨識編號：122)。參見，第1-3圖與第7-21圖。於其他破囊壺菌內的PUFA合成酶亦已經

各別地稱為 ORF 1、ORF 2，和 ORF 3，或是各別地稱為 OrfA、orfB，和 orfC。參見，例如：美國專利案第 7,247,461 號和第 7,256,022 號中的裂殖壺菌種(ATCC 20888)以及破囊壺菌種(ATCC 20892)，參照 orfA、orfB，和 orfC 基因及對應的 OrfA、orfB，和 orfC 蛋白質，以及美國專利案第 7,368,552 號中的金黃色破囊壺菌(ATCC 34304)，參照 ORF A、ORF B，和 ORF C 基因與蛋白質。亦可參見，WO/2005/097982 中的菌株 SAM2179，參照 ORF 1、ORF 2，和 ORF 3 基因與蛋白質。

#### 核酸分子

本發明係針對經單離的核酸分子，其包含自一經單離的微生物所衍生的 PUFA 合成酶基因與領域的多核苷酸序列，其係 2009 年 3 月 19 日提申之共審查美國申請案第 12/407,687 號的主題，以其之整體併入本文中作為參考資料。該微生物係依據布達佩斯條約於 2009 年 1 月 7 日被寄存於美國類型培養物收集中心，專利寄存，10801 University Boulevard, Manassas, VA 20110-2209，以及授予 ATCC 寄存編號 PTA-9695，以及也被稱為裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695。當表現時，此等基因產生獨特的脂肪酸形態，係特徵部分在於高位準的亞米加-3 脂肪酸，特別是高位準的 DHA。

本發明係針對經單離的核酸分子，其包含自一經單離的微生物所衍生的 PUFA 合成酶基因與領域的多核苷酸序列，其係 2010 年 1 月 19 日提申之共審查美國申請案第

61/296,456號的主題，以其之整體併入本文中作為參考資料。該微生物係依據布達佩斯條約於2009年1月14日被寄存於美國類型培養物收集中心，專利寄存，10801 University Boulevard, Manassas, VA 20110-2209，以及授予ATCC寄存編號PTA-10212，以及也被稱為破囊壺菌種ATCC PTA-10212。當表現時，此等基因產生獨特的脂肪酸形態，係特徵部分在於高位準的亞米加-3脂肪酸，特別是高位準的DHA、EPA，或其等之一組合。

當使用於本文中，"多核苷酸"能包含一慣見的磷酸二酯鍵或慣見的鍵(例如，一醯胺鍵，如，於肽核酸(PNA)中發現的)。一個多核苷酸可含有全長cDNA序列的核苷酸序列，包括未轉譯5'和3'序列、編碼序列，以及該核酸序列之片段、抗原決定位、領域，和變異體。該多核苷酸可以由任何的聚核糖核苷酸或是聚去氧核糖核苷酸組成的，其可以是未經修飾的RNA或DNA或是經修飾的RNA或DNA。舉例而言，多核苷酸可以是由以下組成的：單股或雙股的DNA、單股或雙股區域的混合物之DNA、單股或雙股的RNA，以及單股或雙股區域的混合物之RNA，雜交分子，其包含可以是單股的DNA和RNA或更典型地雙股的DNA和RNA，或是單股或雙股區域的混合物。此外，該等多核苷酸可以是由三股區域組成的，其包含RNA或DNA或是RNA與DNA二者。多核苷酸可含有核糖核苷(腺苷、鳥苷、尿苷，或是胞苷；"RNA分子")或是去氧核糖核苷(去氧腺苷、去氧鳥苷、去氧胸腺核苷，或是去氧胞苷；"DNA分子")，

或是其等之任何的磷酯類似物，例如：硫代磷酸酯和硫酯。多核苷酸亦可含有一或更多個經修飾的鹼基或是為了安定性或其他原因而修飾的DNA或RNA主鏈。"經修飾的"鹼基包括，舉例而言，三苯甲基化(tritylated)的鹼基和不常見的鹼基，例如：肌苷。DNA和RNA可以做各種各樣的修飾；因而，"多核苷酸"包括化學上、酵素上，或是代謝上修飾的形式。術語核酸分子僅提及分子的一級和二級結構，以及不限於任何的特定的第三形式。因而，此術語包括發現的雙股DNA，尤其，線形或是環形的DNA分子(例如：限制性片段)、質體，以及染色體。於討論的特定的雙股DNA分子結構中，序列可以於本文中依據僅於沿著DNA的非轉錄股之5'至3'方向的序列規定的正常的規範來說明(亦即，具有與mRNA有同源性的序列之該股)。

術語"經單離的"核酸分子係提及一核酸分子、DNA或RNA，其已經自其之天然的環境被移除的。經單離的核酸分子之進一步的實例包括核酸分子，其包含被維持於異源性宿主細胞中的重組型多核苷酸或是溶液中之經純化的(部分地或是大體上)多核苷酸。經單離的RNA分子包括本發明的多核苷酸之活體內或是活體外RNA轉錄品。如本發明之經單離的核酸分子進一步包括合成地生產的此等分子。此外，一核酸分子或多核苷酸能包括一調節要素，例如：一啟動子、核糖體結合位址，或是一轉錄終止子。

一"基因"係提及核苷酸的總成，其編碼一多肽，以及包括cDNA和基因體DNA核酸。"基因"也提及一核酸片段，

其表現一特定的蛋白質，包括介於個別的編碼區段(外顯子)之間的介入序列(內含子)，以及在編碼序列之前的(5'非編碼序列)以及在編碼序列之後的(3'非編碼序列)調控序列。"天然的基因"係提及一基因，當在自然界發現且帶有其自身的調控序列。

本發明係針對經單離的核酸分子，其包含與以下有至少80%同一性的多核苷酸序列：裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1* (序列辨識編號：1)、裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA2* (序列辨識編號：3)、裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3* (序列辨識編號：5)、破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA1* (序列辨識編號：68或序列辨識編號：120)、破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA2* (序列辨識編號：70或序列辨識編號：121)、破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA3* (序列辨識編號：72或序列辨識編號：122)的多核苷酸序列，以及其等之組合，其中該等多核苷酸編碼包含一或更多PUFA合成酶活性的多肽。

該等PUFA合成酶活性係與各合成酶多肽的一或更多個領域有關聯，其中該等領域能藉由其等之守恆性結構或功能性要素(根據其等與已知的要素之同源性)予以鑑定，以及也可以根據其等之特定的生化活性予以鑑定。參見，例如，美國專利案第7,217,856號，以其之整體併入本文中作為參考資料。PUFA合成酶領域之實例包括：Pfa1p內的 $\beta$ -酮基醯基-ACP合成酶(KS)領域、丙二醯基-CoA：ACP醯基轉移酶(MAT)領域、醯基載體蛋白質(ACP)領域、酮還原酶

(KR)領域，和 $\beta$ -羧基醯基-ACP脫水酶(DH)領域；Pfa2p內的KS領域、鏈長度因子(CLF)領域、醯基轉移酶(AT)領域，以及和且烯醯基-ACP還原酶(ER)領域in；以及Pfa3p內的DH領域與ER領域。

具有 $\beta$ -酮基醯基-ACP合成酶(KS)生物活性(功能)之一多肽或一多肽的領域先前已經顯示出能夠進行該脂肪酸的延長反應循環之起始步驟。術語" $\beta$ -酮基醯基-ACP合成酶"已經與術語" $\beta$ -酮基醯基-ACP合成酶"、" $\beta$ -酮基醯基-ACP合成酶"，以及"酮基醯基-ACP合成酶"互相交換使用。於其他系統中，已經顯示出用於延長之醯基係藉由一硫酯鍵連結至KS的活性位置之一個半胱氨酸殘基，以及醯基-KS係與丙二醯基-ACP進行縮合作用以形成 $\beta$ -酮基醯基-ACP、 $\text{CO}_2$ 與未結合("自由")KS。於此等系統中，已經顯示出KS擁有比反應循環中之其他多肽更大之受質特異性。多肽(或多肽的領域)能藉由與已知之KS序列之同源性而容易地被鑑定出為屬於該KS家族。

具有丙二醯基-CoA：ACP醯基轉移酶(MAT)活性之一多肽或一多肽的領域先前已經顯示出能夠自丙二醯基-CoA上將丙二醯基部分轉移至ACP。術語"丙二醯基-CoA：ACP醯基轉移酶"已經與"丙二醯基醯基轉移酶"互相交換使用。除了該活性位置要素(GxSxG)之外，已經顯示出MATs擁有一延伸的要素(於關鍵位置的R與Q胺基酸)。多肽(或多肽的領域)能藉由其等與已知之MAT序列之同源性以及其等之延伸的要素結構而容易地被鑑定出為屬於該MAT家族。



具有醯基載體蛋白質(ACP)活性之一多肽或一多肽的領域先前已經顯示出能夠作用為成長脂肪醯基鏈之一載體，其係經由一硫酯鍵聯至共價性結合之輔助因子。ACPs典型地為大約80至大約100個胺基酸長以及已經顯示出係藉由轉移CoA上之磷酸泛硫醇部分(phosphopantetheinyl moiety)至ACP上之高度守恆性絲胺酸殘基而自未活化之不完全(apo)-形式轉換為功能性完全(holo)-形式。也已經顯示出醯基係藉由在磷酸泛硫醇部分的游離端之一硫酯鍵聯而連結至ACPs。活性位置要素(LGIDS\*)變化之存在也已經認定為ACP之一特徵。該活性位置絲胺酸(S\*)的官能性已經於一細菌的PUFA合成酶內展現出(Jiang等人, J. Am. Chem. Soc. 130:6336-7 (2008))。多肽(或多肽的領域)能藉由用放射性的泛硫醇予以標記及藉由與已知之ACPs之序列同源性而容易地被鑑定出為屬於該ACP家族。

具有脫水酶(dehydrase)或脫水酶(dehydratase)(DH)活性之一多肽或一多肽的領域先前已經顯示出能夠催化一脫水反應。提及DH活性典型地係提及FabA-類似 $\beta$ -羥基醯基-ACP脫水酶生物活性。FabA-類似 $\beta$ -羥基醯基-ACP脫水酶生物活性會自 $\beta$ -酮基醯基-ACP移除HOH，且一開始會在碳鏈上製造出一反式雙鍵。術語"FabA-類似 $\beta$ -羥基醯基-ACP脫水酶"已經與術語"FabA-類似 $\beta$ -羥基醯基-ACP脫水酶"、" $\beta$ -羥基醯基-ACP脫水酶"及"脫水酶"互相交換使用。PUFA合成酶系統之DH領域先前已經展現出顯示與FAS系統(而非其他PKS系統之DH領域)關聯的之細菌DH酵素具有同源

性。參見，例如，美國專利案第7,217,856號，以其之整體併入本文中作為參考資料。次族群之細菌DH，該FabA-類似DH，擁有順式-反式異構酶活性(Heath等人，J. Biol. Chem., 271, 27795 (1996))。根據與FabA-類似DH蛋白質之同源性，該PUFA合成酶系統DH領域的一者或全體可負責PUFA合成酶產物內之順式雙鍵之插入。一多肽或領域亦能具有非-FabA-類似DH活性、或是非-FabA-類似 $\beta$ -羧基醯基-ACP脫水酶(DH)活性。更明確地，PUFA合成酶DH領域中先前已經鑑定出大約13個胺基酸長的守恆性活性位置要素之：LxxHxxxGxxxxP(該要素中的L位置也可以是I)。參見，例如：美國專利案第7,217,856號，以及Donadio S, Katz L., Gene 111(1):51-60 (1992)，其之各個係以其之整體併入本文中作為參考資料。此守恆性要素係於全部已知的PUFA合成酶序列的相似區域中找到以及可以是非-FabA類似脫水作用的原由。

具有 $\beta$ -酮基醯基-ACP還原酶(KR)活性之一多肽或一多肽的領域先前已經顯示出能夠催化3-酮基醯基形式之ACP之吡啶-核苷酸-依賴型還原作用。術語" $\beta$ -酮基醯基-ACP還原酶"已經與術語"酮還原酶"、"3-酮基醯基-ACP還原酶"，及"酮基-醯基ACP還原酶"互相交換使用。已經被決定其他系統中的KR功能涉及脂肪酸重新合成延長循環之第一還原步驟。多肽(或多肽的領域)能藉由與已知之PUFA合成酶KRs之序列同源性而容易地被鑑定出為屬於該KR家族。

具有鏈長度因子(CLF)活性之一多肽或一多肽的領域先前已經被定義成具有下列的活性或特性之一或更多者：

- (1)其能決定延長循環的數目且因此決定終產物的鏈長度，
- (2)其具有與KS的同源性，但是缺少KS活性位置半胱胺酸，
- (3)其能與KS異體二聚化的，(4)其能提供待延長的起始醯基，或是(5)其能將丙二酸酯(為丙二醯基-ACP)去羧基，因而形成可轉移至KS活性位置之醋酸鹽基團以及可作為進行起始延長(縮合)反應之‘啟動(priming)’分子。在所有最近辨識出之PUFA合成酶系統中皆發現到CLF領域，以及在每一情況下皆發現為多領域蛋白質之一部分。多肽(或多肽的領域)能藉由與已知之PUFA合成酶CLFs之序列同源性而容易地被鑑定出為屬於該CLF家族。

具有醯基轉移酶(AT)活性之一多肽或一多肽的領域先前已經被定義成具有下列的活性或特性之一或更多者：

- (1)其能轉移該將脂肪醯基自ACP領域轉移至水(亦即，硫酯酶)，將該脂肪醯基釋放為一游離脂肪酸，(2)其能將一脂肪醯基轉移至一接受體，例如：CoA，(3)其能轉移各種各樣的ACP領域之中的醯基，或是(4)其能將脂肪醯基轉移至一親脂性的接受體分子(例如，至溶血磷脂酸(lysophosphadidic acid))。多肽(或多肽的領域)能藉由與已知之PUFA合成酶ATs之序列同源性而容易地被鑑定出為屬於該AT家族。

具有烯醯基-ACP還原酶(ER)生物活性之一多肽或一多肽的領域先前已經顯示出能夠還原脂肪醯基-ACP上之反式雙鍵(由DH活性引入)，導致關聯的碳之飽和。PUFA合成酶

系統內的ER領域先前已經顯示出與ER酵素家族具有同源性(Heath等人，Nature 406: 145-146 (2000)，以其之整體併入本文中作為參考資料)，以及一ER同源物已經顯示出作用為活體外之烯醯基-ACP還原酶(Bumpus等人，J. Am. Chem. Soc., 130: 11614-11616 (2008)，以其之整體併入本文中作為參考資料)。術語"烯醯基-ACP還原酶"已經與"烯醯基還原酶"、"烯醯基ACP-還原酶"，及"烯醯基醯基-ACP還原酶"互相交換使用。多肽(或多肽的領域)能藉由與已知之PUFA合成酶ERs之序列同源性而容易地被鑑定出為屬於該ER家族。

於一些具體例中，本發明係針對核酸分子，其包含與*PFA1* (序列辨識編號：1、序列辨識編號：68，或序列辨識編號：120)中的多核苷酸序列有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其係編碼一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該核酸分子包含與*PFA1* (序列辨識編號：1、序列辨識編號：68，或序列辨識編號：120)中的多核苷酸序列有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其係編碼一或更多個PUFA合成酶領域，例如：KS領域(序列辨識編號：7或序列辨識編號：74)，MAT領域(序列辨識編號：9或序列辨識編號：76)，ACP領域(例如：序列辨識編號：13、15、17、19、21、23、80、82、84、86、88、90、92、94、96或98的任何一者)，2個或更多個ACP領域的組合，例如：2、3、4、5、6、7、8、9或10個ACP領域，包括串聯領域(序列辨識編號：11或序列辨識編號：78，以及其等之部分)，KR

領域(序列辨識編號：25或序列辨識編號：100)，DH領域(序列辨識編號：27或序列辨識編號：118)，以及其等之組合。於一些具體例中，該核酸分子包含2個或更多個多核苷酸序列，其中該至少2個或更多個多核苷酸序列的各個係與*PFA1*(序列辨識編號：1、序列辨識編號：68，或序列辨識編號：120)中的多核苷酸序列有80%的同一性，其係編碼一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個多核苷酸序列係與序列辨識編號：1、序列辨識編號：68，或序列辨識編號：120中相同的多核苷酸序列有80%的同一性，其係編碼一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個多核苷酸序列係與序列辨識編號：1、序列辨識編號：68，或序列辨識編號：120中不同的多核苷酸序列有80%的同一性，其係各編碼一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個多核苷酸序列係與序列辨識編號：1、序列辨識編號：68，或序列辨識編號：120中不同的多核苷酸序列有80%的同一性，其中當比較序列辨識編號：1、序列辨識編號：68，或序列辨識編號：120中的對應序列的等級時，該至少2個或更多個多核苷酸序列係位於該核酸分子中之相同的等級或不同的等級。於一些具體例中，該至少2個或更多個多核苷酸序列的各個係與*PFA1*(序列辨識編號：1、序列辨識編號：68，或序列辨識編號：120)中的多核苷酸序列有80%的同一性，其係編碼一或更多個PUFA合成酶領域，例如：KS領域(序列辨識編號：7或序列辨識編號：74)，MAT領域(序列辨識

編號：9或序列辨識編號：76)，ACP領域(例如：序列辨識編號：13、15、17、19、21、23、80、82、84、86、88、90、92、94、96或98的任何一者)，2、3、4、5、6、7、8、9或10個ACP領域的組合，包括串聯領域(序列辨識編號：11或序列辨識編號：78，以及其等之部分)，KR領域(序列辨識編號：25或序列辨識編號：100)，DH領域(序列辨識編號：27或序列辨識編號：118)，以及其等之組合。於一些具體例中，該核酸分子包含*PFA1* (序列辨識編號：1、序列辨識編號：68，或序列辨識編號：120)中的一或更多個多核苷酸序列，其包括任何個別的領域之一或更多個副本與任何其他個別的領域之一或更多個副本的組合。

於一些具體例中，本發明係針對核酸分子，其包含與*PFA2* (序列辨識編號：3、序列辨識編號：70，或序列辨識編號：121)中的多核苷酸序列有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其係編碼一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該核酸分子包含與*PFA2* (序列辨識編號：3、序列辨識編號：70，或序列辨識編號：121)中的多核苷酸序列有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其係編碼一或更多個PUFA合成酶領域，例如：KS領域(序列辨識編號：29或序列辨識編號：102)，CLF領域(序列辨識編號：31或序列辨識編號：104)，AT領域(序列辨識編號：33或序列辨識編號：106)，ER領域(序列辨識編號：35或序列辨識編號：108)，以及其等之組合。於一些具體例中，該核酸分子包含2個或更多個多核苷酸序列，其中該至少2個或更多個多

核苷酸序列的各個係與*PFA2* (序列辨識編號：3、序列辨識編號：70，或序列辨識編號：121)中的多核苷酸序列有80%的同一性，其係編碼一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個多核苷酸序列係與序列辨識編號：3、序列辨識編號：70，或序列辨識編號：121中相同的多核苷酸序列有80%的同一性，其係編碼一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個多核苷酸序列係與序列辨識編號：3、序列辨識編號：70，或序列辨識編號：121中不同的多核苷酸序列有80%的同一性，其係各編碼一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個多核苷酸序列係與序列辨識編號：3、序列辨識編號：70，或序列辨識編號：121中不同的多核苷酸序列有80%的同一性，其中當比較序列辨識編號：3、序列辨識編號：70，或序列辨識編號：121中的對應序列的等級時，該至少2個或更多個多核苷酸序列係位於該核酸分子中之相同的等級或不同的等級。於一些具體例中，該至少2個或更多個多核苷酸序列的各個係與*PFA2* (序列辨識編號：3、序列辨識編號：70，或序列辨識編號：121)中的多核苷酸序列有80%的同一性，其係編碼一或更多個PUFA合成酶領域，例如：KS領域(序列辨識編號：29或序列辨識編號：102)，CLF領域(序列辨識編號：31或序列辨識編號：104)，AT領域(序列辨識編號：33或序列辨識編號：106)，ER領域(序列辨識編號：35或序列辨識編號：108)，以及其等之組合。於一些具體例中，該核酸分子包含*PFA2*

(序列辨識編號：3、序列辨識編號：70，或序列辨識編號：121)中的一或更多個多核苷酸序列，其係編碼一或更多個PUFA合成酶領域，其包括任何個別的領域之一或更多個副本與任何其他個別的領域之一或更多個副本的組合。

於一些具體例中，本發明係針對核酸分子，其包含與 *PF43* (序列辨識編號：5、序列辨識編號：72，或序列辨識編號：122) 中的多核苷酸序列有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其係編碼一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該核酸分子包含與 *PF43* (序列辨識編號：5、序列辨識編號：72，或序列辨識編號：122) 中的多核苷酸序列有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其係編碼一或更多個PUFA合成酶領域，例如：DH領域(例如：序列辨識編號：37，序列辨識編號：39，序列辨識編號：110，或序列辨識編號：112)，ER領域(序列辨識編號：41或序列辨識編號：114)，以及其等之組合。於一些具體例中，該核酸分子包含2個或更多個多核苷酸序列，其中該至少2個或更多個多核苷酸序列的各個係與 *PF43* (序列辨識編號：5、序列辨識編號：72，或序列辨識編號：122) 中的多核苷酸序列有80%的同一性，其係編碼一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個多核苷酸序列係與序列辨識編號：5、序列辨識編號：72，或序列辨識編號：122中相同的多核苷酸序列有80%的同一性，其係編碼一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個多核苷酸序列係與序列辨識編號：5、序列辨識編號：72，



或序列辨識編號：122中不同的多核苷酸序列有80%的同一性，其係各編碼一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個多核苷酸序列係與序列辨識編號：5、序列辨識編號：72，或序列辨識編號：122中不同的多核苷酸序列有80%的同一性，其中當比較序列辨識編號：5、序列辨識編號：72，或序列辨識編號：122中的對應序列的等級時，該至少2個或更多個多核苷酸序列係位於該核酸分子中之相同的等級或不同的等級。於一些具體例中，該至少2個或更多個多核苷酸序列的各個係與PFA3 (序列辨識編號：5、序列辨識編號：72，或序列辨識編號：122) 中的多核苷酸序列有80%的同一性，其係編碼一或更多個PUFA合成酶領域，例如：DH領域(例如：序列辨識編號：37，序列辨識編號：39，序列辨識編號：110，或序列辨識編號：112)，ER領域(序列辨識編號：41或序列辨識編號：114)，以及其等之組合。於一些具體例中，該核酸分子包含PFA3 (序列辨識編號：5、序列辨識編號：72，或序列辨識編號：122)中的一或更多個多核苷酸序列，其係編碼一或更多個PUFA合成酶領域，其包括任何個別的領域之一或更多個副本與任何其他個別的領域之一或更多個副本的組合。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含與序列辨識編號：1、序列辨識編號：68，或序列辨識編號：120有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含選自於以下所構成的群組之PUFA

合成酶活性：KS活性、MAT活性、ACP活性、KR活性、DH活性、以及其等之組合。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含與序列辨識編號：7或序列辨識編號：74有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含KS活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含與序列辨識編號：9或序列辨識編號：76有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含MAT活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含與序列辨識編號：13、15、17、19、21、23、80、82、84、86、88、90、92、94、96或98的任一者有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含ACP活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含與序列辨識編號：11或序列辨識編號：78有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含ACP活性。

於一些具體例中，該核酸分子包含與序列辨識編號：11中的多核苷酸序列有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其編碼1、2、3、4、5或6個ACP領域，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含與一或更多個ACP領域關聯的ACP活性。序列辨識編號：13、15、17、19、21，與23為

代表性多核苷酸序列，其各編碼序列辨識編號：11內的單一ACP領域。

於一些具體例中，該核酸分子包含與序列辨識編號：78中的多核苷酸序列有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其編碼1、2、3、4、5、6、7、8、9或10個ACP領域，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含與一或更多個ACP領域關聯的ACP活性。序列辨識編號：80、82、84、86、88、90、92、94、96與98為代表性多核苷酸序列，其各編碼序列辨識編號：78內的單一ACP領域。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含與序列辨識編號：25或序列辨識編號：100有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含KR活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含與序列辨識編號：27或序列辨識編號：118有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含DH活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含與序列辨識編號：3、序列辨識編號：70，或序列辨識編號：121有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：KS活性、CLF活性、AT活性、ER活性、以及其等之組合。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含

與序列辨識編號：29或序列辨識編號：102有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含KS活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含與序列辨識編號：31或序列辨識編號：104有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含CLF活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含與序列辨識編號：33或序列辨識編號：106有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含AT活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含與序列辨識編號：35或序列辨識編號：108有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含ER活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含與序列辨識編號：5、序列辨識編號：72，或序列辨識編號：122有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：DH活性、ER活性、以及其等之組合。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含與序列辨識編號：37有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含DH活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含

與序列辨識編號：39有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含DH活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含與序列辨識編號：110有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含DH活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含與序列辨識編號：112有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含DH活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含與序列辨識編號：41或序列辨識編號：114有至少80%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含ER活性。

本發明係針對經單離的核酸分子，其包含編碼多肽之多核苷酸序列，其中該等多肽包含與Pfa1p (序列辨識編號：2或序列辨識編號：69)、Pfa2p (序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)，或是Pfa3p (序列辨識編號：6或序列辨識編號：73)之胺基酸序列有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多核苷酸編碼包含一或更多PUFA合成酶活性之多肽。

本發明係針對核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與本發明的PUFA合成酶之一或更多個PUFA合成酶領域的胺基酸序列有至少80%的同一性之胺基酸序列。

於一些具體例中，本發明係針對核酸分子，其包含編

碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與Pfa1 (序列辨識編號：2或序列辨識編號：69)中的胺基酸序列有至少80%的同一性之胺基酸序列，其包含一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該多肽包含與Pfa1p (序列辨識編號：2或序列辨識編號：69)中的胺基酸序列有至少80%的同一性之胺基酸序列，其包含一或更多個PUFA合成酶領域，例如：KS領域(序列辨識編號：8或序列辨識編號：75)，MAT領域(序列辨識編號：10或序列辨識編號：77)，ACP領域(例如：序列辨識編號：14、16、18、20、22、24、81、83、85、87、89、91、93、95、97或99的任何一者)，2個或更多個ACP領域的組合，例如：2、3、4、5、6、7、8、9或10個ACP領域，包括串聯領域(序列辨識編號：12或序列辨識編號：79，以及其等之部分)，KR領域(序列辨識編號：26或序列辨識編號：101)，DH領域(序列辨識編號：28或序列辨識編號：119)，以及其等之組合。於一些具體例中，該多肽包含2個或更多個胺基酸序列，其中該至少2個或更多個胺基酸序列的各個係與Pfa1p (序列辨識編號：2或序列辨識編號：69)中的胺基酸序列有80%的同一性，其包含一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa1p (序列辨識編號：2或序列辨識編號：69)中相同的胺基酸序列有80%的同一性，其包含一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa1p (序列辨識編號：2或序列辨識編號：69)中不同的胺基酸序列有80%的同一性，其各包含

一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa1p (序列辨識編號：2或序列辨識編號：69)中不同的胺基酸序列有80%的同一性，其中當比較Pfa1p(序列辨識編號：2或序列辨識編號：69)中的對應領域的等級時，該至少2個或更多個胺基酸序列係位於該多肽中之相同的等級或不同的等級。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa1p (序列辨識編號：2或序列辨識編號：69)中的胺基酸序列有80%的同一性，其包含一或更多個PUFA合成酶領域，例如：KS領域(序列辨識編號：8或序列辨識編號：75)，MAT領域(序列辨識編號：10或序列辨識編號：77)，ACP領域(例如：序列辨識編號：14、16、18、20、22、24、81、83、85、87、89、91、93、95、97或99的任何一者)，2、3、4、5、6、7、8、9或10個ACP領域的組合，包括串聯領域(序列辨識編號：12或序列辨識編號：79，以及其等之部分)，KR領域(序列辨識編號：26或序列辨識編號：101)，DH領域(序列辨識編號：28或序列辨識編號：119)，以及其等之組合。於一些具體例中，該多肽包含Pfa1p(序列辨識編號：2或序列辨識編號：69)中的1個或更多個胺基酸序列，其包含一或更多個PUFA合成酶領域，其包括任何個別的領域之一或更多個副本與任何其他個別的領域之一或更多個副本的組合。

於一些具體例中，本發明係針對核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與Pfa2p (序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)中的胺基酸序列有至少

80%的同一性之胺基酸序列，其包含一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該多肽包含與Pfa2p (序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)中的胺基酸序列有至少80%的同一性之胺基酸序列，其包含一或更多個PUFA合成酶領域，例如：KS領域(序列辨識編號：30或序列辨識編號：103)，CLF領域(序列辨識編號：32或序列辨識編號：105)，AT領域(序列辨識編號：34或序列辨識編號：107)，ER領域(序列辨識編號：36或序列辨識編號：109)，以及其等之組合。於一些具體例中，該多肽包含2個或更多個胺基酸序列，其中該至少2個或更多個胺基酸序列的各個係與Pfa2p(序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)中的胺基酸序列有80%的同一性，其包含一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa2p (序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)中相同的胺基酸序列有80%的同一性。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa2p (序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)中不同的胺基酸序列有80%的同一性，其各包含一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa2p (序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)中不同的胺基酸序列有80%的同一性，其中當比較Pfa2p (序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)中的對應領域的等級時，該至少2個或更多個胺基酸序列係位於該多肽中之相同的等級或不同的等級。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa2p (序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)中不同的胺基酸序列有80%的同一性，其中當比較Pfa2p (序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)中的對應領域的等級時，該至少2個或更多個胺基酸序列係位於該多肽中之相同的等級或不同的等級。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa2p (序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)中不同的胺基酸序列有80%的同一性，其中當比較Pfa2p (序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)中的對應領域的等級時，該至少2個或更多個胺基酸序列係位於該多肽中之相同的等級或不同的等級。



號：71)中的胺基酸序列有80%的同一性，其包含一或更多個PUFA合成酶領域，例如：KS領域(序列辨識編號：30或序列辨識編號：103)，CLF領域(序列辨識編號：32或序列辨識編號：105)，AT領域(序列辨識編號：34或序列辨識編號：107)，ER領域(序列辨識編號：36或序列辨識編號：109)，以及其等之組合。於一些具體例中，該多肽包含Pfa2p(序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)中的1個或更多個胺基酸序列，其包含一或更多個PUFA合成酶領域，其包括任何個別的領域之一或更多個副本與任何其他個別的領域之一或更多個副本的組合。

於一些具體例中，本發明係針對核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與Pfa3p中的胺基酸序列(序列辨識編號：6或序列辨識編號：73)有至少80%的同一性之胺基酸序列，其包含一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該多肽包含與Pfa3p中的胺基酸序列(序列辨識編號：6或序列辨識編號：73)有至少80%的同一性之胺基酸序列，其包含一或更多個PUFA合成酶領域，例如：DH領域(例如：序列辨識編號：38、序列辨識編號：40、序列辨識編號：111，或序列辨識編號：113)，ER領域(序列辨識編號：42或序列辨識編號：115)，以及其等之組合。於一些具體例中，該多肽包含2個或更多個胺基酸序列，其中該至少2個或更多個胺基酸序列的各個係與Pfa3p(序列辨識編號：6或序列辨識編號：73)中的胺基酸序列有80%的同一性，其包含一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例

中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa3p (序列辨識編號：6或序列辨識編號：73)中相同的胺基酸序列有80%的同一性，其包含一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa3p (序列辨識編號：6或序列辨識編號：73)中不同的胺基酸序列有80%的同一性，其各包含一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa3p (序列辨識編號：6或序列辨識編號：73)中不同的胺基酸序列有80%的同一性，其中當比較Pfa3p (序列辨識編號：6或序列辨識編號：73)中的對應領域的等級時，該至少2個或更多個胺基酸序列係位於該多肽中之相同的等級或不同的等級。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa3p (序列辨識編號：6或序列辨識編號：73)中的胺基酸序列有80%的同一性，其包含一或更多個PUFA合成酶領域，例如：DH領域(例如：序列辨識編號：38、序列辨識編號：40、序列辨識編號：111，或序列辨識編號：113)，ER領域(序列辨識編號：42或序列辨識編號：115)，以及其等之組合。於一些具體例中，該多肽包含Pfa3p (序列辨識編號：6或序列辨識編號：73)中的1個或更多個胺基酸序列，其包含一或更多個PUFA合成酶領域，其包括任何個別的領域之一或更多個副本與任何其他個別的領域之一或更多個副本的組合。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識

編號：2或序列辨識編號：69有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：KS活性、MAT活性、ACP活性、KR活性、DH活性、以及其等之組合。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：8或序列辨識編號：75有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含KS活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：10或序列辨識編號：77有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含MAT活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：14、16、18、20、22、24、81、83、85、87、89、91、93、95、97或99的任何一者有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含ACP活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：12或序列辨識編號：79有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含ACP活性。

於一些具體例中，本發明係針對核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：12有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多

肽包含ACP活性。於一些具體例中，該胺基酸序列與序列辨識編號：12中的胺基酸序列有至少80%的同一性，其包含1、2、3、4、5或6個ACP領域，其中該多肽包含與一或更多個ACP領域關聯的ACP活性。序列辨識編號：14、16、18、20、22與24為代表性胺基酸序列，其各包含序列辨識編號：12中的單一ACP領域。

於一些具體例中，本發明係針對核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：79有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含ACP活性。於一些具體例中，該胺基酸序列係與序列辨識編號：79中的胺基酸序列有至少80%的同一性，其包含1、2、3、4、5、6、7、8、9或10個ACP領域，其中該多肽包含與一或更多個ACP領域關聯的ACP活性。序列辨識編號：81、83、85、87、89、91、93、95、97及99為代表性胺基酸序列，其各包含序列辨識編號：79中的單一ACP領域。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：26或序列辨識編號：101有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含KR活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：28或序列辨識編號：119有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含DH活性。

於一些具體例中，本發明係針對核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：4或序列辨識編號：71有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：KS活性、CLF活性、AT活性、ER活性、以及其等之組合。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：30或序列辨識編號：103有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含KS活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：32或序列辨識編號：105有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含CLF活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：34或序列辨識編號：107有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含AT活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：36或序列辨識編號：109有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含ER活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識

編號：6或序列辨識編號：73有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：DH活性、ER活性、以及其等之組合。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：38有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含DH活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：40有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含DH活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：111有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含DH活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：113有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含DH活性。

於一些具體例中，本發明係針對一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：42或序列辨識編號：115有至少80%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含ER活性。

於一些具體例中，該等核酸分子包含與本文中報導的

該多核苷酸序列有至少大約80%、85%，或90%同一性之多核苷酸序列，或包含與本文中報導的該多核苷酸序列有至少大約95%、96%、97%、98%、99%，或100%同一性之多核苷酸序列。如熟悉此藝者知道的，術語"百分比同一性"為2或更多個胺基酸序列或2或更多個多核苷酸序列之間的關係，如同藉由比較該等序列決定的。於本技藝中，"同一性"亦意指介於胺基酸或多核苷酸序列之間的序列關係的程度，例如本情況可為，係如同藉由此等序列串之間的配對來決定。

關於一核酸分子，其具有，舉例而言，與本發明的一參考多核苷酸序列有至少95%的"同一性(identical)"之多核苷酸序列，其係意指該核酸分子的多核苷酸序列係與該參考序列為完全相同的，除了在參考多核苷酸序列的每各100個核苷酸中該多核苷酸序列能包括多至5個核苷酸差異。換言之，要得到一核酸分子，其具有與參考多核苷酸序列有至少95%的同一性之多核苷酸序列，該參考序列中多至5%的核苷酸可以被刪失或是用另一個核苷酸取代的，或是該參考序列內的一些核苷酸(多至5%的總核苷酸)能被插入至該參考序列之內。

就實務而言，任何特定的多核苷酸序列或胺基酸序列是否與本發明的多核苷酸序列或胺基酸序列有至少80%、85%、90%、95%、96%、97%、98%或99%同一性能慣常地使用已知的電腦程式予以決定。一種用於決定介於一詢問序列(本發明的序列)以及一主題序列之間的最佳全面的匹

配的方法能使用序列的排列以及計算同一性分數來決定。排列係使用電腦程式AlignX來進行，其係來自Invitrogen (www.invitrogen.com)的載體NTI Suite 10.0套裝軟體之組份。排列係使用ClustalW排列(Thompson, J.D.等人，Nucl. Acids Res. 22: 4673-4680 (1994))來執行胺基酸與多核苷酸序列排列二者。各別使用系統預設計分矩陣Blosun62mt2和swgapdnamt用於胺基酸與多核苷酸序列排列。關於胺基酸序列，系統預設空格開放罰分為10以及空格擴展罰分為0.1。關於多核苷酸序列，系統預設空格開放罰分為15以及空格擴展罰分為6.66。

本發明係針對一種經單離的核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，該多肽包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：KS活性、MAT活性、ACP活性、KR活性、CLF活性、AT活性、ER活性、DH活性、以及其等之組合，其中該多核苷酸係於嚴苛條件下與以上說明的該等多核苷酸序列的任一者之該互補物雜交。

當該核酸分子的一單股形式能於溫度和溶液的離子強度之合適的條件下黏合至另一核酸分子時，一核酸分子為"可雜交"至另一個核酸分子，例如：cDNA、基因體DNA，或是RNA的。雜交與清洗條件係熟知且舉例說明的。參見，例如，Sambrook J. and Russell D. 2001. Molecular cloning: A laboratory manual, 3rd edition。Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York。溫度與離子強度條件決定雜交的"嚴苛性"。可以調整嚴苛條件以篩



選出中度相似的片段，例如：來自略微相關的有機體之同源性序列，至高度相似的片段，例如：來自緊密相關的有機體之複製功能性酵素基因。雜交後清洗的會決定嚴苛條件。一組條件使用一系列的清洗，開始用6X SSC、0.5% SDS在室溫下歷時15 min，接而用2X SSC、0.5% SDS在45°C下重複歷時30 min，以及接而用0.2X SSC、0.5% SDS在50°C下重複二次歷時30 min。至於更嚴苛的條件，在較高的溫度執行清洗，其中清洗係與以上完全相同，除了最後二次30 min於予以0.2X SSC、0.5% SDS中之清洗的溫度增加至60°C之外。另一組高度嚴苛的條件係使用在65°C下於0.1X SSC, 0.1% SDS中之二次最後的清洗。額外一組的高度嚴苛的條件係定義為：在65°C下於0.1X SSC、0.1% SDS中雜交以及用2X SSC、0.1% SDS接著0.1X SSC、0.1% SDS予以清洗。

本發明係針對一種經單離的核酸分子，其包含與以上說明的該等多核苷酸序列的任一者完全互補的多核苷酸序列。術語"互補的"係用來說明能夠彼此雜交的核苷酸鹼基之間的關係。舉例而言，關於DNA，腺苷係互補於胸腺嘧啶以及胞嘧啶係互補於鳥糞嘌呤。

於某些具體例中，該多核苷酸或核酸為DNA。於DNA的情況中，一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，正常能包括與一或更多個編碼區域操作上關聯之啟動子及/或其他的轉錄或是轉譯控制元素。操作上關聯性為當一基因產物(例如，一多肽)的編碼區域係與一或更多個關聯

的調控的序列時，以此一方式使得該基因產物的表現係調控序列的影響下或是調控序列的控制下。二個DNA片段(例如一多肽編碼區域以及與之關聯的一啟動子)為"操作上關聯的"，設若啟動子功能的誘導導致編碼所欲的基因產物之mRNA的轉錄以及設若介於二個DNA片段之間的鍵聯本質不干擾表現調控的序列指示基因產物表現的能力或是干擾待轉錄之DNA模板的能力。因而，一啟動子區域會與編碼一多肽之多核苷酸序列操作上關聯，設若該啟動子能夠造成那個多核苷酸序列的轉錄。該啟動子可以是一細胞專一性啟動子，其僅於預定的細胞內指示DNA之實質的轉錄。一般而言，一編碼區域係座落於一啟動子的3'。啟動子可以其等之全體係衍生自天然的基因，或是由自然界發現之不同的啟動子衍生的不同的元素所組成的，或者甚至包含合成性DNA區段。熟悉此藝者所了解的，不同的啟動子能指示不同的組織或細胞類型內，或在不同的發展階段的基因之表現，或是對不同的環境或生理條件反應的基因之表現。啟動子，其造成一基因在大部分時間、於多數細胞類型內表現，通常被稱為"構成性啟動子"。進一步承認因於多數情況下調控的序列之確實的邊界並未完全地界定，不同長度的DNA片段能具有同一的啟動子活性。一啟動子一般以轉錄起始位置旁的其之3'端為界，以及向上游(5'方向)延伸以包括起始背景資料以上之可偵測的位準之轉錄所必須的最小數目的鹼基或元素。於啟動子內會發現一轉錄起始位置(合宜地界定，舉例而言，用核酸酶S1予以繪圖)，以

及負責RNA聚合酶的結合之蛋白結合領域(一致序列)。

適當的調控的區域包括核酸區域係座落於一編碼區域的上游(5'非編碼序列)、一編碼區域內，或是一編碼區域下游(3'非編碼序列)，以及其影響關聯的編碼區域之轉錄、RNA加工或是安定性，或是轉譯。調控的區域能包括：啟動子、轉譯引導序列、RNA加工位址、效應子結合位置，以及莖-環結構。除一啟動子以外，其他的轉錄控制元素，舉例而言：增強子、操作子、抑制子，以及轉錄終止信號，可以與該多核苷酸操作上關聯以指示細胞專一性轉錄。該編碼區域的邊界係藉由5'(胺基)端處之起始密碼子及3'(羧基)端處之轉譯終止密碼子來決定。一編碼區域能包括，但不限於：原核區域、來自mRNA的cDNA、基因體DNA分子、合成性DNA分子，或是RNA分子。設若該編碼區域係預期於一真核細胞內之表現，一聚腺苷酸化的訊號及轉錄終止序列通常會座落於該編碼區域的3'。

於本發明的某些態樣中，具有至少20個鹼基、至少30個鹼基，或是至少50個鹼基以及雜交至本發明的多核苷酸序列之多核苷酸序列可以使用作為PCR引子。典型地，於PCR型擴增的技術中，該等引子具有不同的序列以及為彼此互補的。取決於所欲的測試條件，該等引子的序列應該被設計以提供標的核酸之有效且忠實的複製。PCR引子設計的方法為常見的以及係本技藝所熟知的。一般，本序列之二個短的區段能使用於聚合酶連鎖反應(PCR)流程之中以擴增編碼來自DNA或RNA的同源性基因之更長的核酸片

段。聚合酶連鎖反應也可以執行於經選殖的核酸片段之庫，其中一引子的序列係自本核酸片段所衍生，以及另一個的引子的序列利用聚腺苷酸束的存在而至編碼微生物基因的mRNA前驅物之3'末端。任擇地，第二引子的序列可以根據該選殖載體所衍生的序列。

此外，專一性引子可以被設計且用來擴增本序列之部分或全長。形成的擴增產物可以在擴增反應期間直接地予以標記或是在擴增反應之後予以標記，以及被使用作為探針以於合適的嚴苛條件下單離全長DNA片段。

因而，本發明的核酸分子能使用來單離基因，該等基因係編碼來自相同或其他的物種或細菌的物種之同源性蛋白質。使用序列依賴性流程之同源性基因的單離係本技藝所熟知的。序列依賴性流程的實例包括，但不限於：核酸的雜交的方法，以及DNA和RNA擴增的方法，如藉由各種各樣的使用核酸擴增的技術所舉例說明的(例如：聚合酶連鎖反應，Mullis等人，美國專利案第4,683,202號；連接酶連鎖反應(LCR) (Tabor, S.等人，Proc. Acad. Sci. USA 82: 1074 (1985))；或股置換擴增(SDA；Walker等人，Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 89: 392 (1992))。

於一些具體例中，本發明之經單離的核酸分子係用來單離來自其他有機體之同源的核酸分子俾以鑑定產生相似的或是改良的PUFA形態之PUFA合成酶。於一些具體例中，本發明之經單離的核酸分子係用來單離來自其他有機體之同源的核酸分子，其等係涉及生產高量的DHA。

本發明的核酸分子亦包含多核苷酸序列，其編碼PUFA合成酶基因、PUFA合成酶基因的領域，或是被符合框架地融合至一標誌序列之PUFA合成酶基因的片段，該標誌序列允許本發明的多肽之偵測。標誌序列包括熟悉此藝者所知道之營養缺陷型的或是顯性的標誌，例如：ZEO (吉歐黴素 (Zeocin))、NEO (G418)、潮黴素(hygromycin)、砷華、HPH、NAT，以及類似物。

本發明亦包含該PUFA合成酶基因的變異體。變異體可含有編碼區域、非編碼區域，或是二者內的改變。多核苷酸序列的變異體之實例含有產生緘默取代、添加，或是刪失之改變，但是不改變編碼的多肽之性質或活性。於某些具體例中，多核苷酸序列變異體係藉由由於遺傳密碼的簡併之緘默取代來生產。於進一步的具體例中，多核苷酸序列變異體可以為了各種各樣的原因而生產，例如，為了一特定的宿主之最佳化密碼子的表現(例如，改變該破囊壺菌 mRNA內的密碼子成為其他有機體(例如大腸桿菌或是啤酒酵母菌(*Saccharomyces cerevisiae*))所偏好的該等)。

本發明中亦提供對偶基因變異體、直向同源物，及/或種同源物。能使用本技藝所知道的程序、使用本文中揭示的序列之資訊來得到本文中說明的基因之全長的基因、對偶基因變異體、剪切變異體、全長的編碼部分、直向同源物，及/或種同源物。舉例而言，對偶基因變異體及/或種同源物可以藉由製作來自本文中提供的序列之適當的探針或引子而予以單離及鑑定，以及以篩選用於對偶基因變異體

及/或所欲的同源物之適當的核酸來源。

本發明係針對一種重組型核酸分子，其包含：以上說明的該等核酸分子的任一者或其等之組合以及一轉錄控制序列。於一些具體例中，該重組型核酸分子為一重組型載體。

本發明係針對一種製造一重組型載體的方法，其包含：將如本文中說明的一或更多個經單離的核酸分子插入至一載體中。

本發明的載體，舉例而言，能是一選殖載體或一表現載體。該載體可以是，舉例而言，以一質體、一病毒顆粒、一噬菌體等等的形式。

本發明的多核苷酸序列能被包括於用於表現一多肽之各種各樣的表現載體之任何一者內。此等載體包括染色體、非染色體，以及合成性DNA或是RNA序列，例如，SV40的衍生物；細菌質體；以及酵母菌質體。然而，能使用熟悉此藝者所知道之任何其他合適的載體。

合適的DNA序列能藉由各種各樣的程序被插入至載體之內。一般而言，該DNA序列係藉由本技藝所知道的程序被插入至合適的限制性內生核酸酶位址之內。此等的程序以及其餘的被視為落在熟悉此藝者的範疇內。

本發明亦包括重組型建構物，其包含以上說明的一或更多個多核苷酸序列。該等建構物包含一載體，例如：一質體或是病毒載體，本發明的一或更多個序列已經以順向或是反向定向被插入至該載體中。於本具體例的一態樣

中，該建構物進一步包含操作上關聯至該序列之調控的序列，包括，舉例而言，一啟動子。大數目的適當載體及啟動子係熟悉此藝者知道的，以及為商業上可得的。

### 多肽

本發明係針對經單離的多肽，其包含PUFA合成酶蛋白與領域之胺基酸序列，其等係自以ATCC寄存編號PTA-9695及PTA-10212所寄存之經單離的微生物所衍生的。

當使用於本文中，術語"多肽"係預期要包含一單一的"多肽"及複數的"多肽"，以及係提及由經由醯胺鍵(亦知道為肽鍵)而成直線地連結的單體(胺基酸)所組成的一分子。術語"多肽"係提及2或更多個胺基酸之任何的鏈(chain)或鏈(chains)，以及非為提及一特定長度的產物。因而，用來提及2或更多個胺基酸的鏈(chain)或鏈(chains)之肽、二肽、三肽、寡肽、"蛋白質"、"胺基酸鏈"或是任何其他術語係包括於"多肽"的定義內，以及術語"多肽"能使用來代替此等術語的任何一者或是與此等術語的任何一者互相交換使用。術語"多肽"亦預期要提及該多肽的表現後修飾之產物，包括，沒有限制：醣化、乙醯化、磷酸化、醯胺化、藉由已知的保護基/封阻基之衍生化、蛋白分解分裂，或是藉由非天然存在的胺基酸之修飾。

如本文中說明的多肽可包括其等之片段、變異體，或是衍生分子，沒有限制。術語"片段"、"變異體"、"衍生物"以及"類似物"當參照一多肽時係包括保留至少一些生物的活性之任何多肽。多肽片段能包括：蛋白分解片段、刪失

片段，以及當被遞送至一動物時更容易達到作用位址的片段。多肽片段進一步包括該多肽的任何部分，其包含天然的多肽之抗原性或是免疫性抗原決定位，包括直線，以及三維的抗原決定位。多肽片段能包含變異體區域，其包括如以上說明的片段，以及也包含具有由於胺基酸取代、刪失，或是插入而改變的胺基酸序列之多肽。變異體能天然地發生，例如一對偶基因變異體。按"對偶基因變異體"係預期基因之任擇的形式，其係佔據一有機體的染色體之給定的位址。非天然存在的變異體可以使用本技藝已知的致突變技術予以生產。本發明的多肽片段能包含守恆性或非守恆性胺基酸取代、刪失，或是添加。變異體多肽於本文中亦能稱為"多肽類似物"。本發明的多肽片段也能包括衍生分子。當使用於本文中，一多肽或一多肽片段的"衍生物"係提及一主題多肽，其具有藉由功能性側基的反應所化學上衍生的一或更多個殘基。"衍生物"也包括該等肽，其等含有20個標準的胺基酸之一或更多個天然存在的胺基酸衍生物。舉例而言，4-羥脯胺酸可以取代脯胺酸；5-羥離胺酸可以取代離胺酸；3-甲基組胺酸可以取代組胺酸；類絲胺酸可以取代絲胺酸；以及鳥胺酸可以取代離胺酸。

本發明的多肽能藉由本發明的該等核酸分子的任一者所編碼。

本發明係針對經單離的多肽，其包含與Pfa1p (序列辨識編號：2或序列辨識編號：69)、Pfa2p (序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)、Pfa3p (序列辨識編號：6或序列辨識



編號：73)，以及其等之組合的胺基酸序列有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該等多肽包含一或更多PUFA合成酶活性。

本發明係針對多肽，其包含與本發明的PUFA合成酶之一或更多個PUFA合成酶領域的胺基酸序列有至少80%的同一性之胺基酸序列。

於一些具體例中，本發明係針對多肽，其包含與Pfa1 (序列辨識編號：2或序列辨識編號：69)中的胺基酸序列有至少80%的同一性之胺基酸序列，包含一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該多肽包含與Pfa1 (序列辨識編號：2或序列辨識編號：69)中的胺基酸序列有至少80%的同一性之胺基酸序列，包含一或更多個PUFA合成酶領域，例如：KS領域(序列辨識編號：8或序列辨識編號：75)，MAT領域(序列辨識編號：10或序列辨識編號：77)，ACP領域(例如：序列辨識編號：14、16、18、20、22、24、81、83、85、87、89、91、93、95、97或99的任何一者)，2個或更多個ACP領域的組合，例如：2、3、4、5、6、7、8、9或10個ACP領域，包括串聯領域(序列辨識編號：12或序列辨識編號：79，以及其等之部分)，KR領域(序列辨識編號：26或序列辨識編號：101)，DH領域(序列辨識編號：28或序列辨識編號：119)，以及其等之組合。於一些具體例中，該多肽包含2個或更多個胺基酸序列，其中該至少2個或更多個胺基酸序列的各個係與Pfalp (序列辨識編號：2或序列辨識編號：69)中的胺基酸序列有80%的同一性，包含一或

更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa1p (序列辨識編號：2或序列辨識編號：69)中相同的胺基酸序列有80%的同一性，包含一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa1p (序列辨識編號：2或序列辨識編號：69)中不同的胺基酸序列有80%的同一性，其各包含一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa1p (序列辨識編號：2或序列辨識編號：69)中不同的胺基酸序列有80%的同一性，其中當比較Pfa1p (序列辨識編號：2或序列辨識編號：69)中的對應領域的等級時，該至少2個或更多個胺基酸序列係位於該多肽中之相同的等級或不同的等級。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa1p (序列辨識編號：2或序列辨識編號：69)中的胺基酸序列有80%的同一性，包含一或更多個PUFA合成酶領域，例如：KS領域(序列辨識編號：8或序列辨識編號：75)，MAT領域(序列辨識編號：10或序列辨識編號：77)，ACP領域(例如：序列辨識編號：14、16、18、20、22、24、81、83、85、87、89、91、93、95、97或99的任何一者)，2、3、4、5、6、7、8、9或10個ACP領域的組合，包括串聯領域(序列辨識編號：12或序列辨識編號：79，以及其等之部分)，KR領域(序列辨識編號：26或序列辨識編號：101)，DH領域(序列辨識編號：28或序列辨識編號：119)，以及其等之組合。於一些具體例中，該多肽包含Pfa1p (序列辨識編號：2或序列辨識編號：69)中的1

個或更多個胺基酸序列，包含一或更多個PUFA合成酶領域，其包括任何個別的領域之一或更多個副本與任何其他個別的領域之一或更多個副本的組合。

於一些具體例中，本發明係針對多肽，其包含與Pfa2p (序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)中的胺基酸序列有至少80%的同一性之胺基酸序列，包含一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該多肽包含與Pfa2p中的胺基酸序列(序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)有至少80%的同一性之胺基酸序列，包含一或更多個PUFA合成酶領域，例如：KS領域(序列辨識編號：30或序列辨識編號：103)，CLF領域(序列辨識編號：32或序列辨識編號：105)，AT領域(序列辨識編號：34或序列辨識編號：107)，ER領域(序列辨識編號：36或序列辨識編號：109)，以及其等之組合。於一些具體例中，該多肽包含2個或更多個胺基酸序列，其中該至少2個或更多個胺基酸序列的各個係與Pfa2p (序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)中的胺基酸序列有80%的同一性，包含一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa2p (序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)中相同的胺基酸序列有80%的同一性。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa2p(序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)中不同的胺基酸序列有80%的同一性，其各包含一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa2p(序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)中不同的

胺基酸序列有80%的同一性，其中當比較Pfa2p(序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)中的對應領域的等級時，該至少2個或更多個胺基酸序列係位於該多肽中之相同的等級或不同的等級。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa2p(序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)中的胺基酸序列有80%的同一性，包含一或更多個PUFA合成酶領域，例如：KS領域(序列辨識編號：30或序列辨識編號：103)，CLF領域(序列辨識編號：32或序列辨識編號：105)，AT領域(序列辨識編號：34或序列辨識編號：107)，ER領域(序列辨識編號：36或序列辨識編號：109)，以及其等之組合。於一些具體例中，該多肽包含Pfa2p(序列辨識編號：4或序列辨識編號：71)中的1個或更多個胺基酸序列，包含一或更多個PUFA合成酶領域，其包括任何個別的領域之一或更多個副本與任何其他個別的領域之一或更多個副本的組合。

於一些具體例中，本發明係針對多肽，其包含與Pfa3p(序列辨識編號：6或序列辨識編號：73)中的胺基酸序列有至少80%的同一性之胺基酸序列，包含一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該多肽包含與Pfa3p(序列辨識編號：6或序列辨識編號：73)中的胺基酸序列有至少80%的同一性之胺基酸序列，包含一或更多個PUFA合成酶領域，例如：DH領域(例如：序列辨識編號：38、序列辨識編號：40、序列辨識編號：111，或序列辨識編號：113)，ER領域(序列辨識編號：42或序列辨識編號：115)，以及其等之組

合。於一些具體例中，該多肽包含2個或更多個胺基酸序列，其中該至少2個或更多個胺基酸序列的各個係與Pfa3p (序列辨識編號：6或序列辨識編號：73)中的胺基酸序列有80%的同一性，包含一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa3p (序列辨識編號：6或序列辨識編號：73)中相同的胺基酸序列有80%的同一性，包含一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa3p (序列辨識編號：6或序列辨識編號：73)中不同的胺基酸序列有80%的同一性，其各包含一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa3p (序列辨識編號：6或序列辨識編號：73)中不同的胺基酸序列有80%的同一性，其中當比較Pfa3p(序列辨識編號：6或序列辨識編號：73)中的對應領域的等級時，該至少2個或更多個胺基酸序列係位於該多肽中之相同的等級或不同的等級。於一些具體例中，該至少2個或更多個胺基酸序列與Pfa3p (序列辨識編號：6或序列辨識編號：73)中的胺基酸序列有80%的同一性，包含一或更多個PUFA合成酶領域，例如：DH領域(例如：序列辨識編號：38、序列辨識編號：40、序列辨識編號：111，或序列辨識編號：113)，ER領域(序列辨識編號：42或序列辨識編號：115)，以及其等之組合。於一些具體例中，該多肽包含Pfa3p(序列辨識編號：6或序列辨識編號：73)中的1個或更多個胺基酸序列，包含一或更多個PUFA合成酶領域，其包括任何個別的領域之一或更多個副本與任

何其他個別的領域之一或更多個副本的組合。

於一些具體例中，本發明係針對一多肽，其包含與序列辨識編號2：或序列辨識編號：69有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：KS活性、MAT活性、ACP活性、KR活性、DH活性、以及其等之組合。

於一些具體例中，本發明係針對一多肽，其包含與序列辨識編號：8或序列辨識編號：75有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含KS活性。

於一些具體例中，本發明係針對一多肽，其包含與序列辨識編號：10或序列辨識編號：77有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含MAT活性。

於一些具體例中，本發明係針對一多肽，其包含與序列辨識編號：14、16、18、20、22、24、81、83、85、87、89、91、93、95、97或99的任何一者有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含ACP活性。

於一些具體例中，本發明係針對一多肽，其包含與序列辨識編號：12或序列辨識編號：79有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含ACP活性。

於一些具體例中，本發明係針對一多肽，其包含與序列辨識編號：12內的胺基酸序列有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含ACP活性。於一些具體例中，該胺基酸序列係與序列辨識編號：12中的胺基酸序列有至少80%的同一性，其編碼1、2、3、4、5或6個ACP領域，其

中該多肽包含與一或更多個ACP領域關聯的ACP活性。序列辨識編號：14、16、18、20、22與24為代表性胺基酸序列，其包含：序列辨識編號：12中的單一ACP領域。

於一些具體例中，本發明係針對一多肽，其包含與序列辨識編號：79內的胺基酸序列有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含ACP活性。於一些具體例中，該胺基酸序列係與序列辨識編號：79中的胺基酸序列有至少80%的同一性，其包含1、2、3、4、5、6、7、8、9或10個ACP領域，其中該多肽包含與一或更多個ACP領域關聯的ACP活性。序列辨識編號：81、83、85、87、89、91、93、95、97及99為代表性胺基酸序列，其包含：序列辨識編號：79中的單一ACP領域。

於一些具體例中，本發明係針對一多肽，其包含與序列辨識編號：26或序列辨識編號：101有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含KR活性。

於一些具體例中，本發明係針對一多肽，其包含與序列辨識編號：28或序列辨識編號：119有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含DH活性。

於一些具體例中，本發明係針對一多肽，其包含與序列辨識編號：4或序列辨識編號：71有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：KS活性、CLF活性、AT活性、ER活性、以及其等之組合。

於一些具體例中，本發明係針對一多肽，其包含與序

列辨識編號：30或序列辨識編號：103有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含KS活性。

於一些具體例中，本發明係針對一多肽，其包含與序列辨識編號：32或序列辨識編號：105有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含CLF活性。

於一些具體例中，本發明係針對一多肽，其包含與序列辨識編號：34或序列辨識編號：107有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含AT活性。

於一些具體例中，本發明係針對一多肽，其包含與序列辨識編號：36或序列辨識編號：109有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含ER活性。

於一些具體例中，本發明係針對一多肽，其包含與序列辨識編號：6或序列辨識編號：73有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：DH活性、ER活性、以及其等之組合。

於一些具體例中，本發明係針對一多肽，其包含與序列辨識編號：38有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含DH活性。

於一些具體例中，本發明係針對一多肽，其包含與序列辨識編號：40有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含DH活性。

於一些具體例中，本發明係針對一多肽，其包含與序列辨識編號：111有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含DH活性。



於一些具體例中，本發明係針對一多肽，其包含與序列辨識編號：113有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含DH活性。

於一些具體例中，本發明係針對一多肽，其包含與序列辨識編號：42或序列辨識編號：115有至少80%的同一性之胺基酸序列，其中該多肽包含ER活性。

於一些具體例中，該等多肽包含與本文中報導的該胺基酸序列有至少大約80%、85%，或90%同一性之胺基酸序列，或包含與本文中報導的該胺基酸序列有至少大約95%、96%、97%、98%、99%，或100%同一性之胺基酸序列。

關於一多肽，其具有，舉例而言，與本發明的一詢問的胺基酸序列有至少95%的"同一性(identical)"之胺基酸序列，其係意指該主題多肽的胺基酸序列係與該詢問的胺基酸序列為完全相同的，除了在詢問的胺基酸序列的每各100個胺基酸中該主題多肽序列能包括多至5個胺基酸差異。換言之，要得到一多肽，其具有與詢問的胺基酸序列有至少95%的同一性之胺基酸序列，該主題多肽中多至5%的胺基酸殘基可以被插入、刪失(indels)或是用另一個胺基酸取代。該參考序列的此等改變能發生在該參考胺基酸序列的胺基或羧基端的位置或是於該等終端位置之間的任何地方，個別地散佈於該參考序列之中的殘基或是散佈於該參考序列的一或更多個的相連基團之中。

就實務而言，是否任何特定的多肽具有與本發明的胺

基酸序列有至少80%、85%、90%、95%、96%、97%、98%或99%同一性之胺基酸序列，譬如，能慣常地使用如上討論的已知的電腦程式予以決定。如上討論的，一種用於決定介於一詢問序列(本發明的序列)以及一主題序列之間的最佳全面的匹配的方法能使用序列的排列以及計算同一性分數來決定。排列係使用電腦程式AlignX來進行，其係來自Invitrogen([www.invitrogen.com](http://www.invitrogen.com))的載體NTI Suite 10.0套裝軟體之組份。排列係使用ClustalW排列(J. Thompson等人，Nucleic Acids Res. 22(22):4673-4680 (1994)來執行。使用系統預設計分矩陣Blosun62mt2。系統預設空格開放罰分為10以及空格擴展罰分為0.1。

於本發明之進一步的態樣中，核酸分子，其等與本文揭示的多核苷酸序列有至少80%、85%、90%、95%、96%、97%、98%或99%同一性之多核苷酸序列，編碼具有一或更多PUFA合成酶活性之一多肽。具有一或更多PUFA合成酶活性多肽展現出一或更多個的活性，其等相似於本發明的PUFA合成酶之一或更多個的活性，但是不必然與本發明的PUFA合成酶之一或更多個的活性完全相同。

當然，由於遺傳密碼的簡併，熟悉此藝者會立即承認大部分的核酸分子，其等具有與本文中說明的多核苷酸序列有至少80%、85%、90%、95%、96%、97%、98%或99%同一性之多核苷酸序列，會編碼"具有PUFA合成酶功能性活性"的多肽。事實上，因此等多核苷酸序列的任何一者之簡併性變異體全部編碼相同的多肽，於許多例子中，其能

藉由熟悉此藝者根據守恆性取代，以及守恆性功能領域，其多肽會展現出活性，之知識予以預測。於本發明的某些態樣中，本發明的多肽與多核苷酸係以經單離的形式提供，例如，經純化至均質性。任擇地，本發明的多肽與多核苷酸可以藉由慣用的合成器予以合成地生產。

如本技藝所知道的介於二個多肽之間的"相似性"係藉由比較該胺基酸序列和一第二多肽的序列之那裡的多肽的守恆性胺基酸取代基予以決定。

於一些具體例中，本發明的多肽為一融合多肽。

當使用於本文中，"融合多肽"意指一多肽，其包含經由肽鍵成直線地連接至一第二多肽的一第一多肽。該第一多肽與該第二多肽可以是同一的或是不同的，以及其等可以直接地連接，或是經由肽連接子所連接的。當使用於本文中，術語"連結"、"融合的"或是"融合"係可交換地使用。此等術語係提及二個更多元素或組份藉由任何的手段(包括化學共軛或是重組手段)結合在一起。一"符合框架的融合"係提及結合2或更多個開放閱讀框架以形成連續的更長的開放閱讀框架，以維持原始的開放閱讀框架之正確的閱讀框架的方式。因而，形成的重組型融合蛋白質為含有2或更多個區段之一單一蛋白質，其等係對應於由原始的開放閱讀框架所編碼的多肽(該等區段本質上通常不會如此結合)。縱然被融合的區段處處之閱讀框架係因而被做成連續的，該等區段可以實際上或是空間上由，舉例而言，符合框架的連接子的序列予以分隔開的。一"連接子"的序列為

一系列的一或更多個的胺基酸，其等係將融合蛋白質內的二個多肽編碼區域分隔開。

本發明係針對一組成物，其包含本發明的一或更多個多肽以及生物上可接受的載體。

於一些具體例中，該組成物包括一生物上可接受的"賦形劑"，其中該賦形劑為一組份，或是組份的混合物，其係使用於本發明的一組成物中以提供該組成物所欲的特徵，以及也包括載劑。"生物上可接受的"意指一化合物、材料、組成物、鹽類，及/或劑量形式，其係落於合理的醫學判斷的範疇內，適合於接觸活細胞的組織而於所欲的接觸期間無過度的毒性、刺激、免疫反應，或是其他的疑難的併發症、相稱於合理的利益/風險比。能使用各種各樣的賦形劑。於一些具體例中，賦形劑可以是，但不限於：鹼性劑、安定劑、抗氧化劑、黏著劑、分離劑、塗覆劑、外部相組份、經控制的釋放組份、溶劑、界面活性劑、濕潤劑、緩衝劑、填料、軟化劑，或其等之組合。除了本文中討論的該等之外，賦形劑能包括賦形劑Remington: The Science and Practice of Pharmacy, 21st ed. (2005)中列出的，但不限於該等。於本文中以特定的分類包含一賦形劑(例如，"溶劑")係預期要闡釋而非限制賦形劑的角色。一特定的賦形劑可以落於多重的分類之內。

本發明進一步有關本文中說明的多肽之任一者的一片段、變異體、衍生物，或是類似物。

本發明的多肽可以是一重組型多肽、一天然的多肽，

或是一合成性多肽。

#### 宿主細胞

本發明係針對一宿主細胞，其表現以上說明的核酸分子及重組型核酸分子的任一者，以及其等之組合。

當使用於本文中，術語"表現"係提及一基因生產生物化學物(舉例而言，RNA或是多肽)的過程。該過程包括該基因於細胞內之功能性存在的任何的展示，包括，沒有限制，基因剔除，以及暫時性表現以及和且安定的表現二者。其包括，沒有限制，該基因的轉錄成信使RNA(mRNA)、轉移RNA(tRNA)、小髮夾式RNA(shRNA)、小干擾性RNA(siRNA)，或是任何其他RNA產物，以及此(等)mRNA轉譯成多肽。設若最終所欲的產物為生物化學物，表現會包括生物化學物以及任何的前驅物之創造。

為了產生一或更多個所欲的多不飽和脂肪酸，一種宿主細胞能經基因修飾以將本發明的PUFA合成酶系統引入至該宿主細胞中。

當基因修飾有機體以表現如本發明的一PUFA合成酶系統時，一些宿主有機體可內源地表現需要的輔助蛋白質以及一PUFA合成酶系統俾以產生PUFAs。然而，用編碼一或更多個輔助蛋白質之核酸分子來轉形一些有機體俾以使得該有機體生產PUFAs或是提升該有機體之PUFAs的生產可能是必須的，即使該有機體內源性地產生一同源性的輔助蛋白質。一些異源性輔助蛋白質能比該宿主細胞的內源性輔助蛋白質更有效地或是有效率地運作該等經轉形的

PUFA合成酶蛋白。

輔助蛋白質於本文中定義為不被視為該核心PUFA合成酶系統的部分(亦即，非PUFA合成酶酵素複合體本身的部分)之蛋白質，但是其等對於使用本發明的核心PUFA合成酶酵素複合體之PUFA的生產或有效PUFA的生產可以是必須的。舉例而言，為了產生PUFAs，一PUFA合成酶系統必須與會自輔酶A轉移4'-磷酸泛硫醇部分至醯基載體蛋白質(ACP)領域之輔助蛋白質工作。因而，一PUFA合成酶系統能被視為包括至少一個4'-磷酸泛硫醇轉移酶(PPTase)領域，或此一領域能被視為該PUFA合成酶系統之輔助領域或蛋白質。PPTases之結構與功能性特徵已經詳細描述，例如，於美國申請公開案第2002/0194641號；第2004/0235127號；以及第2005/0100995號之中。

具有4'-磷酸泛硫醇轉移酶(PPTase)生物活性(功能)之領域或蛋白質係特徵為該酵素會自輔酶A轉移4'-磷酸泛硫醇部分至該醯基載體蛋白質(ACP)。此轉移至ACP之無變化的絲胺酸會活化未活化之不完全形式至完全形式。在聚酮與脂肪酸合成中，磷酸泛硫醇基(phosphopantetheine group)會與成長中之醯基鏈形成硫酯。PPTases為一酵素家族，其已於脂肪酸合成、聚酮合成，以及非核糖體勝肽合成步驟中充分地定特徵。許多PPTases序列為已知的，並已決定其結晶結構(例如，Reuter K.等人，EMBO J. 18(23):6823-31 (1999))，以及已鑑定出對於活性相當重要之胺基酸殘基突變分析(Mofid M.R., 等人，Biochemistry 43(14):4128-36

(2004))。

一異源性PPTase，其先前已經顯示出可辨識出裂殖壺菌ACP領域作為受質，為念珠藻屬物種(*Nostoc sp.*)PCC 7120(先前稱之為念珠藻屬物種(*Anabaena sp.*) PCC 7120)之Het I 蛋白質。Het I係存在於念珠藻屬基因組中，已知負責長鏈羧基-脂肪酸的合成，其為該有機體的異形細胞存在之醣脂層的一成分(Black and Wolk, J. Bacteriol. 176: 2282-2292 (1994); Campbell等人, Arch. Microbiol. 167: 251-258 (1997))。Het I似乎可活化該基因組中存在之一蛋白質，Hgl E之ACP區塊。含有Het I之序列與建構物已經說明於，例如，美國申請公開案第2007/0244192之中號，以其之整體併入本文中作為參考資料。

先前已經展現出可辨識裂殖壺菌ACP領域之另一異源性PPTase為Sfp，其係自枯草桿菌(*Bacillus subtilis*)所衍生。Sfp已經被充分地定特徵並廣泛使用，由於其可辨識廣範圍受質之能力。根據已公開之序列資訊(Nakana, 等人, Molecular and General Genetics 232: 313-321 (1992))，先前用於Sfp表現之載體，其係藉由選殖該編碼區域，與經定義之上游-與下游側邊DNA序列，至pACYC-184選殖載體上而製備。此建構物編碼一功能性PPTase，其展現出在適當條件下可與裂殖壺菌Orfs於大腸桿菌內共表現，導致DHA累積於這些細胞中的能力(參見，美國申請公開案第2004/0235127號，以其之整體併入本文中作為參考資料)。

宿主細胞能包括：微生物細胞、動物細胞、植物細胞，

以及昆蟲細胞。合適的宿主的代表性實例包括細菌細胞；嗜熱性或嗜溫性(mesophilic)細菌；海洋細菌；破囊壺菌；真菌細胞，例如酵母菌；植物細胞；昆蟲細胞；以及經單離的動物細胞。宿主細胞可以是未經轉染的細胞或是已經用至少一種其他的重組型核酸分子轉染的細胞。宿主細胞也能包括已經經改造以表現PUFA合成酶之基因轉殖細胞。合適的宿主的挑選被視為落在熟悉此藝者從本文中的教示之範疇內。

宿主細胞包括破囊壺菌目的任何微生物，例如：來自一屬的微生物，包括，但不限於：破囊壺菌、拉比琳休洛依迪斯菌 (*Labyrinthuloides*)、加彭歐凱崔恩菌 (*Japonochytrium*)，以及此等屬範圍內的裂殖壺菌種包括，但不限於：任何裂殖壺菌種，包括聚裂殖壺菌 (*Schizochytrium aggregatum*)、裂殖壺菌 (*Schizochytrium limacinum*)、微小裂殖壺菌 (*Schizochytrium minutum*)；任何破囊壺菌物種(包括先前的巫肯尼亞菌(*Ulkenia*)物種，例如：維蘇爾傑西斯巫肯尼亞菌(*U. visurgensis*)、阿墨巴戴亞巫肯尼亞菌(*U. amoeboida*)、沙勒乃利阿納巫肯尼亞菌(*U. sarkariana*)、普羅弗達巫肯尼亞菌(*U. profunda*)、拉迪亞它巫肯尼亞菌(*U. radiata*)、迷努它巫肯尼亞菌(*U. minuta*)及巫肯尼亞菌物種 BP-5601)，以及包括：紋狀破囊壺菌 (*Thraustochytrium striatum*)、金黃色破囊壺菌、羅斯破囊壺菌 (*Thraustochytrium roseum*)；以及任何加彭歐凱崔恩菌物種。破囊壺菌目的菌株包括，但不限於：裂殖壺菌種(S31)



(ATCC 20888)；裂殖壺菌種(S8) (ATCC 20889)；裂殖壺菌種(LC-RM) (ATCC 18915)；裂殖壺菌種(SR21)；聚裂殖壺菌 (Goldstein et Belsky) (ATCC 28209)；裂殖壺菌 (*Schizochytrium limacinum*)(Honda et Yokochi) (IFO 32693)；破囊壺菌種(23B) (ATCC 20891)；紋狀破囊壺菌 (Schneider) (ATCC 24473)；金黃色破囊壺菌 (Goldstein) (ATCC 34304)；羅斯破囊壺菌 (Goldstein) (ATCC 28210)；以及加彭歐凱崔恩菌物種(L1) (ATCC 28207)。基因修飾之合適的宿主微生物之其他的實例包括，但不限於：酵母菌，包括：啤酒酵母菌、嘉士伯酵母菌 (*Saccharomyces carlsbergensis*)或是其他酵母菌，例如：念珠菌屬、脆壁克魯維酵母 (*Kluyveromyces*)或其他真菌，舉例而言，絲狀真菌，如麴菌屬 (*Aspergillus*)、紅黴菌屬 (*Neurospora*)、青黴菌 (*Penicillium*)等。細菌細胞亦可使用作為宿主。這包括大腸桿菌，其可用於發酵製程中。任擇地，例如乳酸菌 (*Lactobacillus*)物種或桿菌 (*Bacillus*)物種的宿主能使用作為宿主。

植物宿主細胞包括，但不限於：任何高等植物，包括雙子葉與單子葉植物二者，以及消耗性植物 (consumable plant)，包括作物植物與使用其油類之植物。此等植物能包括，舉例而言：油菜 (canola)、大豆、油菜子 (rapeseed)、亞麻仁 (linseed)、玉米、紅花 (safflower)、葵花與煙草 (tobacco)。其他植物包括已知可製造用於醫藥試劑、調味劑、營養劑、功能性食品成分或化妝品活性成分之化合

物的該等植物，或該植物經基因工程改造以製造這些化合物/試劑者的植物。因而，可選擇任何植物物種或植物細胞。植物與植物細胞，以及由此生長或衍生的植物之實例包括，但不限於：由油菜可獲得的植物與植物細胞(蕪菁)；油菜栽培品種NQC02CNX12 (ATCC PTA-6011)、NQC02CNX21 (ATCC PTA-6644)，和NQC02CNX25 (ATCC PTA-6012)，以及栽培品種、育種栽培品種，以及自油菜栽培品種NQC02CNX12、NQC02CNX21，和NQC02CNX25所衍生的植物部分(各別地參見，美國專利案第7,355,100號、第7,456,340號，和第7,348,473號)；大豆(黃豆)；油菜子(芥屬物種)；亞麻仁/亞麻(亞麻子(*Linum usitatissimum*))；玉蜀黍(玉米)(玉米(*Zea mays*))；紅花(紅花(*Carthamus tinctorius*))；葵花(向日葵(*Helianthus annuus*))；菸草(菸草(*Nicotiana tabacum*))；阿拉伯芥(*Arabidopsis thaliana*)、巴西栗子(巴西栗子(*Betholettia excelsa*))；蓖麻子(蓖麻子(*Ricinus communis*))；椰子(椰子(*Cocus nucifera*))；胡荽(胡荽(*Coriandrum sativum*))；棉花(棉物種(*Gossypium spp.*))；花生(落花生(*Arachis hypogaea*))；荷荷巴(希蒙得木黃楊(*Simmondsia chinensis*))；芥菜(芥屬物種和白芥(*Sinapis alba*))；油椰子(油椰子(*Elaeis guineensis*))；橄欖(橄欖(*Olea europaea*))；米(稻(*Oryza sativa*))；南瓜(南瓜(*Cucurbita maxima*))；大麥(大麥(*Hordeum vulgare*))；小麥(小麥(*Triticum aestivum*))；以及浮萍(浮萍物種(*Lemnaceae sp.*))。來自此等及其他的植物之植物品種可以被生產、被

挑選的，或是為了所欲的特徵而最佳化，例如以下或與以下有關聯的，但不限於：種子產量、耐倒伏性、羽化、疾病抗性或耐受性、成熟、晚季植物完整性、植物高度、裂果抗性、容易植物轉形、油含量，或是油形態。植物品種可以經由植物育種來挑選，例如：純種的育種、週期性的篩選育種、異種交配及回交育種，以及，例如：標誌輔助性育種及耕種的方法。參見，如，美國專利案第7,348,473號。

動物細胞包括任何經單離的動物細胞。

本發明係針對一宿主細胞，其表現本發明的一或更多個核酸分子或重組型核酸分子，包括載體。

本發明係針對一種製造重組型宿主細胞的方法，其包含將一重組型載體引入至一宿主細胞中。

宿主細胞可以是以本發明的載體予以基因工程改造的(轉導的或轉形的或轉染的)，該載體可以是，舉例而言，一選殖載體或一表現載體。該載體可以是，舉例而言，以一質體、一病毒顆粒、一噬菌體等等的形式。該載體含有如本文中說明的一多核苷酸序列，以及一合適的啟動子或控制序列，可以用來轉形一合適的宿主以允許由該多核苷酸編碼的多肽之表現。宿主細胞的基因修飾也能包括較佳或最佳的宿主密碼子使用之基因最佳化。

該經改造的宿主細胞能於改質成合適於活化啟動子、篩選轉形體，或是擴增本發明的基因之慣用的營養培養基之中予以培養。培養條件，例如：溫度、pH，以及類似物，

為先前使用於該宿主細胞篩選表現的該等培養條件，以及對於熟悉此藝者為明顯的。

於一些具體例中，本發明係針對基因修飾一植物或植物的部分以表現本文中說明的一PUFA合成酶系統，其包括至少核心PUFA合成酶酵素複合體。如本文中定義的"植物的部分(part of a plant)"或"植物的部分(plant part)"包括任何植物的部分，例如，但不限於：種子(成熟與未成熟)、油、花粉、胚胎、花、果實、幼芽、葉子、根、樹幹、外植片體等。於一些具體例中，該經基因修飾的植物或植物的部分生產一或更多個PUFAs，例如：EPA、DHA、DPA (n-3或n-6)、ARA、GLA、SDA、其他的PUFA，以及其等之組合。並不知道植物內源性含有一PUFA合成酶系統；因而，本發明的PUFA合成酶系統能使用來改造具有獨特的脂肪酸生產能力之植物。於進一步的具體例中，植物或植物的部分被進一步基因修飾以表現至少一個PUFA合成酶輔助蛋白質(例如，PPTase)。於一些具體例中，該植物為油類種子植物，其中該油類種子，及/或油類種子中之油類，係包含PUFA合成酶系統製造之PUFA。於一些具體例中，該等經基因修飾的植物、植物的部分、油類種子，及/或油類種子中之油類含有可偵測量之至少一個PUFA，其為該PUFA合成酶系統之產物。於進一步的具體例中，此等植物、植物的部分、油類種子，及/或油類種子中之油類實質上可不含中間產物或副產物，其並非引入的PUFA合成酶系統的主要PUFA之產物，且其並非由野生型植物內的內源性FAS系統所天然地

產生的。雖然野生型植物經由FAS系統生產一些短鏈或中鏈PUFAs，例如18個碳之PUFAs，但新的或額外的PUFAs會於植物、植物的部分、油類種子，及/或油類種子中之油類中生產係為經本文中說明的PUFA合成酶系統基因修飾之結果。

植物之基因修飾可使用典型的菌株發育及/或分子遺傳技術達成。參見，美國申請公開案第2007/0244192號。生產基因轉殖植物的方法係熟悉此藝者知道的，其中一種編碼所欲的胺基酸序列之重組型核酸分子係被併入至該植物的基因體之中。舉例而言，病毒載體能使用來生產基因轉殖植物，例如：藉由用一病毒載體之單子葉的植物之轉形，其係使用美國專利案第號5,569,597號；第5,589,367號；和第5,316,931號之中說明的方法。藉由轉形來基因工程改造或修飾植物的方法亦為本技藝所熟知的，包括生物性與物理性轉形流程。參見，例如，B.L. Miki等人，Procedures for Introducing Foreign DNA into Plants, in METHODS IN PLANT MOLECULAR BIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY 67-88 (Glick, B. R. and Thompson, J. E. eds., CRC Press, Inc., Boca Raton, 1993)。此外，用於植物細胞或組織轉形與植物再生之載體與體外培養方法為可獲得的。參見，例如，M. Y. Gruber等人，Vectors for Plant Transformation, in METHODS IN PLANT MOLECULAR BIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY 89-119 (Glick, B. R. and Thompson, J. E. eds., CRC Press, Inc., Boca Raton, 1993)。

廣泛使用之用於引入一表現載體至植物中之方法係根據農桿菌(*Agrobacterium*)之天然轉形系統。參見，例如，Horsch等人，*Science* 227:1229 (1985)與美國專利案第6,051,757號。根瘤農桿菌(*A. tumefaciens*)與髮根農桿菌(*A. rhizogenes*)為植物病理土壤細菌，其可使植物細胞基因轉形。根瘤農桿菌與髮根農桿菌之Ti與Ri質體係各別攜帶使植物基因轉形之對應基因。參見，例如，Kado, C. I., *Crit. Rev. Plant. Sci.* 10:1 (1991)。關於農桿菌載體系統與農桿菌媒介之基因轉移方法之描述係提供於數種文獻中，包括Gruber等人，如上所述；Miki等人，如上所述；Moloney等人，*Plant Cell Reports* 8:238 (1989)；美國專利案第5,177,010號；第5,104,310號；第5,149,645號；第5,469,976號；第5,464,763號；第4,940,838號；第4,693,976號；第5,591,616號；第5,231,019號；第5,463,174號；第4,762,785號；第5,004,863號；和第5,159,135號；以及歐洲專利申請案第0131624號、第120516號、第159418號、第176112號、第116718號、第290799號、第320500號、第604662號、第627752號、第0267159號，以及第0292435號。

植物轉形之其他方法包括微噴射(*microprojectile*)-媒介轉形，其中DNA係攜帶於微噴射之表面。該表現載體係引入植物組織中，使用基因槍(*biolistic*)裝置，其可加速微噴射粒子至足以穿透植物細胞壁與細胞膜之速度。參見，例如：Sanford等人，*Part. Sci. Technol.* 5:27 (1987), Sanford, J. C., *Trends Biotech.* 6:299 (1988), Sanford, J. C., *Physiol.*

Plant 79:206 (1990), Klein 等人, Biotechnology 10:268 (1992), 以及美國專利案第5,015,580號與第5,322,783號。加速塗覆於微粒子上的遺傳物質指向細胞內的技術亦說明, 例如, 於美國專利案第4,945,050號與第5,141,141號之中。物理性傳送DNA至植物中之另一種方法為將標的細胞超音波震盪。參見, 例如, Zhang 等人, Bio/Technology 9:996 (1991)。任擇地, 脂質體或球狀體(spheroplast)融合已用於將表現載體引入至植物中。參見, 例如, Deshayes 等人, EMBO J., 4:2731 (1985), Christou 等人, Proc Natl. Acad. Sci. USA 84:3962 (1987)。亦已經報導使用CaCl<sub>2</sub>沈澱、DNA注射、聚乙烯醇或聚-L-鳥胺酸(ornithine)來將DNA直接攝入於原生質體(protoplast)中。參見, 例如, Hain 等人, Mol. Gen. Genet. 199:161 (1985)與Draper 等人, Plant Cell Physiol. 23:451 (1982)。原生質體以及全細胞與組織之電穿孔法也已經被說明。參見, 例如: Donn 等人, in Abstracts of VIIth International Congress on Plant Cell and Tissue Culture IAPTC, A2-38, p. 53 (1990); D'Halluin 等人, Plant Cell 4:1495-1505 (1992); Spencer 等人, Plant Mol. Biol. 24:51-61 (1994); 國際申請公開案WO 87/06614、W0 92/09696, 和 W0 93/21335; 以及美國專利案第5,472,869號與第5,384,253號。其他的轉形技術包括晶鬚技術, 參見, 例如, 美國專利案第5,302,523號與第5,464,765號。

葉綠體或色素體也可以直接被轉形。確切而言, 重組型植物可經製造, 其中僅葉綠體或色素體DNA已經用以上

說明的該等核酸分子及該等重組型核酸分子的任一者以及其等之組合予以修飾。於葉綠體與色素體內作用的啟動子係熟悉此藝者知道的。參見，例如，Hanley-Bowden等人，Trends in Biochemical Sciences 12:67-70 (1987)。用於獲得含有已插入異源性DNA之葉綠體的細胞之方法與組成物已描述於，例如，美國專利案第5,693,507號與第5,451,513號之中。

也可以使用提供有效的轉形之任何其他的方法。

適合使用於植物轉形的載體係熟悉此藝者知道的。參見，例如：美國專利案第6,495,738號；第7,271,315號；第7,348,473號；第7,355,100號；第7,456,340號；以及其中揭示的文獻。

表現載體能包括操作地連結至一調節要素(舉例而言，一啟動子)之至少一個遺傳標誌，其允許含有該標誌之經轉形的細胞藉由負向選擇予以回收，亦即，抑制含有該可選擇標誌基因的細胞之生長，或是藉由正向選擇予以回收，亦即，篩選由該遺傳標誌編碼的產物。許多普遍使用之植物轉形的可選擇標誌基因係轉形技藝熟知的，以及包括，舉例而言，編碼代謝上解毒一選擇性化學劑(其可以是一抗生素或一除草劑)之酵素的基因，或是編碼一改變的標的(對抑制子不敏感的)之基因。植物轉形中適合使用的可選擇標誌包括，但不限於：轉位子Tn5的胺基糖苷磷酸轉移酶基因(Aph II)，其編碼抗生素康黴素(kanamycin)、新黴素(neomycin)，和G418的抗性，以及編碼以下之抗性或是耐



受性的該等基因：草甘膦、潮黴素、甲氨基蝶呤、膦基丁胺酸(phosphinothricine)(畢拉草(bialophos))、二氮雜戊烯類(imidazolinones)、磺酰脲和三唑嘧啶除草劑，例如：氯磺隆(chlorsulfuron)、溴苯腈(bromoxynil)、茅草枯(dalapon)，以及類似物。一種普遍使用之植物轉形的可選擇標誌基因係於植物調控訊息的控制之下的新黴素磷酸轉移酶II(nptII)基因，其賦予康黴素的抗性。參見，例如，Fraley等人，Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 80: 4803 (1983)。另一個普遍使用之可選擇標誌基因係潮黴素磷酸轉移酶基因，其賦予抗生素潮黴素的抗性。參見，例如，Vanden Elzen等人，Plant Mol. Biol. 5:299 (1985)。細菌來源之額外的賦予抗生素抗性的可選擇標誌基因包括健他黴素乙醯轉移酶(gentamycin acetyl transferase)、鏈黴素磷酸轉移酶、胺基糖苷-3'-腺苷酸轉移酶，以及博歐黴素(bleomycin)抗性的決定位。參見，例如：Hayford等人，Plant Physiol. 86:1216 (1988)，Jones等人，Mol. Gen. Genet. 210: 86 (1987)，Svab等人，Plant Mol. Biol. 14:197 (1990)，Hille等人，Plant Mol. Biol. 7:171 (1986)。其他的可選擇標誌基因賦予除草劑的抗性，例如：草甘膦、草丁膦(glufosinate)，或是溴苯腈。參見，例如，Comai等人，Nature 317:741-744 (1985)，Gordon-Kamm等人，Plant Cell 2:603-618 (1990)以及Stalker等人，Science 242:419-423 (1988)。用於植物轉形之其他可選擇標誌基因為非細菌來源的。此等基因包括，舉例而言，小鼠二氫葉酸還原酶、植物的 5- 烯醇丙酮酸莽草酸 -3- 磷酸合成酶

(5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase)和植物乙醯乳酸合成酶。參見，例如：Eichholtz等人，*Somatic Cell Mol. Genet.* 13:67 (1987)，Shah等人，*Science* 233:478 (1986)，Charest等人，*Plant Cell Rep.* 8:643 (1990)。

一報導基因能與一可選擇標誌一起使用或在沒有可選擇標誌的情況下使用。報導基因係典型地不存在於接收者有機體或組織內的基因，以及典型地編碼導致一些表現型改變或是酵素的性質之蛋白質。參見，例如，K. Weising等人，*Ann. Rev. Genetics* 22: 421 (1988)。報導基因包括，但不限於： $\beta$ -尿苷酸酶(GUS)、 $\beta$ -半乳糖苷酶、氯黴素乙醯轉移酶、綠螢光蛋白質，以及螢光素酶基因。參見，例如：Jefferson, R. A., *Plant Mol. Biol. Rep.* 5:387 (1987)，Teeri等人，*EMBO J.* 8:343 (1989)，Koncz等人，*Proc. Natl. Acad. Sci U.S.A.* 84:131 (1987)，DeBlock等人，*EMBO J.* 3:1681 (1984)，以及Chalfie等人，*Science* 263:802 (1994)。在基因已經引入至接收者細胞內之後的適合的時間可以執行偵測報導基因表現之分析。此一分析必需使用編碼大腸桿菌之uidA位址的 $\beta$ -尿苷酸酶(GUS)基因，如Jefferson等人，*Biochem. Soc. Trans.* 15: 17-19 (1987)之中說明的。

來自各種各樣的來源之啟動子調節要素能於植物細胞內有效地使用以表現外來的基因。舉例而言，能使用細菌來源的啟動子調節要素，例如：章魚肉鹼合成酶啟動子、胭脂鹼(nopaline)合成酶啟動子、甘露鹼(mannopine)合成酶啟動子，以及病毒來源的啟動子，例如：花椰菜斑紋病毒

(35S和19S)、35T(其係經再改造的35S啟動子，參見國際申請公開案WO 97/13402)。植物啟動子調節要素包括但不限於：核酮酸-1,6-雙磷酸(RUBP)羧酶小次單元(ssu)、 $\beta$ -大豆伴球蛋白(beta-conglycinin)啟動子、 $\beta$ -菜豆蛋白啟動子、ADH啟動子、熱休克啟動子，以及組織專一性啟動子。基質結合區域、支架結合區域、內含子、增強子，以及聚腺苷酸化序列也可以用來改良轉錄效率或是DNA的結合。此等元素能被包括以得到經轉形的DNA植物中之最佳的效能。典型的元素包括，但不限於：Adh-內含子1、Adh-內含子6、苜蓿斑紋病毒外殼蛋白引導序列、玉蜀黍條斑病毒外殼蛋白引導序列，以及熟悉此藝者可得的其他物。構成性啟動子調節要素也可以用來指示連續的基因表現。構成性啟動子包括，但不限於：來自植物病毒的啟動子，例如來自CaMV之35S啟動子(Odell等人，Nature 313:810-812 (1985))，以及來自以下此等基因之啟動子，如：米的肌動蛋白(McElroy等人，Plant Cell 2:163-171 (1990))、泛蛋白(Christensen等人，Plant Mol. Biol. 12:619-632 (1989)及Christensen等人，Plant Mol. Biol. 18:675-689 (1992))、pEMU(Last等人，Theor. Appl. Genet. 81:581-588 (1991))、MAS(Velten等人，EMBO J. 3:2723-2730 (1984))、玉蜀黍H3組織蛋白(Lepetit等人，Mol. Gen. Genetics 231:276-285 (1992)和Atanassova等人，Plant Journal 2(3): 291-300 (1992))，以及ALS啟動子、Xba1/NcoI片段5'至西洋油菜(Brassica napus)ALS3結構基因(或相似於Xba1/NcoI片段之

核苷酸序列)(國際申請公開案WO 96/30530)。組織專一性啟動子調節要素也可以用於特定的細胞類或是組織類型中的基因表現，例如：葉子或種子(例如：玉米蛋白(zein)、油體膜蛋白(oleosin)、油菜籽蛋白(napin)、ACP、球蛋白，以及類似物)。組織專一性或組織偏好的啟動子包括，但不限於：根偏好的啟動子，例如：來自菜豆蛋白基因(Murai等人，*Science* 23:476-482 (1983)與Sengupta-Gopalan等人，*Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 82:3320-3324 (1985))；葉子專一性和光誘導性啟動子，例如：來自cab或是核酮糖雙磷酸羧化酶(rubisco) (Simpson等人，*EMBO J.* 4(11):2723-2729 (1985)與Timko等人，*Nature* 318:579-582 (1985))；花藥專一性啟動子，例如：來自LAT52(Twell等人，*Mol. Gen. Genetics* 217:240-245 (1989))；花粉專一性啟動子，例如：來自Zm13(Guerrero等人，*Mol. Gen. Genetics* 244:161-168 (1993))；或是小孢子-偏好的啟動子，例如：來自apg (Twell等人，*Sex. Plant Reprod.* 6:217-224 (1993))。啟動子調節要素也可以在植物發展的某些階段的期間，以及植物組織和器官為活性的，包括，但不限於：花粉專一性、胚芽專一性、玉米穗黃專一性、棉花纖維專一性、根專一性，以及種子內胚乳專一性啟動子調節要素。能使用的一誘導性啟動子調節要素，其負責對專一性的訊號反應之基因的表現，例如：生理刺激(熱休克基因)；光(RUBP 羧酶)；激素(Em)；代謝物；化學品；以及壓力。誘導性啟動子包括，但不限於：來自對銅反應之ACEI系統的一啟動子(Mett等

人，PNAS 90:4567-4571 (1993))；來自玉蜀黍之In2基因，其係對反應苯磺醯胺除草劑安全劑(Hershey等人，Mol. Gen. Genetics 227:229-237 (1991) 和 Gatz 等人，Mol. Gen. Genetics 243:32-38 (1994))，來自Tn10之Tet 抑制子(Gatz等人，Mol. Gen. Genetics 227:229-237 (1991))；以及來自類固醇激素基因，其之轉錄的活性係由醣皮質類固醇激素所誘導(Schena等人，Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 88:0421 (1991))。

訊息序列也可以用來指示一多肽往一細胞內胞器或次細胞隔室或是分泌至質外體。參見，例如：Becker等人，Plant Mol. Biol. 20:49 (1992)，Knox, C.等人，Plant Mol. Biol. 9:3-17 (1987)，Lerner等人，Plant Physiol. 91:124-129 (1989)，Fontes等人，Plant Cell 3:483-496 (1991)，Matsuoka等人，Proc. Natl. Acad. Sci. 88:834 (1991)，Gould等人，J. Cell. Biol. 108:1657 (1989)，Creissen等人，Plant J. 2:129 (1991)，Kalderon,等人，Cell 39:499-509 (1984)，以及Steifel等人，Plant Cell 2:785-793 (1990)。此等尋標序列提供待轉移之所欲表現的蛋白質至其最有效地作用之細胞結構內，或是至對於所欲的表現型功能為必須的細胞加工集中之細胞的區域。

於一些具體例中，訊息序列被用來指示本發明的蛋白質向一次細胞隔室，舉例而言，至色素體或葉綠體。基因產物，包括異源性基因產物，能藉由將基因產物融合至一訊息序列而尋標至色素體或葉綠體，該訊息序列可在葉綠

體輸入時被切割，而產生成熟蛋白質。參見，例如，Comai 等人，J. Biol. Chem. 263: 15104-15109 (1988)與 van den Broeck 等人，Nature 313: 358-363 (1985)。編碼合適的訊息序列之DNA可以自編碼RUBISCO蛋白質、CAB蛋白質、EPSP合成酶酵素、GS2蛋白質的cDNA單離，或是自任何天然存在的葉綠體尋標的蛋白質單離，該葉綠體尋標的蛋白質含有會指示該尋標蛋白質向葉綠體的一訊息序列(亦稱為葉綠體轉運肽(CTP))。此等葉綠體尋標蛋白質係本技藝所熟知的。該等葉綠體尋標蛋白質係合成為較大的前驅物蛋白質，其含有一胺基端CTP，其指示該前驅物往葉綠體輸入機構。CTPs一般係以葉綠體胞器內之特異性內蛋白酶切割，因而自該前驅物釋放該尋標成熟蛋白質，包括活性蛋白質(例如酵素)，至葉綠體環境。編碼胜肽，該胜肽適用於引導標的基因或基因產物至植物細胞之葉綠體或色素體中，之序列的實例包括牽牛花EPSPS CTP、阿拉伯芥(*Arabidopsis*) EPSPS CTP2與內含子，以及熟悉此藝者知道的其他序列。CTPs之特定的實例包括，但不限於：阿拉伯芥(*Arabidopsis thaliana*)核酮糖雙磷酸鹽羧化酶小次單元ats1A轉移胜肽、阿拉伯芥(*Arabidopsis thaliana*)EPSPS轉運肽，以及玉米(*Zea mays*)核酮糖雙磷酸鹽羧化酶小次單元轉運肽。最佳化的轉運肽係揭示於，例如，Van den Broeck 等人，Nature 313:358-363 (1985)中。原核與真核訊息序列係揭示於，例如，Michaelis等人，Ann. Rev. Microbiol. 36: 425 (1982)中。能使用於本發明之中的轉運肽之額外的實例

包括 Von Heijne 等人，Plant Mol. Biol. Rep. 9:104-126 (1991)；Mazur 等人，Plant Physiol. 85: 1110 (1987)；Vorst 等人，Gene 65: 59 (1988)；Chen & Jagendorf, J. Biol. Chem. 268: 2363-2367 (1993) 之中說明的葉綠體轉運肽；來自菸草 (*Nicotiana plumbaginifolia*) 之 rbcS 基因之轉運肽 (Poulsen 等人，Mol. Gen. Genet. 205: 193-200 (1986))；以及自西洋油菜 (*Brassica napus*) 醯基-ACP 硫酯酶衍生的轉運肽 (Loader 等人，Plant Mol. Biol. 23: 769-778 (1993)；Loader 等人，Plant Physiol. 110:336-336 (1995)。

本發明之經基因修飾的植物可以進一步修飾以刪除或是不活化一內源的脂肪酸合成酶，以降低與外源的 PUFA 合成酶系統之內源的競爭丙二醯基 CoA，以增加有機體中的丙二醯基 CoA 之位準，以及其等之組合。參見，例如，美國申請公開案第 2007/0245431 號。

經基因修飾的植物能於發酵培養基中予以培養或是於適合的培養基中生長，例如：土壤。高等植物之適合的生長培養基包括任何植物之生長培養基，例如，但不限於：土壤、沙子、任一其他可支撐根部生長之特定介質(如蛭石 (vermiculite)、珍珠岩 (perlite) 等，或是水栽培，以及適合的光線、水與營養補充物，其使高等植物之生長最佳化。PUFAs 能自經基因修飾的植物經由純化過程予以回收，其自植物中萃取化合物。PUFAs 能藉由收穫該植物而回收，以及藉由自該植物收穫油而回收(例如，自油類種子)。該植物也可以於其之自然狀態消耗或更進一步處理為可消耗產

品。於一些具體例中，本發明係針對經基因修飾的植物，其中該植物生產由於基因修飾之至少一個PUFA，以及其中植物中的總脂肪酸形態，或是該植物累積PUFAs的部分，包含由於該植物的基因修飾所生產之可偵測量的PUFA。於一些具體例中，該植物為油類種子植物。於一些具體例中，該油類種子植物生產PUFAs於其之成熟種子中或含有PUFAs於其之種子的油中。

也可以使用各種各樣的哺乳動物培養系統以表現重組型蛋白質。表現載體會包含一複製起點、一適合的啟動子與增強子，以及核糖體結合位址、聚腺苷酸化位址、剪接供體與接受體位址、轉錄終止序列，和5'側邊未轉錄序列也是必須的。

#### 涉及異源性表現的方法

本發明係針對一種生產至少一個PUFA的方法，其包含：於有效產生PUFA的條件下於一宿主細胞中表現PUFA合成酶系統，其中該PUFA合成酶系統包含本文中說明的該等經單離的核酸分子及重組型核酸分子的任一者，以及其等之組合，其中至少一個PUFA係被生產。於一些具體例中，該至少一個PUFA包括DHA、EPA，或其等之一組合。於一些具體例中，該宿主細胞係植物細胞、經單離的動物細胞，或微生物細胞。於一些具體例中，該宿主細胞為破囊壺菌。

本發明係針對一種生產富含DHA、EPA，或其等之一組合的脂質的方法，其包含：於有效產生脂質的條件下於



一宿主細胞中表現PUFA合成酶基因，其中該PUFA合成酶基因包含本文中說明的該等經單離的核酸分子及重組型核酸分子的任一者以及其等之組合於該宿主細胞中，其中富含DHA、EPA，或其等之一組合的脂質被生產。

本發明係針對一種自宿主細胞單離脂質的方法，其包含於有效產生脂質的條件下於該宿主細胞中表現PUFA合成酶基因，以及自該宿主細胞單離脂質，其中該宿主細胞中的該PUFA合成酶系統包含本文中說明的該等經單離的核酸分子及重組型核酸分子的任一者，以及其等之組合。

於一些具體例中，含有PUFAs之一或更多個脂質餾分係自該等宿主細胞予以單離。於一些具體例中，自該宿主細胞單離的一或更多個餾分包括總脂肪酸餾分、固醇酯餾分、三酸甘油酯餾分、游離脂肪酸餾分、固醇餾分、雙甘油餾分、磷脂質餾分，或其等之組合。於一些具體例中，PUFAs係自該等宿主細胞予以單離，其中該等PUFAs係富含亞米加-3脂肪酸亞米加-6脂肪酸，或其等之組合，根據引入至一宿主細胞中的該PUFA合成酶系統的組成。於一些具體例中，該等PUFAs係富含DHA、EPA、DPA n-6、ARA，或其等之組合，根據引入至一宿主細胞中的該PUFA合成酶系統的組成。於一些具體例中，該等PUFAs係富含DHA、EPA，或其等之一組合。於一些具體例中，自一宿主細胞單離的PUFAs之PUFA形態包括高濃度的DHA和較低濃度的EPA、ARA、DPA n-6，或其等之組合。於一些具體例中，自一宿主細胞單離的PUFAs之PUFA形態包括高濃度的DHA與

EPA，和較低濃度的ARA、DPA n-6，或其等之組合。於一些具體例中，自一宿主細胞單離的PUFAs之PUFA形態包括高濃度的EPA和較低濃度的DHA、ARA、DPA n-6，或其等之組合。

本發明係針對一種於具有PUFA合成酶活性的有機體內取代不活化或被刪除的PUFA合成酶活性，引入新的PUFA合成酶活性，或是增強現存的PUFA合成酶活性的方法，其包含於有效表現PUFA合成酶活性的條件下於該有機體中表現本文中說明的該等經單離的核酸分子及重組型核酸分子的任一者及其等之組合。於一些具體例中，該核酸分子包含本文中說明的一或更多個*PFA1*、*PFA2*，或是*PFA3* PUFA合成酶多核苷酸序列，其係編碼一或更多個PUFA合成酶領域。於一些具體例中，該等有機體的PUFA形態係藉由引入本發明的一或更多個核酸分子予以改變。於一些具體例中，該等經改變的PUFA形態包括亞米加-3脂肪酸的增加以及亞米加-6脂肪酸的減少。於一些具體例中，該等經改變的PUFA形態包括亞米加-6脂肪酸之增加以及亞米加-3脂肪酸的減少。於一些具體例中，亞米加-3與亞米加-6脂肪酸二者均為增加的。於一些具體例中，DHA的量為增加的，而EPA、ARA、DPA n-6，或其等之組合的一或更多者的量為維持或減少的。於一些具體例中，EPA與DHA的量為增加的，而ARA、DPA n-6，或其等之一組合的量為維持或減少的。於一些具體例中，EPA的量為增加的，而EPA、ARA、DPA n-6，或其等之組合的一或更多者的量為維持或減少

的。於一些具體例中，該核酸分子包含*PFA3*的多核苷酸序列或其中的一或更多個領域。於一些具體例中，該核酸分子包含*PFA3*的多核苷酸序列或是其中的一或更多個領域，以及於該有機體中之亞米加-3脂肪酸的量是增加的而亞米加-6脂肪酸的量為減少的。於一些具體例中，該核酸分子包含*PFA2*的多核苷酸序列或是其中的一或更多個領域，以及於該有機體中之DHA的量是增加的而EPA的量為減少的。

本發明係針對在具有PUFA合成酶活性的有機體內增加DHA、EPA，或其等之一組合的生產之方法，其包含於有效產生DHA、EPA或其等之一組合的條件下於一有機體中表現本文中說明的該等經單離的核酸分子及重組型核酸分子的任一者之以及其等之組合，其中該PUFA合成酶活性取代該有機體中之不活化或被刪除的活性，引入一新的活性，或提高現存的活性，以及其中增加該有機體中的DHA、EPA，或其等之一組合之生產。

本發明已經普遍地說明，可以藉由參考本文中提供的實施例進一步的了解本發明。此等的實施例係僅為了闡釋的目的而提供且不意欲為限制性的。

#### 實施例1

設計KS與DH PUFA合成酶領域的簡併性引子俾以單離來自以ATCC寄存編號PTA-9695寄存的經單離的微生物，亦知道為裂殖壺菌種ATCC PTA-9695之對應序列。

裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1*的KS區域(亦即，含

有KS領域的區域)的簡併性引子係根據日本沙雷菌、裂殖壺菌種ATCC 20888、金黃色破囊壺菌(ATCC 34304)，以及破囊壺菌種23B ATCC 20892之公開的*PFA1*(先前稱為orfA或ORF 1)序列來設計：

prDS173(順向)：GATCTACTGCAAGCGCGGNGGNTTYAT  
(序列辨識編號：62)，以及

prDS174(反向)：GGCGCAGGCGGCRTCNACNAC (序列辨識編號：63)。

裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 PFA3的DH區域(先前稱為orfC或ORF 3)的簡併性引子係根據馬里納莫里特拉菌(*Moritella marina*)；裂殖壺菌種ATCC 20888；沙雷菌種SCRC-2738；深處發光菌(*Photobacter profundum*)；以及破囊壺菌種23B ATCC 20892之公開的序列來設計：

JGM190(順向)：CAYTGGTAYTTYCCNTGYCAYTT (序列辨識編號：64)；以及

BLR242(反向)：CCNGGCATNACNGGRTC (序列辨識編號：65)。

染色體DNA模板之PCR條件係如下：0.2  $\mu$ M dNTPs、0.1  $\mu$ M各引子、8% DMSO、200 ng染色體DNA、2.5 U Herculase® II融合聚合酶(Stratagene)，以及1X Herculase® 緩衝液(Stratagene)配於50  $\mu$ L總體積中。PCR流程包括以下步驟：(1) 98°C 歷時3分鐘；(2) 98°C 歷時30秒；(3) 50°C 歷時30秒；(4) 72°C 歷時2分鐘；(5)重複步驟2-4計40個循環；(6) 72°C 歷時5分鐘；以及(7)維持在6°C。

關於兩引子對，PCR使用來自裂殖壺菌種ATCC寄存編號PTA-9695之染色體模板出產具有預期的大小之有區別的DNA產物。各別的PCR產物係依據製造者之指示而被選殖至該載體pJET1.2/鈰的(Fermentas)之內，以及使用所提供的標準引子來決定插入序列。

該等從PCR產物得到的DNA序列係於標準的BLASTx搜尋中與由NCBI GenBank可得的已知序列比較(BLASTx參數：低複雜度過濾器開啟；矩陣：BLOSUM62；空格成本；存在11，擴展1(Extension1)。Stephen F. Altschul, Thomas L. Madden, Alejandro A. Schäffer, Jinghui Zhang, Zheng Zhang, Webb Miller, and David J. Lipman (1997), "Gapped BLAST and PSI-BLAST : a new generation of protein database search programs", Nucleic Acids Res. 25:3389-3402)。

於胺基酸的位準，與含有來自裂殖壺菌種ATCC PTA-9695的KS片段之選殖的DNA所衍生之演繹的胺基酸序列具有最高位準的同源性之序列為：裂殖壺菌種ATCC 20888 "多不飽和脂肪酸合成酶次單元A"(同一性= 87%；陽性= 92%)；沙雷菌(*Shewanella oneidensis*) MR-1 "多領域 $\beta$ -酮基醯基合成酶"(同一性= 49%；陽性= 64%)；以及沙雷菌種MR-4 " $\beta$ -酮基醯基合成酶"(同一性= 49%；陽性= 64%)。

於胺基酸位準，與含有來自裂殖壺菌種ATCC PTA-9695之DH片段的選殖的DNA所衍生之演繹的胺基酸序列具有最高位準的同源性之序列為：裂殖壺菌種ATCC

20888 "多不飽和脂肪酸合成酶次單元C" (同一性= 61%；陽性= 71%)；沙雷菌(*Shewanella pealeana*) ATCC 700345 "B-羥基醯基-(醯基-載體-蛋白質)脫水酶FabA/FabZ"(同一性= 35%；陽性= 50%)；以及沙雷菌(*Shewanella sediminis*) HAW-EB3 "亞米加-3多不飽和脂肪酸合成酶PfaC"(同一性= 34%；陽性= 50%)。

## 實施例2

PUFA 合成酶基因係被鑑定來自裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695。

基因體DNA係藉由標準的程序自微生物製備。參見，例如，Sambrook J. and Russell D. 2001. Molecular cloning: A laboratory manual, 3rd edition. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York。簡言之：

- (1) 500  $\mu$ L的細胞係自對數中期培養沉澱。再旋轉該等細胞，以及全部微量的液體係用小孔吸管自該細胞沉澱丸移除；
- (2) 用200 $\mu$ L溶解緩衝液(20mM Tris pH 8.0、125  $\mu$ g/mL 蛋白酶K、50mM NaCl、10mM EDTA pH 8.0、0.5% SDS)將沉澱丸再懸浮；
- (3) 細胞係在50°C下溶解歷時1小時；
- (4) 溶解的混合物係用吸量管移至鎖相凝膠(PLG -Eppendorf) 2mL管；
- (5) 添加等體積的P:C:I以及允許混合歷時1.5小時；
- (6) 將管子以12k x g離心歷時5分鐘；
- (7) 將水相自PLG管內的凝膠上予以移除且將等體積的氯仿添加至該水相，以及予以混合歷時30分鐘；
- (8) 將管子以14k離心歷時大概5分鐘；
- (9) 該頂層(水相)係用吸量管移離開氯仿，以及放置於

一新的管子內；(10)添加0.1體積的3M NaOAC以及予以混合(倒轉數次)；(11)添加2倍體積的100% EtOH以及與此階段形成的基因體DNA沉澱物混合(倒轉數次)；(12)該等管子係於一微型離心管中在4°C下以14k旋轉歷時大概15分鐘；(13)液體係與管子的底部剩餘的基因體DNA被溫和地傾倒掉；(14)用0.5mL 70% EtOH清洗沉澱丸；(15)該等管子係於一微型離心管中在4°C下以14k旋轉歷時大概5分鐘；(16)溫和地傾倒掉EtOH且乾燥基因體DNA沉澱丸；以及(17)適當體積的H<sub>2</sub>O與RNase係被直接地添加至基因體DNA沉澱丸。

該經單離的基因體DNA係用來產生由大片段(大概40 kB)所組成的重組庫(依據製造者之指示)於該黏接質體pWEB-TNC™ (Epicentre)中。該黏接質體庫係藉由使用<sup>32</sup>P放射性標記的探針之標準的群落雜交程序予以篩選(Sambrook J. and Russell D. 2001. Molecular cloning: A laboratory manual, 3rd edition. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York)。該等探針含有如實施例1說明的來自其他有機體之公開的PUFA合成酶序列有同源性的DNA。此等探針係藉由從以上說明的pJET1.2/鈰的而由各別的殖株之經選殖的片段之DNA限制性消化來產生以及藉由標準的方法予以標記。於所有的情況中，個別的探針之強的雜交至某些黏接質體表示含有與PUFA合成酶基因同源性的DNA之殖株。

黏接質體殖株pDS115係展現出探針之強的雜交至該

KS區域以及被挑選用於裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1* 基因的DNA定序。黏接質體殖株pDS115，其含有裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1*與*PFA2*基因，係依據布達佩斯條約於2009年1月27日被寄存於美國類型培養物收集中心，專利寄存，10801 University Boulevard, Manassas, VA 20110-2209，以及授予ATCC寄存編號PTA-9737。實施例1中決定的該KS區域之DNA序列的定序引子係使用標準的方法來設計。為了決定裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1*的DNA序列，後繼回合的DNA定序(涉及藉由標準的方法設計之隨後的定序引子)係予以進行俾以"走動"該黏接質體殖株。

於先前發表的破囊壺菌PUFA合成酶系統中，PUFA合成酶基因*PFA1*與*PFA2*已經被群集在一起且被配置為要分歧轉錄的。此也是來自裂殖壺菌種ATCC PTA-9695的*PFA1*與*PFA2*之情況。經由從黏接質體殖株pDS115"走動" DNA序列，發現*PFA2*的概念起點是在*PFA1*的起點之493個核苷酸以及分歧轉錄的。裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1*與*PFA2* PUFA合成酶基因的各核苷酸鹼基對係由具有高品質的至少二個獨立的DNA定序反應來涵括，其具有40之至少最小的聚集的弗萊德分數(Phred score) (99.99%的信賴位準)。

黏接質體殖株pBS4係展現出探針之強的雜交至該DH區域以及被挑選用於裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3*基因的DNA定序。含有裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3*基因



之黏接質體植株pBS4係依據布達佩斯條約於2009年1月27日被寄存於美國類型培養物收集中心，專利寄存，10801 University Boulevard, Manassas, VA 20110-2209，以及授予ATCC寄存編號PTA-9736。實施例1中決定的該DH區域之DNA序列的定序引子係使用標準的方法來設計。為了決定的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3*基因之DNA序列，後繼回合的DNA定序(涉及藉由標準的方法設計之隨後的定序引子)係被進行俾以"走動"該黏接質體植株。裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3*基因的各核苷酸鹼基對係由高品質的至少二個獨立的DNA定序反應來涵括，其具有40之至少最小的聚集的弗萊德分數(99.99%的信賴位準)。

表1顯示裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1* (序列辨識編號：1)、*PFA2* (序列辨識編號：3)，以及*PFA3* (序列辨識編號：5)多核苷酸序列當與先前發表的序列比較時之同一性。同一性係藉由DNA排列的標準，VectorNTI程式的"AlignX"程式中之計分矩陣"swgapdnamt"予以決定。

表1：對*PFA1*、*PFA2*，以及*PFA3*多核苷酸序列之百分比同一性

| 發表的 <i>PFA1</i> 、 <i>PFA2</i> ，<br>和 <i>PFA3</i> 序列的來源的來源 | 發表的<br><i>PFA1</i> ( <i>orfA</i> )<br>與 <i>PFA1</i> (序列<br>辨識編號：1)<br>的%同一性 | 發表的<br><i>PFA2</i> ( <i>orfB</i> )<br>與 <i>PFA2</i> (序列<br>辨識編號：3)<br>的%同一性 | 發表的<br><i>PFA3</i> ( <i>orfC</i> )<br>與 <i>PFA3</i> (序列<br>辨識編號：5)<br>的%同一性 |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 裂殖壺菌種ATCC 20888                                           | 70                                                                          | 66                                                                          | 75                                                                          |
| 金黃色破囊壺菌ATCC 34304                                         | 65                                                                          | 62                                                                          | 未發表的                                                                        |
| 破囊壺菌種23B ATCC 20892                                       | 56                                                                          | 55                                                                          | 67                                                                          |



表2顯示裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa1p (序列辨識編號：2)、Pfa2p (序列辨識編號：4)，以及Pfa3p (序列辨識編號：6)胺基酸序列當與先前發表的PUFA合成酶胺基酸序列比較時之同一性。同一性係藉由使用蛋白質排列的標準，VectorNTI程式的"AlignX"程式中之計分矩陣"blosum62mt2"予以決定。

表2：對Pfa1p、Pfa2p以及Pfa3p胺基酸序列之百分比同一性

| 發表的Pfa1p、Pfa2p，以及Pfa3p序列的來源 | 發表的Pfa1p(OrfA)與Pfa1p(序列辨識編號：2)的%同一性 | 發表的Pfa2p(OrfB)與Pfa2p(序列辨識編號：4)的%同一性 | 發表的Pfa3p(OrfC)與Pfa3p(序列辨識編號：6)的%同一性 |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 裂殖壺菌種ATCC 20888             | 60                                  | 53                                  | 70                                  |
| 金黃色破囊壺菌ATCC 34304           | 60                                  | 54                                  | 未發表的                                |
| 破囊壺菌種23BATCC 20892          | 52                                  | 52                                  | 70                                  |

### 實施例3

執行領域分析以各別地注解裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1*、*PFA2*，以及*PFA3*的PUFA合成酶領域與活性位置之序列座標。領域係根據與已知的PUFA合成酶、脂肪酸合成酶，以及聚酮合成酶領域之同源性來鑑定。

表3顯示與裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1*關聯的領域與活性位置。

表3：裂殖壺菌種ATCC PTA-9695-*PFA1*領域分析

| 領域  | DNA位置                  | AA位置                   | 位址               | DNA位置                  | AA位置                   |
|-----|------------------------|------------------------|------------------|------------------------|------------------------|
| KS  | 序列辨識編號：1的<br>7-1401    | 序列辨識編號：2的<br>3-467     | 活性 -DXAC*        | 序列辨識編號：1<br>的607-609   | 序列辨識編號：2<br>的C203      |
|     | (序列辨識編號：7)             | (序列辨識編號：8)             | (序列辨識編號：43)      |                        |                        |
|     |                        |                        | End - GFGG       | 序列辨識編號：1的<br>1363-1374 | 序列辨識編號：2<br>的455-458   |
|     |                        |                        | (序列辨識編號：44)      | (序列辨識編號：45)            |                        |
| MAT | 序列辨識編號：1的<br>1798-2700 | 序列辨識編號：2的<br>600-900   | 活性 GHS*LG        | 序列辨識編號：1<br>的2095-2097 | 序列辨識編號：2<br>的S699      |
|     | (序列辨識編號：9)             | (序列辨識編號：10)            | (序列辨識編號：46)      |                        |                        |
| ACP | 序列辨識編號：1的<br>3298-5400 | 序列辨識編號：2的<br>1100-1800 | ACP1領域           | 序列辨識編號：1的<br>3325-3600 | 序列辨識編號：2的<br>1109-1200 |
|     | (序列辨識編號：11)            | (序列辨識編號：12)            |                  | (序列辨識編號：13)            | (序列辨識編號：14)            |
|     |                        |                        | ACP1活性<br>LGIDS* | 序列辨識編號：1<br>的3454-3456 | 序列辨識編號：2<br>的S1152     |
|     |                        |                        | (序列辨識編號：47)      |                        |                        |
|     |                        |                        | ACP2領域           | 序列辨識編號：1的<br>3667-3942 | 序列辨識編號：2的<br>1223-1314 |
|     |                        |                        |                  | (序列辨識編號：15)            | (序列辨識編號：16)            |
|     |                        |                        | ACP2活性<br>LGIDS* | 序列辨識編號：1<br>的3796-3798 | 序列辨識編號：2<br>的S1266     |
|     |                        |                        | (序列辨識編號：47)      |                        |                        |
|     |                        |                        | ACP3領域           | 序列辨識編號：1的<br>4015-4290 | 序列辨識編號：2的<br>1339-1430 |
|     |                        |                        |                  | (序列辨識編號：17)            | (序列辨識編號：18)            |
|     |                        |                        | ACP3活性<br>LGIDS* | 序列辨識編號：1<br>的4144-4146 | 序列辨識編號：2<br>的S1382     |
|     |                        |                        | (序列辨識編號：47)      |                        |                        |
|     |                        |                        | ACP4領域           | 序列辨識編號：1的<br>4363-4638 | 序列辨識編號：2的<br>1455-1546 |
|     |                        |                        |                  | (序列辨識編號：19)            | (序列辨識編號：20)            |
|     |                        |                        | ACP4活性<br>LGIDS* | 序列辨識編號：1<br>的4492-4494 | 序列辨識編號：2<br>的S1498     |
|     |                        |                        | (序列辨識編號：47)      |                        |                        |
|     |                        |                        | ACP5領域           | 序列辨識編號：1的<br>4711-4986 | 序列辨識編號：2的<br>1571-1662 |
|     |                        |                        |                  | (序列辨識編號：21)            | (序列辨識編號：22)            |
|     |                        |                        | ACP5活性<br>LGIDS* | 序列辨識編號：1<br>的4840-4842 | 序列辨識編號：2<br>的S1614     |
|     |                        |                        | (序列辨識編號：47)      |                        |                        |

| 領域       | DNA位置                                 | AA位置                                  | 位址                               | DNA位置                                 | AA位置                                  |
|----------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
|          |                                       |                                       | ACP6領域                           | 序列辨識編號：1的<br>5053-5328<br>(序列辨識編號：23) | 序列辨識編號：2的<br>1685-1776<br>(序列辨識編號：24) |
|          |                                       |                                       | ACP6 活性<br>LGIDS*<br>(序列辨識編號：47) | 序列辨識編號：1<br>的5182-5184                | 序列辨識編號：2<br>的S1728                    |
| KR       | 序列辨識編號：1的<br>5623-7800<br>(序列辨識編號：25) | 序列辨識編號：2的<br>1875-2600<br>(序列辨識編號：26) | “核心區域”                           | 序列辨識編號：1的<br>5998-6900<br>(序列辨識編號：48) | 序列辨識編號：2的<br>2000-2300<br>(序列辨識編號：49) |
| DH<br>要素 | 序列辨識編號：1的<br>7027-7065<br>(序列辨識編號：27) | 序列辨識編號：2的<br>2343-2355<br>(序列辨識編號：28) | LxxHxxxGxxxxP<br>(序列辨識編號：50)     | 序列辨識編號：1的<br>7027-7065<br>(序列辨識編號：27) | 序列辨識編號：2的<br>2343-2355<br>(序列辨識編號：28) |

裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695 Pfa1 內的第一個領域為 KS 領域。含有編碼裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695 Pfa1 KS 領域的序列之核苷酸序列於本文中表示為序列辨識編號：7，其係對應於序列辨識編號：1 的位置 7-1401。包含裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695 Pfa1 KS 領域的胺基酸序列於本文中表示為序列辨識編號：8，其係對應於序列辨識編號：2 的位置 3-467。KS 領域含有一活性位置要素：DXAC\* (序列辨識編號：43)，具有對應於序列辨識編號：2 的 C203 之一\* 醯基結合位址。而且，一特性要素係存在於 KS 領域的終端：GFGG (序列辨識編號：44)，其係對應於序列辨識編號：2 的位置 455-458 以及序列辨識編號：8 的位置 453-456。

裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695 Pfa1 中的第二個領域為 MAT 領域。含有編碼該裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695 Pfa1 MAT 領域的序列之核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：9，其係對應於序列辨識編號：1 的位置 1798-2700。

包含裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa1 MAT領域的胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：10，其係對應於序列辨識編號：2的位置600-900。MAT領域含有一活性位置要素：GHS\*XG (序列辨識編號：46)，具有對應於序列辨識編號：2的S699之一\*醯基結合位址。

裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa1的第三至第八個領域為六個串聯ACP領域，於本文中亦稱為ACP1、ACP2、ACP3、ACP4、ACP5，以及ACP6。含有第一ACP領域，ACP1的核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：13，以及包含序列辨識編號：1的大約位置3325延伸到大約位置3600的核苷酸序列。含有ACP1的胺基酸序列，本文中係表示為序列辨識編號：14，係包含序列辨識編號：2的大約位置1109延伸到大約位置1200的胺基酸序列。含有ACP2的核苷酸序列，本文中係表示為序列辨識編號：15，係包含序列辨識編號：1的大約位置3667延伸到大約位置3942的核苷酸序列。含有ACP2的胺基酸序列，本文中係表示為序列辨識編號：16，係包含序列辨識編號：2的大約位置1223延伸到大約位置1314的胺基酸序列。含有ACP3的核苷酸序列，本文中係表示為序列辨識編號：17，係包含序列辨識編號：1的大約位置4015延伸到大約位置4290的核苷酸序列。含有ACP3的胺基酸序列，本文中係表示為序列辨識編號：18，係包含序列辨識編號：2的大約位置1339延伸到大約位置1430的胺基酸序列。含有ACP4的核苷酸序列，本文中係表示為序列辨識編號：19，係包含序列辨識編號：1的大約位置4363延伸到大

約位置4638的核苷酸序列。含有ACP4的胺基酸序列，本文中  
表示為序列辨識編號：20，係包含序列辨識編號：2的大  
約位置1455延伸到大約位置1546的胺基酸序列。含有ACP5  
的核苷酸序列，本文中表示為序列辨識編號：21，係包含  
序列辨識編號：1的大約位置4711延伸到大約位置4986的核  
苷酸序列。含有ACP5的胺基酸序列，本文中表示為序列辨  
識編號：22，係包含序列辨識編號：2的大約位置1571延伸  
到大約位置1662的胺基酸序列。含有ACP6的核苷酸序列，  
本文中表示為序列辨識編號：23，係包含序列辨識編號：1  
的大約位置5053延伸到大約位置5328的核苷酸序列。含有  
ACP6的胺基酸序列，本文中表示為序列辨識編號：24，係  
包含序列辨識編號：2的大約位置1685延伸到大約位置1776  
的胺基酸序列。全部的六個ACP領域一起延伸裂殖壺菌種  
ATCC PTA-9695 Pfa1的一區域，從序列辨識編號：1的大約  
位置3298至大約位置5400，對應於序列辨識編號：2的大約  
1100至大約1800的胺基酸位置。含有全部的6個領域之整個  
ACP區域的核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：  
11；而含有全部的6個領域的整個ACP區域之胺基酸序列於  
本文中係表示為序列辨識編號：12。序列辨識編號：11內  
之6個ACP領域之重複的間隔發現為大概每342個核苷酸(經  
測量之鄰近活性位置絲胺酸之間的實際胺基酸數目範圍為  
114至116個胺基酸)。6個ACP領域之每一者皆含有一泛硫醇  
結合要素LGIDS\*(序列辨識編號：47)，其中S\*為該泛硫醇  
結合位置絲胺酸(S)。該泛硫醇結合位置絲胺酸(S)係位於接

近每一ACP領域序列中心處。6個ACPD領域之每一者的活性位置絲胺酸殘基的位置(亦即，該泛硫醇結合位置)，關於序列辨識編號：2的胺基酸序列而言，為：ACP1 = S1152，ACP2 = S1266，ACP3 = S1382，ACP4 = S1498，ACP5 = S1614，以及ACP6 = S1728。

裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa1中的第9個領域為KR領域。含有編碼裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa1 KR領域的序列之核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：25，其係對應於序列辨識編號：1的位置5623-7800。包含裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa1 KR領域之胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：26，其係對應於序列辨識編號：2的位置1875-2600。在KR領域中為一核心區域(係包含於序列辨識編號：48的核苷酸序列，以及序列辨識編號：49的胺基酸序列)，與短鏈醛類-脫氫酶具有同源性(KR為此家族之一成員)。此核心區域係自序列辨識編號：1的大約位置5998延伸至大約6900，其係對應於序列辨識編號：2的胺基酸位置2000-2300。

裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa1中的第10個領域為DH領域。含有編碼裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa1 DH領域的序列之核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：27，其係對應於序列辨識編號：1的位置7027-7065。包含裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa1 DH領域的胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：28，其係對應於序列辨識編號：2的位置2343-2355。DH領域含有守恆性活性位置要

素(參見，Donadio, S. and Katz., L., Gene 111(1): 51-60 (1992)): LxxHxxxGxxxxP (序列辨識編號：50)。

表4顯示與裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 PFA2關聯的領域與活性位置。

表4：裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 PFA2領域分析

| 領域  | DNA位置                  | AA位置                   | 位址          | DNA位置                  | AA位置                 |
|-----|------------------------|------------------------|-------------|------------------------|----------------------|
| KS  | 序列辨識編號：3的<br>10-1350   | 序列辨識編號：4的<br>4-450     | DXAC*       | 序列辨識編號：3<br>的571-573   | 序列辨識編號：4<br>的C191    |
|     | (序列辨識編號：29)            | (序列辨識編號：30)            | (序列辨識編號：43) |                        |                      |
|     |                        |                        | End -GFGG   | 序列辨識編號：3的<br>1312-1323 | 序列辨識編號：4<br>的438-441 |
|     |                        |                        | (序列辨識編號：44) | (序列辨識編號：51)            |                      |
|     |                        |                        |             |                        |                      |
| CLF | 序列辨識編號：3的<br>1408-2700 | 序列辨識編號：4的<br>470-900   |             |                        |                      |
|     | (序列辨識編號：31)            | (序列辨識編號：32)            |             |                        |                      |
| AT  | 序列辨識編號：3的<br>2998-4200 | 序列辨識編號：4的<br>1000-1400 | GxS*xG      | 序列辨識編號：3<br>的3421-3423 | 序列辨識編號：4<br>的S1141   |
|     | (序列辨識編號：33)            | (序列辨識編號：34)            | (序列辨識編號：52) |                        |                      |
| ER  | 序列辨識編號：3的<br>4498-5700 | 序列辨識編號：4的<br>1500-1900 |             |                        |                      |
|     | (序列辨識編號：35)            | (序列辨識編號：36)            |             |                        |                      |

裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa2內的第一個領域為KS領域。含有編碼裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa2 KS領域的序列之核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：29，其係對應於序列辨識編號：3的位置10-1350。包含裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa2 KS領域的胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：30，其係對應於序列辨識編號：4的位置4-450。KS領域含有一活性位置要素：DXAC\* (序列辨識編號：43)，具有對應於序列辨識編號：4的C191



之一\*醯基結合位址。而且，一特性要素係存在於KS領域的終端：GFGG(序列辨識編號：44)，其係對應於序列辨識編號：4的位置438-441以及序列辨識編號：30的位置435-438。

裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa2內的第3個領域為CLF領域。含有編碼裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa2 CLF領域的序列之核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：31，其係對應於序列辨識編號：3的位置1408-2700。包含裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa2 CLF領域的胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：32，其係對應於序列辨識編號：4的位置470-900。

裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa2內的第3個領域為AT領域。含有編碼裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa2 AT領域的序列的核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：33，其係對應於序列辨識編號：3的位置2998-4200。包含裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa2 AT領域的胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：34，其係對應於序列辨識編號：4的位置1000-1400。AT領域含有一活性位置要素GxS\*Xg(序列辨識編號：52)，其為醯基轉移酶(AT)蛋白質的特徵，具有對應於序列辨識編號：4的位置S1141的一活性位置絲胺酸殘基。

裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa2內的第4個領域為ER領域。含有編碼裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa2 ER領域的序列之核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：35，其係對應於序列辨識編號：3的位置4498-5700。包含Pfa2 ER

領域的胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：36，其係對應於序列辨識編號：4的位置1500-1900。

表5顯示與裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 PFA3關聯的領域與活性位置。

表5：裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 PFA3領域分析

| 領域  | DNA 位置                                 | AA 位置                                 | 位址                    | DNA 位置                  | AA 位置              |
|-----|----------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|
| DH1 | 序列辨識編號：5<br>的 1-1350<br>(序列辨識編號:37)    | 序列辨識編號：6<br>的 1-450<br>(序列辨識編號:38)    | FxxH*F<br>(序列辨識編號:53) | 序列辨識編號：5<br>的 931-933   | 序列辨識編號：6<br>的 H310 |
| DH2 | 序列辨識編號：5<br>的 1501-2700<br>(序列辨識編號:39) | 序列辨識編號：6<br>的 501-900<br>(序列辨識編號:40)  | FxxH*F<br>(序列辨識編號:53) | 序列辨識編號：5<br>的 2401-2403 | 序列辨識編號：6<br>的 H801 |
| ER  | 序列辨識編號：5<br>的 2848-4200<br>(序列辨識編號:41) | 序列辨識編號：6<br>的 950-1400<br>(序列辨識編號:42) |                       |                         |                    |

裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa3的第1個與第2個領域為DH領域，於本文中各別地稱為DH1和DH2。含有編碼該裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa3 DH1領域的序列之核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：37，其係對應於序列辨識編號：5的位置1-1350。包含裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa3 DH1領域的胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：38，其係對應於序列辨識編號：6的位置1-450。含有編碼裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa3 DH2領域的序列之核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：39，其係對應於序列辨識編號：5的位置1501-2700。包含裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa3 DH2領域的胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：40，其係對應於序列辨識

編號：6的位置501-900。該等DH領域含有一活性位置要素：FxxH\*F (序列辨識編號：53)。含有DH1之中的活性位置要素之核苷酸序列係對應於序列辨識編號：5的位置931-933，而含有DH2之中的活性位置要素之核苷酸序列係對應於序列辨識編號：5的位置2401-2403。於該要素FxxH\*F中的該活性位置H\*係根據來自Leesong等人，Structure 4:253-64 (1996) 與 Kimber 等人，J Biol Chem. 279:52593-602 (2004)的資料，DH1中的該活性位置H\*對應於序列辨識編號：6的H310以及DH2中的該活性位置H\*對應於序列辨識編號：6的H801。

裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa3的第3個領域為ER領域。含有編碼裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa3 ER領域的序列之核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：41，其係對應於序列辨識編號：5的位置2848-4200。包含裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa3 ER領域的胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：42，其係對應於序列辨識編號：6的位置950-1400。

#### 實施例4

設計KS、ER與DH PUFA合成酶領域的簡併性引子俾以單離來自以ATCC寄存編號PTA-10212寄存的經單離的微生物，亦知道為破囊壺菌種ATCC PTA-10212之對應序列。

破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA1*的KS區域(亦即，含有KS領域的區域)的簡併性引子係根據裂殖壺菌種ATCC 20888、金黃色破囊壺菌(ATCC 34304)，以及破囊壺菌種23B

ATCC 20892之公開的*PFA1*(先前稱為orfA或ORF 1)序列來設計：

prDS233 (順向)：

TGATATGGGAGGAATGAATTGTGTNGTNGAYGC (序列辨識編號：123)

prDS235 (反向)：

TTCCATAACAAAATGATAATTAGCTCCNCCRAANCC (序列辨識編號：124)。

破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA2*的ER區域(亦即，含有ER領域的區域)的簡併性引子係根據日本沙雷菌的序列、裂殖壺菌種ATCC 20888、金黃色破囊壺菌(ATCC 34304)，以及破囊壺菌種23B ATCC 20892之公開的*PFA2*(先前稱為orfB或ORF 2)序列來設計：

prDS183(順向)：GGCGGCCACACCGAYAAAYMGNCC

(序列辨識編號：125)

prDS184(反向)：CGGGGCCGCACCANAYYTGRТА (序

列辨識編號：126)。

破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA3*的ER區域(亦即，含有ER領域的區域)的簡併性引子係根據日本沙雷菌、裂殖壺菌種ATCC 20888、金黃色破囊壺菌(ATCC 34304)，以及破囊壺菌種23B ATCC 20892之公開的*PFA3*(先前稱為orfC或ORF 3)序列來設計：

prDS181(順向)：TCCTTCGGNGCNGSNGG (序列辨識

編號：127)

prDS184(反向): CGGGGCCGCACCANAYYTGRTA (序列辨識編號: 126)。

如以上說明之JGM190 (順向, 序列辨識編號: 64)與BLR242 (反向, 序列辨識編號: 65)的簡併性引子係用來擴增來自破囊壺菌種ATCC PTA-10212的*PFA3*之DH區域。

染色體DNA模板之PCR條件係如下: 0.2  $\mu$ M dNTPs、0.1  $\mu$ M各引子、6% DMSO、200 ng染色體DNA、2.5 U Herculase® II融合聚合酶(Stratagene), 以及1X Herculase® 緩衝液(Stratagene)配於50  $\mu$ L總體積中。PCR流程包括以下步驟: (1) 98°C 歷時3分鐘; (2) 98°C 歷時30秒; (3) 54°C 歷時45秒; (4) 72°C 歷時1分鐘; (5)重複步驟2-4計40個循環; (6) 72°C 歷時5分鐘; 以及(7)維持在6°C。

關於全部的引子對, PCR使用來自破囊壺菌種ATCC PTA-10212之染色體模板出產具有預期的大小之有區別的DNA產物。各別的PCR產物係依據製造者之指示而被選殖至該載體pJET1.2/鈰的(Fermentas)之內, 以及使用所提供的標準引子來決定插入序列。

從PCR產物得到的DNA序列係如實施例1說明的與NCBI GenBank可得的已知序列比較。

於胺基酸的位準, 與含有來自破囊壺菌種ATCC PTA-10212的*PFA1*之KS片段之選殖的DNA所衍生之演繹的胺基酸序列具有最高位準的同源性之序列為: 裂殖壺菌種ATCC 20888 "多不飽和脂肪酸合成酶次單元A"(同一性= 80%; 陽性= 90%); 深海沙雷菌(*Shewanella benthica*) KT99

"亞米加-3多不飽和脂肪酸合成酶PfaA"(同一性= 51%; 陽性= 67%); 沙雷菌(*Shewanella loihica*) PV-4 " $\beta$ -酮基醯基合成酶"(同一性= 50%; 陽性= 67%); 木質沙雷菌(*Shewanella woodyi*) ATCC 51908 "聚酮類多不飽和脂肪酸合成酶PfaA"(同一性= 51%; 陽性= 66%)。

於胺基酸位準，與含有來自破囊壺菌種 ATCC PTA-10212的PFA2之ER片段之選殖的DNA所衍生之演繹的胺基酸序列具有最高位準的同源性之序列為：裂殖壺菌種 ATCC 20888"多不飽和脂肪酸合成酶次單元B"(同一性= 70%; 陽性= 85%); 裂殖壺菌種 ATCC 20888 "多不飽和脂肪酸合成酶次單元C"(同一性= 66%; 陽性= 83%); 泡沫節球藻(*Nodularia spumigena*) CCY9414 "2-硝基丙烷二氧酶"(同一性= 57%; 陽性= 74%); 莫里特拉菌物種PE36 "多不飽和脂肪酸合成酶PfaD"(同一性= 57%; 陽性= 71%)。

於胺基酸位準，與含有來自破囊壺菌種 ATCC PTA-10212的PFA3之ER片段之選殖的DNA所衍生之演繹的胺基酸序列具有最高位準的同源性之序列為：裂殖壺菌種 ATCC 20888 "多不飽和脂肪酸合成酶次單元C"(同一性= 80%; 陽性= 90%); 裂殖壺菌種 ATCC 20888 "多不飽和脂肪酸合成酶次單元B"(同一性= 78%; 陽性= 89%); 莫里特拉菌物種PE36"多不飽和脂肪酸合成酶PfaD"(同一性= 56%; 陽性= 71%); 亞馬遜沙雷菌(*Shewanella amazonensis*) SB2B "亞米加-3多不飽和脂肪酸合成酶PfaD"(同一性= 55%; 陽性= 73%)。

於胺基酸位準，與含有來自破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 的 *PFA3* 之 DH 片段之選殖的 DNA 所衍生之演繹的胺基酸序列具有最高位準的同源性之序列為：裂殖壺菌種 ATCC 20888 "多不飽和脂肪酸合成酶次單元 C" (同一性 = 63%；陽性 = 76%)；沙雷菌 (*Shewanella pealeana*) ATCC 700345 "B-羥基醯基-(醯基-載體-蛋白質)脫水酶 FabA/FabZ" (同一性 = 35%；陽性 = 53%)；沙雷菌 (*Shewanella piezotolerans*) WP3 "多領域  $\beta$ -酮基醯基合成酶" (同一性 = 36%；陽性 = 52%)；深海沙雷菌 KT99 "亞米加-3 多不飽和脂肪酸合成酶 PfaC" (同一性 = 35%；陽性 = 51%)。

#### 實施例 5

PUFA 合成酶基因係被鑑定來自破囊壺菌種 ATCC PTA-10212。

由 -80°C 冷凍管，1 mL 的細胞係在室溫下予以解凍且被添加至 250 mL 無擋板燒瓶中的 50 mL 的液體 HSFM 培養基 (below)。該燒瓶係在 23°C 下孵育歷時 3 天。收集細胞以及用於標準的細菌人工染色體 (BAC) 庫建構 (Lucigen Corporation, Middleton, WI USA)。

表 6：HSFM 培養基

| 成分                                                  | 濃度         | 範圍                           |
|-----------------------------------------------------|------------|------------------------------|
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                     | g/L 31.0   | 0-50、15-45，或是 25-35          |
| NaCl                                                | g/L 0.625  | 0-25、0.1-10，或是 0.5-5         |
| KCl                                                 | g/L 1.0    | 0-5、0.25-3，或是 0.5-2          |
| MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O                | g/L 5.0    | 0-10、2-8，或是 3-6              |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>     | g/L 0.44   | 0-10、0.25-5，或是 0.05-3        |
| MSG*1H <sub>2</sub> O                               | g/L 6.0    | 0-10、4-8，或是 5-7              |
| CaCl <sub>2</sub>                                   | g/L 0.29   | 0.1-5、0.15-3，或是 0.2-1        |
| T 154 (酵母菌萃取物)                                      | g/L 6.0    | 0-20、0.1-10，或是 1-7           |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>                     | g/L 0.8    | 0.1-10、0.5-5，或是 0.6-1.8      |
| 高壓蒸氣滅菌後(金屬)                                         |            |                              |
| 檸檬酸                                                 | mg/L 3.5   | 0.1-5000、10-3000，或 3-2500    |
| FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O                | mg/L 10.30 | 0.1-100、1-50，或 5-25          |
| MnCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O                | mg/L 3.10  | 0.1-100、1-50，或 2-25          |
| ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O                | mg/L 3.10  | 0.01-100、1-50，或 2-25         |
| CoCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O                | mg/L 0.04  | 0-1、0.001-0.1，或 0.01-0.1     |
| Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O | mg/L 0.04  | 0.001-1、0.005-0.5，或 0.01-0.1 |
| CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O                | mg/L 2.07  | 0.1-100、0.5-50，或 1-25        |
| NiSO <sub>4</sub> ·6H <sub>2</sub> O                | mg/L 2.07  | 0.1-100、0.5-50，或 1-25        |
| 高壓蒸氣滅菌後(維生素)                                        |            |                              |
| 硫胺素                                                 | mg/L 9.75  | 0.1-100、1-50，或是 5-25         |
| 維生素 B12                                             | mg/L 0.16  | 0.01-100、0.05-5，或是 0.1-1     |
| Ca <sup>1/2</sup> -泛酸                               | mg/L 2.06  | 0.1-100、0.1-50，或是 1-10       |
| 生物素                                                 | mg/L 3.21  | 0.1-100、0.1-50，或是 1-10       |
| 高壓蒸氣滅菌後(碳)                                          |            |                              |
| 甘油                                                  | g/L 30.0   | 5-150、10-100，或是 20-50        |
| 氮進料：                                                |            |                              |
| 成分                                                  | 濃度         |                              |
| MSG·1H <sub>2</sub> O                               | g/L 17     | 0-150、10-100，或是 15-50        |

典型的培養條件會包括以下：

|         |                                         |
|---------|-----------------------------------------|
| pH      | 約6.5–約9.5、約6.5–約8.0，或約6.8–約7.8；         |
| 溫度：     | 攝氏約15–約30度、攝氏約18–約28度，或是攝氏約21–約23度；     |
| 溶氧：     | 約0.1–約100%飽和、約5–約50%飽和，或是約10–約30%飽和；及/或 |
| 甘油控制的@： | 約5–約50 g/L、約10–約40 g/L，或是約15–約35 g/L.   |



由大片段(大概120 kB的平均數)所組成的重組型BAC庫係依據製造者之指示而於BAC載體pSMART® (Lucigen Corporation)中操作。BAC庫係藉由使用<sup>32</sup>P放射性標記的探針之標準的群落雜交程序予以篩選(Sambrook J. and Russell D. 2001. Molecular cloning: A laboratory manual, 3rd edition. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York)。該等探針含有如實施例4說明的來自其他有機體之公開的PUFA合成酶序列有同源性的DNA。此等探針係藉由從以上說明的pJET1.2/鈰的而由各別的植株之經選殖的片段之DNA限制性消化來產生以及藉由標準的方法予以標記。於所有的情況中，個別的探針之強的雜交至某些BACs表示含有與PUFA合成酶基因同源性的DNA之植株。

BAC植株pLR130(亦知道為LuMaBAC 2M23)係展現出探針之強的雜交至KS區域與ER區域二者，其係指示其含有 *PFA1* 與 *PFA2* 基因，以及被挑選用於破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 *PFA1* 與 *PFA2* 基因的DNA定序。BAC係藉由標準的程序予以定序(Eurofins MWG Operon, Huntsville, AL)。BAC植株pLR130，其含有 *PFA1* 與 *PFA2* 基因，係依據布達佩斯條約於2009年12月1日被寄存於美國類型培養物收集中心，專利寄存，10801 University Boulevard, Manassas, VA 20110-2209，以及授予ATCC寄存編號PTA-10511。

於先前發表的破囊壺菌PUFA合成酶系統中，PUFA合成酶基因 *PFA1* 與 *PFA2* 已經被群集在一起且被配置為要分

歧轉錄的。此也是來自破囊壺菌種ATCC PTA-10212的*PFA1*與*PFA2*之情況。發現*PFA2*的概念起點是在*PFA1*的起點之693個核苷酸以及分歧轉錄的。

BAC殖株pDS127 (亦知道為LuMaBAC 9K17)係展現出探針之強的雜交至*PFA3*的DH區域與ER區域二者，以及被挑選用於*PFA3*基因的DNA定序。BAC殖株pDS127，其含有*PFA3*基因，係依據布達佩斯條約於2009年12月1日被寄存於美國類型培養物收集中心，專利寄存，10801 University Boulevard, Manassas, VA 20110-2209，以及授予ATCC寄存編號PTA-10510。實施例4中決定的DH區域與ER區域之DNA序列的定序引子係使用標準的方法來設計。為了決定破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA3*基因的DNA序列，後繼回合的DNA定序(涉及藉由標準的方法設計之隨後的定序引子)係被進行俾以"走動"該BAC殖株。*PFA3*基因的各核苷酸鹼基對係由高品質的至少二個獨立的DNA定序反應來涵括，其具有40之至少最小的聚集的弗萊德分數(99.99%的信賴位準)。

表7顯示破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA1*(序列辨識編號：68)、*PFA2*(序列辨識編號：70)，以及*PFA3*(序列辨識編號：72)多核苷酸序列當與先前發表的序列及來自裂殖壺菌種PTA-9695的序列比較時之同一性。同一性係藉由DNA排列的標準，VectorNTI程式的"AlignX"程式中之計分矩陣"swgapdnamt"予以決定。

表7：對 *PFA1*、*PFA2*，以及 *PFA3* 多核苷酸序列之百分比同一性

| 比較 <i>PFA1</i> 、 <i>PFA2</i> ，以及<br><i>PFA3</i> 序列的來源 | 比較 <i>PFA1</i><br>( <i>orfA</i> )與 <i>PFA1</i><br>的%同一性 | 比較 <i>PFA2</i><br>( <i>orfB</i> )與 <i>PFA2</i><br>的%同一性 | 比較 <i>PFA3</i><br>( <i>orfC</i> )與 <i>PFA3</i><br>的%同一性 |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 裂殖壺菌種ATCC 20888                                       | 55                                                      | 54                                                      | 59                                                      |
| 金黃色破囊壺菌ATCC 34304                                     | 55                                                      | 53                                                      | 未發表的                                                    |
| 破囊壺菌種23B ATCC 20892                                   | 55                                                      | 57                                                      | 62                                                      |
| 裂殖壺菌種PTA-9695                                         | 55                                                      | 52                                                      | 59                                                      |

表8顯示破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa1p(序列辨識編號：69)、Pfa2p(序列辨識編號：71)，以及Pfa3p(序列辨識編號：73)胺基酸序列當與先前發表的PUFA合成酶胺基酸序列及來自裂殖壺菌種PTA-9695的序列比較時之同一性。同一性係藉由使用蛋白質排列的標準，VectorNTI程式的"AlignX"程式中之計分矩陣"blosum62mt2"予以決定。

表8：與Pfa1p、Pfa2p，以及Pfa3p胺基酸序列之百分比同一性

| 比較Pfa1p, Pfa2p，以及<br>Pfa3p 序列的來源 | 比較Pfa1p<br>(OrfA)與<br>Pfa1p的%<br>同一性 | 比較Pfa2p<br>(OrfB)與<br>Pfa2p的%<br>同一性 | 比較Pfa3p<br>(OrfC)與<br>Pfa3p的%<br>同一性 |
|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 裂殖壺菌種 ATCC 20888                 | 62                                   | 57                                   | 69                                   |
| 金黃色破囊壺菌 ATCC 34304               | 58                                   | 54                                   | 未發表的                                 |
| 破囊壺菌種 23B ATCC 20892             | 54                                   | 54                                   | 71                                   |
| 裂殖壺菌種 PTA-9695                   | 59                                   | 53                                   | 73                                   |

實施例6

執行領域分析以各別地注解裂殖壺菌種 ATCC PTA-10212 *PFA1*、*PFA2*，以及 *PFA3* 的PUFA合成酶領域與



活性位置之序列座標。領域係根據與已知的PUFA合成酶、  
脂肪酸合成酶，以及聚酮合成酶領域之同源性來鑑定。

表9顯示與裂殖壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA1* 關聯的  
領域與活性位置。

表9：破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA1* 領域分析

| 領域  | DNA 位置                   | AA 位置                    | 位址                | DNA 位置                   | AA 位置                    |
|-----|--------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|
| KS  | 序列辨識編號：68<br>的 13-1362   | 序列辨識編號：69<br>的 5-545     | 活性 -DXAC*         | 序列辨識編號：68<br>的 601-612   | 序列辨識編號：69<br>的 C204      |
|     | (序列辨識編號：74)              | (序列辨識編號：75)              | (序列辨識編號：43)       |                          |                          |
|     |                          |                          | End -GFGG         | 序列辨識編號：68<br>的 1351-1362 | 序列辨識編號：69<br>的 451-454   |
|     |                          |                          | (序列辨識編號：44)       | (序列辨識編號：45)              |                          |
|     |                          |                          |                   |                          |                          |
| MAT | 序列辨識編號：68<br>的 1783-2703 | 序列辨識編號：69<br>的 595-901   | 活性 GHS*LG         | 序列辨識編號：68<br>的 2083-2085 | 序列辨識編號：69<br>的 S695      |
|     | (序列辨識編號：76)              | (序列辨識編號：77)              | (序列辨識編號：46)       | (序列辨識編號：116)             |                          |
|     |                          |                          |                   |                          |                          |
| ACP | 序列辨識編號：68<br>的 3208-6510 | 序列辨識編號：69<br>的 1070-2170 | ACP1 領域           | 序列辨識編號：68<br>的 3280-3534 | 序列辨識編號：69<br>的 1094-1178 |
|     | (序列辨識編號：78)              | (序列辨識編號：79)              |                   | (序列辨識編號：80)              | (序列辨識編號：81)              |
|     |                          |                          | ACP1 活性<br>LGIDS* | 序列辨識編號：68<br>的 3403-3405 | 序列辨識編號：69<br>的 S1135     |
|     |                          |                          | (序列辨識編號：47)       |                          |                          |
|     |                          |                          | ACP2 領域           | 序列辨識編號：68<br>的 3607-3861 | 序列辨識編號：69<br>的 1203-1287 |
|     |                          |                          |                   | (序列辨識編號：82)              | (序列辨識編號：83)              |
|     |                          |                          | ACP2 活性<br>LGIDS* | 序列辨識編號：68<br>的 3730-3732 | 序列辨識編號：69<br>的 S1244     |
|     |                          |                          | (序列辨識編號：47)       |                          |                          |
|     |                          |                          | ACP3 領域           | 序列辨識編號：68<br>的 3934-4185 | 序列辨識編號：69<br>的 1312-1396 |
|     |                          |                          |                   | (序列辨識編號：84)              | (序列辨識編號：85)              |
|     |                          |                          | ACP3 活性<br>LGIDS* | 序列辨識編號：68<br>的 4057-4059 | 序列辨識編號：69<br>的 S1353     |
|     |                          |                          | (序列辨識編號：47)       |                          |                          |
|     |                          |                          | ACP4 領域           | 序列辨識編號：68<br>的 4261-4515 | 序列辨識編號：69<br>的 1421-1505 |
|     |                          |                          |                   | (序列辨識編號：86)              | (序列辨識編號：87)              |
|     |                          |                          | ACP4 活性<br>LGIDS* | 序列辨識編號：68<br>的 4384-4386 | 序列辨識編號：69<br>的 S1462     |
|     |                          |                          | (序列辨識編號：47)       |                          |                          |

| 領域       | DNA 位置                                   | AA 位置                                    | 位址                                | DNA 位置                                   | AA 位置                                    |
|----------|------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
|          |                                          |                                          | ACP5 領域                           | 序列辨識編號：68<br>的 4589-4842<br>(序列辨識編號：88)  | 序列辨識編號：69<br>的 1530-1614<br>(序列辨識編號：89)  |
|          |                                          |                                          | ACP5 活性<br>LGIDS*<br>(序列辨識編號：47)  | 序列辨識編號：68<br>的 4711-4713                 | 序列辨識編號：69<br>的 S1571                     |
|          |                                          |                                          | ACP6 領域                           | 序列辨識編號：68<br>的 4915-5169<br>(序列辨識編號：90)  | 序列辨識編號：69<br>的 1639-1723<br>(序列辨識編號：91)  |
|          |                                          |                                          | ACP6 活性<br>LGIDS*<br>(序列辨識編號：47)  | 序列辨識編號：68<br>的 5038-5040                 | 序列辨識編號：69<br>的 S1680                     |
|          |                                          |                                          | ACP7 領域                           | 序列辨識編號：68<br>的 5242-5496<br>(序列辨識編號：92)  | 序列辨識編號：69<br>的 1748-1832<br>(序列辨識編號：93)  |
|          |                                          |                                          | ACP7 活性<br>LGIDS*<br>(序列辨識編號：47)  | 序列辨識編號：68<br>的 5365-5367                 | 序列辨識編號：69<br>的 S1789                     |
|          |                                          |                                          | ACP8 領域                           | 序列辨識編號：68<br>的 5569-5823<br>(序列辨識編號：94)  | 序列辨識編號：69<br>的 1857-1941<br>(序列辨識編號：95)  |
|          |                                          |                                          | ACP8 活性<br>LGIDS*<br>(序列辨識編號：47)  | 序列辨識編號：68<br>的 5692-5694                 | 序列辨識編號：69<br>的 S1898                     |
|          |                                          |                                          | ACP9 領域                           | 序列辨識編號：68<br>的 5896-6150<br>(序列辨識編號：96)  | 序列辨識編號：69<br>的 1966-2050<br>(序列辨識編號：97)  |
|          |                                          |                                          | ACP9 活性<br>LGIDS*<br>(序列辨識編號：47)  | 序列辨識編號：68<br>的 6019-6021                 | 序列辨識編號：69<br>的 S2007                     |
|          |                                          |                                          | ACP10 領域                          | 序列辨識編號：68<br>的 6199-6453<br>(序列辨識編號：98)  | 序列辨識編號：69<br>的 2067-2151<br>(序列辨識編號：99)  |
|          |                                          |                                          | ACP10 活性<br>LGIDS*<br>(序列辨識編號：47) | 序列辨識編號：68<br>的 6322-6324                 | 序列辨識編號：69<br>的 S2108                     |
| KR       | 序列辨識編號：68<br>的 6808-8958<br>(序列辨識編號：100) | 序列辨識編號：69<br>的 2270-2986<br>(序列辨識編號：101) | "核心區域"                            | 序列辨識編號：68<br>的 7198-8100<br>(序列辨識編號：116) | 序列辨識編號：69<br>的 2400-2600<br>(序列辨識編號：117) |
| DH<br>要素 | 序列辨識編號：68<br>的 8203-8241<br>(序列辨識編號：118) | 序列辨識編號：69<br>的 2735-2747<br>(序列辨識編號：119) | LxxHxxxGxxxxP<br>(序列辨識編號：50)      | 序列辨識編號：68<br>的 8203-8241<br>(序列辨識編號：118) | 序列辨識編號：69<br>的 2735-2747<br>(序列辨識編號：119) |

破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa1內的第一個領域為KS領域。含有編碼破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa1 KS領域的序列之核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：74，其係對應於序列辨識編號：68的位置13-1362。包含破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa1 KS領域的胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：75，其係對應於序列辨識編號：69的位置5-454。KS領域含有一活性位置要素：DXAC\* (序列辨識編號：43)，具有對應於序列辨識編號：69的C204之一\*醯基結合位址。而且，一特性要素係存在於KS領域的終端：GFGG(序列辨識編號：44)，其係對應於序列辨識編號：69的位置451-454以及序列辨識編號：75的位置447-450。

破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa1內的第二個領域為MAT領域。含有編碼破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa1 MAT領域的序列之核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：76，其係對應於序列辨識編號：68的位置1783-2703。包含破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa1 MAT領域的胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：77，其係對應於序列辨識編號：69的位置595-901。MAT領域含有一活性位置要素：GHS\*XG(序列辨識編號：46)，具有對應於序列辨識編號：69的S695之一\*醯基結合位址。

破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa1p的第3個至第12個領域為10個串聯ACP領域，於本文中亦稱為ACP1、ACP2、ACP3、ACP4、ACP5、ACP6、ACP7、ACP8、ACP9，以及ACP10。含有第一個ACP領域，ACP1的核苷酸序列於本

文中係表示為序列辨識編號：80，以及包含序列辨識編號：68的大約位置3280延伸到大約位置3534的核苷酸序列。含有ACP1的胺基酸序列，本文中係表示為序列辨識編號：81，係包含序列辨識編號：69的大約位置1094延伸到大約位置1178的胺基酸序列。含有ACP2的核苷酸序列，本文中係表示為序列辨識編號：82，係包含序列辨識編號：68的大約位置3607延伸到大約位置3861的核苷酸序列。含有ACP2的胺基酸序列，本文中係表示為序列辨識編號：83，係包含序列辨識編號：69的大約位置1203延伸到大約位置1287的胺基酸序列。含有ACP3的核苷酸序列，本文中係表示為序列辨識編號：84，係包含序列辨識編號：68的大約位置3934延伸到大約位置4185的核苷酸序列。含有ACP3的胺基酸序列，本文中係表示為序列辨識編號：85，係包含序列辨識編號：69的大約位置1312延伸到大約位置1396的胺基酸序列。含有ACP4的核苷酸序列，本文中係表示為序列辨識編號：86，係包含序列辨識編號：68的大約位置4261延伸到大約位置4515的核苷酸序列。含有ACP4的胺基酸序列，本文中係表示為序列辨識編號：87，係包含序列辨識編號：69的大約位置1421延伸到大約位置1505的胺基酸序列。含有ACP5的核苷酸序列，本文中係表示為序列辨識編號：88，係包含序列辨識編號：68的大約位置4589延伸到大約位置4842的核苷酸序列。含有ACP5的胺基酸序列，本文中係表示為序列辨識編號：89，係包含序列辨識編號：69的大約位置1530延伸到大約位置1614的胺基酸序列。含有ACP6的核苷酸序列，

本文中表示為序列辨識編號：90，係包含序列辨識編號：68的大約位置4915延伸到大約位置5169的核苷酸序列。含有ACP6的胺基酸序列，本文中表示為序列辨識編號：91，係包含序列辨識編號：69的大約位置1639延伸到大約位置1723的胺基酸序列。含有ACP7的核苷酸序列，本文中表示為序列辨識編號：92，係包含序列辨識編號：68的大約位置5242延伸到大約位置5496的核苷酸序列。含有ACP7的胺基酸序列，本文中表示為序列辨識編號：93，係包含序列辨識編號：69的大約位置1748延伸到大約位置1832的胺基酸序列。含有ACP8的核苷酸序列，本文中表示為序列辨識編號：94，係包含序列辨識編號：68的大約位置5569延伸到大約位置5832的核苷酸序列。含有ACP8的胺基酸序列，本文中表示為序列辨識編號：95，係包含序列辨識編號：69的大約位置1857延伸到大約位置1941的胺基酸序列。含有ACP9的核苷酸序列，本文中表示為序列辨識編號：96，係包含序列辨識編號：68的大約位置5896延伸到大約位置6150的核苷酸序列。含有ACP9的胺基酸序列，本文中表示為序列辨識編號：97，係包含序列辨識編號：69的大約位置1966延伸到大約位置2050的胺基酸序列。含有ACP10的核苷酸序列，本文中表示為序列辨識編號：98，係包含序列辨識編號：68的大約位置6199延伸到大約位置6453的核苷酸序列。含有ACP10的胺基酸序列，本文中表示為序列辨識編號：99，係包含序列辨識編號：69的大約位置2067延伸到大約位置2151的胺基酸序列。全部的10個ACP領域



一起延伸破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa1的一區域，從序列辨識編號：68的大約位置3208至大約位置6510，其係對應於序列辨識編號：69的大約1070至大約2170的胺基酸位置。含有全部的10個領域的整個ACP區域之核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：78；而含有全部的6個領域的整個ACP區域之胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：79。序列辨識編號：78內之10個ACP領域之重複的間隔發現為大概每327個核苷酸(經測量之鄰近活性位置絲胺酸之間的實際胺基酸數目範圍為101至109個胺基酸)。10個ACP領域之每一者皆含有一泛硫醇結合要素LGIDS\*(序列辨識編號：47)，其中S\*為該泛硫醇結合位置絲胺酸(S)。該泛硫醇結合位置絲胺酸(S)係位於接近每一ACP領域序列中心處。6個ACPD領域之每一者的活性位置絲胺酸殘基的位置(亦即，該泛硫醇結合位置)，關於序列辨識編號：69的胺基酸序列而言，為：ACP1 = S1135，ACP2 = S1244，ACP3 = S1353，ACP4 = S1462，ACP5 = S1571，ACP6 = S1680，ACP7 = S1789，ACP8 = S1898，ACP9 = S2007，以及ACP10 = S2108。

破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa1內的第13個領域為KR領域。含有編碼Pfa1 KR領域的序列之核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：100，其係對應於序列辨識編號：68的位置6808-8958。包含Pfa1 KR領域的胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：101，其係對應於序列辨識編號：69的位置2270-2986。在KR領域中為一核心區域(係

包含於序列辨識編號：116的核苷酸序列，以及序列辨識編號：117的胺基酸序列)，與短鏈醛類-脫氫酶具有同源性(KR為此家族之一成員)。此核心區域係自序列辨識編號：68的大約位置5998延伸至大約6900，其係對應於序列辨識編號：69的胺基酸位置2000-2300。

破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa1內的第14個領域為DH領域。含有編碼Pfa1 DH領域的序列之核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：118，其係對應於序列辨識編號：68的位置7027-7065。包含Pfa1 DH領域的胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：119，其係對應於序列辨識編號：69的位置2343-2355。DH領域含有守恆性活性位置要素(參見，Donadio, S. and Katz., L., Gene 111(1): 51-60 (1992)): LxxHxxxGxxxxP (序列辨識編號：50)。

表10顯示與裂殖壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA2*關聯的領域與活性位置。

表 10：破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 Pfa2 領域分析

| 領域  | DNA位置                   | AA位置                    | 位址          | DNA位置                   | AA位置                  |
|-----|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-----------------------|
| KS  | 序列辨識編號：70<br>的10-1320   | 序列辨識編號：71<br>的4-440     | DXAC*       | 序列辨識編號：70<br>的571-573   | 序列辨識編號：71<br>的C191    |
|     | (序列辨識編號：102)            | (序列辨識編號：103)            | (序列辨識編號：43) |                         |                       |
|     |                         |                         | End-GFGG    | 序列辨識編號：70<br>的1267-1278 | 序列辨識編號：71<br>的423-426 |
|     |                         |                         | (序列辨識編號：44) |                         |                       |
|     |                         |                         |             |                         |                       |
| CLF | 序列辨識編號：70<br>的1378-2700 | 序列辨識編號：71<br>的460-900   |             |                         |                       |
|     | (序列辨識編號：104)            | (序列辨識編號：105)            |             |                         |                       |
| AT  | 序列辨識編號：70<br>的2848-4200 | 序列辨識編號：71<br>的950-1400  | GxS*xG      | 序列辨識編號：70<br>的3361-3363 | 序列辨識編號：71<br>的S1121   |
|     | (序列辨識編號：106)            | (序列辨識編號：107)            | (序列辨識編號：52) |                         |                       |
| ER  | 序列辨識編號：70<br>的4498-5700 | 序列辨識編號：71<br>的1500-1900 |             |                         |                       |
|     | (序列辨識編號：108)            | (序列辨識編號：109)            |             |                         |                       |

破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 Pfa2 內的第 1 個領域為 KS 領域。含有編碼破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 Pfa2 KS 領域的序列之核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：102，其係對應於序列辨識編號：70 的位置 10-1320。包含破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 Pfa2 KS 領域的胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：103，其係對應於序列辨識編號：71 的位置 4-440。KS 領域含有一活性位置要素：DXAC\*(序列辨識編號：43)，具有對應於序列辨識編號：71 的 C191 之一\*醯基結合位址。而且，一特性要素係存在於 KS 領域的終端：GFGG(序列辨識編號：44)，其係對應於序列辨識編號：71 的位置 423-426 以及序列辨識編號：70 的位置 1267-1278。

破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 Pfa2 內的第 2 個領域為 CLF 領域。含有編碼破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 Pfa2 CLF

領域的序列之核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：104，其係對應於序列辨識編號：70的位置1378-2700。包含破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa2 CLF領域的胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：105，其係對應於序列辨識編號：71的位置460-900。

破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa2內的第3個領域為AT領域。含有編碼破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa2 AT領域的序列之核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：106，其係對應於序列辨識編號：70的位置2848-4200。包含破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa2 AT領域的胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：107，其係對應於序列辨識編號：71的位置950-1400。AT領域含有一活性位置要素GxS\*xG(序列辨識編號：50)，其為醯基轉移酶(AT)蛋白質的特徵，具有對應於序列辨識編號：71的位置S1121的一活性位置絲胺酸殘基。

破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa2內的第4個領域為ER領域。含有編碼破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa2 ER領域的序列之核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：108，其係對應於序列辨識編號：70的位置4498-5700。包含破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa2 ER領域的胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：109，其係對應於序列辨識編號：71的位置1500-1900。

表11顯示與裂殖壺菌種ATCC PTA-10212 *PF43*關聯的領域與活性位置。

表 11：破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 Pfa3 領域分析

| 領域  | DNA位置                                       | AA位置                                       | 位址                        | DNA位置                   | AA位置               |
|-----|---------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------|
| DH1 | 序列辨識編號：72<br>的1-1350<br><br>(序列辨識編號：110)    | 序列辨識編號：73<br>的1-450<br><br>(序列辨識編號：111)    | FxxH*F<br><br>(序列辨識編號：53) | 序列辨識編號：72<br>的934-936   | 序列辨識編號：73<br>的H312 |
| DH2 | 序列辨識編號：72<br>的1501-2700<br><br>(序列辨識編號：112) | 序列辨識編號：73<br>的501-900<br><br>(序列辨識編號：113)  | FxxH*F<br><br>(序列辨識編號：53) | 序列辨識編號：72<br>的2401-2403 | 序列辨識編號：73<br>的H801 |
| ER  | 序列辨識編號：72<br>的2848-4212<br><br>(序列辨識編號：114) | 序列辨識編號：73<br>的950-1404<br><br>(序列辨識編號：115) |                           |                         |                    |

破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 Pfa3 內的第一與第二個領域為 DH 領域，於本文中各別地稱為 DH1 和 DH2。含有編碼破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 Pfa3 DH1 領域的序列之核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：110，其係對應於序列辨識編號：72 的位置 1-1350。包含破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 Pfa3 DH1 領域的胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：111，其係對應於序列辨識編號：73 的位置 1-450。含有編碼破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 Pfa3 DH2 領域的序列之核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：112，其係對應於序列辨識編號：72 的位置 1501-2700。包含破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 Pfa3 DH2 領域的胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：113，其係對應於序列辨識編號：73 的位置 501-900。該等 DH 領域含有一活性位置要素：FxxH\*F(序列辨識編號：53)。含有 DH1 之中的活性位置要素之核苷酸序列係對應於序列辨識編號：72 的位置 934-936，而含有 DH2 之中的活性位置要素之核苷酸序列係



對應於序列辨識編號：72的位置2401-2403。於該要素 FxxH\*F 中的該活性位置 H\* 係根據來自 Leesong 等人，Structure 4:253-64 (1996) 及 Kimber 等人，J Biol Chem. 279:52593-602 (2004) 的資料，DH1 中的該活性位置 H\* 對應於序列辨識編號：73 的 H312 以及 DH2 中的該活性位置 H\* 對應於序列辨識編號：73 的 H801。

破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 Pfa3 內的第 3 個領域為 ER 領域。含有編碼破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 Pfa3 ER 領域的序列之核苷酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：114，其係對應於序列辨識編號：72 的位置 2848-4200。包含破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 Pfa3 ER 領域的胺基酸序列於本文中係表示為序列辨識編號：115，其係對應於序列辨識編號：73 的位置 950-1400。

#### 實施例 7

於裂殖壺菌種 ATCC 20888 內不活化天然的 PUFA 合成酶基因，以產生 PUFA 營養缺陷型，以及用外源引入的同源性基因取代此等不活化的基因以恢復 PUFA 合成，此點先前已經證明且被說明。參見，例如，美國專利案第 7,217,856 號，以其之整體併入本文中作為參考資料。來自裂殖壺菌種 ATCC 20888 之 3 種 PUFA 合成酶基因先前已經稱為 orfA、orfB，和 orfC，各別地對應於本文中使用的 *PFA1*、*PFA2*，以及 *PFA3* 的命名。同前。

於裂殖壺菌種 ATCC 20888 內之天然的 orfA 基因係藉由同源性重組予以取代，接著用一載體予以轉形，該載體含

有被來自 *orfA* 的側邊區域的序列所圍繞之抗吉歐黴素 (Zeocin)<sup>TM</sup> 標誌。產生了缺少功能性 *orfA* 基因的一突變菌株。該突變菌株為營養缺陷型的且需要用於生長之 PUFA 補充。

裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695 *PFA1* (序列辨識編號：1) 係被選殖至表現載體 pREZ37 之內以產生 pREZ345。該表現載體含有來自裂殖壺菌種 ATCC 20888 的天然的 *orfA* 基因位置的側邊區域之大概 2 kb 的 DNA。缺少功能性 *orfA* 的裂殖壺菌種 ATCC 20888 突變體係用含有 *PFA1* 的 pREZ345、經由帶有酵素預處理的電穿孔予以轉形(參見以下)。根據在該突變體內的抗吉歐黴素<sup>TM</sup> 標誌之側邊以及在 pREZ345 內的 *PFA1* 基因的側邊之同源的區域，發生雙交換重組，藉此 *PFA1* 係插入至天然的 *orfA* 位置中。裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695 *PFA1* (序列辨識編號：1) 之重組作用恢復了在缺少 *orfA* 之裂殖壺菌種 ATCC 20888 突變體內之 PUFA 的生產。簡言之，令細胞於 M2B 液體培養基(參見下列段落)中伴隨 200 rpm 震盪在 30°C 下生長歷時 3 天。收穫細胞且使用標準的技術將該等脂肪酸轉變成甲酯。脂肪酸形態係使用附有火焰離子偵測器之氣相層析(GC-FID)決定為脂肪酸甲酯 (FAME)。含有功能性 *orfA* 基因之天然的裂殖壺菌種 ATCC 20888 菌株生產 2.3 : 1 的比率之 DHA 與 DPA n-6。含有代替不活化的 *orfA* 基因之裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695 *PFA1* (序列辨識編號：1) 的重組型菌株亦生產 2.4 : 1 的比率之 DHA 與 DPA n-6。該重組型菌株的 EPA 含量為 2.7% 的脂肪酸甲酯

(FAME)，DPA n-3含量為0.7%，DPA n-6含量為8.8%，以及DHA含量為21.2%。

M2B培養基 - 10 g/L 葡萄糖、0.8 g/L  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、5 g/L  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、2 g/L  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、0.5 g/L  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 、0.5 g/L  $\text{KCl}$ 、0.1 g/L  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、0.1 M MES (pH 6.0) 0.1% PB26金屬，以及0.1% PB26維生素(v/v)。PB26維生素由50 mg/mL 維生素B12、100  $\mu\text{g/mL}$  硫胺素，以及100  $\mu\text{g/mL}$  Ca-泛酸所組成。將PB26金屬調整至pH 4.5，以及由3 g/L  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、1 g/L  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、800 mg/mL  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、20 mg/mL  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、10 mg/mL  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、600 mg/mL  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，以及800 mg/mL  $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 所組成。將PB26儲備液分別地經過濾器滅菌以及在高壓蒸氣滅菌之後添加至肉湯。葡萄糖、 $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ，以及 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 係在混合之前與肉湯成分剩餘物分別地各自高壓蒸氣滅菌以避免鹽類沉澱並使碳水化合物焦糖化。全部的培養基成分係購自於Sigma Chemical (St. Louis, MO)。

帶有酵素預處理的電穿孔-細胞係以200 rpm於一震盪器上於50 mL的M50-20培養基(參見美國公開案第號2008/0022422)中、30°C下生長歷時2天。該等細胞係以1:100予以稀釋至M2B培養基之內並生長過夜(16-24 h)，企圖達到對數中期相的生長(1.5-2.5的OD600)。該等細胞係以大約3000 x g於50 mL圓錐形管中予以離心歷時5 min。移除懸浮液，以及將細胞再懸浮於適當體積的pH 5.5之1 M甘露糖醇之中，以達到2 OD600單位的最終濃度。將5 mL的細胞



分量至25 mL震盪燒瓶內以及用10 mM  $\text{CaCl}_2$  (經過濾器滅菌的1.0 M 儲備液)和0.25 mg/mL 蛋白酶 XIV(經過濾器滅菌的10 mg/mL 儲備液; Sigma-Aldrich, St. Louis, MO)予以修改。燒瓶係於30°C及大約100 rpm於一震盪器上孵育歷時4 h。於顯微鏡下監看細胞以決定原生質體化的程度，帶有所欲的單一細胞。令細胞於圓底管(亦即，14 mL Falcon<sup>TM</sup>管，BD Biosciences，San Jose，CA)內以大約2500 x g予以離心歷時5 min。移除懸浮液，以及該等細胞係用5 mL冰冷的10%甘油予以溫和地再懸浮。令該等細胞於圓底管內以大約2500 x g予以再次離心歷時5 min。移除懸浮液，以及該等細胞係用500  $\mu\text{L}$ 冰冷的10% 甘油使用寬孔的微量吸管予以溫和地再懸浮。將90  $\mu\text{L}$ 的細胞分量至預冷的電-光析管 (Gene Pulser® 光析管 -0.1 cm 間隙或0.2 cm 間隙，Bio-Rad，Hercules，CA)中。將1  $\mu\text{g}$ 至5  $\mu\text{g}$ 的DNA(以低於或等於10  $\mu\text{L}$ 體積)添加至光析管，用一微量吸管予以溫和地混合，以及放置於冰上歷時5 min。細胞係以200 ohms (電阻)、25  $\mu\text{F}$  (電容)，以及250V (用於0.1 cm間隙)或500V (0.2 cm間隙)予以電穿孔。將0.5 mL的M50-20培養基立即添加至光析管。接而將細胞轉移至於25 mL震盪燒瓶中之4.5 mL的M50-20培養基內以及於30°C及大約100 rpm於一震盪器上孵育歷時2-3 h。令該等細胞於圓底管內以大約2500 x g予以離心歷時5 min。移除懸浮液以及將細胞沉澱丸再懸浮於0.5 mL的M50-20培養基之中。將細胞平盤培養魚合適數目(2至5)的M2B平盤上，伴隨合適的挑選以及於30°C下孵育。

缺少功能性orfA的裂殖壺菌種ATCC 20888突變體也用含有*PFA1*的pREZ345予以轉形，藉此*PFA1*係隨機與該突變體結合在一起以及恢復PUFA的生產。

#### 實施例8

破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA1* (序列辨識編號：68)係被再合成(DNA2.0)且被密碼子最佳化用於裂殖壺菌內表現(序列辨識編號：120)，以及被選殖至一表現載體之內來產生pLR95。密碼子最佳化係使用第22圖中的裂殖壺菌密碼子使用表來產生。該表現載體含有來自裂殖壺菌種ATCC 20888的天然的orfA基因位置之側邊區域的大概2 kb的DNA。

來自實施例7之缺少功能性orfA的裂殖壺菌種ATCC 20888突變體係用含有密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA1* (序列辨識編號：120)之pLR95、經由帶有酵素預處理的電穿孔予以轉形(參見實施例7)。根據在該突變體內的抗吉歐黴素<sup>TM</sup>標誌之側邊以及在pLR95內的*PFA1*基因的側邊之同源的區域，發生雙交換重組，藉此密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA1*係插入至天然的orfA位置中。具有密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA1* (序列辨識編號：120)之重組作用恢復了在缺少orfA之裂殖壺菌種ATCC 20888突變體內之PUFA的生產。細胞係如實施例7中說明的方式生長且分析FAMES。含有功能性orfA基因之天然的裂殖壺菌種ATCC 20888菌株生產比率25：1之DHA和EPA。含有代替不活化的orfA基因之

密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA1*(序列辨識編號：120)的該重組型菌株生產比率5.4：1之DHA和EPA，進一步展現出裂殖壺菌的PUFA形態可以藉由本文中說明的核酸分子予以改變。該重組型菌株的EPA含量為4.4%的FAME，DPA n-3含量為2.3%，DPA n-6含量為4.9%，以及DHA含量為24.0%。

缺少功能性orfA的裂殖壺菌種ATCC 20888突變體也用含有*PFA1*的pLR95予以轉形，藉此*PFA1*係隨機與該突變體結合在一起以及恢復PUFA的生產。

#### 實施例9

裂殖壺菌種ATCC 20888內的天然的orfB基因係藉由同源性重組予以取代，接著用一載體經由帶有酵素預處理的電穿孔予以轉形，該載體含有被來自orfB的側邊區域的序列所圍繞之抗吉歐黴素™標誌。產生缺少功能性orfB基因的一突變菌株。該突變菌株為營養缺陷型的且需要用於生長之PUFA補充。

裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA2* (序列辨識編號：3)係被選殖至表現載體pDS04之內以產生pREZ331。該表現載體含有來自裂殖壺菌種ATCC 20888的天然的orfB基因位置之側邊區域的大概2 kb的DNA。

缺少功能性orfB之裂殖壺菌種ATCC 20888突變體係用含有*PFA2*的pREZ331予以轉形。基於該突變體內的隨機結合，PUFA生產係藉由裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA2* (序列辨識編號：3)而恢復。細胞係如實施例7中說明的方式生

長且分析FAMES。含有功能性orfB基因之天然的裂殖壺菌種ATCC 20888菌株生產2.3：1的比率之DHA和DPA n-6。含有取代不活化的orfB基因之裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA2* (序列辨識編號：3)的重組型菌株生產3.5：1的比率之DHA和DPA n-6。該重組型菌株的EPA含量為0.8%的FAME，DPA n-3含量為0.1%，DPA n-6含量為7.1%，以及DHA含量為25.1%。

缺少功能性orfB的裂殖壺菌種ATCC 20888突變體也用含有*PFA2*的pREZ331予以轉形，藉此*PFA2*係插入至天然的orfB位置中以及恢復PUFA的生產。

#### 實施例10

破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA2* (序列辨識編號：70)係被再合成(DNA2.0)且密碼子最佳化為了於裂殖壺菌內表現(序列辨識編號：121)，以及被選殖至一表現載體之內以產生pLR85。密碼子最佳化係使用第22圖中的裂殖壺菌密碼子使用表來產生。該表現載體含有來自裂殖壺菌種ATCC 20888的天然的orfB基因位置之側邊區域的大概2 kb的DNA。

也於具有改良的DHA生產力之後代菌株的裂殖壺菌種ATCC 20888中研究orf基因的取代。後代菌株內之天然的orfB基因係藉由同源性重組予以取代，接著用一載體經由帶有酵素預處理的電穿孔予以轉形(參見實施例7)，該載體含有被來自orfB的側邊區域的序列所圍繞之抗吉歐黴素™標誌。產生了缺少功能性orfB基因的一突變菌株。該突變

菌株為營養缺陷型的且需要用於生長之PUFA補充。該突變菌株係用pLR85經由帶有酵素預處理的電穿孔予以轉形(參見實施例8)，該載體含有密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA2* (序列辨識編號：121)。根據在該突變體內的抗吉歐黴素<sup>TM</sup>標誌之側邊以及在pLR85內的*PFA2*基因的側邊之同源的區域，發生雙交換重組，藉此密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA2* (序列辨識編號：121)係插入至該突變菌株之天然的orfB位置中。具有密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA2* (序列辨識編號：121)之重組作用恢復了在缺少orfB之後代菌株突變體內之PUFA的生產。細胞係如實施例7中說明的方式來生長且分析FAMES。該重組型菌株的EPA含量為1.0%的FAME，DPA n-3含量為0.3%，DPA n-6含量為7.0%，以及DHA含量為31.0%。

於一待執行的實驗中，來自實施例9之缺少功能性orfB的裂殖壺菌種ATCC 20888突變體係用pLR85、經由帶有酵素預處理的電穿孔予以轉形(參見實施例8)，pLR85含有密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA2* (序列辨識編號：121)。根據在該突變體內的抗吉歐黴素<sup>TM</sup>標誌之側邊以及在pLR85內的*PFA2*基因的側邊之同源的區域，發生雙交換重組，藉此密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA2* (序列辨識編號：121)係插入至天然的orfB位置中。具有密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA2* (序列辨識編號：121)之重組作用恢復了在缺少orfB之

裂殖壺菌種ATCC 20888突變體內之PUFA的生產。

缺少功能性orfB之裂殖壺菌種ATCC 20888和後代菌株突變體也用含有PFA2的pLR85予以轉形，藉此PFA2係隨機與該突變體結合在一起以及恢復該等突變體中的各個之PUFA的生產。

#### 實施例11

一含有於裂殖壺菌內之抗巴龍黴素(paromomycin)標誌卡匣功能性的質體係發展出用於裂殖壺菌種ATCC 20888，其係藉由用原始來自細菌轉位子Tn5的新黴素磷酸轉移酶II(npt)之取代pMON50000/pTUBZEO11-2內的博歐黴素/抗吉歐黴素™基因(ble)編碼區域(美國專利7,001,772 B2)。於pMON50000中，ble抗性基因係由裂殖壺菌  $\alpha$ -微管蛋白啟動子所驅動以及接著SV40轉錄終止子。pMON50000中的ble區域包含在ATG起始密碼子處的NcoI限制性位址以及立即接在TGA停止訊息後之PmlI限制性位址。PCR係用來擴增pCaMVnpt中存在的npt編碼區域(Shimizu等人，Plant J. 26(4):375 (2001))，藉此該產物包括在開始的ATG(粗體)處之BspHI限制性位址(下面劃線的，引子CAX055)以及一立即接在停止訊息(粗體 - 反向互補的)後的PmlI限制性位址(下面劃線的，引子CAX056)：

CAX055(順向)：

GTCATGATTGAACAAGATGGATTGCAC (序列辨識

編號：66)

CAX056(反向)：

CCACGTGTCAGAAGAACTCGTCAAGAA (序列辨識編號：67)。

PCR係用TaqMaster聚合酶套組(5Prime)來進行，產物係被選殖至pCR4-TOPO (Invitrogen)之內，以及形成的質體係被轉形至大腸桿菌TOP10 (Invitrogen)內。使用載體引子之DNA序列分析係鑑定出含有所欲的805bp結構之多殖株(亦即，該等序列係與加上經改造的限制性位址之來源模板的該等序列匹配)。經修飾的npt編碼區域係藉由BspHI加上PmlI限制酶的消化作用予以單離，以及該經純化的DNA片段係用pMON50000載體片段予以連接，該載體片段係用NcoI加上PmlI酵素予以消化而產生的。限制酶BspHI和NcoI留下相容的重疊末端，以及PmlI留下鈍的末端。形成的質體，pTS-NPT，於完全相同的環境中含有npt新黴素/巴龍黴素基因抗性基因，如同pMON50000中的原始ble基因之該者。

使用裂殖壺菌的粒子轟擊法(particle bombardment) (美國專利7,001,772 B2)來評估pTS-NPT中之新穎的抗巴龍黴素卡匣的功能。抗巴龍黴素(PAR)的挑選係於含有50 µg/mL硫酸巴龍黴素(Sigma)的瓊脂平盤上進行。抗巴龍黴素的裂殖壺菌轉形體係以如同來自pMON50000的抗吉歐黴素™之該等相似的頻率被找到。"α-微管蛋白啟動子/npt/SV40終止子"卡匣可以用各種各樣的限制酶而自pTS-NPT解除供用於其他發展的努力之隨後的用途。

實施例12

裂殖壺菌種ATCC 20888內的天然的orfC基因係藉由同源性重組予以取代，接著用一載體予以轉形，該載體含有被來自orfC的側邊區域的序列所圍繞之抗巴龍黴素標誌。產生缺少功能性orfC基因的一突變菌株。該突變菌株為營養缺陷型的且需要用於生長之PUFA補充。

裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3*(序列辨識編號：5)係被選殖至表現載體pREZ22之內以產生pREZ324。該表現載體含有來自裂殖壺菌種ATCC 20888之天然的orfC基因位置的側邊區域之大概2 kb的DNA。

缺少功能性orfC的裂殖壺菌種ATCC 20888突變體係用含有裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3*的pREZ324予以轉形。根據在該突變體內的抗巴龍黴素標誌的側邊以及在pREZ324內的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3*基因的側邊之同源的區域，發生雙交換重組，藉此裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3*被插入至天然的orfC位置中。裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3*(序列辨識編號：5)之同源性重組作用恢復了在缺少orfC之裂殖壺菌種ATCC 20888突變體內之PUFA的生產。細胞係如實施例7中說明的方式生長且分析FAMES。含有功能性orfC基因之天然的裂殖壺菌種ATCC 20888菌株係生產2.3：1的比率之DHA和DPA n-6。含有代替不活化的orfC基因之裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3*(序列辨識編號：5)的重組型菌株生產14:9的比率之DHA和DPA n-6，進一步展現出裂殖壺菌的PUFA形態可以藉由本文中說明的核酸分子予以改變。該重組型菌株的EPA含量



為1.2%的FAME，DPA n-3含量為0.2%，DPA n-6含量為2.9%，以及DHA含量為43.4%。

缺少功能性orfC之裂殖壺菌種ATCC 20888突變體也用含有PFA3的pREZ324予以轉形，藉此PFA3係隨機結合於該突變體內以及恢復PUFA的生產。該重組型菌株的EPA含量為1.2%的FAME，DPA n-3含量為0.2%，DPA n-6含量為2.5%，以及DHA含量為39.1%。

於實施例10中討論的後代菌株內之天然的orfC基因係藉由同源性重組予以取代，接著用一載體予以轉形，該載體含有被來自orfC的側邊區域的序列所圍繞之抗巴龍黴素標誌。產生缺少功能性orfC基因的一突變菌株。該突變菌株為營養缺陷型的且需要用於生長之PUFA補充。缺少功能性orfC的突變體係用pREZ324予以轉形。發生雙交換重組，藉此裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3*被插入至該突變菌株之天然的orfC位置中。裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3* (序列辨識編號：5)之同源性重組作用恢復了該缺少orfC之後代菌株突變體內的PUFA的生產。細胞係如實施例7中說明的方式生長且分析FAMEs。該重組型菌株的EPA含量為1.2%的FAME，DPA n-3含量為0.3%，DPA n-6含量為2.8%，以及DHA含量為43.1%。

該缺少功能性orfB之後代菌株突變體也用含有PFA3之pREZ324予以轉形，藉此PFA3係隨機與該突變體結合在一起以及恢復PUFA的生產。

### 實施例13

破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA3* (序列辨識編號：72) 係被再合成(DNA2.0)且被密碼子最佳化為了於裂殖壺菌內表現(序列辨識編號：122)，以及被選殖至表現載體pREZ22之內以產生pREZ337。密碼子最佳化係使用第22圖中的裂殖壺菌密碼子使用表來產生。該表現載體含有來自裂殖壺菌種ATCC 20888的天然的orfC基因位置之側邊區域的大概2 kb的DNA。

來自實施例12之缺少功能性orfC之後代菌株突變體係用含有密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA3* (序列辨識編號：122)之pREZ337、經由帶有酵素預處理的電穿孔予以轉形(參見實施例8)。根據在該突變體內的抗吉歐黴素™標誌之側邊以及在pREZ337內的*PFA3*基因的側邊之同源的區域，發生雙交換重組，藉此密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA3* (序列辨識編號：122)係插入至天然的orfC位置中。具有密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA3* (序列辨識編號：122)之重組作用恢復了該缺少orfC之後代菌株突變體內的PUFA的生產。細胞係如實施例7中說明的方式生長且分析FAMES。該重組型菌株的EPA含量為1.3%的FAME，DPA n-3含量為0.4%，DPA n-6含量為2.7%，以及DHA含量為50.2%。

於要執行的一實驗中，來自實施例12之缺少功能性orfC的裂殖壺菌種ATCC 20888突變體係用含有密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA3* (序列辨識編號：122)之pREZ337、經由帶有酵素預處理的電穿孔予以轉形

(參見實施例8)。根據在該突變體內的抗吉歐黴素<sup>TM</sup>標誌之側邊以及在pREZ337內的*PFA3*基因的側邊之同源的區域，發生雙交換重組，藉此密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA3* (序列辨識編號：122)係插入至天然的orfC位置中。具有密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA3*(序列辨識編號：122)之重組作用恢復了該缺少orfC之裂殖壺菌種ATCC 20888突變體內的PUFA的生產。

缺少功能性orfC之裂殖壺菌種ATCC 20888以及後代菌株突變體也用含有*PFA3*的pREZ337予以轉形，藉此*PFA3*係隨機與該突變體結合在一起且恢復該等突變體的各個中的PUFA的生產。

#### 實施例14

於裂殖壺菌種ATCC 20888內的orfA、orfB，和orfC基因之任何2者或全部3者係藉由同源性重組予以取代，接著用載體予以轉形，該載體含有被來自orf的側邊區域的序列所圍繞之抗吉歐黴素<sup>TM</sup>標誌或抗巴龍黴素標誌。缺少功能性基因orfA、orfB，和orfC的任何2者或全部3者之突變菌株被產生。該等突變菌株為營養缺陷型的且需要用於生長之PUFA補充。

缺少功能性orf基因之裂殖壺菌種ATCC 20888突變體係用含有對應的PFA基因(序列辨識編號：1、3、5、120、121，或是122的一或更多者)之一或更多個的表現載體予以轉形。根據在該突變體內的抗吉歐黴素<sup>TM</sup>標誌或抗巴龍黴素標誌之側邊以及在各別的表現載體中的*PFA*基因的側邊

之同源的區域，可發生雙交換重組，藉此*PFA*基因係插入至天然的orf位置中。此等的表現載體的隨機結合亦能發生，伴隨轉形體的挑選，僅根據PUFA的恢復。*PFA*基因之同源性重組恢復了突變體中之PUFA的生產，藉此恢復天然的PUFA形態或是根據被插入至突變體之內的*PFA*基因的組合來改變天然的PUFA形態。

於一執行的實驗中，來自實施例12之裂殖壺菌種ATCC 20888菌株(缺少一功能性orfC基因以及含有隨機結合的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3* (序列辨識編號：5))被用來取代orfA基因和orfB基因。菌株中之天然的orfA基因和orfB基因係藉由同源性重組予以取代，接著用一載體予以轉形，該載體含有被來自orfA與orfB的側邊區域的序列所圍繞之抗吉歐黴素<sup>TM</sup>標誌。一菌株係被產生，其缺少功能性orfA、orfB，和orfC，以及含有隨機結合的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3*。該菌株係用含有密碼子最佳化的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1* (序列辨識編號：1)的pREZ345以及含有密碼子最佳化的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA2* (序列辨識編號：3)的pREZ331予以轉形，藉此發生*PFA1*與*PFA2*的隨機結合。形成的重組型菌株缺少官能性orfA、orfB，和orfC以及含有隨機結合的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1*、*PFA2*，和*PFA3*。細胞係如實施例7中說明的方式生長且分析FAMEs。該重組型菌株的EPA含量為6.6%的FAME，DPA n-3含量為0.8%，DPA n-6含量為1.6%，以及DHA含量為20.9%。

於另一執行的實驗中，來自實施例12的後代菌株(缺少一功能性orfC基因以及含有插入至天然的orfC位置中之裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3* (序列辨識編號：5))被用來取代orfA基因和orfB基因。菌株中之天然的orfA基因和orfB基因係藉由同源性重組予以取代，接著用一載體予以轉形，該載體含有被來自orfA與orfB的側邊區域的序列所圍繞之抗巴龍黴素標誌。一菌株係被產生，其缺少功能性orfA、orfB，和orfC，以及含有插入至天然的orfC位置中的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3*。該菌株係用含有密碼子最佳化的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1*(序列辨識編號：1)之pREZ345以及含有密碼子最佳化的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA2* (序列辨識編號：3)之pREZ331予以轉形。發生雙交換重組，藉此裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1*係插入至菌株的天然的orfA位置中以及裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA2*係插入至菌株的天然的orfB位置中。形成的重組型菌株缺少官能性orfA、orfB，和orfC，以及含有被插入至各別的orfA、orfB，和orfC位置之內的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1*、*PFA2*，以及*PFA3*。細胞係如實施例7中說明的方式生長且分析FAMES。該重組型菌株的EPA含量為7.3%的FAME，DPA n-3含量為0.4%，DPA n-6含量為1.5%，以及DHA含量為23.9%。

於另一執行的實驗中，來自實施例12的後代菌株(缺少一功能性orfC基因以及含有隨機結合的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3* (序列辨識編號：5))被用來取代orfA基因和

orfB基因。菌株中之天然的orfA基因和orfB基因係藉由同源性重組予以取代，接著用一載體予以轉形，該載體含有被來自orfA與orfB的側邊區域的序列所圍繞之抗吉歐黴素™標誌。一菌株係被產生，其缺少功能性orfA、orfB，和orfC，以及含有隨機結合的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3*。該菌株係用含有密碼子最佳化的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1* (序列辨識編號：1)之pREZ345以及含有密碼子最佳化的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA2* (序列辨識編號：3)之pREZ331予以轉形，藉此發生*PFA1*與*PFA2*的隨機結合。形成的重組型菌株缺少官能性orfA、orfB，和orfC以及含有隨機結合的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1*、*PFA2*，和*PFA3*。細胞係如實施例7中說明的方式生長且分析FAMES。該重組型菌株的EPA含量為6.2%的FAME，DPA n-3含量為1.3%，DPA n-6含量為0.9%，以及DHA含量為16.6%。

於另一執行的實驗中，來自實施例13的後代菌株(缺少一功能性orfC基因以及含有插入至天然的orfC位置中之裂殖壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA3* (序列辨識編號：122))被用來取代orfA基因和orfB基因。菌株中之天然的orfA基因和orfB基因係藉由同源性重組予以取代，接著用一載體予以轉形，該載體含有被來自orfA與orfB的側邊區域的序列所圍繞之抗巴龍黴素標誌。一菌株係被產生，其缺少功能性orfA、orfB，和orfC，以及含有插入至天然的orfC位置中的裂殖壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA3*。該菌株係用含有密碼子最佳化的裂殖壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA1* (序列辨識

編號：120)之pLR95以及含有密碼子最佳化的裂殖壺菌種 ATCC PTA-10212 *PFA2* (序列辨識編號：121)之pLR85予以轉形。發生雙交換重組，藉此裂殖壺菌種 ATCC PTA-10212 *PFA1* 係插入至菌株的天然 *orfA* 位置中以及裂殖壺菌種 ATCC PTA-10212 *PFA2* 係插入至菌株的天然 *orfB* 位置中。形成的重組型菌株缺少官能性 *orfA*、*orfB*，和 *orfC*，以及含有被插入至各別的 *orfA*、*orfB*，和 *orfC* 位置之內的裂殖壺菌種 ATCC PTA-10212 *PFA1*、*PFA2*，以及 *PFA3*。細胞係如實施例7中說明的方式生長且分析 FAMES。該重組型菌株的 EPA 含量為 5.2% 的 FAME，DPA n-3 含量為 0.6%，DPA n-6 含量為 2.1%，以及 DHA 含量為 47.1%。

於另一執行的實驗中，來自實施例13的後代菌株(缺少一功能性 *orfC* 基因以及含有隨機結合的裂殖壺菌種 ATCC PTA-10212 *PFA3* (序列辨識編號：122))被用來取代 *orfA* 基因和 *orfB* 基因。菌株中之天然的 *orfA* 基因和 *orfB* 基因係藉由同源性重組予以取代，接著用一載體予以轉形，該載體含有被來自 *orfA* 與 *orfB* 的側邊區域的序列所圍繞之抗吉歐黴素<sup>TM</sup> 標誌。一菌株係被產生，其缺少功能性 *orfA*、*orfB*，和 *orfC*，以及含有隨機結合的裂殖壺菌種 ATCC PTA-10212 *PFA3*。該菌株係用含有密碼子最佳化的裂殖壺菌種 ATCC PTA-10212 *PFA1* (序列辨識編號：120)之pLR95以及含有密碼子最佳化的裂殖壺菌種 ATCC PTA-10212 *PFA2* (序列辨識編號：121)之pLR85予以轉形，藉此發生 *PFA1* 與 *PFA2* 的隨機結合。形成的重組型菌株缺少官能性 *orfA*、*orfB*，和 *orfC*

以及含有隨機結合的裂殖壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA1*、*PFA2*，以及*PFA3*。細胞係如實施例7中說明的方式生長且分析FAMES。該重組型菌株的EPA含量為1.8%的FAME，DPA n-3含量為1.8%，DPA n-6含量為2.3%，以及DHA含量為34.1%。

#### 實施例15

來自裂殖壺菌種ATCC 20888的orfA、orfB，和orfC基因係被選殖至一系列的Duet載體(Novagen)之內。Duet表現載體為一組相容的質體，其中多標的基因係被選殖以及由大腸桿菌內的T7誘導性啟動子予以共表現。Duet質體pREZ91含有裂殖壺菌種ATCC 20888 orfA於pETDuet-1內；duet質體pREZ96含有裂殖壺菌種ATCC 20888 orfB於pCDFDuet-1內；以及duet質體pREZ101含有裂殖壺菌種ATCC 20888 orfC於pCOLADuet-1內。Duet質體pREZ91、pREZ96，以及pREZ101，與含有需要的輔助基因HetI質體pJK737 (於美國專利案第7,217,856號之中說明，以其之整體併入本文中作為參考資料)一起，係被轉形至大腸桿菌菌株BLR (DE3)內，其含有一誘導性T7 RNA聚合酶基因。一旦細胞生長以及添加IPTG，依據製造者之指示(Novagen)，DHA和DPA n-6係被生產。簡言之，當細胞達到於600 nm之大約0.5的光密度時，添加1 mM IPTG用於誘導。細胞於Luria肉湯內在30°C下生長12小時以及收穫。該等脂肪酸係使用標準的技術轉變成甲酯。脂肪酸形態係使用附有火焰離子偵測器之氣相層析(GC-FID)決定為脂肪酸甲酯



(FAME)。

裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1* (序列辨識編號：1) 基因係被選殖至該表現載體 pETDuet-1 之內，產生 pREZ346。Duet 質體 pREZ346 (含有裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695 *PFA1*)、pREZ96 (含有 orfB)，以及 pREZ101 (含有 orfC) 係與 pJK737 (含有 HetI) 一起被轉形至大腸桿菌菌株 BLR (DE3) 內。裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695 *PFA1* 基因係與裂殖壺菌種 ATCC 20888 orfB 和 orfC 基因共表現。裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695 *PFA1*，組合以裂殖壺菌種 ATCC 20888 orfB 與 orfC 之表現，支持誘導條件下之大腸桿菌內的 DHA 的生產。該經轉形的大腸桿菌之 DHA 含量為 2.8% 的 FAME，DPA n-6 含量為 1.1%，DPA n-3 含量為 0.6%，以及 EPA 含量為 3.7%。

#### 實施例 16

密碼子最佳化的破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 *PFA1* (序列辨識編號：120) 基因係被選殖至該表現載體 pETDuet-1 之內，產生 pLR100。Duet 質體 pLR100 (含有密碼子最佳化的破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 *PFA1*)、pREZ96 (含有裂殖壺菌種 ATCC 20888 orfB)，以及 pREZ101 (含有裂殖壺菌種 ATCC 20888 orfC) 係與 pJK737 (含有 HetI) 一起被轉形至大腸桿菌菌株 BLR (DE3) 內。參見實施例 15。破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 *PFA1* 基因係與裂殖壺菌種 ATCC 20888 orfB 和 orfC 基因共表現。破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 *PFA1*，組合以裂殖壺菌種 ATCC 20888 orfB 與

orfC之表現，支持誘導條件下之大腸桿菌內的DHA與EPA的生產。

#### 實施例17

裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PF43* (序列辨識編號：5) 基因係被選殖至該表現載體pCOLADuet-1之內，產生pREZ326。Duet質體pREZ326 (含有裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PF43*)、pREZ91 (含有裂殖壺菌種ATCC 20888 orfA)，以及pREZ96 (含有裂殖壺菌種ATCC 20888 orfB)係與pJK737 (含有HetI)一起被轉形至大腸桿菌菌株BLR(DE3)內。參見實施例15。裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PF43*，組合以裂殖壺菌種ATCC 20888 orfA和orfB的表現，支持誘導條件下之大腸桿菌內的DHA的生產。細胞係如實施例15中說明的方式生長且分析FAMEs。該經轉形的大腸桿菌之DHA含量為0.3%的FAME。

#### 實施例18

密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PF43* (序列辨識編號：122) 基因係被選殖至該表現載體pCOLADuet-1之內，產生pREZ348。Duet質體pREZ34 (含有密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PF43*)、pREZ91 (含有裂殖壺菌種ATCC 20888 orfA)，以及pREZ96 (含有裂殖壺菌種ATCC 20888 orfB)係與pJK737 (含有HetI)一起被轉形至大腸桿菌菌株BLR (DE3)內。參見實施例15。破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PF43*，組合以裂殖壺菌種ATCC 20888 orfA和orfB的表現，支持誘導條件下之大腸桿

菌內的DHA的生產。細胞係如實施例15中說明的方式生長且分析FAMES。該經轉形的大腸桿菌之DHA含量為2.9%的FAME，以及該DPA n-6含量為0.4%。

#### 實施例19

裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA2* (序列辨識編號：3) 基因係被選殖至該表現載體pCDFDuet-1之內，產生pREZ330。Duet質體pREZ330 (含有裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA2*)、pREZ326 (含有裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3*)，以及pREZ91 (含有裂殖壺菌種ATCC 20888 *orfA*)係與pJK737 (含有HetI)一起被轉形至大腸桿菌菌株BLR(DE3)內。參見實施例9。裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA2*和*PFA3*，組合以裂殖壺菌種ATCC 20888 *orfA*的表現，支持誘導條件下之大腸桿菌內的DHA的生產。細胞係如實施例15中說明的方式生長且分析FAMES。該經轉形的大腸桿菌之DHA含量為0.8%的FAME，以及該DPA n-6含量為0.2%。

#### 實施例20

密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA2* (序列辨識編號：121)基因係被選殖至該表現載體pCDFDuet-1之內，產生pLR87。Duet質體pLR87 (含有密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA2*)、pREZ348 (含有密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA3*)，以及pREZ91 (含有裂殖壺菌種ATCC 20888 *orfA*)係與pJK737 (含有HetI)一起被轉形至大腸桿菌菌株BLR (DE3)

內。參見實施例15。密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA2*和*PFA3*，組合以裂殖壺菌種ATCC 20888 *orfA*之表現，支持誘導條件下之大腸桿菌內的DHA與低位準之EPA的生產。細胞係如實施例15中說明的方式生長且分析FAMES。該經轉形的大腸桿菌之DHA含量為4.4%的FAME，DPA n-6含量為1.1%，以及EPA含量為0.1%。

#### 實施例21

Duet質體pREZ346 (含有裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1*)、pREZ330 (含有裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA2*)，以及pREZ326 (含有裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3*)係與pJK737 (含有HetI)一起被轉形至大腸桿菌菌株BLR (DE3)內。參見實施例15。裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1*、*PFA2*，以及*PFA3*的表現支持誘導條件下之大腸桿菌內的DHA的生產。細胞係如實施例15中說明的方式生長且分析FAMES。該經轉形的大腸桿菌之DHA含量為0.3%的FAME，以及EPA含量為0.3%。

#### 實施例22

Duet質體pLR100 (含有密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA1*)、pLR87 (含有密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA2*)，以及pREZ348 (含有密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA3*)係與pJK737 (含有HetI)一起被轉形至大腸桿菌菌株BLR (DE3)內。參見實施例15。密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA1*、*PFA2*，以及*PFA3*之表現支持誘導條件下之大腸桿菌

內的DHA與EPA的生產。

#### 實施例23

Duet質體pREZ330 (含有裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA2*)、pREZ91 (含有裂殖壺菌種ATCC 20888 *orfA*)，以及pREZ101 (含有裂殖壺菌種ATCC 20888 *orfC*)係與pJK737 (含有HetI)一起被轉形至大腸桿菌菌株BLR (DE3)內。參見實施例15。裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA2*，組合以裂殖壺菌種ATCC 20888 *orfA*和*orfC*的表現，支持誘導條件下之大腸桿菌內的DHA的生產。細胞係如實施例15中說明的方式生長且分析FAMES。該經轉形的大腸桿菌之DHA含量為0.6%的FAME，以及DPA n-6含量為0.3%。

#### 實施例24

Duet質體pLR87 (含有密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA2*)、pREZ91 (含有裂殖壺菌種ATCC 20888 *orfA*)，以及pREZ101 (含有裂殖壺菌種ATCC 20888 *orfC*)係與pJK737 (含有HetI)一起被轉形至大腸桿菌菌株BLR (DE3)內。參見實施例15。密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA2*，組合以裂殖壺菌種ATCC 20888 *orfA*和*orfC*之表現，支持誘導條件下之大腸桿菌內的DHA與低位準之EPA的生產。細胞係如實施例15中說明的方式生長且分析FAMES。該經轉形的大腸桿菌之DHA含量為1.7%的FAME，DPA n-6含量為0.9%，以及EPA的含量為0.1%。

#### 實施例25

Duet質體pREZ346 (含有裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1*)、pREZ330 (含有裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA2*)，以及pREZ101 (含有裂殖壺菌種ATCC 20888 *orfC*)係與pJK737 (含有HetI)一起被轉形至大腸桿菌菌株BLR (DE3)內。參見實施例15。*PFA1*與*PFA2*，組合以裂殖壺菌種ATCC 20888 *orfC*之表現，支持誘導條件下之大腸桿菌內的DHA的生產。細胞係如實施例15中說明的方式生長且分析FAMES。該經轉形的大腸桿菌之DHA含量為0.3%的FAME，DPA n-6含量為0.1%，以及EPA含量為0.5%。

#### 實施例26

Duet質體pLR100 (含有密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA1*)、pLR87 (含有密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA2*)，以及pREZ101 (含有裂殖壺菌種ATCC 20888 *orfC*)係與pJK737 (含有HetI)一起被轉形至大腸桿菌菌株BLR (DE3)內。參見實施例15。密碼子最佳化的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA1*與*PFA2*，組合以裂殖壺菌種ATCC 20888 *orfC*之表現，支持誘導條件下之大腸桿菌內的DHA與EPA的生產。

#### 實施例27

Duet質體pREZ346 (含有裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1*)、pREZ96 (含有裂殖壺菌種ATCC 20888 *orfB*)，以及pREZ326 (含有裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA3*)係與pJK737 (含有HetI)一起被轉形至大腸桿菌菌株BLR (DE3)內。參見實施例15。裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 *PFA1*與

*PFA3*，組合以裂殖壺菌種 ATCC 20888 *orfB* 的表現，支持誘導條件下之大腸桿菌內的 DHA 的生產。細胞係如實施例 15 中說明的方式生長且分析 FAMES。該經轉形的大腸桿菌之 DHA 含量為 0.1% 的 FAME，以及 EPA 含量為 0.1%。

#### 實施例 28

Duet 質體 pLR100 (含有密碼子最佳化的破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 *PFA1*)、pREZ96 (含有裂殖壺菌種 ATCC 20888 *orfB*)，以及 pREZ348 (含有密碼子最佳化的破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 *PFA3*) 係與 pJK737 (含有 *HetI*) 一起被轉形至大腸桿菌菌株 BLR (DE3) 內。參見實施例 15。密碼子最佳化的破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 *PFA1* 與 *PFA3*，組合以裂殖壺菌種 ATCC 20888 *orfB* 之表現，支持誘導條件下之大腸桿菌內的 DHA 與 EPA 的生產。

#### 實施例 29

裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695 以及破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 中的 *Pfa1p*、*Pfa2p*，和 *Pfa3p* PUFA 合成酶活性係分別地藉由標準的程序予以剔除。參見，例如，美國專利案第 7,217,856 號，以其之整體併入本文中作為參考資料。

吉歐黴素<sup>TM</sup>、潮黴素、殺稻瘟菌素 (blasticidin)，或是其他合適的抗性標誌係被插入至 *PFA1* 基因 (序列辨識編號：1 或序列辨識編號：68) 的限制性位址之內，其被包含於一質體內。插入該抗性標誌之後，該質體各別地被引入至裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695 或破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 之內，其係藉由粒子轟擊法、電穿孔，或是其他

合適的轉形方法。發生同源性重組，產生突變體，其中天然的 *PFA1* 基因係被抗吉歐黴素<sup>TM</sup>、潮黴素、殺稻瘟菌素，或是其他合適的抗性標誌所取代或中斷的。轉形體係於含有吉歐黴素<sup>TM</sup>、潮黴素、殺稻瘟菌素，或是其他合適的篩選劑，補充PUFAs的平盤上予以挑選。進一步檢查群落於沒有PUFA補充的情況下生長的能力。基因體DNA係自對篩選劑為抗性的以及無法於沒有PUFA補充的情況下生長之群落單離。執行DNA的PCR和南方墨點分析以展現出 *PFA1* 基因為刪失或中斷的。

*PFA2* 係藉由相似的程序予以剔除。發現需要PUFA補充之生成的剔除突變體為缺少全長的 *PFA2*。

*PFA3* 係藉由相似的程序予以剔除。發現需要PUFA補充之生成的剔除突變體為缺少全長的 *PFA3*。

本文中說明的各種各樣的態樣、具體例，以及選擇的全體可以組合以任何及全部的變型。

此說明書中提及之全部的刊物、專利，以及專利申請案係在相同程度上併入本文中作為參考資料，好似各個個別的刊物、專利或專利申請案被明確且個別地指示要被併入本文中作為參考資料。

本發明所涉及使用之生物材料 pBS4(大腸桿菌中) (ATCC 寄存編號 PTA-9736)、pDS115(大腸桿菌中) (ATCC 寄存編號 PTA-9737)、pDS127(大腸桿菌中) (ATCC 寄存編號 PTA-10510)、pLR130(大腸桿菌中) (ATCC 寄存編號 PTA-10511) 及破囊壺菌 (*Thraustochytrium sp.*) 27797 (ATCC



寄存編號PTA-10212)亦於2010年6月10日寄存於財團法人食品工業發展研究所(FIRDI, 新竹市食品路331號), 並分別投予寄存編號: BCRC 940591、BCRC 940592、BCRC 940593、BCRC 940594及BRCR 930133; 以及裂殖壺菌(*Schizochytrium sp.*)27173 (ATCC寄存編號PTA-9695)亦於2010年5月6日寄存於財團法人食品工業發展研究所(FIRDI, 新竹市食品路331號), 並投予寄存編號: BRCR 930128。

### 【圖式簡單說明】

第1圖顯示出本發明的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 PUFA合成酶之基因架構;

第2圖顯示出本發明的破囊壺菌種ATCC PTA-10212 PUFA合成酶之基因架構;

第3圖顯示出本發明的裂殖壺菌種ATCC PTA-9695和破囊壺菌種ATCC PTA-10212 PUFA合成酶以及來自裂殖壺菌種ATCC 20888、破囊壺菌種ATCC 20892、金黃色破囊壺菌, 和SAM2179之合成酶之領域架構;

第4圖顯示出本發明裂殖壺菌種ATCC PTA-9695 Pfa1p胺基酸序列(序列辨識編號: 2)和破囊壺菌種ATCC PTA-10212 Pfa1p胺基酸序列(序列辨識編號: 69)的排列, 其等具有該等之來自裂殖壺菌種ATCC 20888 (序列辨識編號: 54)和破囊壺菌種ATCC 20892 (序列辨識編號: 56)的OrfA序列以及來自金黃色破囊壺菌(序列辨識編號: 55)的OrfA序列;

第 5 圖顯示出排列本發明的裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695 Pfa2p 胺基酸序列(序列辨識編號：4)和破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 Pfa2p 胺基酸序列(序列辨識編號：71)的排列，其等具有該等之來自裂殖壺菌種 ATCC 20888 (序列辨識編號：57)和破囊壺菌種 ATCC 20892 (序列辨識編號：58)的 OrfB 序列以及來自金黃色破囊壺菌(序列辨識編號：59)的 Orf B 序列；

第 6 圖顯示本發明的裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695 Pfa3p 胺基酸序列(序列辨識編號：6)以及破囊壺菌種 ATCC PTA-10212 Pfa3p 胺基酸序列(序列辨識編號：73)的排列，其等具有來自裂殖壺菌種 ATCC 20888 (序列辨識編號：61)以及破囊壺菌種 ATCC 20892 (序列辨識編號：60)的 OrfC 序列；

第 7 圖顯示裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695 *PFA1* 多核苷酸序列(序列辨識編號：1)；

第 8 圖顯示裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695 Pfa1p 胺基酸序列(序列辨識編號：2)；

第 9 圖顯示裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695 *PFA2* 多核苷酸序列(序列辨識編號：3)；

第 10 圖顯示裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695 Pfa2p 胺基酸序列(序列辨識編號：4)；

第 11 圖顯示裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695 *PFA3* 多核苷酸序列(序列辨識編號：5)；

第 12 圖顯示裂殖壺菌種 ATCC PTA-9695 Pfa3p 胺基酸

第 99108150 號專利再審查案說明書替換頁

106.5.19

序列(序列辨識編號：6)；

第13圖顯示破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA1*多核苷酸序列(序列辨識編號：68)；

第14圖顯示破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA1*多核苷酸序列(序列辨識編號：120)，其已經為了於裂殖壺菌內表現而被密碼子最佳化；

第15圖顯示破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *Pfa1p*胺基酸序列(序列辨識編號：69)；

第16圖顯示破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA2*多核苷酸序列(序列辨識編號：70)；

第17圖顯示破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA2*多核苷酸序列(序列辨識編號：121)，其已經為了於裂殖壺菌內表現而被密碼子最佳化；

第18圖顯示破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *Pfa2p*胺基酸序列(序列辨識編號：71)；

第19圖顯示第13圖顯示破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA3*多核苷酸序列(序列辨識編號：72)；

第20圖顯示破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *PFA3*多核苷酸序列(序列辨識編號：122)，其已經為了於裂殖壺菌內表現而被密碼子最佳化；

第21圖顯示破囊壺菌種ATCC PTA-10212 *Pfa3p*胺基酸序列(序列辨識編號：73)；

第22圖顯示裂殖壺菌的密碼子使用表。

### 【主要元件符號說明】

頭刊有修正

106年5月9日修正替換頁

(無)

## 序 列 表

- <110> APT, Kirk E.  
RICHTER, Leslie  
SIMPSON, David  
ZIRKLE, Ross
- <120> 多不饱和脂肪酸合成酶核酸分子及多肽，組成物，以及其製造方法與用途
- <130> 2715.025TW02/JUK/SAS
- <140> 待讓渡  
<141> 2010-03-19
- <150> 61/296,460  
<151> 2010-01-19
- <150> 61/161,742  
<151> 2009-03-19
- <160> 127
- <170> PatentIn 版本 3.3
- <210> 1  
<211> 7824  
<212> DNA  
<213> 裂殖壺菌物種
- <400> 1  
atggatactc gcatcgcgat cgtgggggatg tcggcgatcc tgccgagcgg ggagaacgtg 60  
cgcgagagct gggaggcgat ccgcgatggg ctggattgcc tgagcgatct gccggcggac 120  
cgcggtggacg tgacggccta ctacaacccg gagaagacga ccaaggacaa gatctactgc 180  
aagcgcgggcg ggttcatccc ggagtacgac ttcgacgcgc gtgagttcgg gctcaacatg 240  
ttccagatgg aggactcgga cgccaaccag acgatctcgc tgctcaagggt gaaggaggcg 300  
ctgacggacg ccaacatccc ggcgttctcg agcggtaaga agaacatcgg ctgctgtctg 360  
ggcatcggcg gcggccagaa ggcgagccac gaggttctact cgcggctcaa ctacgtggtc 420  
gtggacaagg tgctgcgcaa gatgggcctg ccggaggaag acgtggcggc ggcggtggac 480  
aagtacaagg cgagtttccc cgagtggcgc ctcgactctt tccccgggtt cctgggcaac 540  
gtcacggcgg ggcgtgtctg caataccttc aacatggagg gcatgaactg cgtcgtggac 600  
gcggcctgcg cgtcgtcgtc gatcgcggtc aaagtggcga tcgaggagct gctctacggc 660  
gactgcgatg cgatgatcgc gggtgccacc tgcacggaca actcgatcgg gatgtacatg 720  
gccttctcca agacgcccgt gttttccacg gacccgagcg tcaaggcgta cgacgccgcc 780  
accaaaggca tgctcatcgg cgagggctcg gcgatgctcg tgctgaagcg ctacgcggac 840  
gccgtgcgcg acggcgacac cgtgcacgcc gtcacaaagg ggtgcgcgtc ctcgagcgac 900  
ggcaaggcgg cgggcatcta cacgccgaca atctcgggcc aggaggaggc cctgcgcgcg 960  
gcctacgccc gcgccaatgt cgacccggcc actgtgacgc tgggtggaggg ccacggcacg 1020  
ggtacgcggg tgggcgacaa gatcgagctg acggcgctga gcaacctctt ctccaaggcg 1080  
ttttctgcca acggtggcgg cgcgaggaa gcagagcagg tggcggtggg cagcatcaag 1140  
tcgcagatcg ggcacctcaa ggcggtggcc gggctggccg ggctggtaa ggtggtgctg 1200  
gcgctcaagc acaagacgct gccgcagacg atcaacgtcg acaagccgcc gtcgctggtg 1260  
gacgggaccc cgatccagca gtcgccgctg tacgtcaaca cgatgaaccg cccctgggtc 1320

|             |            |            |             |            |             |      |
|-------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|------|
| acgcccgtag  | gggtgccg   | ccgcgccgc  | gtgtcgtcgt  | ttgggtttgg | cggtgccaac  | 1380 |
| taccacgccg  | tgctggagga | gtttgagccc | gagcacgaga  | gcgcgtaccg | gtacaacaac  | 1440 |
| ctgccgcagg  | tggcgctgct | gcacgcgggg | gacgtcgcga  | ccttggcggc | gacggttcgc  | 1500 |
| gccaaagctgg | cgctggccac | cgccgagcag | gaagaggcgc  | gtgtggtgaa | gaacgcggac  | 1560 |
| tacatcgcgt  | accaccggtt | cctggacgag | tgcaagttgc  | gcggcgctgt | gccgcaggcg  | 1620 |
| cacgcgcggg  | tgggactgct | cgtacgggac | ctgagctcgc  | tcacgcgccg | gctcgaggcc  | 1680 |
| gctgccgcc   | agctcgcggg | cgaagagagc | gcgacggagt  | ggacggtcag | cgttgctacg  | 1740 |
| ggcgaggcgg  | ccttcgcgct | gcgcggtgtg | gctacggagg  | ccaacgtggc | ggcgctgttc  | 1800 |
| tcggggccagg | gcgcgcagta | cacgcacatg | ttcagcgacg  | tggcgatgaa | ctggcccccg  | 1860 |
| ttccgcgaga  | gcgtcgcgc  | catggaccgc | gccacgcgcg  | agcgcttcgg | gcggcctgcc  | 1920 |
| aagcgcgtga  | gcagcgtgct | gtacccgcgc | aagccgtacg  | gcgacgaacc | gcggcaggac  | 1980 |
| cacaaggaga  | tctcgcaaac | gcgtactctg | cagcccgcaa  | cgctcgcgtg | ctcggtcggc  | 2040 |
| gcctttgaca  | tcttcaaagc | ggcgggactg | gcgccgagct  | ttgcggcggg | ccactcgcctg | 2100 |
| ggcgagtttg  | cggcgctcta | cgcgccgggg | tcgctcgatc  | gcgacgcgct | cttcgacctg  | 2160 |
| gtctgcgcgc  | gcgccaaggc | catgagcgac | ttcacggccc  | aggccagcag | cagcgggtggc | 2220 |
| gccatggcgg  | ccgtgattgg | cgccaaggcg | gaccagctct  | cgctgggtgg | cgcgcccgcac | 2280 |
| gtgtggctcg  | ccaacagcaa | ctcgccctcg | cagaccgtga  | tcacgggaac | cgccgaagca  | 2340 |
| gtggctgcgg  | cctctgacaa | gttgcgctgc | agcggcaact  | tccgcgtcgt | gcctctggcc  | 2400 |
| tgcgaggcgg  | ccttcactc  | gccgcacatg | cgcggcgcgg  | agcagacggt | tgcgtcggcg  | 2460 |
| ctcgcgcagg  | cgcccggtgc | ggcaccggcg | gctgctcggt  | tctactctaa | cgtgacgggg  | 2520 |
| ggcgccgcgg  | taacctcgcc | cgcgagcgtc | aaaacgaacc  | tgggcaagca | catgacgagc  | 2580 |
| cctgtgcagt  | tcgtgcagca | ggtgcgagcc | atgcacgcgg  | cgggcgcgcg | tgtgtttgtg  | 2640 |
| gagtttgggc  | ccaagcaggt | cctgtcgcgc | ctcgtcaagg  | agacccttgg | cgaggccggc  | 2700 |
| gacgtggtca  | cggtcgcgct | caaccagac  | tcggccaagg  | acagcgacac | gcagctgcgc  | 2760 |
| caggcggcgc  | tcacgttggc | ggtcgcggcg | gtgccgctca  | aggactttga | ccgctggcag  | 2820 |
| ctgccggatg  | ccacgcgcct | cgagcctgtc | aagaagaaga  | agaccacggt | gcggctctcg  | 2880 |
| gcagccacct  | acgtctccgc | caagacgttg | cgccagcgcg  | aggccgtgct | caacgacggc  | 2940 |
| tacactgtca  | gtggtgccac | ggcggtagtc | aagggaagtgg | acacggccaa | cgaggagcgt  | 3000 |
| ctcgtccgcc  | aagcccagga | tctccagcgc | cagctcgcgg  | aggcctcgac | ggcagcccag  | 3060 |
| gcggcgagct  | ccaaggctgc | ggagctcgag | cgcacgatcc  | aggacttgga | gcgcaagggtg | 3120 |
| cagcagcagc  | agcaagagaa | gggtgagaac | tcagacagca  | acgctgccgc | cgaagtgctg  | 3180 |
| cggcgccaca  | aggagctgct | ccagcgcagc | ctgcaggact  | gtgacgagca | ggcagtgccc  | 3240 |
| gtagccacgg  | tggttccgac | acctacgtcc | tccccgacgc  | ctacatcctc | accggtatcc  | 3300 |
| ggcaacagca  | agagcactcg | tggcagtgct | gatctgcaag  | cgctgctggc | caaggcggag  | 3360 |
| actgtggtga  | tggctgtgct | ggctgccaa  | actggctacg  | aggccgacat | ggttgaggcg  | 3420 |
| gacatggacc  | tggaggccga | gctcggcatc | gactcgatca  | agcgcgtgga | gaccccttcc  | 3480 |
| gaggtgcagg  | gccagctggg | cgtcgaggcc | aaggacgtgg  | atgcgctgag | ccgcacgcgc  | 3540 |

|             |            |             |             |             |            |      |
|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|------|
| acggtcgggtg | aggttgtgga | cgccatgaag  | gcggagatcg  | tggctgcctc  | tggtggtagt | 3600 |
| gctcctgcgg  | ttccttcggc | gcccgtgct   | tctgcagctc  | cgactcccgc  | tgcttcgact | 3660 |
| gcgccttctg  | ctgatctgca | agcgtgctg   | tccaaggcgg  | agactgtggt  | gatggctgtg | 3720 |
| ctggcggcca  | agactggcta | cgaggccgac  | atggctcgagg | cggacatgga  | cctggaggcc | 3780 |
| gagctcggca  | tcgactcgat | caagcgcgtg  | gagatcctct  | cggagggtgca | gggccagctg | 3840 |
| ggcgtcggag  | ccaaggacgt | ggatgcgctg  | agccgcacgc  | gcacggtcgg  | tgaggttgtg | 3900 |
| gatgccatga  | aggcggaaat | cgtggctgcc  | tctgctggta  | gtgctcctgc  | tcctgctggt | 3960 |
| ccttcggcgc  | ccgtgcttc  | tgcagctccg  | actcccgtg   | cttcgactgc  | gccttctgct | 4020 |
| gatctgcaag  | cgtgctgtc  | caaggcggag  | acgggtggtga | tggctgtgct  | ggcggccaag | 4080 |
| actggctacg  | aggccgacat | ggtcgaggcg  | gacatggacc  | tggaggccga  | gctcggcatc | 4140 |
| gactcgatca  | agcgcgtgga | gacccctctg  | gaggtgcagg  | gccagctggg  | cgtcgaggcc | 4200 |
| aaggacgtgg  | atgcgctgag | ccgcacgcgc  | acggtcgggtg | aggttgtgga  | tgccatgaag | 4260 |
| gcggaaatcg  | tggctgcctc | tggtggtagt  | gctcctgctc  | ctgcggttcc  | ttcggcgccc | 4320 |
| gctgcttctg  | cagctccgac | tcccgcggct  | gcgacagcgc  | cttctgctga  | tctgcaagcg | 4380 |
| ctgctggcca  | aggcggagac | tgtggtgatg  | gctgtgctgg  | cggccaagac  | tggctacgag | 4440 |
| gccgacatgg  | tcgaggcgga | catggacctg  | gaggccgagc  | tcggcatcga  | ctcgatcaag | 4500 |
| cgcgtggaga  | tcctttccga | ggtgcagggc  | cagctgggcg  | tcgaggccaa  | ggacgtagat | 4560 |
| gcgtgagacc  | gcacgcgcac | ggtcggtgag  | gttgtggatg  | ccatgaaggc  | ggagatcgtg | 4620 |
| gctgcctctg  | ctggtagtgc | tcctgctcct  | gctgttcctt  | cggcgcccgc  | tgcttctgca | 4680 |
| gctccgactc  | ccgtgcttc  | gactgcgcct  | tctgctgata  | tgcaagcgt   | gctgtccaag | 4740 |
| gcggagactg  | tggtagatgg | tgtgctggcg  | gccaaactg   | gctacgaggc  | cgacatggtc | 4800 |
| gaggcggaca  | tggacctgga | ggccgagctc  | ggcatcgact  | cgatcaagcg  | cgtggagatc | 4860 |
| ctctcggagg  | tgcagggcca | gctgggcgtc  | gaggccaagg  | acgtggatgc  | gctgagccgc | 4920 |
| acgcgcacgg  | tcggtgaggt | tgtggatgcc  | atgaaggcgg  | aaatcgtggc  | tgcctctggt | 4980 |
| ggtagtgctc  | ctgctgctgc | tgttccttcg  | gcgcccgtg   | cttctgcagc  | tcgactcct  | 5040 |
| gcgactgcgc  | cttctgctga | tctgcaagcg  | ctgctgtcca  | aggcggagac  | tgtggtgatg | 5100 |
| gctgtgctgg  | cggccaagac | tggctacgag  | gccgacatgg  | tcgaggcgga  | catggacctg | 5160 |
| gaggccgagc  | tcggcatcga | ctcgatcaag  | cgcgtggaga  | tcctttccga  | ggtgcagggc | 5220 |
| cagctgggcg  | tcgaggccaa | ggacgtagat  | gcgtgagcc   | gcacgcgcac  | ggtcggtgaa | 5280 |
| gtggtggacg  | ccatgaaggc | ggagatcgtg  | gctgcctctg  | gtggtagtgc  | tcctgctgct | 5340 |
| ccttcggcgc  | ccgcgtttct | tccaacgctg  | tttggttccg  | agtgcgagga  | cctgtctctg | 5400 |
| acctttcccg  | tgataacgac | cctgccgctt  | cctgcagagc  | ttgtgctggc  | cgagggcggc | 5460 |
| gctgcacctg  | tagtcgtggt | ggatgatgga  | tctgcactca  | cctcgtcgt   | ggtgtcctcg | 5520 |
| ctcggcgatc  | gtgcggtgct | gctgcaggtg  | cagtcttctt  | ctgcctgctc  | gccgcgctcg | 5580 |
| accacgcaca  | agttggtgac | cgtagcagac  | cgctctgaag  | cggcgctaca  | ggcggcgctc | 5640 |
| acgtccgtcg  | aggcgcagtt | cggcaagggtg | ggtggctttg  | tgttccagtt  | cggcgacgac | 5700 |
| gacgtgcaag  | cgcagctcgg | ctgggcgctg  | ctcgcggcca  | agcacctcaa  | aacttcgctg | 5760 |
| tcagaacaga  | tcgagggcgg | tcgcaccttt  | ttcgtggccg  | tcgcgcgggt  | cgacggccag | 5820 |

ctggggctct ccggaagtc gacgaccgct accgttgatc tctcccgcgc gcagcagggc 5880  
agcgtgttcg gcctgtgcaa gacactcgac ctggagtggc ccgctgtctt ctgccgcgga 5940  
atcgacctgg ccgccgacct cgacgccgca caggccgcgc ggtgcctgct gggcgagctg 6000  
tcagaccccc acgtggccgt gcgcgagttt ggttactccg cctcgggcca gcgtgcacg 6060  
acaactacga agtcgctgac tacgggcaag ccgcaccagc cgatctcctc gtcggacctc 6120  
tttctggtgt cgggcggcgc gcgcggcatc accccgctgt gcgtgcgcga gctggcgag 6180  
cgctggggcg gcggcacgta cgtgctcatc ggccgctcgg agctgccac gacggagcct 6240  
gcctggggcg tcggcgtgga gtctggcaag ccgctggaga aggccgcgtt ggcgttcctg 6300  
aaggcggagt ttgcagcggg ccgcggggcc aagccgacgc cgatgctgca caagaagctc 6360  
gtgggcgcgc tggtcggagc gcgcgaggtg cgagcctcgc tcgccgagat cactgcacag 6420  
ggcgccacgg ctgtgtacga gtcgtgcgac gtgagctctg ccgccaaggt gcgtgagatg 6480  
gtagagcgcg tgcagcagca gggcgggcgg cgctgtcgg gcgtgttcca cgctcgggc 6540  
gtgctgcgcg acaagctcgt ggagaacaag tcgtggcggc acttcagcgc cgtgtacgac 6600  
accaaggtgg gcggcctcat caacctgctg gcctgcgtgg acctggcgca gctgcgtcac 6660  
ctcgtgctct tcagctcgct cgcgggcttc caccgcaacg tcgggcagtc ggactacgca 6720  
atggccaacg aggcgtcaa caagctggcg gcgcacctgt cggcggtgca cccgcagctg 6780  
tgcgcgcgct cgatctgctt cggaccgtgg gacggcggca tggtagcccc cgcgtcaaag 6840  
gccaaactta tccgcatggg catccagatc atccgcgcgc aaggcggcgc gcagaccgtc 6900  
gccaaatgct tcgtcagtag ctccccggt cagctgctcg tgggcaactg gggcgtgcca 6960  
cccgtcgtgc cgagtgccac cgagcacacc gtgctgcaga cgctccgcca gagcgacaac 7020  
cccttctctg actcgcacgt gatccagggc cgccgcgtgc tgcccatgac cctggccgtg 7080  
ggctacatgg cgcaccaggc gcagagcatc tacgcggggc accagctgtg ggccgtcgag 7140  
gacgccacgc tcttcaaggg catcgccatc gacaatggcg ccgacgtgcc cgtgcgcgtg 7200  
gagctgtcgc gccgcaagga ggagcaggag gacgccggca aggtcaaggt caaggtgcag 7260  
gtgctgctca aatcgcaggt caacggcaag tcggtgcccg cgtacaaggc gaccgtcgtg 7320  
ctgtcccctg cgccgcgccc cagcgtcatc acgcgtgact tcgacctcac cccggacccg 7380  
gcctgcacgg agcacgacct ctacgacggc aagacgtctt tccacggcaa ggccttcag 7440  
ggcatcgagc aggtgctctc ggcgacgcc aagcagctca ccgccaagtg ccgcaatttg 7500  
cccctcacgc ccgagcagcg cggccagttc gtcgttaacc tcagccagca ggaccgttc 7560  
caggcggaca ttgcgttcca ggcatgctc gtctgggcgc gcatgctgcg ccaatcggcg 7620  
gccctgcccc acaactgcga gcgcttcgac ttttacaagc cgatggcccc gggcgccacc 7680  
tactacacgt cggtaagct ggctcggcc tcacccttgg tggactctgt gtgcaagtgc 7740  
accgtggcga tgcacgatga gcaaggtgag gtgtactttt ctgctcgtgc cagcgtcgtc 7800  
ctcaacaaga ccctcacgta ctaa 7824

<210> 2  
<211> 2607  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種



<400> 2

Met Asp Thr Arg Ile Ala Ile Val Gly Met Ser Ala Ile Leu Pro Ser  
1 5 10 15

Gly Glu Asn Val Arg Glu Ser Trp Glu Ala Ile Arg Asp Gly Leu Asp  
20 25 30

Cys Leu Ser Asp Leu Pro Ala Asp Arg Val Asp Val Thr Ala Tyr Tyr  
35 40 45

Asn Pro Glu Lys Thr Thr Lys Asp Lys Ile Tyr Cys Lys Arg Gly Gly  
50 55 60

Phe Ile Pro Glu Tyr Asp Phe Asp Ala Arg Glu Phe Gly Leu Asn Met  
65 70 75 80

Phe Gln Met Glu Asp Ser Asp Ala Asn Gln Thr Ile Ser Leu Leu Lys  
85 90 95

Val Lys Glu Ala Leu Thr Asp Ala Asn Ile Pro Ala Phe Ser Ser Gly  
100 105 110

Lys Lys Asn Ile Gly Cys Val Leu Gly Ile Gly Gly Gly Gln Lys Ala  
115 120 125

Ser His Glu Phe Tyr Ser Arg Leu Asn Tyr Val Val Val Asp Lys Val  
130 135 140

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

Lys Tyr Lys Ala Ser Phe Pro Glu Trp Arg Leu Asp Ser Phe Pro Gly  
165 170 175

Phe Leu Gly Asn Val Thr Ala Gly Arg Cys Cys Asn Thr Phe Asn Met  
180 185 190

Glu Gly Met Asn Cys Val Val Asp Ala Ala Cys Ala Ser Ser Leu Ile  
195 200 205

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

Met Ile Ala Gly Ala Thr Cys Thr Asp Asn Ser Ile Gly Met Tyr Met  
225 230 235 240

Ala Phe Ser Lys Thr Pro Val Phe Ser Thr Asp Pro Ser Val Lys Ala  
245 250 255

Tyr Asp Ala Ala Thr Lys Gly Met Leu Ile Gly Glu Gly Ser Ala Met  
260 265 270

Leu Val Leu Lys Arg Tyr Ala Asp Ala Val Arg Asp Gly Asp Thr Val  
275 280 285

|            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| His<br>305 | Ala<br>290 | Val        | Ile        | Lys        | Gly        | Cys<br>295 | Ala        | Ser        | Ser        | Ser        | Asp<br>300 | Gly        | Lys        | Ala        | Ala        |
| Gly<br>305 | Ile        | Tyr        | Thr        | Pro        | Thr<br>310 | Ile        | Ser        | Gly        | Gln        | Glu<br>315 | Glu        | Ala        | Leu        | Arg        | Arg<br>320 |
| Ala        | Tyr        | Ala        | Arg        | Ala<br>325 | Asn        | Val        | Asp        | Pro        | Ala<br>330 | Thr        | Val        | Thr        | Leu        | Val<br>335 | Glu        |
| Gly        | His        | Gly        | Thr<br>340 | Gly        | Thr        | Pro        | Val        | Gly<br>345 | Asp        | Lys        | Ile        | Glu        | Leu<br>350 | Thr        | Ala        |
| Leu        | Ser        | Asn<br>355 | Leu        | Phe        | Ser        | Lys        | Ala<br>360 | Phe        | Ser        | Ala        | Asn        | Gly<br>365 | Gly        | Gly        | Ala        |
| Glu        | Glu<br>370 | Ala        | Glu        | Gln        | Val        | Ala<br>375 | Val        | Gly        | Ser        | Ile        | Lys<br>380 | Ser        | Gln        | Ile        | Gly        |
| His<br>385 | Leu        | Lys        | Ala        | Val        | Ala<br>390 | Gly        | Leu        | Ala        | Gly        | Leu<br>395 | Val        | Lys        | Val        | Val        | Leu<br>400 |
| Ala        | Leu        | Lys        | His        | Lys<br>405 | Thr        | Leu        | Pro        | Gln        | Thr<br>410 | Ile        | Asn        | Val        | Asp        | Lys<br>415 | Pro        |
| Pro        | Ser        | Leu        | Val<br>420 | Asp        | Gly        | Thr        | Pro        | Ile<br>425 | Gln        | Gln        | Ser        | Pro        | Leu<br>430 | Tyr        | Val        |
| Asn        | Thr        | Met<br>435 | Asn        | Arg        | Pro        | Trp        | Phe<br>440 | Thr        | Pro        | Val        | Gly        | Val<br>445 | Pro        | Arg        | Arg        |
| Ala        | Gly<br>450 | Val        | Ser        | Ser        | Phe        | Gly<br>455 | Phe        | Gly        | Gly        | Ala        | Asn<br>460 | Tyr        | His        | Ala        | Val        |
| Leu<br>465 | Glu        | Glu        | Phe        | Glu        | Pro<br>470 | Glu        | His        | Glu        | Ser        | Ala<br>475 | Tyr        | Arg        | Tyr        | Asn        | Asn<br>480 |
| Leu        | Pro        | Gln        | Val        | Ala<br>485 | Leu        | Leu        | His        | Ala        | Gly<br>490 | Asp        | Val        | Ala        | Thr        | Leu<br>495 | Ala        |
| Ala        | Thr        | Val        | Arg<br>500 | Ala        | Lys        | Leu        | Ala        | Leu<br>505 | Ala        | Thr        | Ala        | Glu        | Gln<br>510 | Glu        | Glu        |
| Ala        | Arg        | Val<br>515 | Val        | Lys        | Asn        | Ala        | Asp<br>520 | Tyr        | Ile        | Ala        | Tyr        | His<br>525 | Arg        | Phe        | Leu        |
| Asp        | Glu<br>530 | Cys        | Lys        | Leu        | Arg        | Gly<br>535 | Ala        | Val        | Pro        | Gln        | Ala<br>540 | His        | Ala        | Arg        | Val        |
| Gly<br>545 | Leu        | Leu        | Val        | Arg        | Asp<br>550 | Leu        | Ser        | Ser        | Leu        | Ile<br>555 | Ala        | Val        | Leu        | Glu        | Ala<br>560 |
| Ala        | Ala        | Ala        | Lys        | Leu<br>565 | Ala        | Gly        | Glu        | Glu        | Ser<br>570 | Ala        | Thr        | Glu        | Trp        | Thr<br>575 | Val        |
| Ser        | Val        | Ala        | Thr<br>580 | Gly        | Glu        | Ala        | Ala        | Phe<br>585 | Arg        | Val        | Arg        | Gly        | Val<br>590 | Ala        | Thr        |

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| Glu | Ala | Asn | Val | Ala | Ala | Leu | Phe | Ser | Gly | Gln | Gly | Ala | Gln | Tyr | Thr |  |  |
|     |     | 595 |     |     |     |     | 600 |     |     |     |     | 605 |     |     |     |  |  |
| His | Met | Phe | Ser | Asp | Val | Ala | Met | Asn | Trp | Pro | Pro | Phe | Arg | Glu | Ser |  |  |
|     | 610 |     |     |     |     | 615 |     |     |     |     | 620 |     |     |     |     |  |  |
| Val | Ala | Ala | Met | Asp | Arg | Ala | Gln | Arg | Glu | Arg | Phe | Gly | Arg | Pro | Ala |  |  |
|     | 625 |     |     |     | 630 |     |     |     |     | 635 |     |     |     |     | 640 |  |  |
| Lys | Arg | Val | Ser | Ser | Val | Leu | Tyr | Pro | Arg | Lys | Pro | Tyr | Gly | Asp | Glu |  |  |
|     |     |     |     | 645 |     |     |     |     | 650 |     |     |     |     | 655 |     |  |  |
| Pro | Arg | Gln | Asp | His | Lys | Glu | Ile | Ser | Gln | Thr | Arg | Tyr | Ser | Gln | Pro |  |  |
|     |     |     | 660 |     |     |     |     | 665 |     |     |     |     | 670 |     |     |  |  |
| Ala | Thr | Leu | Ala | Cys | Ser | Val | Gly | Ala | Phe | Asp | Ile | Phe | Lys | Ala | Ala |  |  |
|     |     | 675 |     |     |     |     | 680 |     |     |     |     | 685 |     |     |     |  |  |
| Gly | Leu | Ala | Pro | Ser | Phe | Ala | Ala | Gly | His | Ser | Leu | Gly | Glu | Phe | Ala |  |  |
|     | 690 |     |     |     |     | 695 |     |     |     |     | 700 |     |     |     |     |  |  |
| Ala | Leu | Tyr | Ala | Ala | Gly | Ser | Leu | Asp | Arg | Asp | Ala | Val | Phe | Asp | Leu |  |  |
|     | 705 |     |     |     | 710 |     |     |     |     | 715 |     |     |     |     | 720 |  |  |
| Val | Cys | Ala | Arg | Ala | Lys | Ala | Met | Ser | Asp | Phe | Thr | Ala | Gln | Ala | Ser |  |  |
|     |     |     |     | 725 |     |     |     |     | 730 |     |     |     |     | 735 |     |  |  |
| Ser | Ser | Gly | Gly | Ala | Met | Ala | Ala | Val | Ile | Gly | Ala | Lys | Ala | Asp | Gln |  |  |
|     |     |     | 740 |     |     |     |     | 745 |     |     |     |     | 750 |     |     |  |  |
| Leu | Ser | Leu | Gly | Gly | Ala | Pro | Asp | Val | Trp | Leu | Ala | Asn | Ser | Asn | Ser |  |  |
|     |     | 755 |     |     |     |     | 760 |     |     |     |     | 765 |     |     |     |  |  |
| Pro | Ser | Gln | Thr | Val | Ile | Thr | Gly | Thr | Ala | Glu | Ala | Val | Ala | Ala | Ala |  |  |
|     | 770 |     |     |     |     | 775 |     |     |     |     | 780 |     |     |     |     |  |  |
| Ser | Asp | Lys | Leu | Arg | Cys | Ser | Gly | Asn | Phe | Arg | Val | Val | Pro | Leu | Ala |  |  |
|     | 785 |     |     |     | 790 |     |     |     |     | 795 |     |     |     |     | 800 |  |  |
| Cys | Glu | Ala | Ala | Phe | His | Ser | Pro | His | Met | Arg | Gly | Ala | Glu | Gln | Thr |  |  |
|     |     |     |     | 805 |     |     |     |     | 810 |     |     |     |     | 815 |     |  |  |
| Phe | Ala | Ser | Ala | Leu | Ala | Gln | Ala | Pro | Val | Ser | Ala | Pro | Ala | Ala | Ala |  |  |
|     |     |     | 820 |     |     |     |     | 825 |     |     |     |     | 830 |     |     |  |  |
| Arg | Phe | Tyr | Ser | Asn | Val | Thr | Gly | Gly | Ala | Ala | Val | Thr | Ser | Pro | Ala |  |  |
|     |     | 835 |     |     |     |     | 840 |     |     |     |     | 845 |     |     |     |  |  |
| Asp | Val | Lys | Thr | Asn | Leu | Gly | Lys | His | Met | Thr | Ser | Pro | Val | Gln | Phe |  |  |
|     | 850 |     |     |     |     | 855 |     |     |     |     | 860 |     |     |     |     |  |  |
| Val | Gln | Gln | Val | Arg | Ala | Met | His | Ala | Ala | Gly | Ala | Arg | Val | Phe | Val |  |  |
|     | 865 |     |     |     | 870 |     |     |     |     | 875 |     |     |     |     | 880 |  |  |
| Glu | Phe | Gly | Pro | Lys | Gln | Val | Leu | Ser | Arg | Leu | Val | Lys | Glu | Thr | Leu |  |  |
|     |     |     |     | 885 |     |     |     |     | 890 |     |     |     |     | 895 |     |  |  |

Gly Glu Ala Gly Asp Val Val Thr Val Ala Val Asn Pro Asp Ser Ala  
 900 905 910  
 Lys Asp Ser Asp Thr Gln Leu Arg Gln Ala Ala Leu Thr Leu Ala Val  
 915 920 925  
 Ala Gly Val Pro Leu Lys Asp Phe Asp Arg Trp Gln Leu Pro Asp Ala  
 930 935 940  
 Thr Arg Leu Glu Pro Val Lys Lys Lys Lys Thr Thr Leu Arg Leu Ser  
 945 950 955 960  
 Ala Ala Thr Tyr Val Ser Ala Lys Thr Leu Arg Gln Arg Glu Ala Val  
 965 970 975  
 Leu Asn Asp Gly Tyr Thr Val Ser Gly Ala Thr Ala Val Val Lys Glu  
 980 985 990  
 Val Asp Thr Ala Asn Glu Glu Arg Leu Val Arg Gln Ala Gln Asp Leu  
 995 1000 1005  
 Gln Arg Gln Leu Ala Glu Ala Ser Thr Ala Ala Gln Ala Ala Gln  
 1010 1015 1020  
 Ser Lys Val Ala Glu Leu Glu Arg Thr Ile Gln Asp Leu Glu Arg  
 1025 1030 1035  
 Lys Val Gln Gln Gln Gln Gln Glu Lys Gly Glu Asn Ser Asp Ser  
 1040 1045 1050  
 Asn Ala Ala Ala Glu Val Leu Arg Arg His Lys Glu Leu Leu Gln  
 1055 1060 1065  
 Arg Met Leu Gln Asp Cys Asp Glu Gln Ala Val Pro Val Ala Thr  
 1070 1075 1080  
 Val Val Pro Thr Pro Thr Ser Ser Pro Thr Pro Thr Ser Ser Pro  
 1085 1090 1095  
 Val Ser Gly Asn Ser Lys Ser Thr Arg Gly Ser Ala Asp Leu Gln  
 1100 1105 1110  
 Ala Leu Leu Ala Lys Ala Glu Thr Val Val Met Ala Val Leu Ala  
 1115 1120 1125  
 Ala Lys Thr Gly Tyr Glu Ala Asp Met Val Glu Ala Asp Met Asp  
 1130 1135 1140  
 Leu Glu Ala Glu Leu Gly Ile Asp Ser Ile Lys Arg Val Glu Ile  
 1145 1150 1155  
 Leu Ser Glu Val Gln Gly Gln Leu Gly Val Glu Ala Lys Asp Val  
 1160 1165 1170  
 Asp Ala Leu Ser Arg Thr Arg Thr Val Gly Glu Val Val Asp Ala

| 1175 |      |     |     |     | 1180 |      |     |     |     | 1185 |      |     |     |     |
|------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| Met  | Lys  | Ala | Glu | Ile | Val  | Ala  | Ala | Ser | Gly | Gly  | Ser  | Ala | Pro | Ala |
|      | 1190 |     |     |     |      | 1195 |     |     |     |      | 1200 |     |     |     |
| Val  | Pro  | Ser | Ala | Pro | Ala  | Ala  | Ser | Ala | Ala | Pro  | Thr  | Pro | Ala | Ala |
|      | 1205 |     |     |     |      | 1210 |     |     |     |      | 1215 |     |     |     |
| Ser  | Thr  | Ala | Pro | Ser | Ala  | Asp  | Leu | Gln | Ala | Leu  | Leu  | Ser | Lys | Ala |
|      | 1220 |     |     |     |      | 1225 |     |     |     |      | 1230 |     |     |     |
| Glu  | Thr  | Val | Val | Met | Ala  | Val  | Leu | Ala | Ala | Lys  | Thr  | Gly | Tyr | Glu |
|      | 1235 |     |     |     |      | 1240 |     |     |     |      | 1245 |     |     |     |
| Ala  | Asp  | Met | Val | Glu | Ala  | Asp  | Met | Asp | Leu | Glu  | Ala  | Glu | Leu | Gly |
|      | 1250 |     |     |     |      | 1255 |     |     |     |      | 1260 |     |     |     |
| Ile  | Asp  | Ser | Ile | Lys | Arg  | Val  | Glu | Ile | Leu | Ser  | Glu  | Val | Gln | Gly |
|      | 1265 |     |     |     |      | 1270 |     |     |     |      | 1275 |     |     |     |
| Gln  | Leu  | Gly | Val | Glu | Ala  | Lys  | Asp | Val | Asp | Ala  | Leu  | Ser | Arg | Thr |
|      | 1280 |     |     |     |      | 1285 |     |     |     |      | 1290 |     |     |     |
| Arg  | Thr  | Val | Gly | Glu | Val  | Val  | Asp | Ala | Met | Lys  | Ala  | Glu | Ile | Val |
|      | 1295 |     |     |     |      | 1300 |     |     |     |      | 1305 |     |     |     |
| Ala  | Ala  | Ser | Ala | Gly | Ser  | Ala  | Pro | Ala | Pro | Ala  | Val  | Pro | Ser | Ala |
|      | 1310 |     |     |     |      | 1315 |     |     |     |      | 1320 |     |     |     |
| Pro  | Ala  | Ala | Ser | Ala | Ala  | Pro  | Thr | Pro | Ala | Ala  | Ser  | Thr | Ala | Pro |
|      | 1325 |     |     |     |      | 1330 |     |     |     |      | 1335 |     |     |     |
| Ser  | Ala  | Asp | Leu | Gln | Ala  | Leu  | Leu | Ser | Lys | Ala  | Glu  | Thr | Val | Val |
|      | 1340 |     |     |     |      | 1345 |     |     |     |      | 1350 |     |     |     |
| Met  | Ala  | Val | Leu | Ala | Ala  | Lys  | Thr | Gly | Tyr | Glu  | Ala  | Asp | Met | Val |
|      | 1355 |     |     |     |      | 1360 |     |     |     |      | 1365 |     |     |     |
| Glu  | Ala  | Asp | Met | Asp | Leu  | Glu  | Ala | Glu | Leu | Gly  | Ile  | Asp | Ser | Ile |
|      | 1370 |     |     |     |      | 1375 |     |     |     |      | 1380 |     |     |     |
| Lys  | Arg  | Val | Glu | Ile | Leu  | Ser  | Glu | Val | Gln | Gly  | Gln  | Leu | Gly | Val |
|      | 1385 |     |     |     |      | 1390 |     |     |     |      | 1395 |     |     |     |
| Glu  | Ala  | Lys | Asp | Val | Asp  | Ala  | Leu | Ser | Arg | Thr  | Arg  | Thr | Val | Gly |
|      | 1400 |     |     |     |      | 1405 |     |     |     |      | 1410 |     |     |     |
| Glu  | Val  | Val | Asp | Ala | Met  | Lys  | Ala | Glu | Ile | Val  | Ala  | Ala | Ser | Gly |
|      | 1415 |     |     |     |      | 1420 |     |     |     |      | 1425 |     |     |     |
| Gly  | Ser  | Ala | Pro | Ala | Pro  | Ala  | Val | Pro | Ser | Ala  | Pro  | Ala | Ala | Ser |
|      | 1430 |     |     |     |      | 1435 |     |     |     |      | 1440 |     |     |     |
| Ala  | Ala  | Pro | Thr | Pro | Ala  | Ala  | Ala | Thr | Ala | Pro  | Ser  | Ala | Asp | Leu |
|      | 1445 |     |     |     |      | 1450 |     |     |     |      | 1455 |     |     |     |

|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Gln | Ala  | Leu | Leu | Ala | Lys | Ala  | Glu | Thr | Val | Val | Met  | Ala | Val | Leu |
|     | 1460 |     |     |     |     | 1465 |     |     |     |     | 1470 |     |     |     |
| Ala | Ala  | Lys | Thr | Gly | Tyr | Glu  | Ala | Asp | Met | Val | Glu  | Ala | Asp | Met |
|     | 1475 |     |     |     |     | 1480 |     |     |     |     | 1485 |     |     |     |
| Asp | Leu  | Glu | Ala | Glu | Leu | Gly  | Ile | Asp | Ser | Ile | Lys  | Arg | Val | Glu |
|     | 1490 |     |     |     |     | 1495 |     |     |     |     | 1500 |     |     |     |
| Ile | Leu  | Ser | Glu | Val | Gln | Gly  | Gln | Leu | Gly | Val | Glu  | Ala | Lys | Asp |
|     | 1505 |     |     |     |     | 1510 |     |     |     |     | 1515 |     |     |     |
| Val | Asp  | Ala | Leu | Ser | Arg | Thr  | Arg | Thr | Val | Gly | Glu  | Val | Val | Asp |
|     | 1520 |     |     |     |     | 1525 |     |     |     |     | 1530 |     |     |     |
| Ala | Met  | Lys | Ala | Glu | Ile | Val  | Ala | Ala | Ser | Ala | Gly  | Ser | Ala | Pro |
|     | 1535 |     |     |     |     | 1540 |     |     |     |     | 1545 |     |     |     |
| Ala | Pro  | Ala | Val | Pro | Ser | Ala  | Pro | Ala | Ala | Ser | Ala  | Ala | Pro | Thr |
|     | 1550 |     |     |     |     | 1555 |     |     |     |     | 1560 |     |     |     |
| Pro | Ala  | Ala | Ser | Thr | Ala | Pro  | Ser | Ala | Asp | Leu | Gln  | Ala | Leu | Leu |
|     | 1565 |     |     |     |     | 1570 |     |     |     |     | 1575 |     |     |     |
| Ser | Lys  | Ala | Glu | Thr | Val | Val  | Met | Ala | Val | Leu | Ala  | Ala | Lys | Thr |
|     | 1580 |     |     |     |     | 1585 |     |     |     |     | 1590 |     |     |     |
| Gly | Tyr  | Glu | Ala | Asp | Met | Val  | Glu | Ala | Asp | Met | Asp  | Leu | Glu | Ala |
|     | 1595 |     |     |     |     | 1600 |     |     |     |     | 1605 |     |     |     |
| Glu | Leu  | Gly | Ile | Asp | Ser | Ile  | Lys | Arg | Val | Glu | Ile  | Leu | Ser | Glu |
|     | 1610 |     |     |     |     | 1615 |     |     |     |     | 1620 |     |     |     |
| Val | Gln  | Gly | Gln | Leu | Gly | Val  | Glu | Ala | Lys | Asp | Val  | Asp | Ala | Leu |
|     | 1625 |     |     |     |     | 1630 |     |     |     |     | 1635 |     |     |     |
| Ser | Arg  | Thr | Arg | Thr | Val | Gly  | Glu | Val | Val | Asp | Ala  | Met | Lys | Ala |
|     | 1640 |     |     |     |     | 1645 |     |     |     |     | 1650 |     |     |     |
| Glu | Ile  | Val | Ala | Ala | Ser | Gly  | Gly | Ser | Ala | Pro | Ala  | Ala | Ala | Val |
|     | 1655 |     |     |     |     | 1660 |     |     |     |     | 1665 |     |     |     |
| Pro | Ser  | Ala | Pro | Ala | Ala | Ser  | Ala | Ala | Pro | Thr | Pro  | Ala | Thr | Ala |
|     | 1670 |     |     |     |     | 1675 |     |     |     |     | 1680 |     |     |     |
| Pro | Ser  | Ala | Asp | Leu | Gln | Ala  | Leu | Leu | Ser | Lys | Ala  | Glu | Thr | Val |
|     | 1685 |     |     |     |     | 1690 |     |     |     |     | 1695 |     |     |     |
| Val | Met  | Ala | Val | Leu | Ala | Ala  | Lys | Thr | Gly | Tyr | Glu  | Ala | Asp | Met |
|     | 1700 |     |     |     |     | 1705 |     |     |     |     | 1710 |     |     |     |
| Val | Glu  | Ala | Asp | Met | Asp | Leu  | Glu | Ala | Glu | Leu | Gly  | Ile | Asp | Ser |
|     | 1715 |     |     |     |     | 1720 |     |     |     |     | 1725 |     |     |     |
| Ile | Lys  | Arg | Val | Glu | Ile | Leu  | Ser | Glu | Val | Gln | Gly  | Gln | Leu | Gly |
|     | 1730 |     |     |     |     | 1735 |     |     |     |     | 1740 |     |     |     |

|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Val | Glu  | Ala | Lys | Asp | Val | Asp  | Ala | Leu | Ser | Arg | Thr  | Arg | Thr | Val |
|     | 1745 |     |     |     |     | 1750 |     |     |     |     | 1755 |     |     |     |
| Gly | Glu  | Val | Val | Asp | Ala | Met  | Lys | Ala | Glu | Ile | Val  | Ala | Ala | Ser |
|     | 1760 |     |     |     |     | 1765 |     |     |     |     | 1770 |     |     |     |
| Gly | Gly  | Ser | Ala | Pro | Ala | Ala  | Pro | Ser | Ala | Pro | Ala  | Leu | Leu | Pro |
|     | 1775 |     |     |     |     | 1780 |     |     |     |     | 1785 |     |     |     |
| Thr | Leu  | Phe | Gly | Ser | Glu | Cys  | Glu | Asp | Leu | Ser | Leu  | Thr | Phe | Pro |
|     | 1790 |     |     |     |     | 1795 |     |     |     |     | 1800 |     |     |     |
| Val | Ile  | Thr | Thr | Leu | Pro | Leu  | Pro | Ala | Glu | Leu | Val  | Leu | Ala | Glu |
|     | 1805 |     |     |     |     | 1810 |     |     |     |     | 1815 |     |     |     |
| Gly | Gly  | Ala | Arg | Pro | Val | Val  | Val | Val | Asp | Asp | Gly  | Ser | Ala | Leu |
|     | 1820 |     |     |     |     | 1825 |     |     |     |     | 1830 |     |     |     |
| Thr | Ser  | Ser | Leu | Val | Ser | Ser  | Leu | Gly | Asp | Arg | Ala  | Val | Leu | Leu |
|     | 1835 |     |     |     |     | 1840 |     |     |     |     | 1845 |     |     |     |
| Gln | Val  | Gln | Ser | Ser | Ser | Ala  | Cys | Ser | Pro | Arg | Ser  | Thr | Thr | His |
|     | 1850 |     |     |     |     | 1855 |     |     |     |     | 1860 |     |     |     |
| Lys | Leu  | Val | Thr | Val | Ala | Asp  | Arg | Ser | Glu | Ala | Ala  | Leu | Gln | Ala |
|     | 1865 |     |     |     |     | 1870 |     |     |     |     | 1875 |     |     |     |
| Ala | Leu  | Thr | Ser | Val | Glu | Ala  | Gln | Phe | Gly | Lys | Val  | Gly | Gly | Phe |
|     | 1880 |     |     |     |     | 1885 |     |     |     |     | 1890 |     |     |     |
| Val | Phe  | Gln | Phe | Gly | Asp | Asp  | Asp | Val | Gln | Ala | Gln  | Leu | Gly | Trp |
|     | 1895 |     |     |     |     | 1900 |     |     |     |     | 1905 |     |     |     |
| Ala | Leu  | Leu | Ala | Ala | Lys | His  | Leu | Lys | Thr | Ser | Leu  | Ser | Glu | Gln |
|     | 1910 |     |     |     |     | 1915 |     |     |     |     | 1920 |     |     |     |
| Ile | Glu  | Gly | Gly | Arg | Thr | Phe  | Phe | Val | Ala | Val | Ala  | Arg | Leu | Asp |
|     | 1925 |     |     |     |     | 1930 |     |     |     |     | 1935 |     |     |     |
| Gly | Gln  | Leu | Gly | Leu | Ser | Gly  | Lys | Ser | Thr | Thr | Ala  | Thr | Val | Asp |
|     | 1940 |     |     |     |     | 1945 |     |     |     |     | 1950 |     |     |     |
| Leu | Ser  | Arg | Ala | Gln | Gln | Gly  | Ser | Val | Phe | Gly | Leu  | Cys | Lys | Thr |
|     | 1955 |     |     |     |     | 1960 |     |     |     |     | 1965 |     |     |     |
| Leu | Asp  | Leu | Glu | Trp | Pro | Ala  | Val | Phe | Cys | Arg | Gly  | Ile | Asp | Leu |
|     | 1970 |     |     |     |     | 1975 |     |     |     |     | 1980 |     |     |     |
| Ala | Ala  | Asp | Leu | Asp | Ala | Ala  | Gln | Ala | Ala | Arg | Cys  | Leu | Leu | Gly |
|     | 1985 |     |     |     |     | 1990 |     |     |     |     | 1995 |     |     |     |
| Glu | Leu  | Ser | Asp | Pro | Asp | Val  | Ala | Val | Arg | Glu | Ser  | Gly | Tyr | Ser |
|     | 2000 |     |     |     |     | 2005 |     |     |     |     | 2010 |     |     |     |
| Ala | Ser  | Gly | Gln | Arg | Cys | Thr  | Thr | Thr | Thr | Lys | Ser  | Leu | Thr | Thr |
|     | 2015 |     |     |     |     | 2020 |     |     |     |     | 2025 |     |     |     |

|     |             |     |     |     |     |             |     |     |     |     |             |     |     |     |
|-----|-------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|
| Gly | Lys<br>2030 | Pro | His | Gln | Pro | Ile<br>2035 | Ser | Ser | Ser | Asp | Leu<br>2040 | Phe | Leu | Val |
| Ser | Gly<br>2045 | Gly | Ala | Arg | Gly | Ile<br>2050 | Thr | Pro | Leu | Cys | Val<br>2055 | Arg | Glu | Leu |
| Ala | Gln<br>2060 | Arg | Val | Gly | Gly | Gly<br>2065 | Thr | Tyr | Val | Leu | Ile<br>2070 | Gly | Arg | Ser |
| Glu | Leu<br>2075 | Pro | Thr | Thr | Glu | Pro<br>2080 | Ala | Trp | Ala | Val | Gly<br>2085 | Val | Glu | Ser |
| Gly | Lys<br>2090 | Pro | Leu | Glu | Lys | Ala<br>2095 | Ala | Leu | Ala | Phe | Leu<br>2100 | Lys | Ala | Glu |
| Phe | Ala<br>2105 | Ala | Gly | Arg | Gly | Ala<br>2110 | Lys | Pro | Thr | Pro | Met<br>2115 | Leu | His | Lys |
| Lys | Leu<br>2120 | Val | Gly | Ala | Val | Val<br>2125 | Gly | Ala | Arg | Glu | Val<br>2130 | Arg | Ala | Ser |
| Leu | Ala<br>2135 | Glu | Ile | Thr | Ala | Gln<br>2140 | Gly | Ala | Thr | Ala | Val<br>2145 | Tyr | Glu | Ser |
| Cys | Asp<br>2150 | Val | Ser | Ser | Ala | Ala<br>2155 | Lys | Val | Arg | Glu | Met<br>2160 | Val | Glu | Arg |
| Val | Gln<br>2165 | Gln | Gln | Gly | Gly | Arg<br>2170 | Arg | Val | Ser | Gly | Val<br>2175 | Phe | His | Ala |
| Ser | Gly<br>2180 | Val | Leu | Arg | Asp | Lys<br>2185 | Leu | Val | Glu | Asn | Lys<br>2190 | Ser | Leu | Ala |
| Asp | Phe<br>2195 | Ser | Ala | Val | Tyr | Asp<br>2200 | Thr | Lys | Val | Gly | Gly<br>2205 | Leu | Ile | Asn |
| Leu | Leu<br>2210 | Ala | Cys | Val | Asp | Leu<br>2215 | Ala | Gln | Leu | Arg | His<br>2220 | Leu | Val | Leu |
| Phe | Ser<br>2225 | Ser | Leu | Ala | Gly | Phe<br>2230 | His | Gly | Asn | Val | Gly<br>2235 | Gln | Ser | Asp |
| Tyr | Ala<br>2240 | Met | Ala | Asn | Glu | Ala<br>2245 | Leu | Asn | Lys | Leu | Ala<br>2250 | Ala | His | Leu |
| Ser | Ala<br>2255 | Val | His | Pro | Gln | Leu<br>2260 | Cys | Ala | Arg | Ser | Ile<br>2265 | Cys | Phe | Gly |
| Pro | Trp<br>2270 | Asp | Gly | Gly | Met | Val<br>2275 | Thr | Pro | Ala | Leu | Lys<br>2280 | Ala | Asn | Phe |
| Ile | Arg<br>2285 | Met | Gly | Ile | Gln | Ile<br>2290 | Ile | Pro | Arg | Gln | Gly<br>2295 | Gly | Ala | Gln |
| Thr | Val         | Ala | Asn | Met | Leu | Val         | Ser | Ser | Ser | Pro | Gly         | Gln | Leu | Leu |



| 2300 |      |     |     |     | 2305 |      |     |     |     | 2310 |      |     |     |     |
|------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| Val  | Gly  | Asn | Trp | Gly | Val  | Pro  | Pro | Val | Val | Pro  | Ser  | Ala | Thr | Glu |
|      | 2315 |     |     |     |      | 2320 |     |     |     |      | 2325 |     |     |     |
| His  | Thr  | Val | Leu | Gln | Thr  | Leu  | Arg | Gln | Ser | Asp  | Asn  | Pro | Phe | Leu |
|      | 2330 |     |     |     |      | 2335 |     |     |     |      | 2340 |     |     |     |
| Asp  | Ser  | His | Val | Ile | Gln  | Gly  | Arg | Arg | Val | Leu  | Pro  | Met | Thr | Leu |
|      | 2345 |     |     |     |      | 2350 |     |     |     |      | 2355 |     |     |     |
| Ala  | Val  | Gly | Tyr | Met | Ala  | His  | Gln | Ala | Gln | Ser  | Ile  | Tyr | Ala | Gly |
|      | 2360 |     |     |     |      | 2365 |     |     |     |      | 2370 |     |     |     |
| His  | Gln  | Leu | Trp | Ala | Val  | Glu  | Asp | Ala | Gln | Leu  | Phe  | Lys | Gly | Ile |
|      | 2375 |     |     |     |      | 2380 |     |     |     |      | 2385 |     |     |     |
| Ala  | Ile  | Asp | Asn | Gly | Ala  | Asp  | Val | Pro | Val | Arg  | Val  | Glu | Leu | Ser |
|      | 2390 |     |     |     |      | 2395 |     |     |     |      | 2400 |     |     |     |
| Arg  | Arg  | Lys | Glu | Glu | Gln  | Glu  | Asp | Ala | Gly | Lys  | Val  | Lys | Val | Lys |
|      | 2405 |     |     |     |      | 2410 |     |     |     |      | 2415 |     |     |     |
| Val  | Gln  | Val | Leu | Leu | Lys  | Ser  | Gln | Val | Asn | Gly  | Lys  | Ser | Val | Pro |
|      | 2420 |     |     |     |      | 2425 |     |     |     |      | 2430 |     |     |     |
| Ala  | Tyr  | Lys | Ala | Thr | Val  | Val  | Leu | Ser | Pro | Ala  | Pro  | Arg | Pro | Ser |
|      | 2435 |     |     |     |      | 2440 |     |     |     |      | 2445 |     |     |     |
| Val  | Ile  | Thr | Arg | Asp | Phe  | Asp  | Leu | Thr | Pro | Asp  | Pro  | Ala | Cys | Thr |
|      | 2450 |     |     |     |      | 2455 |     |     |     |      | 2460 |     |     |     |
| Glu  | His  | Asp | Leu | Tyr | Asp  | Gly  | Lys | Thr | Leu | Phe  | His  | Gly | Lys | Ala |
|      | 2465 |     |     |     |      | 2470 |     |     |     |      | 2475 |     |     |     |
| Phe  | Gln  | Gly | Ile | Glu | Gln  | Val  | Leu | Ser | Ala | Thr  | Pro  | Lys | Gln | Leu |
|      | 2480 |     |     |     |      | 2485 |     |     |     |      | 2490 |     |     |     |
| Thr  | Ala  | Lys | Cys | Arg | Asn  | Leu  | Pro | Leu | Thr | Pro  | Glu  | Gln | Arg | Gly |
|      | 2495 |     |     |     |      | 2500 |     |     |     |      | 2505 |     |     |     |
| Gln  | Phe  | Val | Val | Asn | Leu  | Ser  | Gln | Gln | Asp | Pro  | Phe  | Gln | Ala | Asp |
|      | 2510 |     |     |     |      | 2515 |     |     |     |      | 2520 |     |     |     |
| Ile  | Ala  | Phe | Gln | Ala | Met  | Leu  | Val | Trp | Ala | Arg  | Met  | Leu | Arg | Gln |
|      | 2525 |     |     |     |      | 2530 |     |     |     |      | 2535 |     |     |     |
| Ser  | Ala  | Ala | Leu | Pro | Asn  | Asn  | Cys | Glu | Arg | Phe  | Asp  | Phe | Tyr | Lys |
|      | 2540 |     |     |     |      | 2545 |     |     |     |      | 2550 |     |     |     |
| Pro  | Met  | Ala | Pro | Gly | Ala  | Thr  | Tyr | Tyr | Thr | Ser  | Val  | Lys | Leu | Ala |
|      | 2555 |     |     |     |      | 2560 |     |     |     |      | 2565 |     |     |     |
| Ser  | Ala  | Ser | Pro | Leu | Val  | Asp  | Ser | Val | Cys | Lys  | Cys  | Thr | Val | Ala |
|      | 2570 |     |     |     |      | 2575 |     |     |     |      | 2580 |     |     |     |

Met His Asp Glu Gln Gly Glu Val Tyr Phe Ser Ala Arg Ala Ser  
2585 2590 2595

Val Val Leu Asn Lys Thr Leu Thr Tyr  
2600 2605

<210> 3  
<211> 5778  
<212> DNA  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 3  
atgccgtgcg ataacattgc ggtcgtgggc atggcggtgc agtatgccgg atgcaagaac 60  
caggacgagt tctgggatac gctgatgcgt aaggagatca actcgagccc gatctcggcg 120  
gagcgcctcg gtacgcgcta ccgcgacctc cacttccacc cgcagcgcag caagtacgcc 180  
gacaccttct gcaacgatcg ctacggctgc gtcgatgcca gcgtcgacaa cgagcacgac 240  
ctcctcgccg acctggcccc gcgcgcctcg ctcgacgccg gaattaacct cgacgacgcc 300  
agcaccaccg ccaacctacg cgacttcggc atcgtgagcg gctgcctgtc gttccccatg 360  
gacaatctgc agggcgagct gctcaatctg taccaagtgc atgtggagaa ccgcgtgggc 420  
gccagcgct tccgcgactc gcgcccctgg tcggagcgcc cgcgcgctgt ctgcgccgag 480  
gccagcgacc cgcgcgtgta ctccgacctg gcgtccttcg tggccaacca gtcgggcctg 540  
gggcccgtgc gctacagcct cgatgcagcc tgcgcgtcgg cgctgtactg cctcaagctg 600  
gcgtccgacc acttgctctc gcgcagcgcg gacgtgatgc tgtgcggcgc cacatgcttt 660  
ccggaccctg tcttcattct ctcggggttc tccaccttcc aggcgatgcc gctgggcgga 720  
ccggacgata acccactgtc cgtgccgctg cggcagggca gccagggcct gacgcccgga 780  
gagggcgggc ccatcatggt gctgaagcgc ctcgaggacg ccgtgcgcga cggcgaccgc 840  
atctacggca ccttgctcgg cagcagctg agcaacgccg ggtgcggcct gccgctgagc 900  
ccgcacctgc cgagcgagaa gtcgtgcatg gaggacctgt acacgagcgt cggcatcgac 960  
ccaagcgagg tgcagtacgt ggagtccac gccacgggca ctccgcaggg cgacgtcgtg 1020  
gaggtagagg cgctgcgcca ctgctttcga ggtaacacgg accacccgcc gcgcatgggc 1080  
tccaccaagg gcaactttgg ccacactctc gtggcgggcg ggttcgcagg catggccaag 1140  
gtgctgctgt cgatgcagca cggcacgatc ccgccacgc ccggtgtcga ccgctocaac 1200  
tgcacgacc cgctcgtcgt ggacgaggcc atcccttggc cgtactcgtc ggcgcaggcg 1260  
cgggcaggca aaccaggcga tgagctcaag tgccctcgc tctccgcctt tggctttggt 1320  
ggaaccaacg cgcactgtgt cttccgtgag caccgcaaaa ttgctgctac tgcgacagcc 1380  
tcgccggtgc ttcccgaggt gactcctgga ccgattgcca tcatcgggat ggacgcgacg 1440  
tttggtaccc tcaagggcct ggacgcgttt gagcaggcca tctacaaggg cacggacggc 1500  
gccagcgacc tgccgagcaa gcgctggcgg ttcttgggcg ccgacacgga cttcttgacc 1560  
gccatgggccc tcgacgcggt gccgcgcggg tgetacgtgc gcgacgtgga cgtggactac 1620  
aagcggctgc ggtcgccgat gatccctgag gacgtcctgc gcccgcaaca gctgctggcg 1680  
gtggctacga tggaccgcgc gctgcaggac gctggaatgg cgacgggagg caaggtggcg 1740  
gtgctggtgg ggctcggcac ggacaccgag ctgtaccggc accgcgcgcg cgtgacactc 1800

|             |            |            |            |            |             |      |
|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------|
| aaggagcggc  | tcgacccggc | cgcgttctcg | cccagcagg  | tgcaggagat | gatggactac  | 1860 |
| atcaacgact  | gcggcacctc | gacgtcgtac | acgtcgtaca | tcggcaacct | cgtggccacg  | 1920 |
| cgcgtgtcct  | cgcagtgggg | ctttacgggc | ccgtccttca | ccgtcacoga | aggcgcaaac  | 1980 |
| tcggtctacc  | gctgcctcga | gctgggcaag | ttcctgctcg | acacgcacca | ggtggacgcc  | 2040 |
| gtcgtggtgg  | ccggcgctga | cctctgtgcc | accgccgaga | acctttacct | caaggcgcg   | 2100 |
| cgctccgcca  | tcagccgaca | ggaccaccct | cgcgccaact | ttgaggccag | cgccgacggg  | 2160 |
| tactttgccc  | gcgagggcag | cggcgccctg | gtcctcaagc | gccaggccga | cgttggtctc  | 2220 |
| gacgacaagg  | tctacgccag | tgtcgcgggc | ctcacgtgcg | ccgcgcagcc | cgtgaagcc   | 2280 |
| gtgtgcggc   | tactactcca | agtccacaac | gacgacaacg | agaagaggg  | ggtggagatg  | 2340 |
| gtggagctcg  | ccgccgactc | gggtcgccat | gcgccgcact | tggccaactc | gccgctgagc  | 2400 |
| gccgagtcgc  | agctggagca | agtgtccaag | ttgctcgcgc | accaggtgcc | gggctcggtg  | 2460 |
| gccatcggca  | gcgtgcgcgc | caacgtggga | gacgtcgggt | acgcctcggg | cgccgcgagc  | 2520 |
| ctcatcaaga  | cggcgctgtg | cctccacaac | cgctacctcc | cggccaacct | gcagtgggag  | 2580 |
| cggccgggtg  | cgcgggtctc | cgaggcgctg | tttacttgcc | cgcgctcgcg | tgccctggctg | 2640 |
| aagaacccgg  | gcgagtcgcg | actggcggct | gtcgccagtg | cctccgagag | cgggtcctgc  | 2700 |
| tttggcgtgc  | tcctcacaga | cgagtacgcc | actcatgaga | gcagcaaccg | cctctcgtcg  | 2760 |
| gatgacgcgc  | cccccaagct | catcgcgatc | cgtggcgaca | ccgttgacga | tatcatggcc  | 2820 |
| aagggtcaacg | ccgagctggc | gctcctccga | gcgcacgccg | aaaccgggtc | tgctactgac  | 2880 |
| gacgaccag   | ctgctgctgt | cgcttttact | gtcatcgcct | tgcgcttttt | gcggctcgta  | 2940 |
| ggggagacgg  | tggtagtca  | cggtgccacg | gcgaccttgt | gtttggccct | gctgacaacg  | 3000 |
| ccggagaagc  | tggagaagga | gttgagctg  | gcagccaagg | gtgtaccgcg | aagcgccaag  | 3060 |
| gccgggcgca  | actggatgtc | gccatcgggc | agcgcccttg | cgccgacacc | tgtgaccagc  | 3120 |
| gaccgcgtcg  | cgttcatgta | cggcgagggc | cgcagcccct | actacggcgt | cgggctcgac  | 3180 |
| ctgcaccgcc  | tgtggccggc | tttgacagag | cgcatcaacg | acaagaccgc | ggcgctgtgg  | 3240 |
| gagaacggcg  | actcgtggct | catgccgcgc | gcgggtgatg | ccgactcgca | gcgcgccgtg  | 3300 |
| cagacggcct  | ttgacgcgga | ccagatcgag | atgttccgca | cgggcatctt | cgtgtccatc  | 3360 |
| tgccacacgc  | actacgcgcg | cgacgtgctc | ggggtgcagc | ccaaggcgtg | cttcggcctc  | 3420 |
| agcctcggcg  | agatctccat | gctctttgcg | ctgtcgcgac | gcaactgcgg | cctgtcggac  | 3480 |
| cagctcacgc  | agcgccctac | cacctcgccg | gtgtggtcga | cacagctggc | ggtggagttc  | 3540 |
| caggccttgc  | gcaagctatg | gaacgtgccg | gcggacgccc | ccgtggagtc | cttctggcag  | 3600 |
| ggctacttgg  | ttcgcgccag | ccgcgccgaa | atcgagaagg | cgatcggggc | cgacaaccgc  | 3660 |
| ttcgtgcgcc  | tgctgatcgt | caacgactcg | agcagcgcgc | tgatcgccgg | caaacctgcc  | 3720 |
| gagtgtctgc  | gcgtgctgga | gcgcctgggc | gggcggttgc | cgccgatgcc | cgtcaagcaa  | 3780 |
| ggcatgattg  | ggcactgccc | cgaagtggcg | ccctacacgc | cgggcacgcg | gcacatccac  | 3840 |
| gagattttgg  | agattccgga | cagccccgtc | aagatgtaca | cctcggtcac | caacgccgag  | 3900 |
| ctgcgcgggg  | gcagcaacag | cagcatcacc | gagttcgtgc | agaagttgta | cacgcgcac   | 3960 |
| gccgactttc  | cgggcacgtg | cgacaaggtc | agccgtgacg | gccacgatgt | cttcgtcgag  | 4020 |
| gtggggccga  | acaacatgcg | ctccgccgcg | gtcagtgaca | ttcttgga   | ggctgccacc  | 4080 |

ccgcatgtct ccgtggcgct ggaccgcccc agtgagtcgg cgtggacgca gaccctcaag 4140  
tcgctggcgc tgctgaccgc ccaccgcgtg cccctgcaca acccgactct gtttgcggaac 4200  
ctgtaccacc ccacgttcct gacggctatc gactctgcga tgcaggagcc cccgcccaag 4260  
cccaaccgct tccttcgcag cgtagaggtc aacgggtact tttgccccga cggcatcagc 4320  
aagcaggttg ctgctgcaag tgccaaaccc tcgacgcatt gcatggttcg tttgcaccca 4380  
gccaaggcag ttgtggttgc tgctgctggt gctgtggttg ctgattcgac gcccggtggtc 4440  
aaggccaagc agacgtcgtc gtcgttggtg gttggggatg acgcctttct gcgctgctac 4500  
gacgtggact ggccgctcta catgggcgcc atggcggaag gcatctcgtc ggtagacctg 4560  
gtggtcgctg ccgccgaggc ccgcatgctg gcatcattcg gagcgggccg cttgcctatg 4620  
gaccagggtg aactccagat ccgtgagatc cagcaacgca cctccaacgc ctttgctgtc 4680  
aacctgatgc cgggtcctga cgaggccgcg acggtggacg cgctgctgcg cacgggcgtc 4740  
tcaatcgtcg aggcacgagg ctacaccggc gcgctctctg cagacctggt gcgctaccgt 4800  
gtcacgggtc tgcgacgaac tagttgcggt gcttctgtgt cggcgactca ccgtgtggtc 4860  
gccaagggtg cgcgcaccga ggtggccgag cactttctgc gcccgggcgc ggccgccgta 4920  
ctagaggctt tggtcgcccgc caaacagatt acgcccgcgc aggcgcgcgt ggccagccgc 4980  
gtcgccatgg ccgacgacgt cgcggtggag gccgactcgg gcgggcacac cgacaaccga 5040  
ccgatccacg tgctgctgcc gctcgtggtg gcgcagcgca accgctggcg ccacctggtg 5100  
gacacgccag tgcgcgtcgg cgcggggcgc gggatcgctt gtccgcgcgc cgcgctgctc 5160  
gccttttccc tgggcgcgcgc ctttggtggtc accgggtccg tcaaccaact ggccgcgcgag 5220  
gctggcacca gcgacgcggt ccgactactg ctggcgacgg ccacctactc ggacgtggcc 5280  
atggcgccgg gcggcggtcca ggtgctcaag aagcagacca tgttcgccgc gcggggccacg 5340  
atgctcgccc agctgcaggc caagttcggc tcctttgacg ccgtgccgga gccgcagctg 5400  
cgcaagctcg agcgtctcgt gttcaagcag tccgtggcgg acgtgtgggc tgctgcacgc 5460  
gaaaagtttg gtgtcgacgc taccgctgca agtccgcagg agaggatggc gctctgtgtg 5520  
cgctggtaca tgtcgcagtc gtcgcgatgg gctaccgagg cgacgtccgc gcgcaaggcg 5580  
gactaccaga tctggtgcgg ccccgccatc ggcagcttca acgacttcgt tcgcggcacc 5640  
aagctggacg cgaccgctgg caccggcgag tttccgcgcg tcgtggacat caaccagcac 5700  
atcctcctcg gagcctcgca ctaccgcgcg gtgcagcaac aacaacagga cgacgacgta 5760  
gaatacatca tcgtataa 5778

<210> 4  
<211> 1925  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種  
  
<400> 4

Met Pro Cys Asp Asn Ile Ala Val Val Gly Met Ala Val Gln Tyr Ala  
1 5 10 15  
  
Gly Cys Lys Asn Gln Asp Glu Phe Trp Asp Thr Leu Met Arg Lys Glu  
20 25 30

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| Ile | Asn | Ser | Ser | Pro | Ile | Ser | Ala | Glu | Arg | Leu | Gly | Thr | Arg | Tyr | Arg |  |  |
|     | 35  |     |     |     |     |     | 40  |     |     |     |     | 45  |     |     |     |  |  |
| Asp | Leu | His | Phe | His | Pro | Gln | Arg | Ser | Lys | Tyr | Ala | Asp | Thr | Phe | Cys |  |  |
|     | 50  |     |     |     |     | 55  |     |     |     |     | 60  |     |     |     |     |  |  |
| Asn | Asp | Arg | Tyr | Gly | Cys | Val | Asp | Ala | Ser | Val | Asp | Asn | Glu | His | Asp |  |  |
|     | 65  |     |     |     | 70  |     |     |     |     | 75  |     |     |     |     | 80  |  |  |
| Leu | Leu | Ala | Asp | Leu | Ala | Arg | Arg | Ala | Leu | Leu | Asp | Ala | Gly | Ile | Asn |  |  |
|     |     |     |     | 85  |     |     |     |     | 90  |     |     |     |     | 95  |     |  |  |
| Leu | Asp | Asp | Ala | Ser | Thr | Thr | Ala | Asn | Leu | Arg | Asp | Phe | Gly | Ile | Val |  |  |
|     |     |     | 100 |     |     |     |     | 105 |     |     |     |     | 110 |     |     |  |  |
| Ser | Gly | Cys | Leu | Ser | Phe | Pro | Met | Asp | Asn | Leu | Gln | Gly | Glu | Leu | Leu |  |  |
|     |     | 115 |     |     |     |     | 120 |     |     |     |     | 125 |     |     |     |  |  |
| Asn | Leu | Tyr | Gln | Val | His | Val | Glu | Asn | Arg | Val | Gly | Ala | Gln | Arg | Phe |  |  |
|     | 130 |     |     |     |     | 135 |     |     |     |     | 140 |     |     |     |     |  |  |
| Arg | Asp | Ser | Arg | Pro | Trp | Ser | Glu | Arg | Pro | Arg | Ala | Val | Ser | Pro | Glu |  |  |
|     | 145 |     |     |     | 150 |     |     |     |     | 155 |     |     |     |     | 160 |  |  |
| Ala | Ser | Asp | Pro | Arg | Val | Tyr | Ser | Asp | Pro | Ala | Ser | Phe | Val | Ala | Asn |  |  |
|     |     |     |     | 165 |     |     |     |     | 170 |     |     |     |     | 175 |     |  |  |
| Gln | Leu | Gly | Leu | Gly | Pro | Val | Arg | Tyr | Ser | Leu | Asp | Ala | Ala | Cys | Ala |  |  |
|     |     |     | 180 |     |     |     |     | 185 |     |     |     |     | 190 |     |     |  |  |
| Ser | Ala | Leu | Tyr | Cys | Leu | Lys | Leu | Ala | Ser | Asp | His | Leu | Leu | Ser | Arg |  |  |
|     |     | 195 |     |     |     |     | 200 |     |     |     |     | 205 |     |     |     |  |  |
| Ser | Ala | Asp | Val | Met | Leu | Cys | Gly | Ala | Thr | Cys | Phe | Pro | Asp | Pro | Phe |  |  |
|     | 210 |     |     |     |     | 215 |     |     |     |     | 220 |     |     |     |     |  |  |
| Phe | Ile | Leu | Ser | Gly | Phe | Ser | Thr | Phe | Gln | Ala | Met | Pro | Leu | Gly | Gly |  |  |
|     | 225 |     |     |     | 230 |     |     |     |     | 235 |     |     |     |     | 240 |  |  |
| Pro | Asp | Asp | Asn | Pro | Leu | Ser | Val | Pro | Leu | Arg | Gln | Gly | Ser | Gln | Gly |  |  |
|     |     |     | 245 |     |     |     |     |     | 250 |     |     |     |     | 255 |     |  |  |
| Leu | Thr | Pro | Gly | Glu | Gly | Gly | Ala | Ile | Met | Val | Leu | Lys | Arg | Leu | Glu |  |  |
|     |     |     | 260 |     |     |     |     | 265 |     |     |     |     | 270 |     |     |  |  |
| Asp | Ala | Val | Arg | Asp | Gly | Asp | Arg | Ile | Tyr | Gly | Thr | Leu | Leu | Gly | Thr |  |  |
|     |     | 275 |     |     |     |     | 280 |     |     |     |     | 285 |     |     |     |  |  |
| Ser | Leu | Ser | Asn | Ala | Gly | Cys | Gly | Leu | Pro | Leu | Ser | Pro | His | Leu | Pro |  |  |
|     | 290 |     |     |     |     | 295 |     |     |     |     | 300 |     |     |     |     |  |  |
| Ser | Glu | Lys | Ser | Cys | Met | Glu | Asp | Leu | Tyr | Thr | Ser | Val | Gly | Ile | Asp |  |  |
|     | 305 |     |     |     | 310 |     |     |     |     | 315 |     |     |     |     | 320 |  |  |
| Pro | Ser | Glu | Val | Gln | Tyr | Val | Glu | Cys | His | Ala | Thr | Gly | Thr | Pro | Gln |  |  |
|     |     |     |     | 325 |     |     |     |     | 330 |     |     |     |     | 335 |     |  |  |

Gly Asp Val Val Glu Val Glu Ala Leu Arg His Cys Phe Arg Gly Asn  
340 345 350

Thr Asp His Pro Pro Arg Met Gly Ser Thr Lys Gly Asn Phe Gly His  
355 360 365

Thr Leu Val Ala Ala Gly Phe Ala Gly Met Ala Lys Val Leu Leu Ser  
370 375 380

Met Gln His Gly Thr Ile Pro Pro Thr Pro Gly Val Asp Arg Ser Asn  
385 390 395 400

Cys Ile Asp Pro Leu Val Val Asp Glu Ala Ile Pro Trp Pro Tyr Ser  
405 410 415

Ser Ala Gln Ala Arg Ala Gly Lys Pro Gly Asp Glu Leu Lys Cys Ala  
420 425 430

Ser Leu Ser Ala Phe Gly Phe Gly Gly Thr Asn Ala His Cys Val Phe  
435 440 445

Arg Glu His Arg Gln Ile Ala Ala Thr Ala Thr Ala Ser Pro Val Leu  
450 455 460

Pro Glu Val Thr Pro Gly Pro Ile Ala Ile Ile Gly Met Asp Ala Thr  
465 470 475 480

Phe Gly Thr Leu Lys Gly Leu Asp Ala Phe Glu Gln Ala Ile Tyr Lys  
485 490 495

Gly Thr Asp Gly Ala Ser Asp Leu Pro Ser Lys Arg Trp Arg Phe Leu  
500 505 510

Gly Ala Asp Thr Asp Phe Leu Thr Ala Met Gly Leu Asp Ala Val Pro  
515 520 525

Arg Gly Cys Tyr Val Arg Asp Val Asp Val Asp Tyr Lys Arg Leu Arg  
530 535 540

Ser Pro Met Ile Pro Glu Asp Val Leu Arg Pro Gln Gln Leu Leu Ala  
545 550 555 560

Val Ala Thr Met Asp Arg Ala Leu Gln Asp Ala Gly Met Ala Thr Gly  
565 570 575

Gly Lys Val Ala Val Leu Val Gly Leu Gly Thr Asp Thr Glu Leu Tyr  
580 585 590

Arg His Arg Ala Arg Val Thr Leu Lys Glu Arg Leu Asp Pro Ala Ala  
595 600 605

Phe Ser Pro Glu Gln Val Gln Glu Met Met Asp Tyr Ile Asn Asp Cys  
610 615 620

Gly Thr Ser Thr Ser Tyr Thr Ser Tyr Ile Gly Asn Leu Val Ala Thr

|                                                 |                                     |                     |         |     |  |     |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|---------|-----|--|-----|
| 625                                             |                                     | 630                 |         | 635 |  | 640 |
| Arg Val Ser Ser                                 | Gln Trp Gly Phe Thr                 | Gly Pro Ser Phe Thr | Val Thr |     |  |     |
|                                                 | 645                                 | 650                 | 655     |     |  |     |
| Glu Gly Ala Asn Ser Val Tyr Arg                 | Cys Leu Glu Leu Gly Lys Phe Leu     |                     |         |     |  |     |
|                                                 | 660                                 | 665                 | 670     |     |  |     |
| Leu Asp Thr His Gln Val Asp                     | Ala Val Val Val Ala Gly Val Asp Leu |                     |         |     |  |     |
|                                                 | 675                                 | 680                 | 685     |     |  |     |
| Cys Ala Thr Ala Glu Asn Leu Tyr Leu Lys Ala     | Arg Arg Ser Ala Ile                 |                     |         |     |  |     |
|                                                 | 690                                 | 695                 | 700     |     |  |     |
| Ser Arg Gln Asp His Pro Arg Ala Asn Phe         | Glu Ala Ser Ala Asp Gly             |                     |         |     |  |     |
|                                                 | 705                                 | 710                 | 715     |     |  | 720 |
| Tyr Phe Ala Gly Glu Gly Ser Gly Ala             | Leu Val Leu Lys Arg Gln Ala         |                     |         |     |  |     |
|                                                 | 725                                 | 730                 | 735     |     |  |     |
| Asp Val Gly Ser Asp Asp Lys Val Tyr             | Ala Ser Val Ala Gly Leu Thr         |                     |         |     |  |     |
|                                                 | 740                                 | 745                 | 750     |     |  |     |
| Cys Ala Ala Gln Pro Ala Glu Ala Val Ser Pro Leu | Leu Leu Gln Val                     |                     |         |     |  |     |
|                                                 | 755                                 | 760                 | 765     |     |  |     |
| His Asn Asp Asp Asn Glu Lys Arg Val Val Glu     | Met Val Glu Leu Ala                 |                     |         |     |  |     |
|                                                 | 770                                 | 775                 | 780     |     |  |     |
| Ala Asp Ser Gly Arg His Ala Pro His Leu         | Ala Asn Ser Pro Leu Ser             |                     |         |     |  |     |
|                                                 | 785                                 | 790                 | 795     |     |  | 800 |
| Ala Glu Ser Gln Leu Glu Gln Val Ser             | Lys Leu Leu Ala His Gln Val         |                     |         |     |  |     |
|                                                 | 805                                 | 810                 | 815     |     |  |     |
| Pro Gly Ser Val Ala Ile Gly Ser Val             | Arg Ala Asn Val Gly Asp Val         |                     |         |     |  |     |
|                                                 | 820                                 | 825                 | 830     |     |  |     |
| Gly Tyr Ala Ser Gly Ala Ala Ser                 | Leu Ile Lys Thr Ala Leu Cys Leu     |                     |         |     |  |     |
|                                                 | 835                                 | 840                 | 845     |     |  |     |
| His Asn Arg Tyr Leu Pro Ala Asn Pro Gln Trp     | Glu Arg Pro Val Ala                 |                     |         |     |  |     |
|                                                 | 850                                 | 855                 | 860     |     |  |     |
| Pro Val Ser Glu Ala Leu Phe Thr Cys Pro         | Arg Ser Arg Ala Trp Leu             |                     |         |     |  |     |
|                                                 | 865                                 | 870                 | 875     |     |  | 880 |
| Lys Asn Pro Gly Glu Ser Arg Leu Ala             | Ala Val Ala Ser Ala Ser Glu         |                     |         |     |  |     |
|                                                 | 885                                 | 890                 | 895     |     |  |     |
| Ser Gly Ser Cys Phe Gly Val Leu Leu Thr         | Asp Glu Tyr Ala Thr His             |                     |         |     |  |     |
|                                                 | 900                                 | 905                 | 910     |     |  |     |
| Glu Ser Ser Asn Arg Leu Ser Leu Asp Asp         | Ala Ala Pro Lys Leu Ile             |                     |         |     |  |     |
|                                                 | 915                                 | 920                 | 925     |     |  |     |

Ala Ile Arg Gly Asp Thr Val Asp Asp Ile Met Ala Lys Val Asn Ala  
930 935 940

Glu Leu Ala Leu Leu Arg Ala His Ala Glu Thr Gly Ser Ala Thr Asp  
945 950 955 960

Asp Asp Pro Ala Ala Ala Val Ala Phe Thr Ala His Arg Leu Arg Phe  
965 970 975

Leu Arg Leu Val Gly Glu Thr Val Ala Ser His Gly Ala Thr Ala Thr  
980 985 990

Leu Cys Leu Ala Leu Leu Thr Thr Pro Glu Lys Leu Glu Lys Glu Leu  
995 1000 1005

Glu Leu Ala Ala Lys Gly Val Pro Arg Ser Ala Lys Ala Gly Arg  
1010 1015 1020

Asn Trp Met Ser Pro Ser Gly Ser Ala Phe Ala Pro Thr Pro Val  
1025 1030 1035

Thr Ser Asp Arg Val Ala Phe Met Tyr Gly Glu Gly Arg Ser Pro  
1040 1045 1050

Tyr Tyr Gly Val Gly Leu Asp Leu His Arg Leu Trp Pro Ala Leu  
1055 1060 1065

His Glu Arg Ile Asn Asp Lys Thr Ala Ala Leu Trp Glu Asn Gly  
1070 1075 1080

Asp Ser Trp Leu Met Pro Arg Ala Val Asp Ala Asp Ser Gln Arg  
1085 1090 1095

Ala Val Gln Thr Ala Phe Asp Ala Asp Gln Ile Glu Met Phe Arg  
1100 1105 1110

Thr Gly Ile Phe Val Ser Ile Cys Leu Thr Asp Tyr Ala Arg Asp  
1115 1120 1125

Val Leu Gly Val Gln Pro Lys Ala Cys Phe Gly Leu Ser Leu Gly  
1130 1135 1140

Glu Ile Ser Met Leu Phe Ala Leu Ser Arg Arg Asn Cys Gly Leu  
1145 1150 1155

Ser Asp Gln Leu Thr Gln Arg Leu Arg Thr Ser Pro Val Trp Ser  
1160 1165 1170

Thr Gln Leu Ala Val Glu Phe Gln Ala Leu Arg Lys Leu Trp Asn  
1175 1180 1185

Val Pro Ala Asp Ala Pro Val Glu Ser Phe Trp Gln Gly Tyr Leu  
1190 1195 1200

Val Arg Ala Ser Arg Ala Glu Ile Glu Lys Ala Ile Gly Pro Asp  
1205 1210 1215



|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Asn | Arg  | Phe | Val | Arg | Leu | Leu  | Ile | Val | Asn | Asp | Ser  | Ser | Ser | Ala |
|     | 1220 |     |     |     |     | 1225 |     |     |     |     | 1230 |     |     |     |
| Leu | Ile  | Ala | Gly | Lys | Pro | Ala  | Glu | Cys | Leu | Arg | Val  | Leu | Glu | Arg |
|     | 1235 |     |     |     |     | 1240 |     |     |     |     | 1245 |     |     |     |
| Leu | Gly  | Gly | Arg | Leu | Pro | Pro  | Met | Pro | Val | Lys | Gln  | Gly | Met | Ile |
|     | 1250 |     |     |     |     | 1255 |     |     |     |     | 1260 |     |     |     |
| Gly | His  | Cys | Pro | Glu | Val | Ala  | Pro | Tyr | Thr | Pro | Gly  | Ile | Ala | His |
|     | 1265 |     |     |     |     | 1270 |     |     |     |     | 1275 |     |     |     |
| Ile | His  | Glu | Ile | Leu | Glu | Ile  | Pro | Asp | Ser | Pro | Val  | Lys | Met | Tyr |
|     | 1280 |     |     |     |     | 1285 |     |     |     |     | 1290 |     |     |     |
| Thr | Ser  | Val | Thr | Asn | Ala | Glu  | Leu | Arg | Gly | Gly | Ser  | Asn | Ser | Ser |
|     | 1295 |     |     |     |     | 1300 |     |     |     |     | 1305 |     |     |     |
| Ile | Thr  | Glu | Phe | Val | Gln | Lys  | Leu | Tyr | Thr | Arg | Ile  | Ala | Asp | Phe |
|     | 1310 |     |     |     |     | 1315 |     |     |     |     | 1320 |     |     |     |
| Pro | Gly  | Ile | Val | Asp | Lys | Val  | Ser | Arg | Asp | Gly | His  | Asp | Val | Phe |
|     | 1325 |     |     |     |     | 1330 |     |     |     |     | 1335 |     |     |     |
| Val | Glu  | Val | Gly | Pro | Asn | Asn  | Met | Arg | Ser | Ala | Ala  | Val | Ser | Asp |
|     | 1340 |     |     |     |     | 1345 |     |     |     |     | 1350 |     |     |     |
| Ile | Leu  | Gly | Lys | Ala | Ala | Thr  | Pro | His | Val | Ser | Val  | Ala | Leu | Asp |
|     | 1355 |     |     |     |     | 1360 |     |     |     |     | 1365 |     |     |     |
| Arg | Pro  | Ser | Glu | Ser | Ala | Trp  | Thr | Gln | Thr | Leu | Lys  | Ser | Leu | Ala |
|     | 1370 |     |     |     |     | 1375 |     |     |     |     | 1380 |     |     |     |
| Leu | Leu  | Thr | Ala | His | Arg | Val  | Pro | Leu | His | Asn | Pro  | Thr | Leu | Phe |
|     | 1385 |     |     |     |     | 1390 |     |     |     |     | 1395 |     |     |     |
| Ala | Asp  | Leu | Tyr | His | Pro | Thr  | Phe | Leu | Thr | Ala | Ile  | Asp | Ser | Ala |
|     | 1400 |     |     |     |     | 1405 |     |     |     |     | 1410 |     |     |     |
| Met | Gln  | Glu | Pro | Pro | Pro | Lys  | Pro | Asn | Arg | Phe | Leu  | Arg | Ser | Val |
|     | 1415 |     |     |     |     | 1420 |     |     |     |     | 1425 |     |     |     |
| Glu | Val  | Asn | Gly | Tyr | Phe | Cys  | Pro | Asp | Gly | Ile | Ser  | Lys | Gln | Val |
|     | 1430 |     |     |     |     | 1435 |     |     |     |     | 1440 |     |     |     |
| Ala | Ala  | Ala | Ser | Ala | Lys | Pro  | Ser | Thr | His | Cys | Met  | Val | Arg | Leu |
|     | 1445 |     |     |     |     | 1450 |     |     |     |     | 1455 |     |     |     |
| His | Pro  | Ala | Lys | Ala | Val | Val  | Val | Ala | Ala | Ala | Gly  | Ala | Val | Val |
|     | 1460 |     |     |     |     | 1465 |     |     |     |     | 1470 |     |     |     |
| Ala | Asp  | Ser | Thr | Pro | Val | Val  | Lys | Ala | Lys | Gln | Thr  | Ser | Ser | Ser |
|     | 1475 |     |     |     |     | 1480 |     |     |     |     | 1485 |     |     |     |
| Leu | Leu  | Val | Gly | Asp | Asp | Ala  | Phe | Leu | Arg | Cys | Tyr  | Asp | Val | Asp |
|     | 1490 |     |     |     |     | 1495 |     |     |     |     | 1500 |     |     |     |

|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Trp | Pro  | Leu | Tyr | Met | Gly | Ala  | Met | Ala | Glu | Gly | Ile  | Ser | Ser | Val |
|     | 1505 |     |     |     |     | 1510 |     |     |     |     | 1515 |     |     |     |
| Asp | Leu  | Val | Val | Ala | Ala | Ala  | Glu | Ala | Arg | Met | Leu  | Ala | Ser | Phe |
|     | 1520 |     |     |     |     | 1525 |     |     |     |     | 1530 |     |     |     |
| Gly | Ala  | Ala | Arg | Leu | Pro | Met  | Asp | Gln | Val | Glu | Leu  | Gln | Ile | Arg |
|     | 1535 |     |     |     |     | 1540 |     |     |     |     | 1545 |     |     |     |
| Glu | Ile  | Gln | Gln | Arg | Thr | Ser  | Asn | Ala | Phe | Ala | Val  | Asn | Leu | Met |
|     | 1550 |     |     |     |     | 1555 |     |     |     |     | 1560 |     |     |     |
| Pro | Gly  | Pro | Asp | Glu | Ala | Ala  | Thr | Val | Asp | Ala | Leu  | Leu | Arg | Thr |
|     | 1565 |     |     |     |     | 1570 |     |     |     |     | 1575 |     |     |     |
| Gly | Val  | Ser | Ile | Val | Glu | Ala  | Ser | Gly | Tyr | Thr | Gly  | Ala | Leu | Ser |
|     | 1580 |     |     |     |     | 1585 |     |     |     |     | 1590 |     |     |     |
| Ala | Asp  | Leu | Val | Arg | Tyr | Arg  | Val | Thr | Gly | Leu | Arg  | Arg | Thr | Ser |
|     | 1595 |     |     |     |     | 1600 |     |     |     |     | 1605 |     |     |     |
| Cys | Gly  | Ala | Ser | Val | Ser | Ala  | Thr | His | Arg | Val | Val  | Ala | Lys | Val |
|     | 1610 |     |     |     |     | 1615 |     |     |     |     | 1620 |     |     |     |
| Ser | Arg  | Thr | Glu | Val | Ala | Glu  | His | Phe | Leu | Arg | Pro  | Ala | Pro | Ala |
|     | 1625 |     |     |     |     | 1630 |     |     |     |     | 1635 |     |     |     |
| Ala | Val  | Leu | Glu | Ala | Leu | Val  | Ala | Ala | Lys | Gln | Ile  | Thr | Pro | Glu |
|     | 1640 |     |     |     |     | 1645 |     |     |     |     | 1650 |     |     |     |
| Gln | Ala  | Ala | Leu | Ala | Ser | Arg  | Val | Ala | Met | Ala | Asp  | Asp | Val | Ala |
|     | 1655 |     |     |     |     | 1660 |     |     |     |     | 1665 |     |     |     |
| Val | Glu  | Ala | Asp | Ser | Gly | Gly  | His | Thr | Asp | Asn | Arg  | Pro | Ile | His |
|     | 1670 |     |     |     |     | 1675 |     |     |     |     | 1680 |     |     |     |
| Val | Leu  | Leu | Pro | Leu | Val | Val  | Ala | Gln | Arg | Asn | Arg  | Trp | Arg | His |
|     | 1685 |     |     |     |     | 1690 |     |     |     |     | 1695 |     |     |     |
| Leu | Val  | Asp | Thr | Pro | Val | Arg  | Val | Gly | Ala | Gly | Gly  | Gly | Ile | Ala |
|     | 1700 |     |     |     |     | 1705 |     |     |     |     | 1710 |     |     |     |
| Cys | Pro  | Arg | Ala | Ala | Leu | Leu  | Ala | Phe | Ser | Leu | Gly  | Ala | Ala | Phe |
|     | 1715 |     |     |     |     | 1720 |     |     |     |     | 1725 |     |     |     |
| Val | Val  | Thr | Gly | Ser | Val | Asn  | Gln | Leu | Ala | Arg | Glu  | Ala | Gly | Thr |
|     | 1730 |     |     |     |     | 1735 |     |     |     |     | 1740 |     |     |     |
| Ser | Asp  | Ala | Val | Arg | Leu | Leu  | Leu | Ala | Thr | Ala | Thr  | Tyr | Ser | Asp |
|     | 1745 |     |     |     |     | 1750 |     |     |     |     | 1755 |     |     |     |
| Val | Ala  | Met | Ala | Pro | Gly | Gly  | Val | Gln | Val | Leu | Lys  | Lys | Gln | Thr |
|     | 1760 |     |     |     |     | 1765 |     |     |     |     | 1770 |     |     |     |
| Met | Phe  | Ala | Ala | Arg | Ala | Thr  | Met | Leu | Ala | Gln | Leu  | Gln | Ala | Lys |



|             |             |             |            |            |             |      |
|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|------|
| atggcgggca  | tcgactacaa  | gttgtgcgct  | cgcaagatgc | tcatgatcga | ccgcgtcacg  | 840  |
| cacctcgacc  | cgcgcgggcg  | cgcgcacggc  | ctcgggctgc | tgatcgggga | gaaggtgctg  | 900  |
| gagcgcgacc  | actggtactt  | ccctgccac   | tttgtgcgcg | acgaggtgat | ggccgggtcg  | 960  |
| ctggtcagcg  | acggctgctc  | gcagctcctc  | aaggtgtaca | tgctgtggct | cggcctgcac  | 1020 |
| acgaccgtgg  | gcgcgttcga  | ctttcgcccc  | gtgagcgggc | acgccaacaa | ggtgcgggtgc | 1080 |
| cgcgggcaga  | tctcaccgca  | caagggcaag  | ctcgtgtacg | tgatggagat | caaggaaatg  | 1140 |
| ggctttgacg  | cgaagacggg  | cgatccgttt  | gcgatcgcgg | acgtggacat | catcgacgtc  | 1200 |
| aacttcgagg  | agggacaggc  | gtttgcggga  | gtggaagacc | tgcacagcta | cggccagggc  | 1260 |
| gacctccgca  | agaagatcgt  | cgtcgacttc  | aagggcacgc | cgctctccct | gcagaagcgg  | 1320 |
| aaggagcagc  | agaaggaaa   | catgaccgtg  | actacgacga | cgacgacgac | gagccgggtg  | 1380 |
| attgcgccgc  | ccagcgggtg  | cctcaagggc  | gacccgacgg | cgccgacgag | cgtgacgtgg  | 1440 |
| cacccgatgg  | cggagggcaa  | cggcggggcc  | ggaccgacgc | cgctgttctc | gccgtccgcg  | 1500 |
| taccgcgccg  | gggcgggtgtg | cttctcgccg  | ttccccaaca | acccgcttga | caacgaccac  | 1560 |
| acgccggggc  | agatgccgtt  | gacctggttc  | aacatgtccg | aattcatgtg | cggcaaagtg  | 1620 |
| tccaactgcc  | tgggccccga  | gtttgcgcgc  | ttcgacgcga | gcaagacgag | ccgcagcccg  | 1680 |
| gcctttgacc  | tggcgctcgt  | gacgcgggtg  | acgagcgtgg | cggacatgga | gcacggggccg | 1740 |
| ttctacaacg  | tggacgtcaa  | cccggggccag | ggcacgatgg | tgggcgagtt | cgactgtccc  | 1800 |
| gcggacgcgt  | ggttcttcgg  | cgctcgcgac  | cgcgacgacc | acatgccgta | ctcgatcctg  | 1860 |
| atggagatcg  | cgctgcagac  | gtcgggcgtc  | ctcacctcgg | tgctcaaggc | gccgctgacg  | 1920 |
| atggacaagg  | acgacatcct  | cttcgcgaac  | ctcgacgcag | acgccgagct | cgtggggcgc  | 1980 |
| gccatgccgg  | acgtgcgcgg  | caagacgacg  | cgcaacttca | ccaagtgcac | aggctacagc  | 2040 |
| atgctcggca  | agatgggcat  | ccaccgcttc  | acctttgagc | tcagcgtcga | cggcgcctgc  | 2100 |
| ttctacaagg  | gcagcacctc  | gtttggctgg  | ttcgtccccg | aggtcttcga | gtcgcagacc  | 2160 |
| ggtctcgaca  | acggcaagcc  | gcgcctgcct  | tggtagccgc | agaacaacgt | cgccgtcgac  | 2220 |
| acgctctccg  | cgcccgccctc | cgcttcctcc  | gcgcaaggtc | agctgcagct | gcagcgacgc  | 2280 |
| gggtcgcagg  | cgagttcct   | ggacacaatc  | cacctggcgg | gcagcggcgc | cggcgtgcac  | 2340 |
| ggccagggct  | acgcgcacgg  | ggagaaggcc  | gtgaacaagc | aagattgggt | cttctcgtgc  | 2400 |
| cacttctggt  | tcgaccccg   | gatgcccggg  | tccttgggca | tcgagtcgat | gttccagctc  | 2460 |
| gtcgaggcgt  | ggtgcgtgaa  | gcagggactc  | gcggcgcggc | acggcatcgc | tcacccagtg  | 2520 |
| ttcgcgcacg  | cgcccggggc  | cacgagctgg  | aagtaccgcg | ggcagctaac | ccccagaac   | 2580 |
| gaccgcatgg  | acagcgaggt  | gcacatcaag  | tcggtggcgg | ccttctcctc | ctgggtcgac  | 2640 |
| gtcgtcgcgg  | acgggttcct  | cttcgtcgac  | ggcctccgcg | tctactcggc | agacaacctc  | 2700 |
| cgcgctccgca | tccagaccgg  | cgccggccac  | gttgaagagc | aagaggttgc | tgccaaggcc  | 2760 |
| acaaccaaga  | acagcagtat  | tgctgatgtg  | gacgtggcgg | acctgcaagc | gctcaagcag  | 2820 |
| gcgttgctga  | cgctggagcg  | accgctgcag  | ctggacgcgg | ggagcgaggt | gcccgcctgc  | 2880 |
| gcggtgagcg  | acctgggcga  | taggggcttc  | atggagacgt | acggggtggg | ggcgccgctg  | 2940 |
| tacagcgggg  | cgatggccaa  | gggcatcgcg  | tcggcggaac | tggtagtcgc | gatggggccag | 3000 |

cgcaagatgc tgggggtcgtt tggcgcgggc gggctcccga tgcacgtcgt gcgcgcgggg 3060  
attgagaaga tccaggcagc gctgccagcg gggccatacg cgggtcaacct gattcactcg 3120  
ccttttgacg ccaacctgga gaagggcaac gtggacctct tcctggagaa gggcgtgcgc 3180  
gtcgtggagg cgtcggcctt catggagctc acgccccagg tgggtgcgcta ccgcgcgacg 3240  
ggcctctctc gcgacgcgcg cggcgggtcc gtgcgcacgg cccacaagat catcggcaag 3300  
gtcagccgca ccgagctggc cgagatgttt atccggcccg cgcgcgaagc cattctcgac 3360  
aagcttgttg cgtccggcga gatcaccccc gagcaggcgg cgctggcgct cgaggtgccc 3420  
atggcggacg acatcgccgt cgaggccgat tcgggcgggc acaccgacaa ccgccccatc 3480  
cacgtcatcc tgccctcat cctcagcctg cgcaaccgcc tccagcgga gctcaagtac 3540  
cctgcgcgac accgcgtgcg cgtcggcgcc gggggcgga tcgggtgccc gcaagcggct 3600  
ctgggcgcct tccacatggg cgcgcgctt gtggtgacgg gcacggtcaa ccagctgagc 3660  
cggcaggccg ggacatgcga caatgtgcg cggcagctgt cgcgcgcgac gtactcggac 3720  
atcacgatgg cgccggcggc ggacatgttc gagcaggcgg tcgagctgca ggtgctcaag 3780  
aagggcacga tgtttccctc gcgcgccaag aagctgttcg agctgtttca caagtacgac 3840  
tcgttcgagg cgatgccggc ggacgagctg gcgcgcgtcg agaagcgcat cttcagcaag 3900  
tcactcgccg aggtgtgggc cgagaccaag gacttctaca tcacgcggt caacaacccg 3960  
gagaagatcc gcaaggcgga gaacgaggac cccaagctca agatgtcact ctgcttccgc 4020  
tggtacctcg ggctcagctc gttctgggccc aacaacggca tcgcggaccg cacgatggac 4080  
taccagatct ggtgcggccc tgccatcggc gccttcaacg acttcatcgc cgactcgtac 4140  
ctcgacgtgg ccgtctcggg cgagttcccc gacgtcgtgc agatcaacct gcagatcctg 4200  
tcgggcgcag cctacctcca gcgcctctc tccgtcaagc tcgcaccgcg gatcgacgtc 4260  
gacaccgagg acgacctctt cacctaccgc cccgaccacg cactctaa 4308

<210> 6  
<211> 1435  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種  
<400> 6

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

Leu Ser Glu Gly Gly Asp Val Pro Trp Ala Val Leu Val Glu Ser Gly  
 100 105 110  
 Gln Cys Asp Leu Met Leu Ile Ser Tyr Met Gly Ile Asp Phe Gln Cys  
 115 120 125  
 Lys Gly Asp Arg Val Tyr Arg Leu Leu Asn Thr Ser Leu Thr Phe Phe  
 130 135 140  
 Gly Val Ala His Glu Gly Glu Thr Leu Val Tyr Asp Ile Arg Val Thr  
 145 150 155 160  
 Gly Phe Ala Lys Gly Ala Gly Gly Glu Ile Ser Met Phe Phe Phe Glu  
 165 170 175  
 Tyr Asp Cys Phe Val Asp Gly Arg Leu Leu Ile Glu Met Arg Asp Gly  
 180 185 190  
 Cys Ala Gly Phe Phe Thr Asp Ala Glu Leu Ala Ala Gly Lys Gly Val  
 195 200 205  
 Leu Lys Thr Lys Ala Glu Leu Ala Ala Arg Ala Gln Ile Gln Lys Gln  
 210 215 220  
 Asp Ile Ala Pro Phe Ala Pro Ala Pro Cys Ser His Lys Thr Ser Leu  
 225 230 235 240  
 Asp Ala Arg Glu Met Arg Leu Leu Val Asp Arg Gln Trp Ala Arg Val  
 245 250 255  
 Phe Gly Ser Gly Met Ala Gly Ile Asp Tyr Lys Leu Cys Ala Arg Lys  
 260 265 270  
 Met Leu Met Ile Asp Arg Val Thr His Leu Asp Pro Arg Gly Gly Ala  
 275 280 285  
 His Gly Leu Gly Leu Leu Ile Gly Glu Lys Val Leu Glu Arg Asp His  
 290 295 300  
 Trp Tyr Phe Pro Cys His Phe Val Arg Asp Glu Val Met Ala Gly Ser  
 305 310 315 320  
 Leu Val Ser Asp Gly Cys Ser Gln Leu Leu Lys Val Tyr Met Leu Trp  
 325 330 335  
 Leu Gly Leu His Thr Thr Val Gly Ala Phe Asp Phe Arg Pro Val Ser  
 340 345 350  
 Gly His Ala Asn Lys Val Arg Cys Arg Gly Gln Ile Ser Pro His Lys  
 355 360 365  
 Gly Lys Leu Val Tyr Val Met Glu Ile Lys Glu Met Gly Phe Asp Ala  
 370 375 380  
 Lys Thr Gly Asp Pro Phe Ala Ile Ala Asp Val Asp Ile Ile Asp Val

|                     |                     |                             |     |     |  |     |
|---------------------|---------------------|-----------------------------|-----|-----|--|-----|
| 385                 |                     | 390                         |     | 395 |  | 400 |
| Asn Phe Glu Glu Gly | Gln Ala Phe Ala Gly | Val Glu Asp Leu His Ser     |     |     |  |     |
|                     | 405                 |                             | 410 |     |  | 415 |
| Tyr Gly Gln Gly Asp | Leu Arg Lys Lys     | Ile Val Val Asp Phe Lys Gly |     |     |  |     |
|                     | 420                 |                             | 425 |     |  | 430 |
| Ile Ala Leu Ser Leu | Gln Lys Arg Lys     | Glu Gln Gln Lys Glu Ser Met |     |     |  |     |
|                     | 435                 |                             | 440 |     |  | 445 |
| Thr Val Thr Thr Thr | Thr Thr Thr Ser Arg | Val Ile Ala Pro Pro         |     |     |  |     |
|                     | 450                 |                             | 455 |     |  | 460 |
| Ser Gly Cys Leu Lys | Gly Asp Pro Thr Ala | Pro Thr Ser Val Thr Trp     |     |     |  |     |
|                     | 465                 |                             | 470 |     |  | 475 |
| His Pro Met Ala Glu | Gly Asn Gly Gly     | Pro Gly Pro Thr Pro Ser Phe |     |     |  |     |
|                     | 485                 |                             | 490 |     |  | 495 |
| Ser Pro Ser Ala Tyr | Pro Pro Arg Ala     | Val Cys Phe Ser Pro Phe Pro |     |     |  |     |
|                     | 500                 |                             | 505 |     |  | 510 |
| Asn Asn Pro Leu Asp | Asn Asp His Thr     | Pro Gly Gln Met Pro Leu Thr |     |     |  |     |
|                     | 515                 |                             | 520 |     |  | 525 |
| Trp Phe Asn Met Ser | Glu Phe Met Cys Gly | Lys Val Ser Asn Cys Leu     |     |     |  |     |
|                     | 530                 |                             | 535 |     |  | 540 |
| Gly Pro Glu Phe Ala | Arg Phe Asp Ala     | Ser Lys Thr Ser Arg Ser Pro |     |     |  |     |
|                     | 545                 |                             | 550 |     |  | 555 |
| Ala Phe Asp Leu Ala | Leu Val Thr Arg     | Val Thr Ser Val Ala Asp Met |     |     |  |     |
|                     | 565                 |                             | 570 |     |  | 575 |
| Glu His Gly Pro Phe | Tyr Asn Val Asp     | Val Asn Pro Gly Gln Gly Thr |     |     |  |     |
|                     | 580                 |                             | 585 |     |  | 590 |
| Met Val Gly Glu Phe | Asp Cys Pro Ala     | Asp Ala Trp Phe Phe Gly Ala |     |     |  |     |
|                     | 595                 |                             | 600 |     |  | 605 |
| Ser Ser Arg Asp Asp | His Met Pro Tyr     | Ser Ile Leu Met Glu Ile Ala |     |     |  |     |
|                     | 610                 |                             | 615 |     |  | 620 |
| Leu Gln Thr Ser Gly | Val Leu Thr Ser     | Val Leu Lys Ala Pro Leu Thr |     |     |  |     |
|                     | 625                 |                             | 630 |     |  | 635 |
| Met Asp Lys Asp Asp | Ile Leu Phe Arg     | Asn Leu Asp Ala Asp Ala Glu |     |     |  |     |
|                     | 645                 |                             | 650 |     |  | 655 |
| Leu Val Gly Asp Ala | Met Pro Asp Val     | Arg Gly Lys Thr Ile Arg Asn |     |     |  |     |
|                     | 660                 |                             | 665 |     |  | 670 |
| Phe Thr Lys Cys Thr | Gly Tyr Ser Met     | Leu Gly Lys Met Gly Ile His |     |     |  |     |
|                     | 675                 |                             | 680 |     |  | 685 |

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Arg | Phe | Thr | Phe | Glu | Leu | Ser | Val | Asp | Gly | Ala | Val | Phe | Tyr | Lys | Gly |
|     | 690 |     |     |     |     | 695 |     |     |     |     | 700 |     |     |     |     |
| Ser | Thr | Ser | Phe | Gly | Trp | Phe | Val | Pro | Glu | Val | Phe | Glu | Ser | Gln | Thr |
| 705 |     |     |     | 710 |     |     |     |     |     | 715 |     |     |     |     | 720 |
| Gly | Leu | Asp | Asn | Gly | Lys | Pro | Arg | Leu | Pro | Trp | Tyr | Arg | Glu | Asn | Asn |
|     |     |     |     | 725 |     |     |     |     | 730 |     |     |     |     | 735 |     |
| Val | Ala | Val | Asp | Thr | Leu | Ser | Ala | Pro | Ala | Ser | Ala | Ser | Ser | Ala | Gln |
|     |     |     | 740 |     |     |     |     | 745 |     |     |     |     | 750 |     |     |
| Gly | Gln | Leu | Gln | Leu | Gln | Arg | Arg | Gly | Ser | Gln | Ala | Gln | Phe | Leu | Asp |
|     |     | 755 |     |     |     |     | 760 |     |     |     |     | 765 |     |     |     |
| Thr | Ile | His | Leu | Ala | Gly | Ser | Gly | Ala | Gly | Val | His | Gly | Gln | Gly | Tyr |
|     | 770 |     |     |     |     | 775 |     |     |     |     | 780 |     |     |     |     |
| Ala | His | Gly | Glu | Lys | Ala | Val | Asn | Lys | Gln | Asp | Trp | Phe | Phe | Ser | Cys |
| 785 |     |     |     |     | 790 |     |     |     |     | 795 |     |     |     |     | 800 |
| His | Phe | Trp | Phe | Asp | Pro | Val | Met | Pro | Gly | Ser | Leu | Gly | Ile | Glu | Ser |
|     |     |     |     | 805 |     |     |     |     | 810 |     |     |     |     | 815 |     |
| Met | Phe | Gln | Leu | Val | Glu | Ala | Trp | Cys | Val | Lys | Gln | Gly | Leu | Ala | Ala |
|     |     |     | 820 |     |     |     |     | 825 |     |     |     |     | 830 |     |     |
| Arg | His | Gly | Ile | Ala | His | Pro | Val | Phe | Ala | His | Ala | Pro | Gly | Ala | Thr |
|     |     | 835 |     |     |     |     | 840 |     |     |     |     | 845 |     |     |     |
| Ser | Trp | Lys | Tyr | Arg | Gly | Gln | Leu | Thr | Pro | Lys | Asn | Asp | Arg | Met | Asp |
|     | 850 |     |     |     |     | 855 |     |     |     |     | 860 |     |     |     |     |
| Ser | Glu | Val | His | Ile | Lys | Ser | Val | Ala | Ala | Phe | Ser | Ser | Trp | Val | Asp |
| 865 |     |     |     |     | 870 |     |     |     |     | 875 |     |     |     |     | 880 |
| Val | Val | Ala | Asp | Gly | Phe | Leu | Phe | Val | Asp | Gly | Leu | Arg | Val | Tyr | Ser |
|     |     |     |     | 885 |     |     |     |     | 890 |     |     |     |     | 895 |     |
| Ala | Asp | Asn | Leu | Arg | Val | Arg | Ile | Gln | Thr | Gly | Ala | Gly | His | Val | Glu |
|     |     |     | 900 |     |     |     |     | 905 |     |     |     |     | 910 |     |     |
| Glu | Gln | Glu | Val | Ala | Ala | Lys | Ala | Thr | Thr | Lys | Asn | Ser | Ser | Ile | Ala |
|     |     | 915 |     |     |     |     | 920 |     |     |     |     | 925 |     |     |     |
| Asp | Val | Asp | Val | Ala | Asp | Leu | Gln | Ala | Leu | Lys | Gln | Ala | Leu | Leu | Thr |
|     | 930 |     |     |     |     | 935 |     |     |     |     | 940 |     |     |     |     |
| Leu | Glu | Arg | Pro | Leu | Gln | Leu | Asp | Ala | Gly | Ser | Glu | Val | Pro | Ala | Cys |
| 945 |     |     |     |     | 950 |     |     |     |     | 955 |     |     |     |     | 960 |
| Ala | Val | Ser | Asp | Leu | Gly | Asp | Arg | Gly | Phe | Met | Glu | Thr | Tyr | Gly | Val |
|     |     |     |     | 965 |     |     |     |     | 970 |     |     |     |     | 975 |     |
| Val | Ala | Pro | Leu | Tyr | Ser | Gly | Ala | Met | Ala | Lys | Gly | Ile | Ala | Ser | Ala |
|     |     |     | 980 |     |     |     |     | 985 |     |     |     |     | 990 |     |     |



|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| Asp | Leu | Val | Ile | Ala | Met | Gly | Gln | Arg | Lys | Met | Leu | Gly | Ser | Phe | Gly | 995  | 1000 | 1005 |
| Ala | Gly | Gly | Leu | Pro | Met | His | Val | Val | Arg | Ala | Gly | Ile | Glu | Lys |     | 1010 | 1015 | 1020 |
| Ile | Gln | Ala | Ala | Leu | Pro | Ala | Gly | Pro | Tyr | Ala | Val | Asn | Leu | Ile |     | 1025 | 1030 | 1035 |
| His | Ser | Pro | Phe | Asp | Ala | Asn | Leu | Glu | Lys | Gly | Asn | Val | Asp | Leu |     | 1040 | 1045 | 1050 |
| Phe | Leu | Glu | Lys | Gly | Val | Arg | Val | Val | Glu | Ala | Ser | Ala | Phe | Met |     | 1055 | 1060 | 1065 |
| Glu | Leu | Thr | Pro | Gln | Val | Val | Arg | Tyr | Arg | Ala | Thr | Gly | Leu | Ser |     | 1070 | 1075 | 1080 |
| Arg | Asp | Ala | Arg | Gly | Gly | Ser | Val | Arg | Thr | Ala | His | Lys | Ile | Ile |     | 1085 | 1090 | 1095 |
| Gly | Lys | Val | Ser | Arg | Thr | Glu | Leu | Ala | Glu | Met | Phe | Ile | Arg | Pro |     | 1100 | 1105 | 1110 |
| Ala | Pro | Gln | Ala | Ile | Leu | Asp | Lys | Leu | Val | Ala | Ser | Gly | Glu | Ile |     | 1115 | 1120 | 1125 |
| Thr | Pro | Glu | Gln | Ala | Ala | Leu | Ala | Leu | Glu | Val | Pro | Met | Ala | Asp |     | 1130 | 1135 | 1140 |
| Asp | Ile | Ala | Val | Glu | Ala | Asp | Ser | Gly | Gly | His | Thr | Asp | Asn | Arg |     | 1145 | 1150 | 1155 |
| Pro | Ile | His | Val | Ile | Leu | Pro | Leu | Ile | Leu | Ser | Leu | Arg | Asn | Arg |     | 1160 | 1165 | 1170 |
| Leu | Gln | Arg | Glu | Leu | Lys | Tyr | Pro | Ala | Arg | His | Arg | Val | Arg | Val |     | 1175 | 1180 | 1185 |
| Gly | Ala | Gly | Gly | Gly | Ile | Gly | Cys | Pro | Gln | Ala | Ala | Leu | Gly | Ala |     | 1190 | 1195 | 1200 |
| Phe | His | Met | Gly | Ala | Ala | Phe | Val | Val | Thr | Gly | Thr | Val | Asn | Gln |     | 1205 | 1210 | 1215 |
| Leu | Ser | Arg | Gln | Ala | Gly | Thr | Cys | Asp | Asn | Val | Arg | Arg | Gln | Leu |     | 1220 | 1225 | 1230 |
| Ser | Arg | Ala | Thr | Tyr | Ser | Asp | Ile | Thr | Met | Ala | Pro | Ala | Ala | Asp |     | 1235 | 1240 | 1245 |
| Met | Phe | Glu | Gln | Gly | Val | Glu | Leu | Gln | Val | Leu | Lys | Lys | Gly | Thr |     | 1250 | 1255 | 1260 |
| Met | Phe | Pro | Ser | Arg | Ala | Lys | Lys | Leu | Phe | Glu | Leu | Phe | His | Lys |     | 1265 | 1270 | 1275 |

Tyr Asp Ser Phe Glu Ala Met Pro Ala Asp Glu Leu Ala Arg Val  
 1280 1285 1290

Glu Lys Arg Ile Phe Ser Lys Ser Leu Ala Glu Val Trp Ala Glu  
 1295 1300 1305

Thr Lys Asp Phe Tyr Ile Thr Arg Leu Asn Asn Pro Glu Lys Ile  
 1310 1315 1320

Arg Lys Ala Glu Asn Glu Asp Pro Lys Leu Lys Met Ser Leu Cys  
 1325 1330 1335

Phe Arg Trp Tyr Leu Gly Leu Ser Ser Phe Trp Ala Asn Asn Gly  
 1340 1345 1350

Ile Ala Asp Arg Thr Met Asp Tyr Gln Ile Trp Cys Gly Pro Ala  
 1355 1360 1365

Ile Gly Ala Phe Asn Asp Phe Ile Ala Asp Ser Tyr Leu Asp Val  
 1370 1375 1380

Ala Val Ser Gly Glu Phe Pro Asp Val Val Gln Ile Asn Leu Gln  
 1385 1390 1395

Ile Leu Ser Gly Ala Ala Tyr Leu Gln Arg Leu Leu Ser Val Lys  
 1400 1405 1410

Leu Ala Pro Arg Ile Asp Val Asp Thr Glu Asp Asp Leu Phe Thr  
 1415 1420 1425

Tyr Arg Pro Asp His Ala Leu  
 1430 1435

<210> 7  
 <211> 1395  
 <212> DNA  
 <213> 裂殖壺菌物種

<400> 7  
 actcgcatcg cgatcgtggg gatgtcggcg atcctgccga gcggggagaa cgtgcgcgag 60  
 agctgggagg cgatccgcga tgggctggat tgcctgagcg atctgccggc ggaccgcgtg 120  
 gacgtgacgg cctactacaa cccggagaag acgaccaagg acaagatcta ctgcaagcgc 180  
 ggcgggttca tcccggagta cgacttcgac gcgcgtgagt tcgggctcaa catgtttccag 240  
 atggaggact cgacgcgcaa ccagacgatc tcgctgctca aggtgaagga ggcgctgacg 300  
 gacgccaaca tcccggcggt ctcgagcggt aagaagaaca tcggctgcgt gctgggcatc 360  
 ggcggcgggc agaaggcgag ccacgagttc tactcgcggc tcaactacgt ggtcgtggac 420  
 aaggtgctgc gcaagatggg cctgccggag gaagacgtgg cggcggcggt ggacaagtac 480  
 aaggcgagtt tccccgagtg gcgcctcgac tctttccccg ggttcctggg caacgtcacg 540  
 gcggggcgct gctgcaatac cttcaacatg gagggcatga actgcgtcgt ggacgcggcc 600  
 tgcgcgctcg cgctgatcgc ggtcaaagtg gcgatcgagg agctgctcta cggcgactgc 660  
 gatgcgatga tcgcgggtgc cacctgcacg gacaactcga tcgggatgta catggccttc 720

tccaagacgc ccggtgttttc cacggacccg agcgtcaagg cgtacgacgc cgccaccaa 780  
ggcatgctca tcggcgaggg ctccggcgatg ctctgtctga agcgtacgc ggacgccgtg 840  
cgcgacggcg acaccgtgca cgccgtcatc aaggggtgcg cgtcctcgag cgacggcaag 900  
gcggcgggca tctacacgcc gacaatctcg ggccaggagg aggccttgcg ccgcgccctac 960  
gcccgcgcca atgtcgaccc ggccactgtg acgctggtgg agggccacgg cacgggtacg 1020  
ccggtgggcg acaagatcga gctgacggcg ctgagcaacc tcttctccaa ggcgttttct 1080  
gccaacggtg gcggcgcgga ggaagcagag cagggtggcg tgggcagcat caagtgcgag 1140  
atcgggcacc tcaaggcggt ggccgggctg gccgggctgg tcaagggtgt gctggcgctc 1200  
aagcacaaga cgctgccgca gacgatcaac gtcgacaagc cgccgtcgct ggtggacggg 1260  
accccgatcc agcagtcgcc gctgtacgtc aacacgatga accgcccctg gttcacgccc 1320  
gtaggggtgc cgcgccgcg cggcgtgtcg tcgtttgggt ttggcggtgc caactaccac 1380  
gccgtgctgg aggag 1395

<210> 8  
<211> 465  
<212> PRT  
<213> 裂殖壶菌物种  
<400> 8

Thr Arg Ile Ala Ile Val Gly Met Ser Ala Ile Leu Pro Ser Gly Glu  
1 5 10 15  
Asn Val Arg Glu Ser Trp Glu Ala Ile Arg Asp Gly Leu Asp Cys Leu  
20 25 30  
Ser Asp Leu Pro Ala Asp Arg Val Asp Val Thr Ala Tyr Tyr Asn Pro  
35 40 45  
Glu Lys Thr Thr Lys Asp Lys Ile Tyr Cys Lys Arg Gly Gly Phe Ile  
50 55 60  
Pro Glu Tyr Asp Phe Asp Ala Arg Glu Phe Gly Leu Asn Met Phe Gln  
65 70 75 80  
Met Glu Asp Ser Asp Ala Asn Gln Thr Ile Ser Leu Leu Lys Val Lys  
85 90 95  
Glu Ala Leu Thr Asp Ala Asn Ile Pro Ala Phe Ser Ser Gly Lys Lys  
100 105 110  
Asn Ile Gly Cys Val Leu Gly Ile Gly Gly Gly Gln Lys Ala Ser His  
115 120 125  
Glu Phe Tyr Ser Arg Leu Asn Tyr Val Val Val Asp Lys Val Leu Arg  
130 135 140  
Lys Met Gly Leu Pro Glu Glu Asp Val Ala Ala Val Asp Lys Tyr  
145 150 155 160  
Lys Ala Ser Phe Pro Glu Trp Arg Leu Asp Ser Phe Pro Gly Phe Leu  
165 170 175

Gly Asn Val Thr Ala Gly Arg Cys Cys Asn Thr Phe Asn Met Glu Gly  
180 185 190

Met Asn Cys Val Val Asp Ala Ala Cys Ala Ser Ser Leu Ile Ala Val  
195 200 205

Lys Val Ala Ile Glu Glu Leu Leu Tyr Gly Asp Cys Asp Ala Met Ile  
210 215 220

Ala Gly Ala Thr Cys Thr Asp Asn Ser Ile Gly Met Tyr Met Ala Phe  
225 230 235 240

Ser Lys Thr Pro Val Phe Ser Thr Asp Pro Ser Val Lys Ala Tyr Asp  
245 250 255

Ala Ala Thr Lys Gly Met Leu Ile Gly Glu Gly Ser Ala Met Leu Val  
260 265 270

Leu Lys Arg Tyr Ala Asp Ala Val Arg Asp Gly Asp Thr Val His Ala  
275 280 285

Val Ile Lys Gly Cys Ala Ser Ser Ser Asp Gly Lys Ala Ala Gly Ile  
290 295 300

Tyr Thr Pro Thr Ile Ser Gly Gln Glu Glu Ala Leu Arg Arg Ala Tyr  
305 310 315 320

Ala Arg Ala Asn Val Asp Pro Ala Thr Val Thr Leu Val Glu Gly His  
325 330 335

Gly Thr Gly Thr Pro Val Gly Asp Lys Ile Glu Leu Thr Ala Leu Ser  
340 345 350

Asn Leu Phe Ser Lys Ala Phe Ser Ala Asn Gly Gly Gly Ala Glu Glu  
355 360 365

Ala Glu Gln Val Ala Val Gly Ser Ile Lys Ser Gln Ile Gly His Leu  
370 375 380

Lys Ala Val Ala Gly Leu Ala Gly Leu Val Lys Val Val Leu Ala Leu  
385 390 395 400

Lys His Lys Thr Leu Pro Gln Thr Ile Asn Val Asp Lys Pro Pro Ser  
405 410 415

Leu Val Asp Gly Thr Pro Ile Gln Gln Ser Pro Leu Tyr Val Asn Thr  
420 425 430

Met Asn Arg Pro Trp Phe Thr Pro Val Gly Val Pro Arg Arg Ala Gly  
435 440 445

Val Ser Ser Phe Gly Phe Gly Gly Ala Asn Tyr His Ala Val Leu Glu  
450 455 460

Glu

465

<210> 9  
<211> 903  
<212> DNA  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 9  
ttctcggggc agggcgcgca gtacacgcac atgttcagcg acgtggcgat gaactggccc 60  
ccgttcgcgc agagcgctgc cgccatggac cgcgcccagc gcgagcgctt cgggcggcct 120  
gccaagcgcg tgagcagcgt gctgtaccgc cgcaagccgt acggcgacga accgcggcag 180  
gaccacaagg agatctcgca aacgcgctac tcgcagcccg caacgctcgc gtgctcggtc 240  
ggcgccctttg acatcttcaa agcggcgggg ctggcgccga gctttgcggc gggccactcg 300  
ctgggcgagt ttgcggcgct ctacgcggcc gggtcgctcg atcgcgacgc cgtcttcgac 360  
ctggtctgcg cgcgcgccaa ggccatgagc gacttcacgg cccagggcag cagcagcggg 420  
ggcgccatgg cggcgtgat tggcgccaag gcggaccagc tctcgctggg tggcgcgccc 480  
gacgtgtggc tcgccaacag caactcgccc tcgcagaccg tgatcacggg aaccgcccga 540  
gcagtggctg cggcctctga caagttgcgc tgcagcggca acttcgcgt cgtgcctctg 600  
gcctgcgagg cggccttcca ctgcgcgcac atgcgcggcg cggagcagac gtttgcgtcg 660  
gcgctcgcgc aggcgcccgt gtcggcaccg gcggctgctc ggttctactc taacgtgacg 720  
gggggcgccc cggtaacctc gccgcggac gtcaaaacga acctgggcaa gcacatgacg 780  
agccctgtgc agttcgtgca gcaggtgca gccatgcac cggcgggcgc gcgtgtgttt 840  
gtggagtttg ggcccaagca ggtcctgtcg cgcctcgtca aggagaccct tggcgaggcc 900  
ggc 903

<210> 10  
<211> 301  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

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

Leu Asp Arg Asp Ala Val Phe Asp Leu Val Cys Ala Arg Ala Lys Ala  
115 120 125

Met Ser Asp Phe Thr Ala Gln Ala Ser Ser Ser Gly Gly Ala Met Ala  
130 135 140

Ala Val Ile Gly Ala Lys Ala Asp Gln Leu Ser Leu Gly Gly Ala Pro  
145 150 155 160

Asp Val Trp Leu Ala Asn Ser Asn Ser Pro Ser Gln Thr Val Ile Thr  
165 170 175

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

Gly Asn Phe Arg Val Val Pro Leu Ala Cys Glu Ala Ala Phe His Ser  
195 200 205

Pro His Met Arg Gly Ala Glu Gln Thr Phe Ala Ser Ala Leu Ala Gln  
210 215 220

Ala Pro Val Ser Ala Pro Ala Ala Ala Arg Phe Tyr Ser Asn Val Thr  
225 230 235 240

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

Lys His Met Thr Ser Pro Val Gln Phe Val Gln Gln Val Arg Ala Met  
260 265 270

His Ala Ala Gly Ala Arg Val Phe Val Glu Phe Gly Pro Lys Gln Val  
275 280 285

Leu Ser Arg Leu Val Lys Glu Thr Leu Gly Glu Ala Gly  
290 295 300

<210> 11  
<211> 2103  
<212> DNA  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 11  
tccggcaaca gcaagagcac tcgtggcagt gctgatctgc aagcgctgct ggccaaggcg 60  
gagactgtgg tgatggctgt gctggctgcc aagactggct acgaggccga catggttgag 120  
gcggacatgg acctggaggc cgagctcggc atcgactcga tcaagcgcgt ggagatcctt 180  
tccgaggtgc agggccagct gggcgctcgag gccaaggacg tggatgcgct gagccgcacg 240  
cgcacggtcg gtgaggttgt ggacgccatg aaggcggaga tcgtggctgc ctctggttgt 300  
agtgtcctg cggttccttc ggcgcccgct gcttctgcag ctccgactcc cgtgcttgcg 360  
actg'gcctt ctgctgatct gcaagcgctg ctgtccaagg cgagactgt ggtgatggct 420  
gtgctggcgg ccaagactgg ctacgaggcc gacatggtcg aggcggacat ggacctggag 480  
gccgagctcg gcatcgactc gatcaagcgc gtggagatcc tctcggaggt gcagggccag 540  
ctgggcgtcg aggccaagga cgtggatgcg ctgagccgca cgcgcacggt cggtgaggtt 600

gtggatgcc a tgaaggcga aatcgtggct gcctctgctg gtagtgctcc tgctcctgct 660  
gttcccttcg cgcccgcgtgc ttctgcagct ccgactcccg ctgcttcgac tgcgccttct 720  
gctgatctgc aagcgcgtgct gtccaaggcg gagacgggtg tgatggctgt gctggcggcc 780  
aagactggct acgaggccga catggctcag gcggacatgg acctggaggc cgagctcggc 840  
atcgactcga tcaagcgcgt ggagatcctc tcggagggtgc agggccagct gggcgtcag 900  
gccaaggacg tggatgcgct gagccgcacg cgcacggctg gtgaggttgt ggatgccatg 960  
aaggcgga tgcgtggctgc ctctgggtgt agtgctcctg ctctgcgggt tccttcggcg 1020  
cccgcgtgct ctgcagctcc gactcccgcg gctgcgacag cgccttctgc tgatctgcaa 1080  
gcgctgctgg ccaaggcga gactgtggtg atggctgtgc tggcgccaa gactggctac 1140  
gaggccgaca tggtcgaggc ggacatggac ctggaggccg agctcggcat cgactcgatc 1200  
aagcgcgtg agatccttcc cgaggtgcag ggccagctgg gcgtcgaggc caaggacgta 1260  
gatgcgctga gccgcacgcg cacggctcgg gaggttgttg atgccatgaa ggcgagatc 1320  
gtggctgcct ctgctggtag tgctcctgct cctgctgttc cttcggcgcc cgctgcttct 1380  
gcagctccga ctcccgcgtgc ttcgactgcg ccttctgctg atctgcaagc gctgctgtcc 1440  
aaggcggaga ctgtggtgat ggctgtgctg gcggccaaga ctggctacga ggccgacatg 1500  
gtcgaggcgg acatggacct ggaggccgag ctcggcacatg actcgatcaa gcgcgtggag 1560  
atcctctcgg aggtgcaggg ccagctgggc gtcgaggcca aggacgtgga tgcgctgagc 1620  
cgcacgcgca cggtcggtga ggttgtggat gccatgaagg cggaaatcgt ggctgcctct 1680  
ggtggtagtg ctctgctgc tgctgttctc tcggcgcccg ctgcttctgc agctccgact 1740  
cctgcgactg cgccttctgc tgatctgcaa gcgctgctgt ccaaggcga gactgtggtg 1800  
atggctgtgc tggcgccaa gactggctac gaggccgaca tggtcgaggc ggacatggac 1860  
ctggaggccg agctcggcat cgactcgatc aagcgcgtg agatccttcc cgaggtgcag 1920  
ggccagctgg gcgtcgaggc caaggacgta gatgcgctga gccgcacgcg cacggctcgg 1980  
gaagtgggtg acgcatgaa ggcgagatc gtggctgcct ctgggtggtg tgctcctgct 2040  
gtccttcg cgcccgcgt tctccaacg ctgtttggtt ccgagtgcga ggacctgtct 2100  
ctg 2103

<210> 12  
<211> 701  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 12

Ser Gly Asn Ser Lys Ser Thr Arg Gly Ser Ala Asp Leu Gln Ala Leu  
1 5 10 15  
  
Leu Ala Lys Ala Glu Thr Val Val Met Ala Val Leu Ala Ala Lys Thr  
20 25 30  
  
Gly Tyr Glu Ala Asp Met Val Glu Ala Asp Met Asp Leu Glu Ala Glu  
35 40 45  
  
Leu Gly Ile Asp Ser Ile Lys Arg Val Glu Ile Leu Ser Glu Val Gln  
50 55 60

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Gly | Gln | Leu | Gly | Val | Glu | Ala | Lys | Asp | Val | Asp | Ala | Leu | Ser | Arg | Thr | 65  | 70  | 75  | 80  |
| Arg | Thr | Val | Gly | Glu | Val | Val | Asp | Ala | Met | Lys | Ala | Glu | Ile | Val | Ala | 85  | 90  | 95  |     |
| Ala | Ser | Gly | Gly | Ser | Ala | Pro | Ala | Val | Pro | Ser | Ala | Pro | Ala | Ala | Ser | 100 | 105 | 110 |     |
| Ala | Ala | Pro | Thr | Pro | Ala | Ala | Ser | Thr | Ala | Pro | Ser | Ala | Asp | Leu | Gln | 115 | 120 | 125 |     |
| Ala | Leu | Leu | Ser | Lys | Ala | Glu | Thr | Val | Val | Met | Ala | Val | Leu | Ala | Ala | 130 | 135 | 140 |     |
| Lys | Thr | Gly | Tyr | Glu | Ala | Asp | Met | Val | Glu | Ala | Asp | Met | Asp | Leu | Glu | 145 | 150 | 155 | 160 |
| Ala | Glu | Leu | Gly | Ile | Asp | Ser | Ile | Lys | Arg | Val | Glu | Ile | Leu | Ser | Glu | 165 | 170 | 175 |     |
| Val | Gln | Gly | Gln | Leu | Gly | Val | Glu | Ala | Lys | Asp | Val | Asp | Ala | Leu | Ser | 180 | 185 | 190 |     |
| Arg | Thr | Arg | Thr | Val | Gly | Glu | Val | Val | Asp | Ala | Met | Lys | Ala | Glu | Ile | 195 | 200 | 205 |     |
| Val | Ala | Ala | Ser | Ala | Gly | Ser | Ala | Pro | Ala | Pro | Ala | Val | Pro | Ser | Ala | 210 | 215 | 220 |     |
| Pro | Ala | Ala | Ser | Ala | Ala | Pro | Thr | Pro | Ala | Ala | Ser | Thr | Ala | Pro | Ser | 225 | 230 | 235 | 240 |
| Ala | Asp | Leu | Gln | Ala | Leu | Leu | Ser | Lys | Ala | Glu | Thr | Val | Val | Met | Ala | 245 | 250 | 255 |     |
| Val | Leu | Ala | Ala | Lys | Thr | Gly | Tyr | Glu | Ala | Asp | Met | Val | Glu | Ala | Asp | 260 | 265 | 270 |     |
| Met | Asp | Leu | Glu | Ala | Glu | Leu | Gly | Ile | Asp | Ser | Ile | Lys | Arg | Val | Glu | 275 | 280 | 285 |     |
| Ile | Leu | Ser | Glu | Val | Gln | Gly | Gln | Leu | Gly | Val | Glu | Ala | Lys | Asp | Val | 290 | 295 | 300 |     |
| Asp | Ala | Leu | Ser | Arg | Thr | Arg | Thr | Val | Gly | Glu | Val | Val | Asp | Ala | Met | 305 | 310 | 315 | 320 |
| Lys | Ala | Glu | Ile | Val | Ala | Ala | Ser | Gly | Gly | Ser | Ala | Pro | Ala | Pro | Ala | 325 | 330 | 335 |     |
| Val | Pro | Ser | Ala | Pro | Ala | Ala | Ser | Ala | Ala | Pro | Thr | Pro | Ala | Ala | Ala | 340 | 345 | 350 |     |
| Thr | Ala | Pro | Ser | Ala | Asp | Leu | Gln | Ala | Leu | Leu | Ala | Lys | Ala | Glu | Thr |     |     |     |     |



37

Arg Thr Val Gly Glu Val Val Asp Ala Met Lys Ala Glu Ile Val Ala  
660 665 670

Ala Ser Gly Gly Ser Ala Pro Ala Ala Pro Ser Ala Pro Ala Leu Leu  
675 680 685

Pro Thr Leu Phe Gly Ser Glu Cys Glu Asp Leu Ser Leu  
690 695 700

<210> 13  
<211> 276  
<212> DNA  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 13  
agtgtgatc tgcaagcgct gctggccaag gcggagactg tggatgatggc tgtgtctggct 60  
gccaagactg gctacgaggc cgacatggtt gaggcggaca tggacctgga ggccgagctc 120  
ggcatcgact cgatcaagcg cgtggagatc ctttccgagg tgcagggcca gctgggcgtc 180  
gaggccaagg acgtggatgc gctgagccgc acgcgcacgg tcggtgaggt tgtggacgcc 240  
atgaaggcgg agatcgtggc tgcctctggt ggtagt 276

<210> 14  
<211> 92  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 14  
Ser Ala Asp Leu Gln Ala Leu Leu Ala Lys Ala Glu Thr Val Val Met  
1 5 10 15

Ala Val Leu Ala Ala Lys Thr Gly Tyr Glu Ala Asp Met Val Glu Ala  
20 25 30

Asp Met Asp Leu Glu Ala Glu Leu Gly Ile Asp Ser Ile Lys Arg Val  
35 40 45

Glu Ile Leu Ser Glu Val Gln Gly Gln Leu Gly Val Glu Ala Lys Asp  
50 55 60

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

Met Lys Ala Glu Ile Val Ala Ala Ser Gly Gly Ser  
85 90

<210> 15  
<211> 276  
<212> DNA  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 15  
tctgtgatc tgcaagcgct gctgtccaag gcggagactg tggatgatggc tgtgtctggcg 60  
gccaagactg gctacgaggc cgacatggtc gaggcggaca tggacctgga ggccgagctc 120  
ggcatcgact cgatcaagcg cgtggagatc ctctcggagg tgcagggcca gctgggcgtc 180  
gaggccaagg acgtggatgc gctgagccgc acgcgcacgg tcggtgaggt tgtggatgcc 240  
atgaaggcgg aaatcgtggc tgcctctgct ggtagt 276

<210> 16  
<211> 92  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 16  
Ser Ala Asp Leu Gln Ala Leu Leu Ser Lys Ala Glu Thr Val Val Met  
1 5 10 15  
Ala Val Leu Ala Ala Lys Thr Gly Tyr Glu Ala Asp Met Val Glu Ala  
20 25 30  
Asp Met Asp Leu Glu Ala Glu Leu Gly Ile Asp Ser Ile Lys Arg Val  
35 40 45  
Glu Ile Leu Ser Glu Val Gln Gly Gln Leu Gly Val Glu Ala Lys Asp  
50 55 60  
Val Asp Ala Leu Ser Arg Thr Arg Thr Val Gly Glu Val Val Asp Ala  
65 70 75 80  
Met Lys Ala Glu Ile Val Ala Ala Ser Ala Gly Ser  
85 90

<210> 17  
<211> 276  
<212> DNA  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 17  
tctgtctgatac tgcaagcgct gctgtccaag gcggagacgg tggatgatggc tgtgctggcg 60  
gccaagactg gctacgaggg cgacatgggc gaggcggaca tggacctgga ggccgagctc 120  
ggcatcgact cgatcaagcg cgtggagatc ctctcggagg tgcagggcca gctgggctgc 180  
gaggccaagg acgtggatgc gctgagccgc acgcgcacgg tcggtgaggt tgtggatgcc 240  
atgaaggcgg aaatcgtggc tgcctctggt ggtagt 276

<210> 18  
<211> 92  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 18  
Ser Ala Asp Leu Gln Ala Leu Leu Ser Lys Ala Glu Thr Val Val Met  
1 5 10 15  
Ala Val Leu Ala Ala Lys Thr Gly Tyr Glu Ala Asp Met Val Glu Ala  
20 25 30  
Asp Met Asp Leu Glu Ala Glu Leu Gly Ile Asp Ser Ile Lys Arg Val  
35 40 45  
Glu Ile Leu Ser Glu Val Gln Gly Gln Leu Gly Val Glu Ala Lys Asp  
50 55 60  
Val Asp Ala Leu Ser Arg Thr Arg Thr Val Gly Glu Val Val Asp Ala  
65 70 75 80

Met Lys Ala Glu Ile Val Ala Ala Ser Gly Gly Ser  
85 90

<210> 19  
<211> 276  
<212> DNA  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 19  
tctgctgatac tgcaagcgct gctggccaag gcggagactg tggatgatggc tgtgctggcg 60  
gccaagactg gctacgaggc cgacatggtc gaggcggaca tggacctgga ggccgagctc 120  
ggcatcgact cgatcaagcg cgtggagatc ctttccgagg tgcagggcca gctgggagctc 180  
gaggccaagg acgtagatgc gctgagccgc acgcgcacgg tcggtgaggt tgtggatgcc 240  
atgaaggcgg agatcgtggc tgcctctgct ggtagt 276

<210> 20  
<211> 92  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

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

Met Lys Ala Glu Ile Val Ala Ala Ser Ala Gly Ser  
85 90

<210> 21  
<211> 276  
<212> DNA  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 21  
tctgctgatac tgcaagcgct gctgtccaag gcggagactg tggatgatggc tgtgctggcg 60  
gccaagactg gctacgaggc cgacatggtc gaggcggaca tggacctgga ggccgagctc 120  
ggcatcgact cgatcaagcg cgtggagatc ctctcggagg tgcagggcca gctgggagctc 180  
gaggccaagg acgtggatgc gctgagccgc acgcgcacgg tcggtgaggt tgtggatgcc 240  
atgaaggcgg aaatcgtggc tgcctctggt ggtagt 276

<210> 22  
<211> 92  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 22  
Ser Ala Asp Leu Gln Ala Leu Leu Ser Lys Ala Glu Thr Val Val Met  
1 5 10 15  
Ala Val Leu Ala Ala Lys Thr Gly Tyr Glu Ala Asp Met Val Glu Ala  
20 25 30  
Asp Met Asp Leu Glu Ala Glu Leu Gly Ile Asp Ser Ile Lys Arg Val  
35 40 45  
Glu Ile Leu Ser Glu Val Gln Gly Gln Leu Gly Val Glu Ala Lys Asp  
50 55 60  
Val Asp Ala Leu Ser Arg Thr Arg Thr Val Gly Glu Val Val Asp Ala  
65 70 75 80  
Met Lys Ala Glu Ile Val Ala Ala Ser Gly Gly Ser  
85 90

<210> 23  
<211> 276  
<212> DNA  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 23  
tctgctgatac tgcaagcgct gctgtccaag gcggagactg tggatgatggc tgtgctggcg 60  
gccaagactg gctacgagggc cgacatgggc gaggcggaca tggacctgga ggccgagctc 120  
ggcatcgact cgatcaagcg cgtggagatc ctttccgagg tgcagggcca gctgggagctc 180  
gaggccaagg acgtagatgc gctgagccgc acgcgcacgg tcggtgaagt ggtggacgcc 240  
atgaaggcgg agatcgtggc tgcctctggt ggtagt 276

<210> 24  
<211> 92  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 24  
Ser Ala Asp Leu Gln Ala Leu Leu Ser Lys Ala Glu Thr Val Val Met  
1 5 10 15  
Ala Val Leu Ala Ala Lys Thr Gly Tyr Glu Ala Asp Met Val Glu Ala  
20 25 30  
Asp Met Asp Leu Glu Ala Glu Leu Gly Ile Asp Ser Ile Lys Arg Val  
35 40 45  
Glu Ile Leu Ser Glu Val Gln Gly Gln Leu Gly Val Glu Ala Lys Asp  
50 55 60  
Val Asp Ala Leu Ser Arg Thr Arg Thr Val Gly Glu Val Val Asp Ala  
65 70 75 80  
Met Lys Ala Glu Ile Val Ala Ala Ser Gly Gly Ser  
85 90



<210> 25  
 <211> 2178  
 <212> DNA  
 <213> 裂殖壺菌物種

```

<400> 25
gcgctacagg cggcgctcac gtccgtcgag gcgcagttcg gcaaggtggg tggctttgtg      60
ttccagttcg gcgacgacga cgtgcaagcg cagctcggct gggcgctgct cgcggccaag      120
cacctcaaaa cttcgctgtc agaacagatc gagggcggtc gcaccttttt cgtggccgtc      180
gcgcggctcg acggccagct ggggctctcc ggcaagtcca cgaccgctac cgttgatctc      240
tcccgcgcgc agcagggcag cgtgttcggc ctgtgcaaga cactcgacct ggagtggccc      300
gctgtcttct gccgcggaat cgacctggcc gccgacctcg acgccgcaca ggccgcgcgg      360
tgctgtctgg gcgagctgtc agaccccgac gtggcctgtc gcgagtctgg ttactccgcc      420
tcggggccagc gctgcacgac aactacgaag tcgctgacta cgggcaagcc gcaccagccg      480
atctcctcgt cggacctctt tctggtgtcg ggccggcgcg gcggcatcac cccgctgtgc      540
gtgcgcgagc tggcgcgagc cgtggggcgg gccacgtacg tgctcatcgg ccgctcggag      600
ctgcccacga cggagcctgc ctggggcggtc ggcggtggagt ctggcaagcc gctggagaag      660
gccgcgctgg cgttctctgaa ggccggagttt gcagcggggc gcggggccaa gccgacgccg      720
atgctgcaca agaagctcgt gggcgccgtg gtcggagcgc gcgaggtgcg agcctcgtc      780
gccgagatca ctgcacaggg cgccacggct gtgtacgagt cgtgcgacgt gagctctgcc      840
gccaaaggtgc gtgagatggt agagcgcggt cagcagcagg gcgggcggcg cgtgtcgggc      900
gtgttccacg cgtcggggcgt gctgcgcgac aagctcgtgg agaacaagtc gctggcggac      960
ttcagcgccg tgtacgacac caaggtgggc ggccctcatca acctgctggc ctgcgtggac     1020
ctggcgcgagc tgcgtcacct cgtgctcttc agctcgtcgc cgggcttcca cggcaacgtc     1080
gggcagtcgg actacgcaat ggccaacgag gcgctcaaca agctggcggc gcacctgtcg     1140
gcggtgcacc cgcagctgtg cgcgcgctcg atctgcttcg gaccgtggga cggcggcatg     1200
gtgacccccg cgtcaagggc caacttcac cgcattgggca tccagatcat cccgcgccaa     1260
ggcggcgcgc agaccgtgc caacatgctc gtcagtagct ccccggtca gctgctcgtg     1320
ggcaactggg gcgtgccacc cgtcgtgccg agtgccaccg agcacaccgt gctgcagacg     1380
ctccgccaga gcgacaaccc ctctctcgac tcgcacgtga tccagggccg ccgctgctg     1440
cccatgaccc tggccgtggg ctacatggcg caccaggcgc agagcatcta cgcgggccac     1500
cagctgtggg ccgtcgagga cggccagctc ttcaagggca tcgccatcga caatggcgcc     1560
gacgtgcccg tgcgcgtgga gctgtcgcgc cgcaaggagg agcaggagga cgcgggcaag     1620
gtcaaggtca aggtgcaggt gctgtcctaa tcgcaggtca acggcaagtc ggtgcccgcg     1680
tacaaggcga ccgtcgtgct gtccctcgcg ccgcgccccg gcgtcatcac gcgtgacttc     1740
gacctcacc cggaccgggc ctgcacggag cagacctct acgacggcaa gacgtctctc     1800
cacggcaagg ccttccaggg catcgagcag gtgctctcgg cgacgccccg gcagctcacc     1860
gccaaagtgc gcaatttgcc cctcacgccc gagcagcgcg gccagttcgt cgttaacctc     1920
agccagcagg acccgttcca ggccgacatt gcgttccagg cgatgctcgt ctgggcgcgc     1980
atgctgcgcc aatcggcggc cctgccccaa aactgcgagc gcttcgactt ttacaagccg     2040
atggccccgg gcgccacct ctacacgtcg gtcaagctgg cctcggcctc acccttgggtg     2100
    
```

gactctgtgt gcaagtgcac cgtggcgatg cacgatgagc aaggtgaggt gtacttttct 2160  
gctcgtgccca gcgtcgtc 2178

<210> 26  
<211> 726  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 26

Ala Leu Gln Ala Ala Leu Thr Ser Val Glu Ala Gln Phe Gly Lys Val  
1 5 10 15

Gly Gly Phe Val Phe Gln Phe Gly Asp Asp Asp Val Gln Ala Gln Leu  
20 25 30

Gly Trp Ala Leu Leu Ala Ala Lys His Leu Lys Thr Ser Leu Ser Glu  
35 40 45

Gln Ile Glu Gly Gly Arg Thr Phe Phe Val Ala Val Ala Arg Leu Asp  
50 55 60

Gly Gln Leu Gly Leu Ser Gly Lys Ser Thr Thr Ala Thr Val Asp Leu  
65 70 75 80

Ser Arg Ala Gln Gln Gly Ser Val Phe Gly Leu Cys Lys Thr Leu Asp  
85 90 95

Leu Glu Trp Pro Ala Val Phe Cys Arg Gly Ile Asp Leu Ala Ala Asp  
100 105 110

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

Pro Asp Val Ala Val Arg Glu Ser Gly Tyr Ser Ala Ser Gly Gln Arg  
130 135 140

Cys Thr Thr Thr Thr Lys Ser Leu Thr Thr Gly Lys Pro His Gln Pro  
145 150 155 160

Ile Ser Ser Ser Asp Leu Phe Leu Val Ser Gly Gly Ala Arg Gly Ile  
165 170 175

Thr Pro Leu Cys Val Arg Glu Leu Ala Gln Arg Val Gly Gly Gly Thr  
180 185 190

Tyr Val Leu Ile Gly Arg Ser Glu Leu Pro Thr Thr Glu Pro Ala Trp  
195 200 205

Ala Val Gly Val Glu Ser Gly Lys Pro Leu Glu Lys Ala Ala Leu Ala  
210 215 220

Phe Leu Lys Ala Glu Phe Ala Ala Gly Arg Gly Ala Lys Pro Thr Pro  
225 230 235 240

Met Leu His Lys Lys Leu Val Gly Ala Val Val Gly Ala Arg Glu Val  
245 250 255

Arg Ala Ser Leu<sub>260</sub> Ala Glu Ile Thr Ala<sub>265</sub> Gln Gly Ala Thr Ala<sub>270</sub> Val Tyr  
Glu Ser Cys<sub>275</sub> Asp Val Ser Ser Ala<sub>280</sub> Ala Lys Val Arg Glu<sub>285</sub> Met Val Glu  
Arg Val Gln Gln Gln Gly<sub>295</sub> Gly Arg Arg Val Ser Gly<sub>300</sub> Val Phe His Ala  
Ser Gly<sub>305</sub> Val Leu Arg Asp<sub>310</sub> Lys Leu Val Glu Asn<sub>315</sub> Lys Ser Leu Ala Asp<sub>320</sub>  
Phe Ser Ala Val Tyr<sub>325</sub> Asp Thr Lys Val Gly<sub>330</sub> Gly Leu Ile Asn Leu<sub>335</sub> Leu  
Ala Cys Val Asp<sub>340</sub> Leu Ala Gln Leu Arg<sub>345</sub> His Leu Val Leu Phe Ser Ser  
Leu Ala Gly<sub>355</sub> Phe His Gly Asn Val<sub>360</sub> Gly Gln Ser Asp Tyr<sub>365</sub> Ala Met Ala  
Asn Glu<sub>370</sub> Ala Leu Asn Lys Leu<sub>375</sub> Ala Ala His Leu Ser Ala Val His Pro  
Gln Leu Cys Ala Arg Ser<sub>390</sub> Ile Cys Phe Gly Pro<sub>395</sub> Trp Asp Gly Gly Met  
Val Thr Pro Ala Leu<sub>405</sub> Lys Ala Asn Phe Ile<sub>410</sub> Arg Met Gly Ile Gln<sub>415</sub> Ile  
Ile Pro Arg Gln<sub>420</sub> Gly Gly Ala Gln Thr<sub>425</sub> Val Ala Asn Met Leu<sub>430</sub> Val Ser  
Ser Ser Pro<sub>435</sub> Gly Gln Leu Leu Val<sub>440</sub> Gly Asn Trp Gly Val<sub>445</sub> Pro Pro Val  
Val Pro Ser Ala Thr Glu His<sub>455</sub> Thr Val Leu Gln Thr<sub>460</sub> Leu Arg Gln Ser  
Asp Asn Pro Phe Leu Asp<sub>470</sub> Ser His Val Ile Gln<sub>475</sub> Gly Arg Arg Val Leu<sub>480</sub>  
Pro Met Thr Leu Ala<sub>485</sub> Val Gly Tyr Met Ala<sub>490</sub> His Gln Ala Gln Ser<sub>495</sub> Ile  
Tyr Ala Gly His<sub>500</sub> Gln Leu Trp Ala Val<sub>505</sub> Glu Asp Ala Gln Leu<sub>510</sub> Phe Lys  
Gly Ile Ala<sub>515</sub> Ile Asp Asn Gly Ala<sub>520</sub> Asp Val Pro Val Arg<sub>525</sub> Val Glu Leu  
Ser Arg<sub>530</sub> Arg Lys Glu Glu Gln<sub>535</sub> Glu Asp Ala Gly Lys<sub>540</sub> Val Lys Val Lys  
Val Gln Val Leu Leu Lys Ser Gln Val Asn Gly Lys Ser Val Pro Ala



[illegible]

|       |        |
|-------|--------|
| <210> | 27     |
| <211> | 39     |
| <212> | DNA    |
| <213> | 裂殖壺菌物種 |

```
<400> 27
ctcgaactcgc acgtgatcca gggccgcccgc gtgctgcc
```

39

|       |        |
|-------|--------|
| <210> | 28     |
| <211> | 13     |
| <212> | PRT    |
| <213> | 裂殖壺菌物種 |

<400> 28

Leu Asp Ser His Val Ile Gln Gly Arg Arg Val Leu Pro  
1 5 10

|       |        |
|-------|--------|
| <210> | 29     |
| <211> | 1341   |
| <212> | DNA    |
| <213> | 裂殖壺菌物種 |

<400> 29  
gataacattg cggtcgtggg catggcggtg cagtatgccg gatgcaagaa ccaggacgag

60

ttctgggata cgctgatgcg taaggagatc aactcgagcc cgatctcggc ggagcgcctc 120  
ggtagcgcgt accgcgacct ccacttccac ccgcagcgca gcaagtacgc cgacaccttc 180  
tgcaacgata gctacggctg cgtcgatgcc agcgtcgaca acgagcacga cctcctcgcc 240  
gacctggccc ggcgcgccct gctcgacgcc ggaattaacc tcgacgacgc cagcaccacc 300  
gccaacctac gcgacttcgg catcgtgagc ggctgcctgt cgttccccat ggacaatctg 360  
cagggcgagc tgctcaatct gtaccaagtg catgtggaga accgcgtggg cggccagcgc 420  
ttccgcgact cgcgcccctg gtcggagcgc ccgcgcgctg tctcgcccga ggccagcgac 480  
ccgcgcgtgt actccgaccc ggcgctcctc gtggccaacc agctcggcct ggggcccgtg 540  
cgctacagcc tcgatgcagc ctgcgcgtcg gcgctgtact gcctcaagct ggcgtccgac 600  
cacttgctct cgcgcagcgc ggacgtgatg ctgtgcggcg ccacatgctt tccggacctg 660  
ttcttcattc tctcgggggt ctccacctc caggcgatgc cgtcggggcg accggacgat 720  
aaccactgt ccgtgccgct gcggcagggc agccagggcc tgacgcccgg agagggcggc 780  
gccatcatgg tgctgaagcg cctcgaggac gccgtgcgcg acggcgacct catctacggc 840  
accttgctcg gcacgagtct gagcaacgcc gggcgcggcc tgcgctgag cccgcacctg 900  
ccgagcgaga agtcgtgcat ggaggacctg tacacgagcg tcggcatcga cccaagcgag 960  
gtgcagtacg tggagtgccg cggcacgggc actccgcagg gcgacgtcgt ggaggtagag 1020  
gcgctgcgcc actgctttcg aggtaacacg gaccacccgc cgcgcatggg ctccaccaag 1080  
ggcaactttg gccacactct cgtggcggcc gggttcgag gcattggcaa ggtgctgctg 1140  
tcgatgcagc acggcacgat cccgcccacg cccggtgtcg accgctcaa ctgcacgac 1200  
ccgctcgtcg tggacgaggc catcccttgg ccgtactcgt cggcgaggc gcgggcaggc 1260  
aaaccaggcg atgagctcaa gtgcgcctcg ctctccgcct ttggctttgg tggaaccaac 1320  
gcgcactgtg tcttccgtga g 1341

<210> 30  
<211> 447  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 30

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

Ala Ser Thr Thr Ala Asn Leu Arg Asp Phe Gly Ile Val Ser Gly Cys  
100 105 110

Leu Ser Phe Pro Met Asp Asn Leu Gln Gly Glu Leu Leu Asn Leu Tyr  
115 120 125

Gln Val His Val Glu Asn Arg Val Gly Ala Gln Arg Phe Arg Asp Ser  
130 135 140

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

Pro Arg Val Tyr Ser Asp Pro Ala Ser Phe Val Ala Asn Gln Leu Gly  
165 170 175

Leu Gly Pro Val Arg Tyr Ser Leu Asp Ala Ala Cys Ala Ser Ala Leu  
180 185 190

Tyr Cys Leu Lys Leu Ala Ser Asp His Leu Leu Ser Arg Ser Ala Asp  
195 200 205

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

Ser Gly Phe Ser Thr Phe Gln Ala Met Pro Leu Gly Gly Pro Asp Asp  
225 230 235 240

Asn Pro Leu Ser Val Pro Leu Arg Gln Gly Ser Gln Gly Leu Thr Pro  
245 250 255

Gly Glu Gly Gly Ala Ile Met Val Leu Lys Arg Leu Glu Asp Ala Val  
260 265 270

Arg Asp Gly Asp Arg Ile Tyr Gly Thr Leu Leu Gly Thr Ser Leu Ser  
275 280 285

Asn Ala Gly Cys Gly Leu Pro Leu Ser Pro His Leu Pro Ser Glu Lys  
290 295 300

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

Val Gln Tyr Val Glu Cys His Ala Thr Gly Thr Pro Gln Gly Asp Val  
325 330 335

Val Glu Val Glu Ala Leu Arg His Cys Phe Arg Gly Asn Thr Asp His  
340 345 350

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

Ala Ala Gly Phe Ala Gly Met Ala Lys Val Leu Leu Ser Met Gln His  
370 375 380

Gly Thr Ile Pro Pro Thr Pro Gly Val Asp Arg Ser Asn Cys Ile Asp  
385 390 395 400

Pro Leu Val Val Asp Glu Ala Ile Pro Trp Pro Tyr Ser Ser Ala Gln  
405 410 415

Ala Arg Ala Gly Lys Pro Gly Asp Glu Leu Lys Cys Ala Ser Leu Ser  
420 425 430

Ala Phe Gly Phe Gly Gly Thr Asn Ala His Cys Val Phe Arg Glu  
435 440 445

<210> 31  
<211> 1293  
<212> DNA  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 31  
ggaccgattg ccatcatcgg gatggacgcg acgtttggta ccctcaaggg cctggacgcg 60  
tttgagcagg ccatctacaa gggcacggac ggcgccagcg acctgccgag caagcgctgg 120  
cggttcctgg gcgccgacac ggacttcttg accgccatgg gcctcgacgc cgtgccgcgc 180  
gggtgctacg tgcgcgacgt ggacgtggac tacaagcggc tgcggtcgcc gatgatccct 240  
gaggacgtcc tgcgcccgca acagctgctg gcggtggcta cgatggaccg cgcgctgcag 300  
gacgctggaa tggcgacggg aggcaagggt gcggtgctgg tggggctcgg cacggacacc 360  
gagctgtacc ggcaccgcgc gcgcgtgaca ctcaaggagc ggctcgaccc ggccgcgttc 420  
tcgcccagagc aggtgcagga gatgatggac tacatcaacg actgcggcac ctcgacgtcg 480  
tacacgtcgt acatcgga cctcgtggcc acgcgcgtgt cctcgcagtg gggctttacg 540  
ggcccgtcct tcaccgtcac cgaaggcgca aactcggctc accgctgcct cgagctgggc 600  
aagttcctgc tcgacacgca ccaggtggac gccgtcgtgg tggccggcgt cgacctctgt 660  
gccaccgccg agaaccttta cctcaaggcg gcgcgtcccg ccatcagccg acaggaccac 720  
cctcgcgcca actttgaggc cagcgccgac gggtaactttg ccggcgaggg cagcggcgcc 780  
ctggtcctca agcgcaggc cgacgttggc tcagacgaca aggtctacgc cagtgtcgcg 840  
ggcctcacgt gcgccgcgca gcccgctgaa gccgtgtcgc cgctactact ccaagtccac 900  
aacgacgaca acgagaagag ggtggtggag atggtggagc tcgccgccga ctggggtcgc 960  
catgcgcgc acttggccaa ctgcgcgtg agcgcggagt cgcagctgga gcaagtgtcc 1020  
aagttgctcg cgcaccaggt gccgggctcg gtggccatcg gcagcgtgcg cgccaacgtg 1080  
ggagacgtcg ggtacgcctc gggcgccgcg agcctcatca agacggcgt gtgcctccac 1140  
aaccgctacc tcccggccaa cccgcagtgg gagcggccgg tggcgccggt ctccgaggcg 1200  
ctgtttactt gcccgcgctc gcgtgcctgg ctgaagaacc cgggcgagtc gcgactggcg 1260  
gctgtcgcca gtgcctccga gagcgggtcc tgc 1293

<210> 32  
<211> 431  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 32  
Gly Pro Ile Ala Ile Ile Gly Met Asp Ala Thr Phe Gly Thr Leu Lys  
1 5 10 15

Gly Leu Asp Ala Phe Glu Gln Ala Ile Tyr Lys Gly Thr Asp Gly Ala  
20 25 30

Ser Asp Leu Pro Ser Lys Arg Trp Arg Phe Leu Gly Ala Asp Thr Asp  
35 40 45

Phe Leu Thr Ala Met Gly Leu Asp Ala Val Pro Arg Gly Cys Tyr Val  
50 55 60

Arg Asp Val Asp Val Asp Tyr Lys Arg Leu Arg Ser Pro Met Ile Pro  
65 70 75 80

Glu Asp Val Leu Arg Pro Gln Gln Leu Leu Ala Val Ala Thr Met Asp  
85 90 95

Arg Ala Leu Gln Asp Ala Gly Met Ala Thr Gly Gly Lys Val Ala Val  
100 105 110

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

Val Thr Leu Lys Glu Arg Leu Asp Pro Ala Ala Phe Ser Pro Glu Gln  
130 135 140

Val Gln Glu Met Met Asp Tyr Ile Asn Asp Cys Gly Thr Ser Thr Ser  
145 150 155 160

Tyr Thr Ser Tyr Ile Gly Asn Leu Val Ala Thr Arg Val Ser Ser Gln  
165 170 175

Trp Gly Phe Thr Gly Pro Ser Phe Thr Val Thr Glu Gly Ala Asn Ser  
180 185 190

Val Tyr Arg Cys Leu Glu Leu Gly Lys Phe Leu Leu Asp Thr His Gln  
195 200 205

Val Asp Ala Val Val Val Ala Gly Val Asp Leu Cys Ala Thr Ala Glu  
210 215 220

Asn Leu Tyr Leu Lys Ala Arg Arg Ser Ala Ile Ser Arg Gln Asp His  
225 230 235 240

Pro Arg Ala Asn Phe Glu Ala Ser Ala Asp Gly Tyr Phe Ala Gly Glu  
245 250 255

Gly Ser Gly Ala Leu Val Leu Lys Arg Gln Ala Asp Val Gly Ser Asp  
260 265 270

Asp Lys Val Tyr Ala Ser Val Ala Gly Leu Thr Cys Ala Ala Gln Pro  
275 280 285

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

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

His Ala Pro His Leu Ala Asn Ser Pro Leu Ser Ala Glu Ser Gln Leu  
325 330 335

Glu Gln Val Ser Lys Leu Leu Ala His Gln Val Pro Gly Ser Val Ala  
340 345 350

Ile Gly Ser Val Arg Ala Asn Val Gly Asp Val Gly Tyr Ala Ser Gly  
355 360 365

Ala Ala Ser Leu Ile Lys Thr Ala Leu Cys Leu His Asn Arg Tyr Leu  
370 375 380

Pro Ala Asn Pro Gln Trp Glu Arg Pro Val Ala Pro Val Ser Glu Ala  
385 390 395 400

Leu Phe Thr Cys Pro Arg Ser Arg Ala Trp Leu Lys Asn Pro Gly Glu  
405 410 415

Ser Arg Leu Ala Ala Val Ala Ser Ala Ser Glu Ser Gly Ser Cys  
420 425 430

<210> 33  
<211> 1203  
<212> DNA  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 33  
acgccggaga agctggagaa ggagttggag ctggcagcca aggggtgtacc gcgaagcgcc 60  
aaggccggggc gcaactggat gtcgccatcg ggcagcgccct ttgcgcgcgac acctgtgacc 120  
agcgaccgcg tcgcgttcat gtacggcgag ggccgcagcc cctactacgg cgtcggggctc 180  
gacctgcacc gcctgtggcc ggctttgcac gagcgcatca acgacaagac cgcgggcgctg 240  
tgggagaacg gcgactcgtg gctcatgccg cgcgcggtgg atgccgactc gcagcgcgcc 300  
gtgcagacgg cctttgacgc ggaccagatc gagatgttcc gcacgggcat cttcgtgtcc 360  
atctgcctca ccgactacgc gcgcgacgtg ctcgggggtgc agcccaaggc gtgcttcggc 420  
ctcagcctcg gcgagatctc catgctcttt gcgctgtcgc gacgcaactg cggcctgtcg 480  
gaccagctca cgcagcgccct acgcacctcg ccggtgtggt cgacacagct ggcggtggag 540  
ttccaggcct tgcgcaagct atggaacgtg ccggcggacg cccccgtgga gtccttctgg 600  
cagggctact tggttcgcgc cagccgcgcc gaaatcgaga aggcgatcgg gcccgacaac 660  
cgcttcgtgc gcctgtgat cgtcaacgac tcgagcagcg cgctgatcgc cggcaaacct 720  
gccgagtgtc tgcgcgtgct ggagcgcctg ggcggggcgt tgcgcgcgat gcccgtaag 780  
caaggcatga ttgggcactg ccccgaagtg gcgccctaca cgccgggcat cgcgcacatc 840  
cacgagattt tggagattcc ggacagcccc gtcaagatgt acacctcggc caccaacgcc 900  
gagctgcgcg ggggcagcaa cagcagcatc accgagttcg tgcagaagtt gtacacgcgc 960  
atcgccgact ttccgggcat cgtcgacaag gtcagccgtg acggccacga tgtcttcgtc 1020  
gaggtggggc cgaacaacat gcgctccgcc gcggtcagtg acattcttgg caaggctgcc 1080  
accccgcatg tctccgtggc gctggaccgc ccagtgagt cggcgtggac gcagaccctc 1140  
aagtcgctgg cgctgctgac cgcccaccgc gtgcccctgc acaaccgcac tctgtttgcg 1200

gac

1203

<210> 34  
 <211> 401  
 <212> PRT  
 <213> 裂殖壺菌物種

<400> 34

Thr Pro Glu Lys Leu Glu Lys Glu Leu Glu Leu Ala Ala Lys Gly Val  
 1 5 10 15

Pro Arg Ser Ala Lys Ala Gly Arg Asn Trp Met Ser Pro Ser Gly Ser  
 20 25 30

Ala Phe Ala Pro Thr Pro Val Thr Ser Asp Arg Val Ala Phe Met Tyr  
 35 40 45

Gly Glu Gly Arg Ser Pro Tyr Tyr Gly Val Gly Leu Asp Leu His Arg  
 50 55 60

Leu Trp Pro Ala Leu His Glu Arg Ile Asn Asp Lys Thr Ala Ala Leu  
 65 70 75 80

Trp Glu Asn Gly Asp Ser Trp Leu Met Pro Arg Ala Val Asp Ala Asp  
 85 90 95

Ser Gln Arg Ala Val Gln Thr Ala Phe Asp Ala Asp Gln Ile Glu Met  
 100 105 110

Phe Arg Thr Gly Ile Phe Val Ser Ile Cys Leu Thr Asp Tyr Ala Arg  
 115 120 125

Asp Val Leu Gly Val Gln Pro Lys Ala Cys Phe Gly Leu Ser Leu Gly  
 130 135 140

Glu Ile Ser Met Leu Phe Ala Leu Ser Arg Arg Asn Cys Gly Leu Ser  
 145 150 155 160

Asp Gln Leu Thr Gln Arg Leu Arg Thr Ser Pro Val Trp Ser Thr Gln  
 165 170 175

Leu Ala Val Glu Phe Gln Ala Leu Arg Lys Leu Trp Asn Val Pro Ala  
 180 185 190

Asp Ala Pro Val Glu Ser Phe Trp Gln Gly Tyr Leu Val Arg Ala Ser  
 195 200 205

Arg Ala Glu Ile Glu Lys Ala Ile Gly Pro Asp Asn Arg Phe Val Arg  
 210 215 220

Leu Leu Ile Val Asn Asp Ser Ser Ser Ala Leu Ile Ala Gly Lys Pro  
 225 230 235 240

Ala Glu Cys Leu Arg Val Leu Glu Arg Leu Gly Gly Arg Leu Pro Pro  
 245 250 255

Met Pro Val Lys Gln Gly Met Ile Gly His Cys Pro Glu Val Ala Pro  
260 265 270

Tyr Thr Pro Gly Ile Ala His Ile His Glu Ile Leu Glu Ile Pro Asp  
275 280 285

Ser Pro Val Lys Met Tyr Thr Ser Val Thr Asn Ala Glu Leu Arg Gly  
290 295 300

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

Ile Ala Asp Phe Pro Gly Ile Val Asp Lys Val Ser Arg Asp Gly His  
325 330 335

Asp Val Phe Val Glu Val Gly Pro Asn Asn Met Arg Ser Ala Ala Val  
340 345 350

Ser Asp Ile Leu Gly Lys Ala Ala Thr Pro His Val Ser Val Ala Leu  
355 360 365

Asp Arg Pro Ser Glu Ser Ala Trp Thr Gln Thr Leu Lys Ser Leu Ala  
370 375 380

Leu Leu Thr Ala His Arg Val Pro Leu His Asn Pro Thr Leu Phe Ala  
385 390 395 400

Asp

<210> 35  
<211> 1273  
<212> DNA  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 35  
tacgacgtgg actggccgct ctacatgggc gccatggcgg aaggcatctc gtcggtagac 60  
ctggtggtcg ctgccgccga ggcccgcatt ctggcatcat tcggagcggc ccgcttgctt 120  
atggaccagg tggaactcca gatccgtgag atccagcaac gcacctcaa cgcctttgct 180  
gtcaacctga tgccgggtcc tgacgaggcc gcgacggtgg acgcgctgct gcgcacgggc 240  
gtctcaatcg tcgaggcatc gggctacacc ggcgcgctct ctgcagacct ggtgcgctac 300  
cgtgtcacgg gtctgcgacg aactagttgc ggtgcttctg tgtcggcgac tcaccgtgtg 360  
gtcgccaagg tgtcgcgcac cgaggtggcc gagcactttc tgcgcccggc gccggccgcc 420  
gtactagagg ctttggtcgc cgccaaacag attacgcccg agcaggccgc gctggccagc 480  
cgcgctcgcca tggccgacga cgtcgcggtg gaggccgact cgggcgggca caccgacaac 540  
cgaccgatcc acgtgctgct gccgctcgtg gtggcgcagc gcaaccgctg gcgccacctg 600  
gtggacacgc cagtgcgcgt cggcgccggc ggccgggatcg cctgtccgcg cgcgcgctg 660  
ctcgcttttt ccctggggcg cgcctttgtg gtcaccgggt ccgtcaacca actggcccgc 720  
gaggttgcca ccagcgacgc ggtccgacta ctgctggcga cggccacctc ctgggacgtg 780  
gccatggcgc cgggcggcgt ccaggtgctc aagaagcaga ccattgttcg cgcgcggggc 840  
acgatgctcg ccagctgca ggccaagtgc ggctcctttg acgccgtgcc ggagccgcag 900



ctgcgcaagc tcgagcgctc cgtgttcaag cagtccgtgg cggacgtgtg ggctgctgca 960  
 cgcgaaaagt ttggtgtcga cgctaccgct gcaagtccgc aggagaggat ggcgctctgt 1020  
 gtgcgctggt acatgtcgca gtcgtcgca tgggctaccg aggcgacgtc cgcgcgcaag 1080  
 gcggaactacc agatctggtg cggccccgcc atcggcagct tcaacgactt cgttcgcggc 1140  
 accaagctgg acgcgaccgc tggcaccggc gagtttccgc gcgtcgtgga catcaaccag 1200  
 cacatcctcc tcggagcctc gcaactaccgc cgcgtgcagc aacaacaaca ggacgacgac 1260  
 gtagaataca tca 1273

<210> 36  
 <211> 401  
 <212> PRT  
 <213> 裂殖壺菌物種  
 <400> 36

Tyr Asp Val Asp Trp Pro Leu Tyr Met Gly Ala Met Ala Glu Gly Ile  
 1 5 10 15

Ser Ser Val Asp Leu Val Val Ala Ala Glu Ala Arg Met Leu Ala  
 20 25 30

Ser Phe Gly Ala Ala Arg Leu Pro Met Asp Gln Val Glu Leu Gln Ile  
 35 40 45

Arg Glu Ile Gln Gln Arg Thr Ser Asn Ala Phe Ala Val Asn Leu Met  
 50 55 60

Pro Gly Pro Asp Glu Ala Ala Thr Val Asp Ala Leu Leu Arg Thr Gly  
 65 70 75 80

Val Ser Ile Val Glu Ala Ser Gly Tyr Thr Gly Ala Leu Ser Ala Asp  
 85 90 95

Leu Val Arg Tyr Arg Val Thr Gly Leu Arg Arg Thr Ser Cys Gly Ala  
 100 105 110

Ser Val Ser Ala Thr His Arg Val Val Ala Lys Val Ser Arg Thr Glu  
 115 120 125

Val Ala Glu His Phe Leu Arg Pro Ala Pro Ala Ala Val Leu Glu Ala  
 130 135 140

Leu Val Ala Ala Lys Gln Ile Thr Pro Glu Gln Ala Ala Leu Ala Ser  
 145 150 155 160

Arg Val Ala Met Ala Asp Asp Val Ala Val Glu Ala Asp Ser Gly Gly  
 165 170 175

His Thr Asp Asn Arg Pro Ile His Val Leu Leu Pro Leu Val Val Ala  
 180 185 190

Gln Arg Asn Arg Trp Arg His Leu Val Asp Thr Pro Val Arg Val Gly  
 195 200 205

Ala Gly Gly Gly Ile Ala Cys Pro Arg Ala Ala Leu Leu Ala Phe Ser

210 215 220

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

Glu Ala Gly Thr Ser Asp Ala Val Arg Leu Leu Leu Ala Thr Ala Thr  
245 250 255

Tyr Ser Asp Val Ala Met Ala Pro Gly Gly Val Gln Val Leu Lys Lys  
260 265 270

Gln Thr Met Phe Ala Ala Arg Ala Thr Met Leu Ala Gln Leu Gln Ala  
275 280 285

Lys Phe Gly Ser Phe Asp Ala Val Pro Glu Pro Gln Leu Arg Lys Leu  
290 295 300

Glu Arg Ser Val Phe Lys Gln Ser Val Ala Asp Val Trp Ala Ala Ala  
305 310 315 320

Arg Glu Lys Phe Gly Val Asp Ala Thr Ala Ala Ser Pro Gln Glu Arg  
325 330 335

Met Ala Leu Cys Val Arg Trp Tyr Met Ser Gln Ser Ser Arg Trp Ala  
340 345 350

Thr Glu Ala Thr Ser Ala Arg Lys Ala Asp Tyr Gln Ile Trp Cys Gly  
355 360 365

Pro Ala Ile Gly Ser Phe Asn Asp Phe Val Arg Gly Thr Lys Leu Asp  
370 375 380

Ala Thr Ala Gly Thr Gly Glu Phe Pro Arg Val Val Asp Ile Asn Gln  
385 390 395 400

His

<210> 37  
<211> 1350  
<212> DNA  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 37  
atgacatcat cgaagaagac tcccgtgtgg gagatgagca aggaggagct gctggacggc 60  
aagacggtgg tcttcgacta caacgagctg ctcgaattcg ccgagggcga cgtgggcca 120  
gtgttcggac ccgagttcga catcatcgac aagtaccggc gtcgctgctg gctgccggcg 180  
cgcgagtacc tgctcgtgtc gcgcgtgacg ctgatggacg ccgaggtgaa caacttcgcg 240  
gtcgggtcgc gcatggtgac cgagtagcac gtgcccgtga acggggagct gtcggagggc 300  
ggggacgtgc cgtgggcggg gctggtggag tcggggcagt gcgacctgat gctcatctcg 360  
tacatgggca tcgacttcca gtgcaagggc gaccgcgtgt accgcctgct caacacatcg 420  
ctcaccttct tcggggtggc gcacgagggc gagacgtgg tgtacgacat ccgcgtcacg 480  
gggttcgcca agggcgcggg cggggagatc tcgatgttct tcttcgagta cgactgcttc 540  
gtggacggcc gcctgctgat cgagatgcgc gacgggtgcg ccgggttctt cacggacgcc 600

gagctggccg ccggcaaggg cgtgcttaag accaaggcgg agctggcggc gcgcgcgcag 660  
atccagaagc aggacatcgc gcccttttgcg ccggcgccgt gctcgcacaa gacctcgtcg 720  
gacgcgcgcg agatgcggct gctcgtggac cgccagtggg cgcgcgctctt cggcagcggc 780  
atggcgggca tcgactacaa gttgtgcgct cgcaagatgc tcatgatcga ccgcgtcacg 840  
cacctcgacc cgcgcgggcg cgcgcacggc ctcgggctgc tgatcgggga gaaggtgctg 900  
gagcgcgacc actggtactt cccctgccac tttgtgcgcg acgaggtgat ggccgggtcg 960  
ctggtcagcg acggctgctc gcagctcctc aaggtgtaca tgctgtggct cggcctgcac 1020  
acgaccgtgg gcgcgttcga ctttcgtccc gtgagcgggc acgccaacaa ggtgcggtgc 1080  
cgcgggcaga tctcaccgca caagggcaag ctctgttacg tgatggagat caaggaaatg 1140  
ggctttgacg cgaagacggg cgatccgttt gcgatcgcg acgtggacat catcgacgtc 1200  
aacttcgagg agggacaggc gtttgcgggg gtggaagacc tgcacagcta cggccagggc 1260  
gacctccgca agaagatcgt cgtcgacttc aagggcatcg cgctctccct gcagaagcgg 1320  
aaggagcagc agaaggaaag catgaccgtg 1350

<210> 38  
<211> 450  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 38

Met Thr Ser Ser Lys Lys Thr Pro Val Trp Glu Met Ser Lys Glu Glu  
1 5 10 15

Leu Leu Asp Gly Lys Thr Val Val Phe Asp Tyr Asn Glu Leu Leu Glu  
20 25 30

Phe Ala Glu Gly Asp Val Gly Gln Val Phe Gly Pro Glu Phe Asp Ile  
35 40 45

Ile Asp Lys Tyr Arg Arg Arg Val Arg Leu Pro Ala Arg Glu Tyr Leu  
50 55 60

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

Val Gly Ser Arg Met Val Thr Glu Tyr Asp Val Pro Val Asn Gly Glu  
85 90 95

Leu Ser Glu Gly Gly Asp Val Pro Trp Ala Val Leu Val Glu Ser Gly  
100 105 110

Gln Cys Asp Leu Met Leu Ile Ser Tyr Met Gly Ile Asp Phe Gln Cys  
115 120 125

Lys Gly Asp Arg Val Tyr Arg Leu Leu Asn Thr Ser Leu Thr Phe Phe  
130 135 140

Gly Val Ala His Glu Gly Glu Thr Leu Val Tyr Asp Ile Arg Val Thr  
145 150 155 160

Gly Phe Ala Lys Gly<sub>165</sub> Ala Gly Gly Glu Ile<sub>170</sub> Ser Met Phe Phe Phe Glu  
Tyr Asp Cys Phe<sub>180</sub> Val Asp Gly Arg Leu<sub>185</sub> Leu Ile Glu Met Arg<sub>190</sub> Asp Gly  
Cys Ala Gly<sub>195</sub> Phe Phe Thr Asp Ala<sub>200</sub> Glu Leu Ala Ala Gly<sub>205</sub> Lys Gly Val  
Leu Lys<sub>210</sub> Thr Lys Ala Glu Leu<sub>215</sub> Ala Ala Arg Ala Gln Ile Gln Lys Gln  
Asp<sub>225</sub> Ile Ala Pro Phe Ala<sub>230</sub> Pro Ala Pro Cys Ser<sub>235</sub> His Lys Thr Ser Leu<sub>240</sub>  
Asp Ala Arg Glu Met<sub>245</sub> Arg Leu Leu Val Asp<sub>250</sub> Arg Gln Trp Ala Arg<sub>255</sub> Val  
Phe Gly Ser Gly<sub>260</sub> Met Ala Gly Ile Asp<sub>265</sub> Tyr Lys Leu Cys Ala Arg Lys  
Met Leu Met<sub>275</sub> Ile Asp Arg Val Thr<sub>280</sub> His Leu Asp Pro Arg<sub>285</sub> Gly Gly Ala  
His Gly<sub>290</sub> Leu Gly Leu Leu Ile<sub>295</sub> Gly Glu Lys Val Leu<sub>300</sub> Glu Arg Asp His  
Trp<sub>305</sub> Tyr Phe Pro Cys His<sub>310</sub> Phe Val Arg Asp Glu<sub>315</sub> Val Met Ala Gly Ser<sub>320</sub>  
Leu Val Ser Asp Gly<sub>325</sub> Cys Ser Gln Leu Leu<sub>330</sub> Lys Val Tyr Met Leu<sub>335</sub> Trp  
Leu Gly Leu His<sub>340</sub> Thr Thr Val Gly Ala<sub>345</sub> Phe Asp Phe Arg Pro Val Ser  
Gly His Ala<sub>355</sub> Asn Lys Val Arg Cys<sub>360</sub> Arg Gly Gln Ile Ser<sub>365</sub> Pro His Lys  
Gly Lys<sub>370</sub> Leu Val Tyr Val Met<sub>375</sub> Glu Ile Lys Glu Met<sub>380</sub> Gly Phe Asp Ala  
Lys<sub>385</sub> Thr Gly Asp Pro Phe Ala Ile Ala Asp Val<sub>395</sub> Asp Ile Ile Asp Val<sub>400</sub>  
Asn Phe Glu Glu Gly<sub>405</sub> Gln Ala Phe Ala Gly<sub>410</sub> Val Glu Asp Leu His Ser  
Tyr Gly Gln Gly<sub>420</sub> Asp Leu Arg Lys Lys<sub>425</sub> Ile Val Val Asp Phe Lys Gly  
Ile Ala Leu<sub>435</sub> Ser Leu Gln Lys Arg<sub>440</sub> Lys Glu Gln Gln Lys<sub>445</sub> Glu Ser Met  
Thr Val<sub>450</sub>

<210> 39  
<211> 1200  
<212> DNA  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 39  
taccgcgcg gggcggtgtg cttctcgccg ttccccaaca acccgcttga caacgaccac 60  
acgccggggc agatgccgtt gacctgggtc aacatgtccg aattcatgtg cggcaaagtg 120  
tccaactgcc tgggccccga gtttgcgcg cttcgacgga gcaagacgag ccgcagcccg 180  
gcctttgacc tggcgctcgt gacgcgggtg acgagcgtgg cggacatgga gcacggggcg 240  
ttctacaacg tggacgtcaa cccggggccag ggcacgatgg tgggcgagtt cgactgtccc 300  
gcggaacgct ggttcttcgg cgcctcgagc cgcgacgacc acatgcgta ctcgatcctg 360  
atggagatcg cgctgcagac gtcggggcgt ctcacctcgg tgctcaaggc gccgctgacg 420  
atggacaagg acgacatcct cttccgcaac ctcgacgagc acgccgagct cgtggggcgc 480  
gccatgcggg acgtgcgagg caagacgatc cgcaacttca ccaagtgcac aggctacagc 540  
atgctcggca agatgggcat ccaccgcttc acctttgagc tcagcgtcga cggcgccgtc 600  
ttctacaagg gcagcacctc gtttgggtgg ttctgccccg aggtcttoga gtcgcagacc 660  
ggtctcgaca acggcaagcc gcgcctgcct tggtagcgcg agaacaacgt cgcgcgtcgac 720  
acgtcttcgg cgcggcgctc cgttctctcc gcgcaaggtc agctgcagct gcagcgacgc 780  
gggtcgcagg cgcagttcct ggacacaatc cacctggcgg gcagcggcgc cggcgtgcac 840  
ggccagggct acgcgcacgg ggagaaggcc gtgaacaagc aagattggtt cttctcgtgc 900  
cacttctggt tcgaccccgat gatgcccggg tccctgggca tcgagtcgat gttccagctc 960  
gtcgaggcgt ggtgcgtgaa gcagggactc gcggcgcggc acggcatcgc tcacccagtg 1020  
ttcgcgacg cgcggggggc cacgagctgg aagtaccgcg ggcagctaac cccaagaac 1080  
gaccgcatgg acagcgaggt gcacatcaag tcggtggcgg ccttctcctc ctgggtcgac 1140  
gtcgtcgagg acgggttctt cttcgtcgac ggcctccgcg tctactcggc agacaacctc 1200

<210> 40  
<211> 400  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

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

Phe Tyr Asn Val Asp Val Asn Pro Gly Gln Gly Thr Met Val Gly Glu  
 85 90 95  
 Phe Asp Cys Pro Ala Asp Ala Trp Phe Phe Gly Ala Ser Ser Arg Asp  
 100 105 110  
 Asp His Met Pro Tyr Ser Ile Leu Met Glu Ile Ala Leu Gln Thr Ser  
 115 120 125  
 Gly Val Leu Thr Ser Val Leu Lys Ala Pro Leu Thr Met Asp Lys Asp  
 130 135 140  
 Asp Ile Leu Phe Arg Asn Leu Asp Ala Asp Ala Glu Leu Val Gly Asp  
 145 150 155 160  
 Ala Met Pro Asp Val Arg Gly Lys Thr Ile Arg Asn Phe Thr Lys Cys  
 165 170 175  
 Thr Gly Tyr Ser Met Leu Gly Lys Met Gly Ile His Arg Phe Thr Phe  
 180 185 190  
 Glu Leu Ser Val Asp Gly Ala Val Phe Tyr Lys Gly Ser Thr Ser Phe  
 195 200 205  
 Gly Trp Phe Val Pro Glu Val Phe Glu Ser Gln Thr Gly Leu Asp Asn  
 210 215 220  
 Gly Lys Pro Arg Leu Pro Trp Tyr Arg Glu Asn Asn Val Ala Val Asp  
 225 230 235 240  
 Thr Leu Ser Ala Pro Ala Ser Ala Ser Ser Ala Gln Gly Gln Leu Gln  
 245 250 255  
 Leu Gln Arg Arg Gly Ser Gln Ala Gln Phe Leu Asp Thr Ile His Leu  
 260 265 270  
 Ala Gly Ser Gly Ala Gly Val His Gly Gln Gly Tyr Ala His Gly Glu  
 275 280 285  
 Lys Ala Val Asn Lys Gln Asp Trp Phe Phe Ser Cys His Phe Trp Phe  
 290 295 300  
 Asp Pro Val Met Pro Gly Ser Leu Gly Ile Glu Ser Met Phe Gln Leu  
 305 310 315 320  
 Val Glu Ala Trp Cys Val Lys Gln Gly Leu Ala Ala Arg His Gly Ile  
 325 330 335  
 Ala His Pro Val Phe Ala His Ala Pro Gly Ala Thr Ser Trp Lys Tyr  
 340 345 350  
 Arg Gly Gln Leu Thr Pro Lys Asn Asp Arg Met Asp Ser Glu Val His  
 355 360 365  
 Ile Lys Ser Val Ala Ala Phe Ser Ser Trp Val Asp Val Val Ala Asp  
 370 375 380

Gly Phe Leu Phe Val Asp Gly Leu Arg Val Tyr Ser Ala Asp Asn Leu  
385 390 395 400

<210> 41  
<211> 1353  
<212> DNA  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 41  
cagctggacg cggggagcga ggtgcccgcc tgcgcggtga gcgacctggg cgataggggc 60  
ttcatggaga cgtacggggt ggtggcgccg ctgtacagcg gggcgatggc caagggcatc 120  
gcgctcggcg acctggtgat cgcgatgggc cagcgcaaga tgctggggtc gtttggcgcg 180  
ggcgggctcc cgatgcacgt cgtgcgcgcg gggattgaga agatccaggc agcgctgcca 240  
gcgggggccat acgcggtcaa cctgattcac tcgccttttg acgccaacct ggagaagggc 300  
aacgtggacc tcttcctgga gaagggcggtg cgcgtcgttg aggcgtcggc cttcatggag 360  
ctcagcccc aggtggtgcg ctaccgcgcg acgggcctct ctgcgcagcg gcgcggcggc 420  
tccgtgcgca cggcccacaa gatcatcggc aaggtcagcc gcaccgagct ggccgagatg 480  
tttatccggc ccgcgcgcga agccattctc gacaagcttg tggcgtccgg cgagatcacc 540  
cccagacagg cggcgctggc gctcgagggtg cccatggcgg acgacatcgc cgtcgaggcc 600  
gattcggggc ggcacaccga caaccgcccc atccacgtca tcttgcacct catcctcagc 660  
ctgcgcaacc gcctccagcg cgagctcaag taccctgcgc gacaccggt gcgcgtcggc 720  
gccgggggcg gcatcgggtg cccgcaagcg gctctgggcg ccttccacat gggcgccgcg 780  
tttgtggtga cgggcacggt caaccagctg agccggcagg ccgggacatg cgacaatgtg 840  
cggcggcagc tgtcgcgcgc gacgtactcg gacatcacga tggcgcgggc ggcggacatg 900  
ttcgagcagg gcgtcgagct gcagggtgctc aagaagggca cgatgtttcc ctgcgcgcgc 960  
aagaagctgt tcgagctgtt tcacaagtac gactcgttcg aggcgatgcc ggcgacgag 1020  
ctggcgcgcg tcgagaagcg catcttcagc aagtcactcg ccgaggtgtg ggccgagacc 1080  
aaggacttct acatcacgcg gctcaacaac ccggagaaga tccgcaaggc ggagaacgag 1140  
gacccaagc tcaagatgtc actctgcttc cgctggtacc tcgggctcag ctcgttcttg 1200  
gccaacaacg gcatcgcgga ccgcacgatg gactaccaga tctggtgcgg ccctgccatc 1260  
ggcgcttca acgacttcat cggcgaactc tacctcgacg tggccgtctc gggcgagttc 1320  
cccgaactcg tgcagatcaa cctgcagatc ctg 1353

<210> 42  
<211> 451  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 42

Gln Leu Asp Ala Gly Ser Glu Val Pro Ala Cys Ala Val Ser Asp Leu  
1 5 10 15

Gly Asp Arg Gly Phe Met Glu Thr Tyr Gly Val Val Ala Pro Leu Tyr  
20 25 30

Ser Gly Ala Met Ala Lys Gly Ile Ala Ser Ala Asp Leu Val Ile Ala  
35 40 45

Met Gly Gln Arg Lys Met Leu Gly Ser Phe Gly Ala Gly Gly Leu Pro  
50 55 60

Met His Val Val Arg Ala Gly Ile Glu Lys Ile Gln Ala Ala Leu Pro  
65 70 75 80

Ala Gly Pro Tyr Ala Val Asn Leu Ile His Ser Pro Phe Asp Ala Asn  
85 90 95

Leu Glu Lys Gly Asn Val Asp Leu Phe Leu Glu Lys Gly Val Arg Val  
100 105 110

Val Glu Ala Ser Ala Phe Met Glu Leu Thr Pro Gln Val Val Arg Tyr  
115 120 125

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

Ala His Lys Ile Ile Gly Lys Val Ser Arg Thr Glu Leu Ala Glu Met  
145 150 155 160

Phe Ile Arg Pro Ala Pro Gln Ala Ile Leu Asp Lys Leu Val Ala Ser  
165 170 175

Gly Glu Ile Thr Pro Glu Gln Ala Ala Leu Ala Leu Glu Val Pro Met  
180 185 190

Ala Asp Asp Ile Ala Val Glu Ala Asp Ser Gly Gly His Thr Asp Asn  
195 200 205

Arg Pro Ile His Val Ile Leu Pro Leu Ile Leu Ser Leu Arg Asn Arg  
210 215 220

Leu Gln Arg Glu Leu Lys Tyr Pro Ala Arg His Arg Val Arg Val Gly  
225 230 235 240

Ala Gly Gly Gly Ile Gly Cys Pro Gln Ala Ala Leu Gly Ala Phe His  
245 250 255

Met Gly Ala Ala Phe Val Val Thr Gly Thr Val Asn Gln Leu Ser Arg  
260 265 270

Gln Ala Gly Thr Cys Asp Asn Val Arg Arg Gln Leu Ser Arg Ala Thr  
275 280 285

Tyr Ser Asp Ile Thr Met Ala Pro Ala Ala Asp Met Phe Glu Gln Gly  
290 295 300

Val Glu Leu Gln Val Leu Lys Lys Gly Thr Met Phe Pro Ser Arg Ala  
305 310 315 320

Lys Lys Leu Phe Glu Leu Phe His Lys Tyr Asp Ser Phe Glu Ala Met  
325 330 335

Pro Ala Asp Glu Leu Ala Arg Val Glu Lys Arg Ile Phe Ser Lys Ser



340 345 350

Leu Ala Glu Val Trp Ala Glu Thr Lys Asp Phe Tyr Ile Thr Arg Leu  
355 360 365

Asn Asn Pro Glu Lys Ile Arg Lys Ala Glu Asn Glu Asp Pro Lys Leu  
370 375 380

Lys Met Ser Leu Cys Phe Arg Trp Tyr Leu Gly Leu Ser Ser Phe Trp  
385 390 395 400

Ala Asn Asn Gly Ile Ala Asp Arg Thr Met Asp Tyr Gln Ile Trp Cys  
405 410 415

Gly Pro Ala Ile Gly Ala Phe Asn Asp Phe Ile Ala Asp Ser Tyr Leu  
420 425 430

Asp Val Ala Val Ser Gly Glu Phe Pro Asp Val Val Gln Ile Asn Leu  
435 440 445

Gln Ile Leu  
450

<210> 43  
<211> 4  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (2)..(2)  
<223> Xaa 可為任何天然存在的胺基酸

<400> 43

Asp Xaa Ala Cys  
1

<210> 44  
<211> 4  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 44

Gly Phe Gly Gly  
1

<210> 45  
<211> 12  
<212> DNA  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 45  
gggttttggcg gt 12

<210> 46  
<211> 5  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 46

Gly Phe Ser Leu Gly  
1 5

<210> 47  
<211> 5  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 47

Leu Gly Ile Asp Ser  
1 5

<210> 48  
<211> 903  
<212> DNA  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 48  
ctgtcagacc ccgacgtggc cgtgcgcgag tctggttact ccgcctcggg ccagcgctgc 60  
acgacaacta cgaagtcgct gactacgggc aagccgcacc agccgatctc ctcgctcggac 120  
ctcttttctgg tgtcgggcg cgcgcgcggc atcaccccg cgtgcgtgcg cgagctggcg 180  
cagcgcgctgg gcggcggcac gtacgtgctc atcggccgct cggagctgcc cacgacggag 240  
cctgcctggg cggtcggcgt ggagtctggc aagccgctgg agaaggccgc gctggcgcttc 300  
ctgaaggcg agtttgcagc gggccgcggg gccaaagccga cgccgatgct gcacaagaag 360  
ctcgtgggcg ccgtggtcgg agcgcgcgag gtgcgagcct cgctcgccga gatcactgca 420  
cagggcgcca cggctgtgta cgagtcgtgc gacgtgagct ctgccgccaa ggtgcgtgag 480  
atggtagagc gcgtgcagca gcagggcggg cggcgcgctgt cgggcgtggt ccacgcgtcg 540  
ggcgtgctgc gcgacaagct cgtggagaac aagtcgctgg cggacttcag cgccgtgtac 600  
gacaccaagg tgggcggcct catcaacctg ctggcctgcg tggacctggc gcagctgcgt 660  
cacctcgtgc tcttcagctc gctcgcgggc ttccacggca acgtcgggca gtcggactac 720  
gcaatggcca acgagggcgt caacaagctg gcggcgcacc tgtcggcggt gcacccgcag 780  
ctgtgcgcgc gctcgatctg cttcggaccg tgggacggcg gcatggtgac ccccgcgctc 840  
aaggccaact tcatccgcat gggcatccag atcatccgc gccaaaggcg cgcgcagacc 900  
gtc 903

<210> 49  
<211> 301  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 49

Leu Ser Asp Pro Asp Val Ala Val Arg Glu Ser Gly Tyr Ser Ala Ser  
1 5 10 15

Gly Gln Arg Cys Thr Thr Thr Thr Lys Ser Leu Thr Thr Gly Lys Pro  
20 25 30

His Gln Pro Ile Ser Ser Ser Asp Leu Phe Leu Val Ser Gly Gly Ala  
35 40 45

Arg Gly Ile Thr Pro Leu Cys Val Arg Glu Leu Ala Gln Arg Val Gly  
50 55 60

Gly Gly Thr Tyr Val Leu Ile Gly Arg Ser Glu Leu Pro Thr Thr Glu  
65 70 75 80

Pro Ala Trp Ala Val Gly Val Glu Ser Gly Lys Pro Leu Glu Lys Ala  
85 90 95

Ala Leu Ala Phe Leu Lys Ala Glu Phe Ala Ala Gly Arg Gly Ala Lys  
100 105 110

Pro Thr Pro Met Leu His Lys Lys Leu Val Gly Ala Val Val Gly Ala  
115 120 125

Arg Glu Val Arg Ala Ser Leu Ala Glu Ile Thr Ala Gln Gly Ala Thr  
130 135 140

Ala Val Tyr Glu Ser Cys Asp Val Ser Ser Ala Ala Lys Val Arg Glu  
145 150 155 160

Met Val Glu Arg Val Gln Gln Gln Gly Gly Arg Arg Val Ser Gly Val  
165 170 175

Phe His Ala Ser Gly Val Leu Arg Asp Lys Leu Val Glu Asn Lys Ser  
180 185 190

Leu Ala Asp Phe Ser Ala Val Tyr Asp Thr Lys Val Gly Gly Leu Ile  
195 200 205

Asn Leu Leu Ala Cys Val Asp Leu Ala Gln Leu Arg His Leu Val Leu  
210 215 220

Phe Ser Ser Leu Ala Gly Phe His Gly Asn Val Gly Gln Ser Asp Tyr  
225 230 235 240

Ala Met Ala Asn Glu Ala Leu Asn Lys Leu Ala Ala His Leu Ser Ala  
245 250 255

Val His Pro Gln Leu Cys Ala Arg Ser Ile Cys Phe Gly Pro Trp Asp  
260 265 270

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

Ile Gln Ile Ile Pro Arg Gln Gly Gly Ala Gln Thr Val  
290 295 300

<210> 50  
<211> 13  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (2) .. (3)  
<223> Xaa 可為任何天然存在的胺基酸

<220>  
<221> 其他特徵

<222> (5)..(7)  
<223> Xaa 可為任何天然存在的胺基酸

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (9)..(12)  
<223> Xaa 可為任何天然存在的胺基酸

<400> 50  
Leu Xaa Xaa His Xaa Xaa Xaa Gly Xaa Xaa Xaa Xaa Pro  
1 5 10

<210> 51  
<211> 12  
<212> DNA  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 51  
ggcttttggtg ga 12

<210> 52  
<211> 5  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (2)..(2)  
<223> Xaa 可為任何天然存在的胺基酸

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (4)..(4)  
<223> Xaa 可為任何天然存在的胺基酸

<400> 52  
Gly Xaa Ser Xaa Gly  
1 5

<210> 53  
<211> 5  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (2)..(3)  
<223> Xaa 可為任何天然存在的胺基酸

<400> 53  
Phe Xaa Xaa His Phe  
1 5

<210> 54  
<211> 2910  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 54  
Met Ala Ala Arg Leu Gln Glu Gln Lys Gly Gly Glu Met Asp Thr Arg  
1 5 10 15

Ile Ala Ile Ile Gly Met Ser Ala Ile Leu Pro Cys Gly Thr Thr Val  
20 25 30

Arg Glu Ser Trp Glu Thr Ile Arg Ala Gly Ile Asp Cys Leu Ser Asp  
35 40 45

Leu Pro Glu Asp Arg Val Asp Val Thr Ala Tyr Phe Asp Pro Val Lys  
50 55 60

Thr Thr Lys Asp Lys Ile Tyr Cys Lys Arg Gly Gly Phe Ile Pro Glu  
65 70 75 80

Tyr Asp Phe Asp Ala Arg Glu Phe Gly Leu Asn Met Phe Gln Met Glu  
85 90 95

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

Leu Gln Asp Ala Gly Ile Asp Ala Leu Gly Lys Glu Lys Lys Asn Ile  
115 120 125

Gly Cys Val Leu Gly Ile Gly Gly Gly Gln Lys Ser Ser His Glu Phe  
130 135 140

Tyr Ser Arg Leu Asn Tyr Val Val Val Glu Lys Val Leu Arg Lys Met  
145 150 155 160

Gly Met Pro Glu Glu Asp Val Lys Val Ala Val Glu Lys Tyr Lys Ala  
165 170 175

Asn Phe Pro Glu Trp Arg Leu Asp Ser Phe Pro Gly Phe Leu Gly Asn  
180 185 190

Val Thr Ala Gly Arg Cys Thr Asn Thr Phe Asn Leu Asp Gly Met Asn  
195 200 205

Cys Val Val Asp Ala Ala Cys Ala Ser Ser Leu Ile Ala Val Lys Val  
210 215 220

Ala Ile Asp Glu Leu Leu Tyr Gly Asp Cys Asp Met Met Val Thr Gly  
225 230 235 240

Ala Thr Cys Thr Asp Asn Ser Ile Gly Met Tyr Met Ala Phe Ser Lys  
245 250 255

Thr Pro Val Phe Ser Thr Asp Pro Ser Val Arg Ala Tyr Asp Glu Lys  
260 265 270

Thr Lys Gly Met Leu Ile Gly Glu Gly Ser Ala Met Leu Val Leu Lys  
275 280 285

Arg Tyr Ala Asp Ala Val Arg Asp Gly Asp Glu Ile His Ala Val Ile  
290 295 300

Arg Gly Cys Ala Ser Ser Ser Asp Gly Lys Ala Ala Gly Ile Tyr Thr  
305 310 315 320

Pro Thr Ile Ser Gly Gln Glu Glu Ala Leu Arg Arg Ala Tyr Asn Arg



|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Gln | Phe | Arg | Gln | Ser | Ile | Ala | Ala | Met | Asp | Ala | Ala | Gln | Ser | Lys | Val |
| 625 |     |     |     |     | 630 |     |     |     |     | 635 |     |     |     |     | 640 |
| Ala | Gly | Ser | Asp | Lys | Asp | Phe | Glu | Arg | Val | Ser | Gln | Val | Leu | Tyr | Pro |
|     |     |     |     | 645 |     |     |     |     | 650 |     |     |     |     | 655 |     |
| Arg | Lys | Pro | Tyr | Glu | Arg | Glu | Pro | Glu | Gln | Asn | Pro | Lys | Lys | Ile | Ser |
|     |     |     | 660 |     |     |     |     | 665 |     |     |     |     | 670 |     |     |
| Leu | Thr | Ala | Tyr | Ser | Gln | Pro | Ser | Thr | Leu | Ala | Cys | Ala | Leu | Gly | Ala |
|     |     | 675 |     |     |     |     | 680 |     |     |     |     | 685 |     |     |     |
| Phe | Glu | Ile | Phe | Lys | Glu | Ala | Gly | Phe | Thr | Pro | Asp | Phe | Ala | Ala | Gly |
|     | 690 |     |     |     |     | 695 |     |     |     |     | 700 |     |     |     |     |
| His | Ser | Leu | Gly | Glu | Phe | Ala | Ala | Leu | Tyr | Ala | Ala | Gly | Cys | Val | Asp |
| 705 |     |     |     |     | 710 |     |     |     |     | 715 |     |     |     |     | 720 |
| Arg | Asp | Glu | Leu | Phe | Glu | Leu | Val | Cys | Arg | Arg | Ala | Arg | Ile | Met | Gly |
|     |     |     |     | 725 |     |     |     |     | 730 |     |     |     |     | 735 |     |
| Gly | Lys | Asp | Ala | Pro | Ala | Thr | Pro | Lys | Gly | Cys | Met | Ala | Ala | Val | Ile |
|     |     |     | 740 |     |     |     |     | 745 |     |     |     |     | 750 |     |     |
| Gly | Pro | Asn | Ala | Glu | Asn | Ile | Lys | Val | Gln | Ala | Ala | Asn | Val | Trp | Leu |
|     |     | 755 |     |     |     |     | 760 |     |     |     |     | 765 |     |     |     |
| Gly | Asn | Ser | Asn | Ser | Pro | Ser | Gln | Thr | Val | Ile | Thr | Gly | Ser | Val | Glu |
|     | 770 |     |     |     |     | 775 |     |     |     |     | 780 |     |     |     |     |
| Gly | Ile | Gln | Ala | Glu | Ser | Ala | Arg | Leu | Gln | Lys | Glu | Gly | Phe | Arg | Val |
| 785 |     |     |     |     | 790 |     |     |     |     | 795 |     |     |     |     | 800 |
| Val | Pro | Leu | Ala | Cys | Glu | Ser | Ala | Phe | His | Ser | Pro | Gln | Met | Glu | Asn |
|     |     |     |     | 805 |     |     |     |     | 810 |     |     |     |     | 815 |     |
| Ala | Ser | Ser | Ala | Phe | Lys | Asp | Val | Ile | Ser | Lys | Val | Ser | Phe | Arg | Thr |
|     |     |     | 820 |     |     |     |     | 825 |     |     |     |     | 830 |     |     |
| Pro | Lys | Ala | Glu | Thr | Lys | Leu | Phe | Ser | Asn | Val | Ser | Gly | Glu | Thr | Tyr |
|     |     | 835 |     |     |     |     | 840 |     |     |     |     | 845 |     |     |     |
| Pro | Thr | Asp | Ala | Arg | Glu | Met | Leu | Thr | Gln | His | Met | Thr | Ser | Ser | Val |
|     | 850 |     |     |     |     | 855 |     |     |     |     | 860 |     |     |     |     |
| Lys | Phe | Leu | Thr | Gln | Val | Arg | Asn | Met | His | Gln | Ala | Gly | Ala | Arg | Ile |
| 865 |     |     |     |     | 870 |     |     |     |     | 875 |     |     |     |     | 880 |
| Phe | Val | Glu | Phe | Gly | Pro | Lys | Gln | Val | Leu | Ser | Lys | Leu | Val | Ser | Glu |
|     |     |     | 885 |     |     |     |     |     | 890 |     |     |     |     | 895 |     |
| Thr | Leu | Lys | Asp | Asp | Pro | Ser | Val | Val | Thr | Val | Ser | Val | Asn | Pro | Ala |
|     |     |     | 900 |     |     |     |     | 905 |     |     |     |     | 910 |     |     |
| Ser | Gly | Thr | Asp | Ser | Asp | Ile | Gln | Leu | Arg | Asp | Ala | Ala | Val | Gln | Leu |
|     |     | 915 |     |     |     |     | 920 |     |     |     |     | 925 |     |     |     |

Val Val Ala Gly Val Asn Leu Gln Gly Phe Asp Lys Trp Asp Ala Pro  
930 935 940

Asp Ala Thr Arg Met Gln Ala Ile Lys Lys Lys Arg Thr Thr Leu Arg  
945 950 955 960

Leu Ser Ala Ala Thr Tyr Val Ser Asp Lys Thr Lys Lys Val Arg Asp  
965 970 975

Ala Ala Met Asn Asp Gly Arg Cys Val Thr Tyr Leu Lys Gly Ala Ala  
980 985 990

Pro Leu Ile Lys Ala Pro Glu Pro Val Val Asp Glu Ala Ala Lys Arg  
995 1000 1005

Glu Ala Glu Arg Leu Gln Lys Glu Leu Gln Asp Ala Gln Arg Gln  
1010 1015 1020

Leu Asp Asp Ala Lys Arg Ala Ala Ala Glu Ala Asn Ser Lys Leu  
1025 1030 1035

Ala Ala Ala Lys Glu Glu Ala Lys Thr Ala Ala Ala Ser Ala Lys  
1040 1045 1050

Pro Ala Val Asp Thr Ala Val Val Glu Lys His Arg Ala Ile Leu  
1055 1060 1065

Lys Ser Met Leu Ala Glu Leu Asp Gly Tyr Gly Ser Val Asp Ala  
1070 1075 1080

Ser Ser Leu Gln Gln Gln Gln Gln Gln Gln Thr Ala Pro Ala Pro  
1085 1090 1095

Val Lys Ala Ala Ala Pro Ala Ala Pro Val Ala Ser Ala Pro Ala  
1100 1105 1110

Pro Ala Val Ser Asn Glu Leu Leu Glu Lys Ala Glu Thr Val Val  
1115 1120 1125

Met Glu Val Leu Ala Ala Lys Thr Gly Tyr Glu Thr Asp Met Ile  
1130 1135 1140

Glu Ala Asp Met Glu Leu Glu Thr Glu Leu Gly Ile Asp Ser Ile  
1145 1150 1155

Lys Arg Val Glu Ile Leu Ser Glu Val Gln Ala Met Leu Asn Val  
1160 1165 1170

Glu Ala Lys Asp Val Asp Ala Leu Ser Arg Thr Arg Thr Val Gly  
1175 1180 1185

Glu Val Val Asn Ala Met Lys Ala Glu Ile Ala Gly Ser Ser Ala  
1190 1195 1200

Pro Ala Pro Ala Ala Ala Ala Pro Ala Pro Ala Lys Ala Ala Pro  
1205 1210 1215



|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Ala | Ala  | Ala | Ala | Pro | Ala | Val  | Ser | Asn | Glu | Leu | Leu  | Glu | Lys | Ala |
|     | 1220 |     |     |     |     | 1225 |     |     |     |     | 1230 |     |     |     |
| Glu | Thr  | Val | Val | Met | Glu | Val  | Leu | Ala | Ala | Lys | Thr  | Gly | Tyr | Glu |
|     | 1235 |     |     |     |     | 1240 |     |     |     |     | 1245 |     |     |     |
| Thr | Asp  | Met | Ile | Glu | Ser | Asp  | Met | Glu | Leu | Glu | Thr  | Glu | Leu | Gly |
|     | 1250 |     |     |     |     | 1255 |     |     |     |     | 1260 |     |     |     |
| Ile | Asp  | Ser | Ile | Lys | Arg | Val  | Glu | Ile | Leu | Ser | Glu  | Val | Gln | Ala |
|     | 1265 |     |     |     |     | 1270 |     |     |     |     | 1275 |     |     |     |
| Met | Leu  | Asn | Val | Glu | Ala | Lys  | Asp | Val | Asp | Ala | Leu  | Ser | Arg | Thr |
|     | 1280 |     |     |     |     | 1285 |     |     |     |     | 1290 |     |     |     |
| Arg | Thr  | Val | Gly | Glu | Val | Val  | Asn | Ala | Met | Lys | Ala  | Glu | Ile | Ala |
|     | 1295 |     |     |     |     | 1300 |     |     |     |     | 1305 |     |     |     |
| Gly | Gly  | Ser | Ala | Pro | Ala | Pro  | Ala | Ala | Ala | Ala | Pro  | Gly | Pro | Ala |
|     | 1310 |     |     |     |     | 1315 |     |     |     |     | 1320 |     |     |     |
| Ala | Ala  | Ala | Pro | Ala | Pro | Ala  | Ala | Ala | Ala | Pro | Ala  | Val | Ser | Asn |
|     | 1325 |     |     |     |     | 1330 |     |     |     |     | 1335 |     |     |     |
| Glu | Leu  | Leu | Glu | Lys | Ala | Glu  | Thr | Val | Val | Met | Glu  | Val | Leu | Ala |
|     | 1340 |     |     |     |     | 1345 |     |     |     |     | 1350 |     |     |     |
| Ala | Lys  | Thr | Gly | Tyr | Glu | Thr  | Asp | Met | Ile | Glu | Ser  | Asp | Met | Glu |
|     | 1355 |     |     |     |     | 1360 |     |     |     |     | 1365 |     |     |     |
| Leu | Glu  | Thr | Glu | Leu | Gly | Ile  | Asp | Ser | Ile | Lys | Arg  | Val | Glu | Ile |
|     | 1370 |     |     |     |     | 1375 |     |     |     |     | 1380 |     |     |     |
| Leu | Ser  | Glu | Val | Gln | Ala | Met  | Leu | Asn | Val | Glu | Ala  | Lys | Asp | Val |
|     | 1385 |     |     |     |     | 1390 |     |     |     |     | 1395 |     |     |     |
| Asp | Ala  | Leu | Ser | Arg | Thr | Arg  | Thr | Val | Gly | Glu | Val  | Val | Asp | Ala |
|     | 1400 |     |     |     |     | 1405 |     |     |     |     | 1410 |     |     |     |
| Met | Lys  | Ala | Glu | Ile | Ala | Gly  | Gly | Ser | Ala | Pro | Ala  | Pro | Ala | Ala |
|     | 1415 |     |     |     |     | 1420 |     |     |     |     | 1425 |     |     |     |
| Ala | Ala  | Pro | Ala | Pro | Ala | Ala  | Ala | Ala | Pro | Ala | Pro  | Ala | Ala | Pro |
|     | 1430 |     |     |     |     | 1435 |     |     |     |     | 1440 |     |     |     |
| Ala | Pro  | Ala | Val | Ser | Ser | Glu  | Leu | Leu | Glu | Lys | Ala  | Glu | Thr | Val |
|     | 1445 |     |     |     |     | 1450 |     |     |     |     | 1455 |     |     |     |
| Val | Met  | Glu | Val | Leu | Ala | Ala  | Lys | Thr | Gly | Tyr | Glu  | Thr | Asp | Met |
|     | 1460 |     |     |     |     | 1465 |     |     |     |     | 1470 |     |     |     |
| Ile | Glu  | Ser | Asp | Met | Glu | Leu  | Glu | Thr | Glu | Leu | Gly  | Ile | Asp | Ser |
|     | 1475 |     |     |     |     | 1480 |     |     |     |     | 1485 |     |     |     |
| Ile | Lys  | Arg | Val | Glu | Ile | Leu  | Ser | Glu | Val | Gln | Ala  | Met | Leu | Asn |

| 1490 |      |     |     |     | 1495 |      |     |     |     | 1500 |      |     |     |     |
|------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| Val  | Glu  | Ala | Lys | Asp | Val  | Asp  | Ala | Leu | Ser | Arg  | Thr  | Arg | Thr | Val |
|      | 1505 |     |     |     |      | 1510 |     |     |     |      | 1515 |     |     |     |
| Gly  | Glu  | Val | Val | Asp | Ala  | Met  | Lys | Ala | Glu | Ile  | Ala  | Gly | Gly | Ser |
|      | 1520 |     |     |     |      | 1525 |     |     |     |      | 1530 |     |     |     |
| Ala  | Pro  | Ala | Pro | Ala | Ala  | Ala  | Ala | Pro | Ala | Pro  | Ala  | Ala | Ala | Ala |
|      | 1535 |     |     |     |      | 1540 |     |     |     |      | 1545 |     |     |     |
| Pro  | Ala  | Pro | Ala | Ala | Pro  | Ala  | Pro | Ala | Ala | Pro  | Ala  | Pro | Ala | Val |
|      | 1550 |     |     |     |      | 1555 |     |     |     |      | 1560 |     |     |     |
| Ser  | Ser  | Glu | Leu | Leu | Glu  | Lys  | Ala | Glu | Thr | Val  | Val  | Met | Glu | Val |
|      | 1565 |     |     |     |      | 1570 |     |     |     |      | 1575 |     |     |     |
| Leu  | Ala  | Ala | Lys | Thr | Gly  | Tyr  | Glu | Thr | Asp | Met  | Ile  | Glu | Ser | Asp |
|      | 1580 |     |     |     |      | 1585 |     |     |     |      | 1590 |     |     |     |
| Met  | Glu  | Leu | Glu | Thr | Glu  | Leu  | Gly | Ile | Asp | Ser  | Ile  | Lys | Arg | Val |
|      | 1595 |     |     |     |      | 1600 |     |     |     |      | 1605 |     |     |     |
| Glu  | Ile  | Leu | Ser | Glu | Val  | Gln  | Ala | Met | Leu | Asn  | Val  | Glu | Ala | Lys |
|      | 1610 |     |     |     |      | 1615 |     |     |     |      | 1620 |     |     |     |
| Asp  | Val  | Asp | Ala | Leu | Ser  | Arg  | Thr | Arg | Thr | Val  | Gly  | Glu | Val | Val |
|      | 1625 |     |     |     |      | 1630 |     |     |     |      | 1635 |     |     |     |
| Asp  | Ala  | Met | Lys | Ala | Glu  | Ile  | Ala | Gly | Ser | Ser  | Ala  | Ser | Ala | Pro |
|      | 1640 |     |     |     |      | 1645 |     |     |     |      | 1650 |     |     |     |
| Ala  | Ala  | Ala | Ala | Pro | Ala  | Pro  | Ala | Ala | Ala | Ala  | Pro  | Ala | Pro | Ala |
|      | 1655 |     |     |     |      | 1660 |     |     |     |      | 1665 |     |     |     |
| Ala  | Ala  | Ala | Pro | Ala | Val  | Ser  | Asn | Glu | Leu | Leu  | Glu  | Lys | Ala | Glu |
|      | 1670 |     |     |     |      | 1675 |     |     |     |      | 1680 |     |     |     |
| Thr  | Val  | Val | Met | Glu | Val  | Leu  | Ala | Ala | Lys | Thr  | Gly  | Tyr | Glu | Thr |
|      | 1685 |     |     |     |      | 1690 |     |     |     |      | 1695 |     |     |     |
| Asp  | Met  | Ile | Glu | Ser | Asp  | Met  | Glu | Leu | Glu | Thr  | Glu  | Leu | Gly | Ile |
|      | 1700 |     |     |     |      | 1705 |     |     |     |      | 1710 |     |     |     |
| Asp  | Ser  | Ile | Lys | Arg | Val  | Glu  | Ile | Leu | Ser | Glu  | Val  | Gln | Ala | Met |
|      | 1715 |     |     |     |      | 1720 |     |     |     |      | 1725 |     |     |     |
| Leu  | Asn  | Val | Glu | Ala | Lys  | Asp  | Val | Asp | Ala | Leu  | Ser  | Arg | Thr | Arg |
|      | 1730 |     |     |     |      | 1735 |     |     |     |      | 1740 |     |     |     |
| Thr  | Val  | Gly | Glu | Val | Val  | Asp  | Ala | Met | Lys | Ala  | Glu  | Ile | Ala | Gly |
|      | 1745 |     |     |     |      | 1750 |     |     |     |      | 1755 |     |     |     |
| Gly  | Ser  | Ala | Pro | Ala | Pro  | Ala  | Ala | Ala | Ala | Pro  | Ala  | Pro | Ala | Ala |
|      | 1760 |     |     |     |      | 1765 |     |     |     |      | 1770 |     |     |     |

|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Ala | Ala  | Pro | Ala | Val | Ser | Asn  | Glu | Leu | Leu | Glu | Lys  | Ala | Glu | Thr |
|     | 1775 |     |     |     |     | 1780 |     |     |     |     | 1785 |     |     |     |
| Val | Val  | Met | Glu | Val | Leu | Ala  | Ala | Lys | Thr | Gly | Tyr  | Glu | Thr | Asp |
|     | 1790 |     |     |     |     | 1795 |     |     |     |     | 1800 |     |     |     |
| Met | Ile  | Glu | Ser | Asp | Met | Glu  | Leu | Glu | Thr | Glu | Leu  | Gly | Ile | Asp |
|     | 1805 |     |     |     |     | 1810 |     |     |     |     | 1815 |     |     |     |
| Ser | Ile  | Lys | Arg | Val | Glu | Ile  | Leu | Ser | Glu | Val | Gln  | Ala | Met | Leu |
|     | 1820 |     |     |     |     | 1825 |     |     |     |     | 1830 |     |     |     |
| Asn | Val  | Glu | Ala | Lys | Asp | Val  | Asp | Ala | Leu | Ser | Arg  | Thr | Arg | Thr |
|     | 1835 |     |     |     |     | 1840 |     |     |     |     | 1845 |     |     |     |
| Val | Gly  | Glu | Val | Val | Asp | Ala  | Met | Lys | Ala | Glu | Ile  | Ala | Gly | Ser |
|     | 1850 |     |     |     |     | 1855 |     |     |     |     | 1860 |     |     |     |
| Ser | Ala  | Pro | Ala | Pro | Ala | Ala  | Ala | Ala | Pro | Ala | Pro  | Ala | Ala | Ala |
|     | 1865 |     |     |     |     | 1870 |     |     |     |     | 1875 |     |     |     |
| Ala | Pro  | Ala | Pro | Ala | Ala | Ala  | Ala | Pro | Ala | Val | Ser  | Ser | Glu | Leu |
|     | 1880 |     |     |     |     | 1885 |     |     |     |     | 1890 |     |     |     |
| Leu | Glu  | Lys | Ala | Glu | Thr | Val  | Val | Met | Glu | Val | Leu  | Ala | Ala | Lys |
|     | 1895 |     |     |     |     | 1900 |     |     |     |     | 1905 |     |     |     |
| Thr | Gly  | Tyr | Glu | Thr | Asp | Met  | Ile | Glu | Ser | Asp | Met  | Glu | Leu | Glu |
|     | 1910 |     |     |     |     | 1915 |     |     |     |     | 1920 |     |     |     |
| Thr | Glu  | Leu | Gly | Ile | Asp | Ser  | Ile | Lys | Arg | Val | Glu  | Ile | Leu | Ser |
|     | 1925 |     |     |     |     | 1930 |     |     |     |     | 1935 |     |     |     |
| Glu | Val  | Gln | Ala | Met | Leu | Asn  | Val | Glu | Ala | Lys | Asp  | Val | Asp | Ala |
|     | 1940 |     |     |     |     | 1945 |     |     |     |     | 1950 |     |     |     |
| Leu | Ser  | Arg | Thr | Arg | Thr | Val  | Gly | Glu | Val | Val | Asp  | Ala | Met | Lys |
|     | 1955 |     |     |     |     | 1960 |     |     |     |     | 1965 |     |     |     |
| Ala | Glu  | Ile | Ala | Gly | Gly | Ser  | Ala | Pro | Ala | Pro | Ala  | Ala | Ala | Ala |
|     | 1970 |     |     |     |     | 1975 |     |     |     |     | 1980 |     |     |     |
| Pro | Ala  | Pro | Ala | Ala | Ala | Ala  | Pro | Ala | Val | Ser | Asn  | Glu | Leu | Leu |
|     | 1985 |     |     |     |     | 1990 |     |     |     |     | 1995 |     |     |     |
| Glu | Lys  | Ala | Glu | Thr | Val | Val  | Met | Glu | Val | Leu | Ala  | Ala | Lys | Thr |
|     | 2000 |     |     |     |     | 2005 |     |     |     |     | 2010 |     |     |     |
| Gly | Tyr  | Glu | Thr | Asp | Met | Ile  | Glu | Ser | Asp | Met | Glu  | Leu | Glu | Thr |
|     | 2015 |     |     |     |     | 2020 |     |     |     |     | 2025 |     |     |     |
| Glu | Leu  | Gly | Ile | Asp | Ser | Ile  | Lys | Arg | Val | Glu | Ile  | Leu | Ser | Glu |
|     | 2030 |     |     |     |     | 2035 |     |     |     |     | 2040 |     |     |     |
| Val | Gln  | Ala | Met | Leu | Asn | Val  | Glu | Ala | Lys | Asp | Val  | Asp | Ala | Leu |
|     | 2045 |     |     |     |     | 2050 |     |     |     |     | 2055 |     |     |     |

|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Ser | Arg  | Thr | Arg | Thr | Val | Gly  | Glu | Val | Val | Asp | Ala  | Met | Lys | Ala |
|     | 2060 |     |     |     |     | 2065 |     |     |     |     | 2070 |     |     |     |
| Glu | Ile  | Ala | Gly | Gly | Ser | Ala  | Pro | Ala | Pro | Ala | Ala  | Ala | Ala | Pro |
|     | 2075 |     |     |     |     | 2080 |     |     |     |     | 2085 |     |     |     |
| Ala | Ser  | Ala | Gly | Ala | Ala | Pro  | Ala | Val | Lys | Ile | Asp  | Ser | Val | His |
|     | 2090 |     |     |     |     | 2095 |     |     |     |     | 2100 |     |     |     |
| Gly | Ala  | Asp | Cys | Asp | Asp | Leu  | Ser | Leu | Met | His | Ala  | Lys | Val | Val |
|     | 2105 |     |     |     |     | 2110 |     |     |     |     | 2115 |     |     |     |
| Asp | Ile  | Arg | Arg | Pro | Asp | Glu  | Leu | Ile | Leu | Glu | Arg  | Pro | Glu | Asn |
|     | 2120 |     |     |     |     | 2125 |     |     |     |     | 2130 |     |     |     |
| Arg | Pro  | Val | Leu | Val | Val | Asp  | Asp | Gly | Ser | Glu | Leu  | Thr | Leu | Ala |
|     | 2135 |     |     |     |     | 2140 |     |     |     |     | 2145 |     |     |     |
| Leu | Val  | Arg | Val | Leu | Gly | Ala  | Cys | Ala | Val | Val | Leu  | Thr | Phe | Glu |
|     | 2150 |     |     |     |     | 2155 |     |     |     |     | 2160 |     |     |     |
| Gly | Leu  | Gln | Leu | Ala | Gln | Arg  | Ala | Gly | Ala | Ala | Ala  | Ile | Arg | His |
|     | 2165 |     |     |     |     | 2170 |     |     |     |     | 2175 |     |     |     |
| Lys | Ala  | Ile | Lys | Glu | Ala | Glu  | Gln | Arg | Phe | Gly | Ala  | Leu | Gly | Gly |
|     | 2180 |     |     |     |     | 2185 |     |     |     |     | 2190 |     |     |     |
| Phe | Ile  | Ser | Gln | Gln | Ala | Glu  | Arg | Phe | Glu | Pro | Ala  | Glu | Ile | Leu |
|     | 2195 |     |     |     |     | 2200 |     |     |     |     | 2205 |     |     |     |
| Gly | Phe  | Thr | Leu | Met | Cys | Ala  | Lys | Phe | Ala | Lys | Ala  | Ser | Leu | Cys |
|     | 2210 |     |     |     |     | 2215 |     |     |     |     | 2220 |     |     |     |
| Thr | Ala  | Val | Ala | Gly | Val | Leu  | Ala | Lys | Asp | Leu | Ser  | Ala | Glu | Ser |
|     | 2225 |     |     |     |     | 2230 |     |     |     |     | 2235 |     |     |     |
| Ala | Glu  | Gly | Arg | Pro | Ala | Phe  | Ile | Gly | Val | Ala | Arg  | Leu | Asp | Gly |
|     | 2240 |     |     |     |     | 2245 |     |     |     |     | 2250 |     |     |     |
| Arg | Leu  | Gly | Phe | Thr | Ser | Gln  | Gly | Thr | Ser | Asp | Ala  | Leu | Lys | Arg |
|     | 2255 |     |     |     |     | 2260 |     |     |     |     | 2265 |     |     |     |
| Ala | Gln  | Arg | Gly | Ala | Ile | Phe  | Gly | Leu | Cys | Lys | Thr  | Ile | Gly | Leu |
|     | 2270 |     |     |     |     | 2275 |     |     |     |     | 2280 |     |     |     |
| Glu | Trp  | Ser | Glu | Ser | Asp | Val  | Phe | Ser | Arg | Gly | Val  | Asp | Ile | Ala |
|     | 2285 |     |     |     |     | 2290 |     |     |     |     | 2295 |     |     |     |
| Gln | Gly  | Met | His | Pro | Glu | Asp  | Ala | Ala | Val | Ala | Ile  | Val | Arg | Glu |
|     | 2300 |     |     |     |     | 2305 |     |     |     |     | 2310 |     |     |     |
| Met | Ala  | Cys | Ala | Asp | Ile | Arg  | Ile | Arg | Glu | Val | Gly  | Ile | Gly | Ala |
|     | 2315 |     |     |     |     | 2320 |     |     |     |     | 2325 |     |     |     |
| Asn | Gln  | Gln | Arg | Cys | Thr | Ile  | Arg | Ala | Ala | Lys | Leu  | Glu | Thr | Gly |
|     | 2330 |     |     |     |     | 2335 |     |     |     |     | 2340 |     |     |     |

|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Asn | Pro  | Gln | Arg | Gln | Ile | Ala  | Lys | Asp | Asp | Val | Leu  | Leu | Val | Ser |
|     | 2345 |     |     |     |     | 2350 |     |     |     |     | 2355 |     |     |     |
| Gly | Gly  | Ala | Arg | Gly | Ile | Thr  | Pro | Leu | Cys | Ile | Arg  | Glu | Ile | Thr |
|     | 2360 |     |     |     |     | 2365 |     |     |     |     | 2370 |     |     |     |
| Arg | Gln  | Ile | Ala | Gly | Gly | Lys  | Tyr | Ile | Leu | Leu | Gly  | Arg | Ser | Lys |
|     | 2375 |     |     |     |     | 2380 |     |     |     |     | 2385 |     |     |     |
| Val | Ser  | Ala | Ser | Glu | Pro | Ala  | Trp | Cys | Ala | Gly | Ile  | Thr | Asp | Glu |
|     | 2390 |     |     |     |     | 2395 |     |     |     |     | 2400 |     |     |     |
| Lys | Ala  | Val | Gln | Lys | Ala | Ala  | Thr | Gln | Glu | Leu | Lys  | Arg | Ala | Phe |
|     | 2405 |     |     |     |     | 2410 |     |     |     |     | 2415 |     |     |     |
| Ser | Ala  | Gly | Glu | Gly | Pro | Lys  | Pro | Thr | Pro | Arg | Ala  | Val | Thr | Lys |
|     | 2420 |     |     |     |     | 2425 |     |     |     |     | 2430 |     |     |     |
| Leu | Val  | Gly | Ser | Val | Leu | Gly  | Ala | Arg | Glu | Val | Arg  | Ser | Ser | Ile |
|     | 2435 |     |     |     |     | 2440 |     |     |     |     | 2445 |     |     |     |
| Ala | Ala  | Ile | Glu | Ala | Leu | Gly  | Gly | Lys | Ala | Ile | Tyr  | Ser | Ser | Cys |
|     | 2450 |     |     |     |     | 2455 |     |     |     |     | 2460 |     |     |     |
| Asp | Val  | Asn | Ser | Ala | Ala | Asp  | Val | Ala | Lys | Ala | Val  | Arg | Asp | Ala |
|     | 2465 |     |     |     |     | 2470 |     |     |     |     | 2475 |     |     |     |
| Glu | Ser  | Gln | Leu | Gly | Ala | Arg  | Val | Ser | Gly | Ile | Val  | His | Ala | Ser |
|     | 2480 |     |     |     |     | 2485 |     |     |     |     | 2490 |     |     |     |
| Gly | Val  | Leu | Arg | Asp | Arg | Leu  | Ile | Glu | Lys | Lys | Leu  | Pro | Asp | Glu |
|     | 2495 |     |     |     |     | 2500 |     |     |     |     | 2505 |     |     |     |
| Phe | Asp  | Ala | Val | Phe | Gly | Thr  | Lys | Val | Thr | Gly | Leu  | Glu | Asn | Leu |
|     | 2510 |     |     |     |     | 2515 |     |     |     |     | 2520 |     |     |     |
| Leu | Ala  | Ala | Val | Asp | Arg | Ala  | Asn | Leu | Lys | His | Met  | Val | Leu | Phe |
|     | 2525 |     |     |     |     | 2530 |     |     |     |     | 2535 |     |     |     |
| Ser | Ser  | Leu | Ala | Gly | Phe | His  | Gly | Asn | Val | Gly | Gln  | Ser | Asp | Tyr |
|     | 2540 |     |     |     |     | 2545 |     |     |     |     | 2550 |     |     |     |
| Ala | Met  | Ala | Asn | Glu | Ala | Leu  | Asn | Lys | Met | Gly | Leu  | Glu | Leu | Ala |
|     | 2555 |     |     |     |     | 2560 |     |     |     |     | 2565 |     |     |     |
| Lys | Asp  | Val | Ser | Val | Lys | Ser  | Ile | Cys | Phe | Gly | Pro  | Trp | Asp | Gly |
|     | 2570 |     |     |     |     | 2575 |     |     |     |     | 2580 |     |     |     |
| Gly | Met  | Val | Thr | Pro | Gln | Leu  | Lys | Lys | Gln | Phe | Gln  | Glu | Met | Gly |
|     | 2585 |     |     |     |     | 2590 |     |     |     |     | 2595 |     |     |     |
| Val | Gln  | Ile | Ile | Pro | Arg | Glu  | Gly | Gly | Ala | Asp | Thr  | Val | Ala | Arg |
|     | 2600 |     |     |     |     | 2605 |     |     |     |     | 2610 |     |     |     |
| Ile | Val  | Leu | Gly | Ser | Ser | Pro  | Ala | Glu | Ile | Leu | Val  | Gly | Asn | Trp |

| 2615 |      |     |     |     | 2620 |      |     |     |     | 2625 |      |     |     |     |
|------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| Arg  | Thr  | Pro | Ser | Lys | Lys  | Val  | Gly | Ser | Asp | Thr  | Ile  | Thr | Leu | His |
|      | 2630 |     |     |     |      | 2635 |     |     |     |      | 2640 |     |     |     |
| Arg  | Lys  | Ile | Ser | Ala | Lys  | Ser  | Asn | Pro | Phe | Leu  | Glu  | Asp | His | Val |
|      | 2645 |     |     |     |      | 2650 |     |     |     |      | 2655 |     |     |     |
| Ile  | Gln  | Gly | Arg | Arg | Val  | Leu  | Pro | Met | Thr | Leu  | Ala  | Ile | Gly | Ser |
|      | 2660 |     |     |     |      | 2665 |     |     |     |      | 2670 |     |     |     |
| Leu  | Ala  | Glu | Thr | Cys | Leu  | Gly  | Leu | Phe | Pro | Gly  | Tyr  | Ser | Leu | Trp |
|      | 2675 |     |     |     |      | 2680 |     |     |     |      | 2685 |     |     |     |
| Ala  | Ile  | Asp | Asp | Ala | Gln  | Leu  | Phe | Lys | Gly | Val  | Thr  | Val | Asp | Gly |
|      | 2690 |     |     |     |      | 2695 |     |     |     |      | 2700 |     |     |     |
| Asp  | Val  | Asn | Cys | Glu | Val  | Thr  | Leu | Thr | Pro | Ser  | Thr  | Ala | Pro | Ser |
|      | 2705 |     |     |     |      | 2710 |     |     |     |      | 2715 |     |     |     |
| Gly  | Arg  | Val | Asn | Val | Gln  | Ala  | Thr | Leu | Lys | Thr  | Phe  | Ser | Ser | Gly |
|      | 2720 |     |     |     |      | 2725 |     |     |     |      | 2730 |     |     |     |
| Lys  | Leu  | Val | Pro | Ala | Tyr  | Arg  | Ala | Val | Ile | Val  | Leu  | Ser | Asn | Gln |
|      | 2735 |     |     |     |      | 2740 |     |     |     |      | 2745 |     |     |     |
| Gly  | Ala  | Pro | Pro | Ala | Asn  | Ala  | Thr | Met | Gln | Pro  | Pro  | Ser | Leu | Asp |
|      | 2750 |     |     |     |      | 2755 |     |     |     |      | 2760 |     |     |     |
| Ala  | Asp  | Pro | Ala | Leu | Gln  | Gly  | Ser | Val | Tyr | Asp  | Gly  | Lys | Thr | Leu |
|      | 2765 |     |     |     |      | 2770 |     |     |     |      | 2775 |     |     |     |
| Phe  | His  | Gly | Pro | Ala | Phe  | Arg  | Gly | Ile | Asp | Asp  | Val  | Leu | Ser | Cys |
|      | 2780 |     |     |     |      | 2785 |     |     |     |      | 2790 |     |     |     |
| Thr  | Lys  | Ser | Gln | Leu | Val  | Ala  | Lys | Cys | Ser | Ala  | Val  | Pro | Gly | Ser |
|      | 2795 |     |     |     |      | 2800 |     |     |     |      | 2805 |     |     |     |
| Asp  | Ala  | Ala | Arg | Gly | Glu  | Phe  | Ala | Thr | Asp | Thr  | Asp  | Ala | His | Asp |
|      | 2810 |     |     |     |      | 2815 |     |     |     |      | 2820 |     |     |     |
| Pro  | Phe  | Val | Asn | Asp | Leu  | Ala  | Phe | Gln | Ala | Met  | Leu  | Val | Trp | Val |
|      | 2825 |     |     |     |      | 2830 |     |     |     |      | 2835 |     |     |     |
| Arg  | Arg  | Thr | Leu | Gly | Gln  | Ala  | Ala | Leu | Pro | Asn  | Ser  | Ile | Gln | Arg |
|      | 2840 |     |     |     |      | 2845 |     |     |     |      | 2850 |     |     |     |
| Ile  | Val  | Gln | His | Arg | Pro  | Val  | Pro | Gln | Asp | Lys  | Pro  | Phe | Tyr | Ile |
|      | 2855 |     |     |     |      | 2860 |     |     |     |      | 2865 |     |     |     |
| Thr  | Leu  | Arg | Ser | Asn | Gln  | Ser  | Gly | Gly | His | Ser  | Gln  | His | Lys | His |
|      | 2870 |     |     |     |      | 2875 |     |     |     |      | 2880 |     |     |     |
| Ala  | Leu  | Gln | Phe | His | Asn  | Glu  | Gln | Gly | Asp | Leu  | Phe  | Ile | Asp | Val |
|      | 2885 |     |     |     |      | 2890 |     |     |     |      | 2895 |     |     |     |

Gln Ala Ser Val Ile Ala Thr Asp Ser Leu Ala Phe  
2900 2905 2910

<210> 55  
<211> 2895  
<212> PRT  
<213> 金黄色破囊壶菌

<400> 55

Arg Lys Cys Ile Arg Pro Ser Leu Gly His His Trp Ala Ile Ile Gly  
1 5 10 15

Val Leu Gly Arg Ala Leu Arg Ile Val Arg Pro Ile Arg Tyr Glu Ala  
20 25 30

Thr Asn Leu Arg Arg Leu Pro Arg Ser Gly Trp Leu Val Ala Leu Gly  
35 40 45

Leu Phe Cys Asp Leu Ser Ser Cys Ala Gly Lys Leu Asp Leu Gln Thr  
50 55 60

Arg Asp Thr Ala Lys Asp Pro Cys Cys Lys Arg Lys Trp Ser Ala Ser  
65 70 75 80

Arg Ala Pro Pro Arg Pro Arg Ala Glu Ala Asp Lys Ala Ser Asn Glu  
85 90 95

Met Glu Thr Lys Asp Asp Arg Val Ala Ile Val Gly Met Ser Ala Ile  
100 105 110

Leu Pro Cys Gly Glu Ser Val Arg Glu Ser Trp Glu Ala Ile Arg Glu  
115 120 125

Gly Leu Asp Cys Leu Gln Asp Leu Pro Ala Asp Arg Val Asp Ile Thr  
130 135 140

Ala Tyr Tyr Asp Pro Asn Lys Thr Thr Lys Asp Lys Ile Tyr Cys Lys  
145 150 155 160

Arg Gly Gly Phe Ile Pro Glu Tyr Asp Phe Asp Ala Arg Glu Phe Gly  
165 170 175

Leu Asn Met Phe Gln Met Glu Asp Ser Asp Ala Asn Gln Thr Val Thr  
180 185 190

Leu Leu Lys Val Lys Glu Ala Leu Glu Asp Ala Gly Val Glu Pro Phe  
195 200 205

Thr Lys Lys Lys Lys Asn Ile Gly Cys Val Leu Gly Ile Gly Gly Gly  
210 215 220

Gln Lys Ala Ser His Glu Phe Tyr Ser Arg Leu Asn Tyr Val Val Val  
225 230 235 240

Glu Lys Val Leu Arg Lys Met Asn Leu Pro Asp Glu Val Val Glu Ala  
245 250 255

Ala Val Glu Lys Tyr Lys Ala Asn Phe Pro Glu Trp Arg Leu Asp Ser  
260 265 270

Phe Pro Gly Phe Leu Gly Asn Val Thr Ala Gly Arg Cys Ser Asn Val  
275 280 285

Phe Asn Met Glu Gly Met Asn Cys Val Val Asp Ala Ala Cys Ala Ser  
290 295 300

Ser Leu Ile Ala Ile Lys Val Ala Ile Asp Glu Leu Leu His Gly Asp  
305 310 315 320

Cys Asp Thr Met Ile Ala Gly Ala Thr Cys Thr Asp Asn Ser Ile Gly  
325 330 335

Met Tyr Met Ala Phe Ser Lys Thr Pro Val Phe Ser Thr Asp Gln Ser  
340 345 350

Val Lys Ala Tyr Asp Ala Lys Thr Lys Gly Met Leu Ile Gly Glu Gly  
355 360 365

Ser Ala Met Val Val Leu Lys Arg Tyr Ala Asp Ala Val Arg Asp Gly  
370 375 380

Asp Glu Ile His Ala Val Ile Arg Ala Cys Ala Ser Ser Ser Asp Gly  
385 390 395 400

Lys Ala Ala Gly Ile Tyr Ala Pro Thr Val Ser Gly Gln Glu Glu Ala  
405 410 415

Leu Arg Arg Ala Tyr Ala Arg Ala Gly Val Asp Pro Ser Thr Val Thr  
420 425 430

Leu Val Glu Gly His Gly Thr Gly Thr Pro Val Gly Asp Arg Ile Glu  
435 440 445

Leu Thr Ala Leu Arg Asn Val Phe Asp Ala Ala Asn Lys Gly Arg Lys  
450 455 460

Glu Thr Val Ala Val Gly Ser Ile Lys Ser Gln Ile Gly His Leu Lys  
465 470 475 480

Ala Val Ala Gly Phe Ala Gly Leu Val Lys Val Val Met Ala Leu Lys  
485 490 495

His Lys Thr Leu Pro Gln Thr Ile Asn Val His Asp Pro Pro Ala Leu  
500 505 510

His Asp Gly Ser Pro Ile Gln Asp Ser Ser Leu Tyr Ile Asn Thr Met  
515 520 525

Asn Arg Pro Trp Phe Thr Ala Pro Gly Val Pro Arg Arg Ala Gly Ile  
530 535 540

Ser Ser Phe Gly Phe Gly Gly Ala Asn Tyr His Ala Val Leu Glu Glu  
545 550 555 560



Ala Glu Pro Glu His Ala Lys Pro Tyr Arg Met Asn Gln Val Pro Gln  
565 570 575

Pro Val Leu Leu His Ala Ser Ser Ala Ser Ala Leu Ala Ser Ile Cys  
580 585 590

Asp Ala Gln Ala Asp Ala Leu Gln Ala Ala Val Ser Pro Glu Ala Ser  
595 600 605

Lys His Ala Asp Tyr Arg Ala Ile Val Ala Phe His Glu Ala Phe Lys  
610 615 620

Leu Arg Ala Gly Val Pro Ala Gly His Ala Arg Ile Gly Phe Val Ser  
625 630 635 640

Gly Ser Ala Ala Ala Thr Leu Ala Val Leu Arg Ala Ala Ser Ala Lys  
645 650 655

Leu Lys Gln Ser Ser Ala Thr Leu Glu Trp Thr Leu Leu Arg Glu Gly  
660 665 670

Val Thr Tyr Arg Ser Ala Ala Met His Thr Pro Gly Ser Val Ala Ala  
675 680 685

Leu Phe Ala Gly Gln Gly Ala Gln Tyr Thr His Met Phe Ala Asp Val  
690 695 700

Ala Met Asn Trp Pro Pro Phe Arg Ser Ala Val Gln Glu Met Asp Ala  
705 710 715 720

Ala Gln Val Thr Ala Ala Ala Pro Lys Arg Leu Ser Glu Val Leu Tyr  
725 730 735

Pro Arg Lys Pro Tyr Ala Ala Glu Pro Glu Gln Asp Asn Lys Ala Ile  
740 745 750

Ser Met Thr Ile Asn Ser Gln Pro Ala Leu Met Ala Cys Ala Ala Gly  
755 760 765

Ala Phe Glu Val Phe Arg Gln Ala Gly Leu Ala Pro Asp His Val Ala  
770 775 780

Gly His Ser Leu Gly Glu Phe Gly Ala Leu Leu Ala Ala Gly Cys Ala  
785 790 795 800

Ser Arg Glu Glu Leu Phe Arg Leu Val Cys Ser Arg Ala Lys Ala Met  
805 810 815

Gln Asp Val Pro Gln Gly Asp Gly Ala Trp Leu Ala Asn Cys Asn Ser  
820 825 830

Pro Ser Gln Val Val Ile Ser Gly Asp Lys Thr Ala Val Glu Arg Glu  
835 840 845

Ser Ser Arg Leu Ala Gly Leu Gly Phe Arg Ile Ile Pro Leu Ala Cys

|                                                                                    |     |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| 850                                                                                | 855 | 860 |
| Glu Gly Ala Phe His Ser Pro His Met Thr Ala Ala Gln Ala Thr Phe<br>865 870 875 880 |     |     |
| Gln Ala Ala Leu Asp Ser Leu Lys Ile Ser Thr Pro Thr Asn Gly Ala<br>885 890 895     |     |     |
| Arg Leu Tyr Asn Asn Val Ser Gly Lys Thr Cys Arg Ser Leu Gly Glu<br>900 905 910     |     |     |
| Leu Arg Asp Cys Leu Gly Lys His Met Thr Ser Pro Val Leu Phe Gln<br>915 920 925     |     |     |
| Ala Gln Val Glu Asn Met Tyr Ala Ala Gly Ala Arg Ile Phe Val Glu<br>930 935 940     |     |     |
| Phe Gly Pro Lys Gln Val Leu Ser Lys Leu Val Gly Glu Ile Leu Ala<br>945 950 955 960 |     |     |
| Asp Lys Ser Asp Phe Val Thr Val Ala Val Asn Ser Ser Ser Ser Lys<br>965 970 975     |     |     |
| Asp Ser Asp Val Gln Leu Arg Glu Ala Ala Ala Lys Leu Ala Val Leu<br>980 985 990     |     |     |
| Gly Val Pro Leu Ala Asn Phe Asp Pro Trp Glu Leu Cys Asp Ala Arg<br>995 1000 1005   |     |     |
| Arg Leu Arg Glu Cys Pro Arg Ser Lys Thr Thr Leu Arg Leu Ser<br>1010 1015 1020      |     |     |
| Ala Ala Thr Tyr Val Ser Asn Lys Thr Leu Ala Ala Arg Glu Lys<br>1025 1030 1035      |     |     |
| Val Met Glu Asp Asn Cys Asp Phe Ser Ser Leu Phe Ala Ser Gly<br>1040 1045 1050      |     |     |
| Pro Ala Ser Gln Glu Met Glu Arg Glu Ile Ala Asn Leu Arg Ala<br>1055 1060 1065      |     |     |
| Glu Leu Glu Ala Ala Gln Arg Gln Leu Asp Thr Ala Lys Thr Gln<br>1070 1075 1080      |     |     |
| Leu Ala Arg Lys Gln Val Gln Asp Pro Thr Ala Asp Arg Gln Arg<br>1085 1090 1095      |     |     |
| Asp Met Ile Ala Lys His Arg Ser Thr Leu Ala Ala Met Val Lys<br>1100 1105 1110      |     |     |
| Glu Phe Glu Ala Leu Ala Ser Gly Ser Pro Cys Ala Val Pro Phe<br>1115 1120 1125      |     |     |
| Ala Pro Val Val Asp Thr Ala Val Glu Asp Val Pro Phe Ala Asp<br>1130 1135 1140      |     |     |

|      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Lys  | Val | Ser | Thr | Pro | Pro | Pro  | Gln | Val | Thr | Ser | Ala  | Pro | Ile | Ala |
| 1145 |     |     |     |     |     | 1150 |     |     |     |     | 1155 |     |     |     |
| Glu  | Leu | Ala | Arg | Ala | Glu | Ala  | Val | Val | Met | Glu | Val  | Leu | Ala | Ala |
| 1160 |     |     |     |     |     | 1165 |     |     |     |     | 1170 |     |     |     |
| Lys  | Thr | Gly | Tyr | Glu | Val | Asp  | Met | Ile | Glu | Ala | Asp  | Met | Leu | Leu |
| 1175 |     |     |     |     |     | 1180 |     |     |     |     | 1185 |     |     |     |
| Asp  | Ala | Glu | Leu | Gly | Ile | Asp  | Ser | Val | Lys | Arg | Ile  | Glu | Ile | Leu |
| 1190 |     |     |     |     |     | 1195 |     |     |     |     | 1200 |     |     |     |
| Ala  | Ala | Val | Gln | Ala | Gln | Leu  | Gly | Val | Glu | Ala | Lys  | Asp | Val | Asp |
| 1205 |     |     |     |     |     | 1210 |     |     |     |     | 1215 |     |     |     |
| Ala  | Leu | Ser | Arg | Thr | Arg | Thr  | Val | Gly | Glu | Val | Val  | Asp | Ala | Met |
| 1220 |     |     |     |     |     | 1225 |     |     |     |     | 1230 |     |     |     |
| Lys  | Ala | Glu | Ile | Gly | Gly | Gln  | Ala | Thr | Ser | Ala | Pro  | Ser | Pro | Met |
| 1235 |     |     |     |     |     | 1240 |     |     |     |     | 1245 |     |     |     |
| Ala  | Gln | Pro | Gln | Ala | Ser | Ala  | Pro | Ser | Pro | Ser | Pro  | Thr | Ala | Ser |
| 1250 |     |     |     |     |     | 1255 |     |     |     |     | 1260 |     |     |     |
| Val  | Leu | Pro | Lys | Pro | Val | Ala  | Leu | Pro | Ala | Ser | Val  | Asp | Pro | Ala |
| 1265 |     |     |     |     |     | 1270 |     |     |     |     | 1275 |     |     |     |
| Lys  | Leu | Ala | Arg | Ala | Glu | Ala  | Val | Val | Met | Glu | Val  | Leu | Ala | Ala |
| 1280 |     |     |     |     |     | 1285 |     |     |     |     | 1290 |     |     |     |
| Lys  | Thr | Gly | Tyr | Glu | Val | Asp  | Met | Ile | Glu | Ala | Asp  | Met | Leu | Leu |
| 1295 |     |     |     |     |     | 1300 |     |     |     |     | 1305 |     |     |     |
| Asp  | Ala | Glu | Leu | Gly | Ile | Asp  | Ser | Val | Lys | Arg | Ile  | Glu | Ile | Leu |
| 1310 |     |     |     |     |     | 1315 |     |     |     |     | 1320 |     |     |     |
| Ala  | Ala | Val | Gln | Ala | Gln | Leu  | Gly | Val | Glu | Ala | Lys  | Asp | Val | Asp |
| 1325 |     |     |     |     |     | 1330 |     |     |     |     | 1335 |     |     |     |
| Ala  | Leu | Ser | Arg | Thr | Arg | Thr  | Val | Gly | Glu | Val | Val  | Asp | Ala | Met |
| 1340 |     |     |     |     |     | 1345 |     |     |     |     | 1350 |     |     |     |
| Lys  | Ala | Glu | Ile | Gly | Gly | Gln  | Ala | Thr | Ser | Ala | Pro  | Ala | Ser | Val |
| 1355 |     |     |     |     |     | 1360 |     |     |     |     | 1365 |     |     |     |
| Ala  | Gln | Pro | Gln | Ala | Ser | Ala  | Pro | Ser | Pro | Ser | Ala  | Thr | Thr | Ala |
| 1370 |     |     |     |     |     | 1375 |     |     |     |     | 1380 |     |     |     |
| Ser  | Val | Leu | Pro | Lys | Pro | Val  | Ala | Ala | Pro | Thr | Ser  | Ala | Asp | Pro |
| 1385 |     |     |     |     |     | 1390 |     |     |     |     | 1395 |     |     |     |
| Ala  | Lys | Leu | Ala | Arg | Ala | Glu  | Ala | Val | Val | Met | Glu  | Val | Leu | Ala |
| 1400 |     |     |     |     |     | 1405 |     |     |     |     | 1410 |     |     |     |
| Ala  | Lys | Thr | Gly | Tyr | Glu | Val  | Asp | Met | Ile | Glu | Ala  | Asp | Met | Leu |
| 1415 |     |     |     |     |     | 1420 |     |     |     |     | 1425 |     |     |     |

|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Leu | Asp  | Ala | Glu | Leu | Gly | Ile  | Asp | Ser | Val | Lys | Arg  | Ile | Glu | Ile |
|     | 1430 |     |     |     |     | 1435 |     |     |     |     | 1440 |     |     |     |
| Leu | Ala  | Ala | Val | Gln | Ala | Gln  | Leu | Gly | Val | Glu | Ala  | Lys | Asp | Val |
|     | 1445 |     |     |     |     | 1450 |     |     |     |     | 1455 |     |     |     |
| Asp | Ala  | Leu | Ser | Arg | Thr | Arg  | Thr | Val | Gly | Glu | Val  | Val | Glu | Ala |
|     | 1460 |     |     |     |     | 1465 |     |     |     |     | 1470 |     |     |     |
| Met | Lys  | Ala | Glu | Ile | Gly | Gly  | Gln | Ala | Thr | Ser | Ala  | Pro | Ala | Ser |
|     | 1475 |     |     |     |     | 1480 |     |     |     |     | 1485 |     |     |     |
| Val | Ala  | Gln | Pro | Gln | Ile | Ser  | Val | Ser | Pro | Thr | Pro  | Leu | Ala | Ala |
|     | 1490 |     |     |     |     | 1495 |     |     |     |     | 1500 |     |     |     |
| Ser | Pro  | Ser | Ala | Asp | Pro | Ala  | Lys | Leu | Ala | Arg | Ala  | Glu | Ala | Val |
|     | 1505 |     |     |     |     | 1510 |     |     |     |     | 1515 |     |     |     |
| Val | Met  | Glu | Val | Leu | Ala | Ala  | Lys | Thr | Gly | Tyr | Glu  | Val | Asp | Met |
|     | 1520 |     |     |     |     | 1525 |     |     |     |     | 1530 |     |     |     |
| Ile | Glu  | Ala | Asp | Met | Leu | Leu  | Asp | Ala | Glu | Leu | Gly  | Ile | Asp | Ser |
|     | 1535 |     |     |     |     | 1540 |     |     |     |     | 1545 |     |     |     |
| Val | Lys  | Arg | Ile | Glu | Ile | Leu  | Ala | Ala | Val | Gln | Ala  | Gln | Leu | Gly |
|     | 1550 |     |     |     |     | 1555 |     |     |     |     | 1560 |     |     |     |
| Val | Glu  | Ala | Lys | Asp | Val | Asp  | Ala | Leu | Ser | Arg | Thr  | Arg | Thr | Val |
|     | 1565 |     |     |     |     | 1570 |     |     |     |     | 1575 |     |     |     |
| Gly | Glu  | Val | Val | Asp | Ala | Met  | Lys | Ala | Glu | Ile | Gly  | Gly | Gln | Ala |
|     | 1580 |     |     |     |     | 1585 |     |     |     |     | 1590 |     |     |     |
| Thr | Ser  | Ala | Pro | Ala | Ser | Val  | Ala | Gln | Pro | Gln | Ala  | Ser | Ala | Pro |
|     | 1595 |     |     |     |     | 1600 |     |     |     |     | 1605 |     |     |     |
| Ser | Pro  | Ser | Ala | Thr | Ala | Ser  | Val | Leu | Pro | Lys | Pro  | Val | Ala | Ala |
|     | 1610 |     |     |     |     | 1615 |     |     |     |     | 1620 |     |     |     |
| Pro | Thr  | Ser | Ala | Asp | Pro | Ala  | Lys | Leu | Ala | Arg | Ala  | Glu | Ala | Val |
|     | 1625 |     |     |     |     | 1630 |     |     |     |     | 1635 |     |     |     |
| Val | Met  | Glu | Val | Leu | Ala | Ala  | Lys | Thr | Gly | Tyr | Glu  | Val | Asp | Met |
|     | 1640 |     |     |     |     | 1645 |     |     |     |     | 1650 |     |     |     |
| Ile | Glu  | Ala | Asp | Met | Leu | Leu  | Asp | Ala | Glu | Leu | Gly  | Ile | Asp | Ser |
|     | 1655 |     |     |     |     | 1660 |     |     |     |     | 1665 |     |     |     |
| Val | Lys  | Arg | Ile | Glu | Ile | Leu  | Ala | Ala | Val | Gln | Ala  | Gln | Leu | Gly |
|     | 1670 |     |     |     |     | 1675 |     |     |     |     | 1680 |     |     |     |
| Val | Glu  | Ala | Lys | Asp | Val | Asp  | Ala | Leu | Ser | Arg | Thr  | Arg | Thr | Val |
|     | 1685 |     |     |     |     | 1690 |     |     |     |     | 1695 |     |     |     |
| Gly | Glu  | Val | Val | Glu | Ala | Met  | Lys | Ala | Glu | Ile | Gly  | Gly | Gln | Ala |
|     | 1700 |     |     |     |     | 1705 |     |     |     |     | 1710 |     |     |     |

|      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Thr  | Ser | Ala | Pro | Ala | Ser | Met  | Ala | Gln | Pro | Gln | Ile  | Ser | Val | Ser |
| 1715 |     |     |     |     |     | 1720 |     |     |     |     | 1725 |     |     |     |
| Pro  | Thr | Pro | Leu | Ala | Ala | Ser  | Pro | Ser | Ala | Asp | Pro  | Ala | Lys | Leu |
| 1730 |     |     |     |     |     | 1735 |     |     |     |     | 1740 |     |     |     |
| Ala  | Arg | Ala | Glu | Ala | Val | Val  | Met | Glu | Val | Leu | Ala  | Ala | Lys | Thr |
| 1745 |     |     |     |     |     | 1750 |     |     |     |     | 1755 |     |     |     |
| Gly  | Tyr | Glu | Val | Asp | Met | Ile  | Glu | Ala | Asp | Met | Leu  | Leu | Asp | Ala |
| 1760 |     |     |     |     |     | 1765 |     |     |     |     | 1770 |     |     |     |
| Glu  | Leu | Gly | Ile | Asp | Ser | Val  | Lys | Arg | Ile | Glu | Ile  | Leu | Ala | Ala |
| 1775 |     |     |     |     |     | 1780 |     |     |     |     | 1785 |     |     |     |
| Val  | Gln | Ala | Gln | Leu | Gly | Val  | Glu | Ala | Lys | Asp | Val  | Asp | Ala | Leu |
| 1790 |     |     |     |     |     | 1795 |     |     |     |     | 1800 |     |     |     |
| Ser  | Arg | Thr | Arg | Thr | Val | Gly  | Glu | Val | Val | Asp | Ala  | Met | Lys | Ala |
| 1805 |     |     |     |     |     | 1810 |     |     |     |     | 1815 |     |     |     |
| Glu  | Ile | Gly | Gly | Gln | Ala | Thr  | Ser | Ala | Pro | Ala | Ser  | Val | Ala | Gln |
| 1820 |     |     |     |     |     | 1825 |     |     |     |     | 1830 |     |     |     |
| Pro  | Gln | Ala | Ser | Ala | Pro | Ser  | Pro | Ser | Ala | Thr | Ala  | Ser | Ala | Pro |
| 1835 |     |     |     |     |     | 1840 |     |     |     |     | 1845 |     |     |     |
| Val  | Thr | Pro | Leu | Ala | Ala | Pro  | Ala | Ser | Val | Asp | Pro  | Ala | Lys | Leu |
| 1850 |     |     |     |     |     | 1855 |     |     |     |     | 1860 |     |     |     |
| Ala  | Arg | Ala | Glu | Ala | Val | Val  | Met | Glu | Val | Leu | Ala  | Ala | Lys | Thr |
| 1865 |     |     |     |     |     | 1870 |     |     |     |     | 1875 |     |     |     |
| Gly  | Tyr | Glu | Val | Asp | Met | Ile  | Glu | Ala | Asp | Met | Leu  | Leu | Asp | Ala |
| 1880 |     |     |     |     |     | 1885 |     |     |     |     | 1890 |     |     |     |
| Glu  | Leu | Gly | Ile | Asp | Ser | Val  | Lys | Arg | Ile | Glu | Ile  | Leu | Ala | Ala |
| 1895 |     |     |     |     |     | 1900 |     |     |     |     | 1905 |     |     |     |
| Val  | Gln | Ala | Gln | Leu | Gly | Val  | Glu | Ala | Lys | Asp | Val  | Asp | Ala | Leu |
| 1910 |     |     |     |     |     | 1915 |     |     |     |     | 1920 |     |     |     |
| Ser  | Arg | Thr | Arg | Thr | Val | Gly  | Glu | Val | Val | Asp | Ala  | Met | Lys | Ala |
| 1925 |     |     |     |     |     | 1930 |     |     |     |     | 1935 |     |     |     |
| Glu  | Ile | Gly | Gly | Gln | Ala | Thr  | Ser | Ala | Pro | Ala | Ser  | Val | Ala | Gln |
| 1940 |     |     |     |     |     | 1945 |     |     |     |     | 1950 |     |     |     |
| Pro  | Gln | Ala | Ser | Ala | Pro | Ser  | Pro | Ser | Ala | Thr | Ala  | Ser | Val | Leu |
| 1955 |     |     |     |     |     | 1960 |     |     |     |     | 1965 |     |     |     |
| Pro  | Lys | Pro | Val | Ala | Ser | Pro  | Ala | Ser | Val | Asp | Pro  | Ala | Lys | Leu |
| 1970 |     |     |     |     |     | 1975 |     |     |     |     | 1980 |     |     |     |
| Ala  | Arg | Ala | Glu | Ala | Val | Val  | Met | Glu | Val | Leu | Ala  | Ala | Lys | Thr |

| 1985 |      |     |     | 1990 |     |      |     | 1995 |     |     |      |     |     |     |
|------|------|-----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Gly  | Tyr  | Glu | Val | Asp  | Met | Ile  | Asp | Ala  | Asp | Met | Leu  | Leu | Asp | Ala |
|      | 2000 |     |     |      |     | 2005 |     |      |     |     | 2010 |     |     |     |
| Glu  | Leu  | Gly | Ile | Asp  | Ser | Val  | Lys | Arg  | Ile | Glu | Ile  | Leu | Ala | Ala |
|      | 2015 |     |     |      |     | 2020 |     |      |     |     | 2025 |     |     |     |
| Val  | Gln  | Ala | Gln | Leu  | Gly | Val  | Glu | Ala  | Lys | Asp | Val  | Asp | Ala | Leu |
|      | 2030 |     |     |      |     | 2035 |     |      |     |     | 2040 |     |     |     |
| Ser  | Arg  | Thr | Arg | Thr  | Val | Gly  | Glu | Val  | Val | Glu | Ala  | Met | Lys | Ala |
|      | 2045 |     |     |      |     | 2050 |     |      |     |     | 2055 |     |     |     |
| Glu  | Ile  | Gly | Ala | Ala  | Gly | Pro  | Asn | Asp  | Ala | Gln | Ala  | Ala | Ser | Gly |
|      | 2060 |     |     |      |     | 2065 |     |      |     |     | 2070 |     |     |     |
| His  | Leu  | Phe | Gly | Thr  | Gly | Cys  | Glu | Asp  | Leu | Ser | Leu  | Cys | Ser | Ala |
|      | 2075 |     |     |      |     | 2080 |     |      |     |     | 2085 |     |     |     |
| Ser  | Val  | Val | Glu | Ile  | Ala | Arg  | Cys | Ser  | Glu | Leu | Ala  | Leu | Glu | Arg |
|      | 2090 |     |     |      |     | 2095 |     |      |     |     | 2100 |     |     |     |
| Pro  | Met  | Asp | Arg | Pro  | Ile | Leu  | Ile | Val  | Ser | Asp | Gly  | Ser | Ala | Leu |
|      | 2105 |     |     |      |     | 2110 |     |      |     |     | 2115 |     |     |     |
| Pro  | Ala  | Ala | Leu | Ala  | Ser | Arg  | Leu | Gly  | Ser | Cys | Ala  | Val | Ile | Leu |
|      | 2120 |     |     |      |     | 2125 |     |      |     |     | 2130 |     |     |     |
| Thr  | Thr  | Ala | Gly | Glu  | Thr | Asp  | Gln | Ser  | Val | Arg | Ser  | Thr | Lys | His |
|      | 2135 |     |     |      |     | 2140 |     |      |     |     | 2145 |     |     |     |
| Val  | Asp  | Met | Glu | Gly  | Trp | Gly  | Glu | Ala  | Asp | Leu | Val  | Arg | Ala | Leu |
|      | 2150 |     |     |      |     | 2155 |     |      |     |     | 2160 |     |     |     |
| Glu  | Ala  | Val | Glu | Ser  | Arg | Phe  | Gly | Val  | Pro | Gly | Gly  | Val | Val | Val |
|      | 2165 |     |     |      |     | 2170 |     |      |     |     | 2175 |     |     |     |
| Leu  | Glu  | Arg | Ala | Ser  | Glu | Thr  | Ala | Arg  | Asp | Gln | Leu  | Gly | Phe | Ala |
|      | 2180 |     |     |      |     | 2185 |     |      |     |     | 2190 |     |     |     |
| Leu  | Leu  | Leu | Ala | Lys  | His | Ser  | Ser | Lys  | Ala | Leu | Asn  | Gln | Gln | Ile |
|      | 2195 |     |     |      |     | 2200 |     |      |     |     | 2205 |     |     |     |
| Pro  | Gly  | Gly | Arg | Ala  | Cys | Phe  | Val | Gly  | Val | Ser | Arg  | Ile | Asp | Gly |
|      | 2210 |     |     |      |     | 2215 |     |      |     |     | 2220 |     |     |     |
| Lys  | Leu  | Gly | Leu | Ser  | Gly | Ala  | Cys | Ala  | Lys | Gly | Lys  | Gly | Trp | Ala |
|      | 2225 |     |     |      |     | 2230 |     |      |     |     | 2235 |     |     |     |
| Glu  | Ala  | Ala | Glu | Ile  | Ala | Gln  | Gln | Gly  | Ala | Val | Ala  | Gly | Leu | Cys |
|      | 2240 |     |     |      |     | 2245 |     |      |     |     | 2250 |     |     |     |
| Lys  | Thr  | Leu | Asp | Leu  | Glu | Trp  | Pro | His  | Val | Phe | Ala  | Arg | Ser | Ile |
|      | 2255 |     |     |      |     | 2260 |     |      |     |     | 2265 |     |     |     |

|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Asp | Ile  | Glu | Leu | Gly | Ala | Asn  | Glu | Glu | Thr | Ala | Ala  | Gln | Ala | Ile |
|     | 2270 |     |     |     |     | 2275 |     |     |     |     | 2280 |     |     |     |
| Phe | Glu  | Glu | Leu | Ser | Cys | Pro  | Asp | Leu | Thr | Val | Arg  | Glu | Ala | Gly |
|     | 2285 |     |     |     |     | 2290 |     |     |     |     | 2295 |     |     |     |
| Tyr | Thr  | Lys | Asp | Gly | Lys | Arg  | Trp | Thr | Thr | Glu | Ala  | Arg | Pro | Val |
|     | 2300 |     |     |     |     | 2305 |     |     |     |     | 2310 |     |     |     |
| Gly | Leu  | Gly | Lys | Pro | Lys | Gln  | Ala | Leu | Arg | Ser | Ser  | Asp | Val | Phe |
|     | 2315 |     |     |     |     | 2320 |     |     |     |     | 2325 |     |     |     |
| Leu | Val  | Ser | Gly | Gly | Ala | Arg  | Gly | Ile | Thr | Pro | Val  | Cys | Val | Arg |
|     | 2330 |     |     |     |     | 2335 |     |     |     |     | 2340 |     |     |     |
| Glu | Leu  | Ala | Lys | Ser | Ile | Ser  | Gly | Gly | Thr | Phe | Val  | Leu | Leu | Gly |
|     | 2345 |     |     |     |     | 2350 |     |     |     |     | 2355 |     |     |     |
| Arg | Ser  | Pro | Leu | Ala | Asp | Asp  | Pro | Ala | Trp | Ala | Cys  | Gly | Val | Glu |
|     | 2360 |     |     |     |     | 2365 |     |     |     |     | 2370 |     |     |     |
| Glu | Ala  | Asn | Ile | Gly | Thr | Ala  | Ala | Met | Ala | His | Leu  | Lys | Ala | Glu |
|     | 2375 |     |     |     |     | 2380 |     |     |     |     | 2385 |     |     |     |
| Phe | Ala  | Ala | Gly | Arg | Gly | Pro  | Lys | Pro | Thr | Pro | Lys  | Ala | His | Lys |
|     | 2390 |     |     |     |     | 2395 |     |     |     |     | 2400 |     |     |     |
| Ala | Leu  | Val | Gly | Ser | Val | Leu  | Gly | Ala | Arg | Glu | Val  | Leu | Gly | Ser |
|     | 2405 |     |     |     |     | 2410 |     |     |     |     | 2415 |     |     |     |
| Leu | Glu  | Ser | Ile | Arg | Ala | Gln  | Gly | Ala | Arg | Ala | Glu  | Tyr | Val | Ser |
|     | 2420 |     |     |     |     | 2425 |     |     |     |     | 2430 |     |     |     |
| Cys | Asp  | Val | Ser | Cys | Ala | Glu  | Arg | Val | Lys | Ala | Val  | Val | Asp | Asp |
|     | 2435 |     |     |     |     | 2440 |     |     |     |     | 2445 |     |     |     |
| Leu | Glu  | Arg | Arg | Val | Gly | Ala  | Val | Thr | Gly | Val | Val  | His | Ala | Ser |
|     | 2450 |     |     |     |     | 2455 |     |     |     |     | 2460 |     |     |     |
| Gly | Val  | Leu | Arg | Asp | Lys | Ser  | Val | Glu | Arg | Leu | Glu  | Leu | Ala | Asp |
|     | 2465 |     |     |     |     | 2470 |     |     |     |     | 2475 |     |     |     |
| Phe | Glu  | Val | Val | Tyr | Gly | Thr  | Lys | Val | Asp | Gly | Leu  | Leu | Asn | Leu |
|     | 2480 |     |     |     |     | 2485 |     |     |     |     | 2490 |     |     |     |
| Leu | Gln  | Ala | Val | Asp | Arg | Pro  | Lys | Leu | Arg | His | Leu  | Val | Leu | Phe |
|     | 2495 |     |     |     |     | 2500 |     |     |     |     | 2505 |     |     |     |
| Ser | Ser  | Leu | Ala | Gly | Phe | His  | Gly | Asn | Thr | Gly | Gln  | Ala | Val | Tyr |
|     | 2510 |     |     |     |     | 2515 |     |     |     |     | 2520 |     |     |     |
| Ala | Met  | Ala | Asn | Glu | Ala | Leu  | Asn | Lys | Met | Ala | Phe  | His | Leu | Glu |
|     | 2525 |     |     |     |     | 2530 |     |     |     |     | 2535 |     |     |     |
| Thr | Ala  | Met | Pro | Gly | Leu | Ser  | Val | Lys | Thr | Ile | Gly  | Phe | Gly | Pro |
|     | 2540 |     |     |     |     | 2545 |     |     |     |     | 2550 |     |     |     |

|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Trp | Asp  | Gly | Gly | Met | Val | Asn  | Asp | Ala | Leu | Lys | Ala  | His | Phe | Ala |
|     | 2555 |     |     |     |     | 2560 |     |     |     |     | 2565 |     |     |     |
| Ser | Met  | Gly | Val | Gln | Ile | Ile  | Pro | Leu | Asp | Gly | Gly  | Ala | Glu | Thr |
|     | 2570 |     |     |     |     | 2575 |     |     |     |     | 2580 |     |     |     |
| Val | Ser  | Arg | Ile | Ile | Gly | Ala  | Cys | Ser | Pro | Thr | Gln  | Val | Leu | Val |
|     | 2585 |     |     |     |     | 2590 |     |     |     |     | 2595 |     |     |     |
| Gly | Asn  | Trp | Gly | Leu | Pro | Pro  | Val | Val | Pro | Asn | Ala  | Ser | Val | His |
|     | 2600 |     |     |     |     | 2605 |     |     |     |     | 2610 |     |     |     |
| Lys | Ile  | Thr | Val | Arg | Leu | Gly  | Gly | Glu | Ser | Ala | Asn  | Pro | Phe | Leu |
|     | 2615 |     |     |     |     | 2620 |     |     |     |     | 2625 |     |     |     |
| Ser | Ser  | His | Thr | Ile | Gln | Gly  | Arg | Lys | Val | Leu | Pro  | Met | Thr | Val |
|     | 2630 |     |     |     |     | 2635 |     |     |     |     | 2640 |     |     |     |
| Ala | Leu  | Gly | Leu | Leu | Ala | Glu  | Ala | Ala | Arg | Gly | Leu  | Tyr | Val | Gly |
|     | 2645 |     |     |     |     | 2650 |     |     |     |     | 2655 |     |     |     |
| His | Gln  | Val | Val | Gly | Ile | Glu  | Asp | Ala | Gln | Val | Phe  | Gln | Gly | Val |
|     | 2660 |     |     |     |     | 2665 |     |     |     |     | 2670 |     |     |     |
| Val | Leu  | Asp | Lys | Gly | Ala | Thr  | Cys | Glu | Val | Gln | Leu  | Arg | Arg | Glu |
|     | 2675 |     |     |     |     | 2680 |     |     |     |     | 2685 |     |     |     |
| Ser | Ser  | Thr | Ala | Ser | Pro | Ser  | Glu | Val | Val | Leu | Ser  | Ala | Ser | Leu |
|     | 2690 |     |     |     |     | 2695 |     |     |     |     | 2700 |     |     |     |
| Asn | Val  | Phe | Ala | Ala | Gly | Lys  | Val | Val | Pro | Ala | Tyr  | Arg | Ala | His |
|     | 2705 |     |     |     |     | 2710 |     |     |     |     | 2715 |     |     |     |
| Val | Val  | Leu | Gly | Ala | Ser | Gly  | Pro | Arg | Thr | Gly | Gly  | Val | Gln | Leu |
|     | 2720 |     |     |     |     | 2725 |     |     |     |     | 2730 |     |     |     |
| Glu | Leu  | Lys | Asp | Leu | Gly | Val  | Asp | Ala | Asp | Pro | Ala  | Cys | Ser | Val |
|     | 2735 |     |     |     |     | 2740 |     |     |     |     | 2745 |     |     |     |
| Gly | Lys  | Gly | Ala | Leu | Tyr | Asp  | Gly | Arg | Thr | Leu | Phe  | His | Gly | Pro |
|     | 2750 |     |     |     |     | 2755 |     |     |     |     | 2760 |     |     |     |
| Ala | Phe  | Gln | Tyr | Met | Asp | Glu  | Val | Leu | Arg | Cys | Ser  | Pro | Ala | Glu |
|     | 2765 |     |     |     |     | 2770 |     |     |     |     | 2775 |     |     |     |
| Leu | Ala  | Val | Arg | Cys | Arg | Val  | Val | Pro | Ser | Ala | Ala  | Gln | Asp | Arg |
|     | 2780 |     |     |     |     | 2785 |     |     |     |     | 2790 |     |     |     |
| Gly | Gln  | Phe | Val | Ser | Arg | Gly  | Val | Leu | Tyr | Asp | Pro  | Phe | Leu | Asn |
|     | 2795 |     |     |     |     | 2800 |     |     |     |     | 2805 |     |     |     |
| Asp | Thr  | Val | Phe | Gln | Ala | Leu  | Leu | Val | Trp | Ala | Arg  | Leu | Val | Arg |
|     | 2810 |     |     |     |     | 2815 |     |     |     |     | 2820 |     |     |     |
| Asp | Ser  | Ala | Ser | Leu | Pro | Ser  | Asn | Val | Glu | Arg | Ile  | Ser | Phe | His |
|     | 2825 |     |     |     |     | 2830 |     |     |     |     | 2835 |     |     |     |



Gly Gln Pro Pro Ser Glu Gly Glu Val Phe Tyr Thr Thr Leu Lys  
2840 2845 2850

Leu Asp Ser Ala Ala Ser Gly Pro Leu Asp Pro Ile Ala Lys Ala  
2855 2860 2865

Gln Phe Phe Leu His Arg Ala Cys Gly Ala Val Phe Ala Ser Gly  
2870 2875 2880

Arg Ala Ser Val Val Leu Asn Lys Ala Leu Ser Phe  
2885 2890 2895

<210> 56  
<211> 2811  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種  
<400> 56

Met Lys Asp Met Glu Asp Arg Arg Val Ala Ile Val Gly Met Ser Ala  
1 5 10 15

His Leu Pro Cys Gly Thr Asp Val Lys Glu Ser Trp Gln Ala Ile Arg  
20 25 30

Asp Gly Ile Asp Cys Leu Ser Asp Leu Pro Ala Asp Arg Leu Asp Val  
35 40 45

Thr Ala Tyr Tyr Asn Pro Asn Lys Ala Thr Lys Asp Lys Ile Tyr Cys  
50 55 60

Lys Arg Gly Gly Phe Ile Pro Asn Tyr Asp Phe Asp Pro Arg Glu Phe  
65 70 75 80

Gly Leu Asn Met Phe Gln Met Glu Asp Ser Asp Ala Asn Gln Thr Leu  
85 90 95

Thr Leu Leu Lys Val Lys Gln Ala Leu Glu Asp Ala Ser Ile Glu Pro  
100 105 110

Phe Thr Lys Glu Lys Lys Asn Ile Gly Cys Val Leu Gly Ile Gly Gly  
115 120 125

Gly Gln Lys Ala Ser His Glu Phe Tyr Ser Arg Leu Asn Tyr Val Val  
130 135 140

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

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

Ser Phe Pro Gly Phe Leu Gly Asn Val Thr Ala Gly Arg Cys Ser Asn  
180 185 190

Thr Phe Asn Met Glu Gly Met Asn Cys Val Val Asp Ala Ala Cys Ala

| 195 |     |     |     |     | 200 |     |     |     |     | 205 |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ser | Ser | Leu | Ile | Ala | Ile | Lys | Val | Ala | Val | Glu | Glu | Leu | Leu | Phe | Gly |
|     | 210 |     |     |     |     | 215 |     |     |     |     | 220 |     |     |     |     |
| Asp | Cys | Asp | Thr | Met | Ile | Ala | Gly | Ala | Thr | Cys | Thr | Asp | Asn | Ser | Leu |
| 225 |     |     |     |     | 230 |     |     |     |     | 235 |     |     |     |     | 240 |
| Gly | Met | Tyr | Met | Ala | Phe | Ser | Lys | Thr | Pro | Val | Phe | Ser | Thr | Asp | Pro |
|     |     |     |     | 245 |     |     |     |     | 250 |     |     |     |     | 255 |     |
| Ser | Val | Arg | Ala | Tyr | Asp | Glu | Lys | Thr | Lys | Gly | Met | Leu | Ile | Gly | Glu |
|     |     |     | 260 |     |     |     |     | 265 |     |     |     |     | 270 |     |     |
| Gly | Ser | Ala | Met | Phe | Val | Leu | Lys | Arg | Tyr | Ala | Asp | Ala | Val | Arg | Asp |
|     |     | 275 |     |     |     |     | 280 |     |     |     |     | 285 |     |     |     |
| Gly | Asp | Thr | Ile | His | Ala | Val | Leu | Arg | Ser | Cys | Ser | Ser | Ser | Ser | Asp |
|     | 290 |     |     |     |     | 295 |     |     |     |     | 300 |     |     |     |     |
| Gly | Lys | Ala | Ala | Gly | Ile | Tyr | Thr | Pro | Thr | Ile | Ser | Gly | Gln | Glu | Glu |
| 305 |     |     |     |     | 310 |     |     |     |     | 315 |     |     |     |     | 320 |
| Ala | Leu | Arg | Arg | Ala | Tyr | Ala | Arg | Ala | Gly | Val | Cys | Pro | Ser | Thr | Ile |
|     |     |     |     | 325 |     |     |     |     | 330 |     |     |     |     | 335 |     |
| Gly | Leu | Val | Glu | Gly | His | Gly | Thr | Gly | Thr | Pro | Val | Gly | Asp | Arg | Ile |
|     |     |     | 340 |     |     |     |     | 345 |     |     |     |     | 350 |     |     |
| Glu | Leu | Thr | Ala | Leu | Arg | Asn | Leu | Phe | Asp | Lys | Ala | Phe | Gly | Ser | Lys |
|     |     | 355 |     |     |     |     | 360 |     |     |     |     | 365 |     |     |     |
| Lys | Glu | Gln | Ile | Ala | Val | Gly | Ser | Ile | Lys | Ser | Gln | Ile | Gly | His | Leu |
|     | 370 |     |     |     |     | 375 |     |     |     |     | 380 |     |     |     |     |
| Lys | Ser | Val | Ala | Gly | Phe | Ala | Gly | Leu | Val | Lys | Ala | Val | Leu | Ala | Leu |
| 385 |     |     |     |     | 390 |     |     |     |     | 395 |     |     |     |     | 400 |
| Lys | His | Lys | Thr | Leu | Pro | Gly | Ser | Ile | Asn | Val | Asp | Gln | Pro | Pro | Leu |
|     |     |     |     | 405 |     |     |     |     | 410 |     |     |     |     | 415 |     |
| Leu | Tyr | Asp | Gly | Thr | Gln | Ile | Gln | Asp | Ser | Ser | Leu | Tyr | Ile | Asn | Lys |
|     |     |     | 420 |     |     |     |     | 425 |     |     |     |     | 430 |     |     |
| Thr | Asn | Arg | Pro | Trp | Phe | Thr | Gln | Asn | Lys | Leu | Pro | Arg | Arg | Ala | Gly |
|     |     | 435 |     |     |     |     | 440 |     |     |     |     | 445 |     |     |     |
| Val | Ser | Ser | Phe | Gly | Phe | Gly | Gly | Ala | Asn | Tyr | His | Ala | Val | Leu | Glu |
|     | 450 |     |     |     |     | 455 |     |     |     |     | 460 |     |     |     |     |
| Glu | Phe | Glu | Pro | Glu | His | Glu | Lys | Pro | Tyr | Arg | Leu | Asn | Thr | Val | Gly |
| 465 |     |     |     |     | 470 |     |     |     |     | 475 |     |     |     |     | 480 |
| His | Pro | Val | Leu | Leu | Tyr | Ala | Pro | Ser | Val | Glu | Ala | Leu | Lys | Val | Leu |
|     |     |     |     | 485 |     |     |     |     | 490 |     |     |     |     | 495 |     |

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Cys | Asn | Asp | Gln | Leu | Ala | Glu | Leu | Thr | Ile | Ala | Leu | Glu | Glu | Ala | Lys |
|     |     |     | 500 |     |     |     |     | 505 |     |     |     |     | 510 |     |     |
| Thr | His | Lys | Asn | Val | Asp | Lys | Val | Cys | Gly | Tyr | Lys | Phe | Ile | Asp | Glu |
|     |     | 515 |     |     |     |     | 520 |     |     |     |     | 525 |     |     |     |
| Phe | Gln | Leu | Gln | Gly | Ser | Cys | Pro | Pro | Glu | Asn | Pro | Arg | Val | Gly | Phe |
|     | 530 |     |     |     |     | 535 |     |     |     |     | 540 |     |     |     |     |
| Leu | Ala | Thr | Leu | Pro | Thr | Ser | Asn | Ile | Ile | Val | Ala | Leu | Lys | Ala | Ile |
| 545 |     |     |     |     | 550 |     |     |     |     | 555 |     |     |     |     | 560 |
| Leu | Ala | Gln | Leu | Asp | Ala | Lys | Pro | Asp | Ala | Lys | Lys | Trp | Asp | Leu | Pro |
|     |     |     |     | 565 |     |     |     |     | 570 |     |     |     |     | 575 |     |
| His | Lys | Lys | Ala | Phe | Gly | Ala | Thr | Phe | Ala | Ser | Ser | Ser | Val | Lys | Gly |
|     |     |     | 580 |     |     |     |     | 585 |     |     |     |     | 590 |     |     |
| Ser | Val | Ala | Ala | Leu | Phe | Ala | Gly | Gln | Gly | Thr | Gln | Tyr | Leu | Asn | Met |
|     |     | 595 |     |     |     |     | 600 |     |     |     |     | 605 |     |     |     |
| Phe | Ser | Asp | Val | Ala | Met | Asn | Trp | Pro | Pro | Phe | Arg | Asp | Ser | Ile | Val |
|     | 610 |     |     |     |     | 615 |     |     |     |     | 620 |     |     |     |     |
| Ala | Met | Glu | Glu | Ala | Gln | Thr | Glu | Val | Phe | Glu | Gly | Gln | Val | Glu | Pro |
| 625 |     |     |     |     | 630 |     |     |     |     | 635 |     |     |     |     | 640 |
| Ile | Ser | Lys | Val | Leu | Phe | Pro | Arg | Glu | Arg | Tyr | Ala | Ser | Glu | Ser | Glu |
|     |     |     |     | 645 |     |     |     |     | 650 |     |     |     |     | 655 |     |
| Gln | Gly | Asn | Glu | Leu | Leu | Cys | Leu | Thr | Glu | Tyr | Ser | Gln | Pro | Thr | Thr |
|     |     |     | 660 |     |     |     |     | 665 |     |     |     |     | 670 |     |     |
| Ile | Ala | Ala | Ala | Val | Gly | Ala | Phe | Asp | Ile | Phe | Lys | Ala | Ala | Gly | Phe |
|     |     | 675 |     |     |     |     | 680 |     |     |     |     | 685 |     |     |     |
| Lys | Pro | Asp | Met | Val | Gly | Gly | His | Ser | Leu | Gly | Glu | Phe | Ala | Ala | Leu |
|     | 690 |     |     |     |     | 695 |     |     |     |     | 700 |     |     |     |     |
| Tyr | Ala | Ala | Gly | Ser | Ile | Ser | Arg | Asp | Asp | Leu | Tyr | Lys | Leu | Val | Cys |
| 705 |     |     |     |     | 710 |     |     |     |     | 715 |     |     |     |     | 720 |
| Lys | Arg | Ala | Lys | Ala | Met | Ala | Asn | Ala | Ser | Asp | Gly | Ala | Met | Ala | Ala |
|     |     |     |     | 725 |     |     |     |     | 730 |     |     |     |     | 735 |     |
| Val | Ile | Gly | Pro | Asp | Ala | Arg | Leu | Val | Thr | Pro | Gln | Asn | Ser | Asp | Val |
|     |     |     | 740 |     |     |     |     | 745 |     |     |     |     | 750 |     |     |
| Tyr | Val | Ala | Asn | Phe | Asn | Ser | Ala | Thr | Gln | Val | Val | Ile | Ser | Gly | Thr |
|     |     | 755 |     |     |     |     | 760 |     |     |     |     | 765 |     |     |     |
| Val | Gln | Gly | Val | Lys | Glu | Glu | Ser | Lys | Leu | Leu | Ile | Ser | Lys | Gly | Phe |
|     | 770 |     |     |     |     | 775 |     |     |     |     | 780 |     |     |     |     |
| Arg | Val | Leu | Pro | Leu | Lys | Cys | Gln | Gly | Ala | Phe | His | Ser | Pro | Leu | Met |
| 785 |     |     |     |     | 790 |     |     |     |     | 795 |     |     |     |     | 800 |

Gly Pro Ser Glu Asp Ser Phe Lys Ser Leu Val Glu Thr Cys Thr Ile  
805 810 815

Ser Pro Pro Lys Asn Val Lys Phe Phe Cys Asn Val Ser Gly Lys Glu  
820 825 830

Ser Pro Asn Pro Lys Gln Thr Leu Lys Ser His Met Thr Ser Ser Val  
835 840 845

Gln Phe Glu Glu Gln Ile Arg Asn Met Tyr Asp Ala Gly Ala Arg Val  
850 855 860

Phe Leu Glu Phe Gly Pro Arg Gln Val Leu Ala Lys Leu Ile Ala Glu  
865 870 875 880

Met Phe Pro Ser Cys Thr Ala Ile Ser Val Asn Pro Ala Ser Ser Gly  
885 890 895

Asp Ser Asp Val Gln Leu Arg Leu Ala Ala Val Lys Phe Ala Val Ser  
900 905 910

Gly Ala Ala Leu Ser Thr Phe Asp Pro Trp Glu Tyr Arg Lys Pro Gln  
915 920 925

Asp Leu Leu Ile Arg Lys Pro Arg Lys Thr Ala Leu Val Leu Ser Ala  
930 935 940

Ala Thr Tyr Val Ser Pro Lys Thr Leu Ala Glu Arg Lys Lys Ala Met  
945 950 955 960

Glu Asp Ile Lys Leu Val Ser Ile Thr Pro Arg Asp Ser Met Val Ser  
965 970 975

Ile Gly Lys Ile Ala Gln Glu Val Arg Thr Ala Lys Gln Pro Leu Glu  
980 985 990

Thr Glu Ile Arg Arg Leu Asn Lys Glu Leu Glu His Leu Lys Arg Glu  
995 1000 1005

Leu Ala Ala Ala Lys Ala Ser Val Lys Ser Ala Ser Lys Ser Ser  
1010 1015 1020

Lys Glu Arg Ser Val Leu Ser Lys His Arg Ala Leu Leu Gln Asn  
1025 1030 1035

Ile Leu Gln Asp Tyr Asp Asp Leu Arg Val Val Pro Phe Ala Val  
1040 1045 1050

Arg Ser Val Ala Val Asp Asn Thr Ala Pro Tyr Ala Asp Gln Val  
1055 1060 1065

Ser Thr Pro Ala Ser Glu Arg Ser Ala Ser Pro Leu Phe Glu Lys  
1070 1075 1080

Arg Ser Ser Val Ser Ser Ala Arg Leu Ala Glu Ala Glu Ala Ala  
1085 1090 1095

|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Val | Leu  | Ser | Val | Leu | Ala | Asp  | Lys | Thr | Gly | Tyr | Asp  | Ser | Ser | Met |
|     | 1100 |     |     |     |     | 1105 |     |     |     |     | 1110 |     |     |     |
| Ile | Glu  | Met | Asp | Met | Asp | Leu  | Glu | Ser | Glu | Leu | Gly  | Val | Asp | Ser |
|     | 1115 |     |     |     |     | 1120 |     |     |     |     | 1125 |     |     |     |
| Ile | Lys  | Arg | Val | Glu | Ile | Met  | Ser | Glu | Val | Gln | Thr  | Leu | Leu | Ser |
|     | 1130 |     |     |     |     | 1135 |     |     |     |     | 1140 |     |     |     |
| Val | Glu  | Val | Ser | Asp | Val | Asp  | Ala | Leu | Ser | Arg | Thr  | Lys | Thr | Val |
|     | 1145 |     |     |     |     | 1150 |     |     |     |     | 1155 |     |     |     |
| Gly | Asp  | Val | Ile | Glu | Ala | Met  | Lys | Leu | Glu | Leu | Gly  | Gly | Pro | Gln |
|     | 1160 |     |     |     |     | 1165 |     |     |     |     | 1170 |     |     |     |
| Gly | Gln  | Thr | Leu | Thr | Ala | Glu  | Ser | Ile | Arg | Gln | Pro  | Pro | Val | Ser |
|     | 1175 |     |     |     |     | 1180 |     |     |     |     | 1185 |     |     |     |
| Glu | Pro  | Ala | Val | Pro | Thr | Ser  | Ser | Ser | Ser | Ser | Ile  | Ala | Asn | Val |
|     | 1190 |     |     |     |     | 1195 |     |     |     |     | 1200 |     |     |     |
| Ser | Ser  | Ala | Arg | Leu | Ala | Glu  | Ala | Glu | Ala | Ala | Val  | Leu | Ser | Val |
|     | 1205 |     |     |     |     | 1210 |     |     |     |     | 1215 |     |     |     |
| Leu | Ala  | Asp | Lys | Thr | Gly | Tyr  | Asp | Ser | Ser | Met | Ile  | Glu | Met | Asp |
|     | 1220 |     |     |     |     | 1225 |     |     |     |     | 1230 |     |     |     |
| Met | Asp  | Leu | Glu | Ser | Glu | Leu  | Gly | Val | Asp | Ser | Ile  | Lys | Arg | Val |
|     | 1235 |     |     |     |     | 1240 |     |     |     |     | 1245 |     |     |     |
| Glu | Ile  | Met | Ser | Glu | Val | Gln  | Thr | Leu | Leu | Ser | Val  | Glu | Val | Ser |
|     | 1250 |     |     |     |     | 1255 |     |     |     |     | 1260 |     |     |     |
| Asp | Val  | Asp | Ala | Leu | Ser | Arg  | Thr | Lys | Thr | Val | Gly  | Asp | Val | Ile |
|     | 1265 |     |     |     |     | 1270 |     |     |     |     | 1275 |     |     |     |
| Glu | Ala  | Met | Lys | Leu | Glu | Leu  | Gly | Gly | Pro | Gln | Gly  | Gln | Thr | Leu |
|     | 1280 |     |     |     |     | 1285 |     |     |     |     | 1290 |     |     |     |
| Thr | Ala  | Glu | Ser | Ile | Arg | Gln  | Pro | Pro | Val | Ser | Glu  | Pro | Ala | Val |
|     | 1295 |     |     |     |     | 1300 |     |     |     |     | 1305 |     |     |     |
| Pro | Thr  | Ser | Ser | Ser | Ser | Ser  | Ile | Ala | Asn | Val | Ser  | Ser | Ala | Arg |
|     | 1310 |     |     |     |     | 1315 |     |     |     |     | 1320 |     |     |     |
| Leu | Ala  | Glu | Ala | Glu | Ala | Ala  | Val | Leu | Ser | Val | Leu  | Ala | Asp | Lys |
|     | 1325 |     |     |     |     | 1330 |     |     |     |     | 1335 |     |     |     |
| Thr | Gly  | Tyr | Asp | Ser | Ser | Met  | Ile | Glu | Met | Asp | Met  | Asp | Leu | Glu |
|     | 1340 |     |     |     |     | 1345 |     |     |     |     | 1350 |     |     |     |
| Ser | Glu  | Leu | Gly | Val | Asp | Ser  | Ile | Lys | Arg | Val | Glu  | Ile | Met | Ser |
|     | 1355 |     |     |     |     | 1360 |     |     |     |     | 1365 |     |     |     |
| Glu | Val  | Gln | Thr | Leu | Leu | Ser  | Val | Glu | Val | Ser | Asp  | Val | Asp | Ala |

| 1370 |     |     |     |     | 1375 |     |     |     |     | 1380 |     |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| Leu  | Ser | Arg | Thr | Lys | Thr  | Val | Gly | Asp | Val | Ile  | Glu | Ala | Met | Lys |
| 1385 |     |     |     |     | 1390 |     |     |     |     | 1395 |     |     |     |     |
| Leu  | Glu | Leu | Gly | Gly | Pro  | Gln | Gly | Gln | Thr | Leu  | Thr | Ala | Glu | Ser |
| 1400 |     |     |     |     | 1405 |     |     |     |     | 1410 |     |     |     |     |
| Ile  | Arg | Gln | Pro | Pro | Val  | Ser | Glu | Pro | Ala | Val  | Pro | Thr | Ser | Ser |
| 1415 |     |     |     |     | 1420 |     |     |     |     | 1425 |     |     |     |     |
| Ser  | Ser | Ser | Ile | Ala | Asn  | Val | Leu | Ser | Ala | Arg  | Leu | Ala | Glu | Ala |
| 1430 |     |     |     |     | 1435 |     |     |     |     | 1440 |     |     |     |     |
| Glu  | Ala | Ala | Val | Leu | Ser  | Val | Leu | Ala | Asp | Lys  | Thr | Gly | Tyr | Asp |
| 1445 |     |     |     |     | 1450 |     |     |     |     | 1455 |     |     |     |     |
| Ser  | Ser | Met | Ile | Glu | Met  | Asp | Met | Asp | Leu | Glu  | Ser | Glu | Leu | Gly |
| 1460 |     |     |     |     | 1465 |     |     |     |     | 1470 |     |     |     |     |
| Val  | Asp | Ser | Ile | Lys | Arg  | Val | Glu | Ile | Met | Ser  | Glu | Val | Gln | Thr |
| 1475 |     |     |     |     | 1480 |     |     |     |     | 1485 |     |     |     |     |
| Leu  | Leu | Ser | Val | Glu | Val  | Ser | Asp | Val | Asp | Ala  | Leu | Ser | Arg | Thr |
| 1490 |     |     |     |     | 1495 |     |     |     |     | 1500 |     |     |     |     |
| Lys  | Thr | Val | Gly | Asp | Val  | Ile | Glu | Ala | Met | Lys  | Leu | Glu | Leu | Gly |
| 1505 |     |     |     |     | 1510 |     |     |     |     | 1515 |     |     |     |     |
| Gly  | Pro | Gln | Gly | Gln | Thr  | Leu | Thr | Ala | Glu | Ser  | Ile | Arg | Gln | Pro |
| 1520 |     |     |     |     | 1525 |     |     |     |     | 1530 |     |     |     |     |
| Pro  | Val | Ser | Glu | Pro | Ala  | Val | Pro | Thr | Ser | Ser  | Ser | Ser | Ile |     |
| 1535 |     |     |     |     | 1540 |     |     |     |     | 1545 |     |     |     |     |
| Ala  | Asn | Val | Ser | Ser | Ala  | Arg | Leu | Ala | Glu | Ala  | Glu | Ala | Ala | Val |
| 1550 |     |     |     |     | 1555 |     |     |     |     | 1560 |     |     |     |     |
| Leu  | Ser | Val | Leu | Ala | Asp  | Lys | Thr | Gly | Tyr | Asp  | Ser | Ser | Met | Ile |
| 1565 |     |     |     |     | 1570 |     |     |     |     | 1575 |     |     |     |     |
| Glu  | Met | Asp | Met | Asp | Leu  | Glu | Ser | Glu | Leu | Gly  | Val | Asp | Ser | Ile |
| 1580 |     |     |     |     | 1585 |     |     |     |     | 1590 |     |     |     |     |
| Lys  | Arg | Val | Glu | Ile | Met  | Ser | Glu | Val | Gln | Thr  | Leu | Leu | Ser | Val |
| 1595 |     |     |     |     | 1600 |     |     |     |     | 1605 |     |     |     |     |
| Glu  | Val | Ser | Asp | Val | Asp  | Ala | Leu | Ser | Arg | Thr  | Lys | Thr | Val | Gly |
| 1610 |     |     |     |     | 1615 |     |     |     |     | 1620 |     |     |     |     |
| Asp  | Val | Ile | Glu | Ala | Met  | Lys | Leu | Glu | Leu | Gly  | Gly | Pro | Gln | Gly |
| 1625 |     |     |     |     | 1630 |     |     |     |     | 1635 |     |     |     |     |
| Gln  | Thr | Leu | Thr | Ser | Glu  | Pro | Ile | His | Gln | Pro  | Pro | Val | Ser | Glu |
| 1640 |     |     |     |     | 1645 |     |     |     |     | 1650 |     |     |     |     |

|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |      |      |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|
| Pro | Ala  | Val | Pro | Thr | Ser | Ser  | Ser | Ser | Ile | Ala  | Asn  | Val | Ser |
|     | 1655 |     |     |     |     | 1660 |     |     |     | 1665 |      |     |     |
| Ser | Ala  | Arg | Leu | Ala | Glu | Ala  | Glu | Ala | Ala | Val  | Leu  | Ser | Val |
|     | 1670 |     |     |     |     | 1675 |     |     |     |      | 1680 |     | Leu |
| Ala | Asp  | Lys | Thr | Gly | Tyr | Asp  | Ser | Ser | Met | Ile  | Glu  | Met | Asp |
|     | 1685 |     |     |     |     | 1690 |     |     |     |      | 1695 |     | Met |
| Asp | Leu  | Glu | Ser | Glu | Leu | Gly  | Val | Asp | Ser | Ile  | Lys  | Arg | Val |
|     | 1700 |     |     |     |     | 1705 |     |     |     |      | 1710 |     | Glu |
| Ile | Met  | Ser | Glu | Val | Gln | Thr  | Leu | Leu | Ser | Val  | Glu  | Val | Ser |
|     | 1715 |     |     |     |     | 1720 |     |     |     |      | 1725 |     | Asp |
| Val | Asp  | Ala | Leu | Ser | Arg | Thr  | Lys | Thr | Val | Gly  | Asp  | Val | Ile |
|     | 1730 |     |     |     |     | 1735 |     |     |     |      | 1740 |     | Glu |
| Ala | Met  | Lys | Met | Glu | Leu | Gly  | Gly | Pro | Gln | Gly  | Gln  | Thr | Leu |
|     | 1745 |     |     |     |     | 1750 |     |     |     |      | 1755 |     | Thr |
| Ala | Glu  | Ser | Ile | Arg | Gln | Pro  | Pro | Val | Ser | Glu  | Pro  | Ala | Val |
|     | 1760 |     |     |     |     | 1765 |     |     |     |      | 1770 |     | Pro |
| Thr | Ser  | Ser | Ser | Ser | Ser | Ile  | Ala | Asn | Val | Ser  | Ser  | Ala | Arg |
|     | 1775 |     |     |     |     | 1780 |     |     |     |      | 1785 |     | Leu |
| Ala | Glu  | Ala | Glu | Ala | Ala | Val  | Leu | Ser | Val | Leu  | Ala  | Asp | Lys |
|     | 1790 |     |     |     |     | 1795 |     |     |     |      | 1800 |     | Thr |
| Gly | Tyr  | Asp | Ser | Ser | Met | Ile  | Glu | Met | Asp | Met  | Asp  | Leu | Glu |
|     | 1805 |     |     |     |     | 1810 |     |     |     |      | 1815 |     | Ser |
| Glu | Leu  | Gly | Val | Asp | Ser | Ile  | Lys | Arg | Val | Glu  | Ile  | Met | Ser |
|     | 1820 |     |     |     |     | 1825 |     |     |     |      | 1830 |     | Glu |
| Val | Gln  | Ala | Leu | Leu | Ser | Val  | Glu | Val | Ser | Asp  | Val  | Asp | Ala |
|     | 1835 |     |     |     |     | 1840 |     |     |     |      | 1845 |     | Leu |
| Ser | Arg  | Thr | Lys | Thr | Val | Gly  | Asp | Val | Ile | Glu  | Ala  | Met | Lys |
|     | 1850 |     |     |     |     | 1855 |     |     |     |      | 1860 |     | Met |
| Glu | Leu  | Gly | Gly | Pro | Gln | Gly  | Gln | Thr | Leu | Thr  | Ala  | Glu | Ser |
|     | 1865 |     |     |     |     | 1870 |     |     |     |      | 1875 |     | Ile |
| Arg | Glu  | Pro | Pro | Val | Ser | Glu  | Pro | Ala | Val | Pro  | Thr  | Ser | Ser |
|     | 1880 |     |     |     |     | 1885 |     |     |     |      | 1890 |     | Ser |
| Ser | Ser  | Ile | Ala | Asn | Val | Ser  | Ser | Ala | Arg | Leu  | Ala  | Glu | Ala |
|     | 1895 |     |     |     |     | 1900 |     |     |     |      | 1905 |     | Glu |
| Ala | Ala  | Val | Leu | Ser | Val | Leu  | Ala | Asp | Lys | Thr  | Gly  | Tyr | Asp |
|     | 1910 |     |     |     |     | 1915 |     |     |     |      | 1920 |     | Ser |
| Ser | Met  | Ile | Glu | Met | Asp | Met  | Asp | Leu | Glu | Ser  | Glu  | Leu | Gly |
|     | 1925 |     |     |     |     | 1930 |     |     |     |      | 1935 |     | Val |

|      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Asp  | Ser | Ile | Lys | Arg | Val | Glu  | Ile | Met | Ser | Glu | Val  | Gln | Thr | Leu |
| 1940 |     |     |     |     |     | 1945 |     |     |     |     | 1950 |     |     |     |
| Leu  | Ser | Val | Glu | Val | Ser | Asp  | Val | Asp | Ala | Leu | Ser  | Arg | Thr | Lys |
| 1955 |     |     |     |     |     | 1960 |     |     |     |     | 1965 |     |     |     |
| Thr  | Val | Gly | Asp | Val | Ile | Glu  | Ala | Met | Lys | Leu | Glu  | Leu | Gly | Glu |
| 1970 |     |     |     |     |     | 1975 |     |     |     |     | 1980 |     |     |     |
| Ser  | Ser | Ser | Ile | Glu | Thr | Leu  | Asn | Cys | Thr | Glu | Val  | Glu | His | Thr |
| 1985 |     |     |     |     |     | 1990 |     |     |     |     | 1995 |     |     |     |
| Ser  | Tyr | Lys | Ser | Val | Lys | Ala  | Ser | Gly | Cys | Glu | Asn  | Val | Asp | Thr |
| 2000 |     |     |     |     |     | 2005 |     |     |     |     | 2010 |     |     |     |
| Arg  | Phe | Ala | Lys | Val | Val | Gln  | Ile | Ser | Leu | Pro | Ser  | Lys | Leu | Lys |
| 2015 |     |     |     |     |     | 2020 |     |     |     |     | 2025 |     |     |     |
| Ser  | Thr | Val | Ser | His | Asp | Arg  | Pro | Val | Ile | Val | Val  | Asp | Asp | Gly |
| 2030 |     |     |     |     |     | 2035 |     |     |     |     | 2040 |     |     |     |
| Thr  | Pro | Leu | Thr | Thr | Glu | Leu  | Cys | Lys | Ile | Leu | Gly  | Gly | Asn | Ile |
| 2045 |     |     |     |     |     | 2050 |     |     |     |     | 2055 |     |     |     |
| Val  | Val | Leu | Ser | Tyr | Gln | Gly  | Lys | Pro | Ala | Gly | Pro  | Arg | Gly | Val |
| 2060 |     |     |     |     |     | 2065 |     |     |     |     | 2070 |     |     |     |
| Glu  | Val | Pro | Asp | Leu | Ser | Glu  | Glu | Ala | Leu | Ile | Gln  | Ala | Leu | Ala |
| 2075 |     |     |     |     |     | 2080 |     |     |     |     | 2085 |     |     |     |
| Leu  | Ile | Arg | Ser | Thr | Tyr | Gly  | Val | Pro | Ile | Gly | Phe  | Ile | Cys | Gln |
| 2090 |     |     |     |     |     | 2095 |     |     |     |     | 2100 |     |     |     |
| Gln  | Val | Ser | Asn | Val | Ser | Thr  | Lys | Ala | Gln | Leu | Cys  | Trp | Ala | Leu |
| 2105 |     |     |     |     |     | 2110 |     |     |     |     | 2115 |     |     |     |
| Leu  | Ala | Ala | Lys | His | Leu | Lys  | Lys | Asp | Leu | Asn | Ala  | Val | Leu | Pro |
| 2120 |     |     |     |     |     | 2125 |     |     |     |     | 2130 |     |     |     |
| Asp  | Ser | Arg | Ser | Phe | Phe | Val  | Gly | Val | Val | Arg | Leu  | Asn | Gly | Lys |
| 2135 |     |     |     |     |     | 2140 |     |     |     |     | 2145 |     |     |     |
| Leu  | Gly | Thr | Phe | Glu | Asn | Ile  | Ser | Asp | Phe | Ser | Lys  | Phe | Asp | Leu |
| 2150 |     |     |     |     |     | 2155 |     |     |     |     | 2160 |     |     |     |
| Thr  | Lys | Ala | Leu | Asp | Tyr | Gly  | Gln | Arg | Gly | Ser | Leu  | Leu | Gly | Leu |
| 2165 |     |     |     |     |     | 2170 |     |     |     |     | 2175 |     |     |     |
| Cys  | Lys | Ser | Leu | Asp | Leu | Glu  | Trp | Glu | Gln | Val | Phe  | Cys | Arg | Gly |
| 2180 |     |     |     |     |     | 2185 |     |     |     |     | 2190 |     |     |     |
| Ile  | Asp | Leu | Ala | Cys | Asp | Leu  | Met | Pro | Leu | Gln | Ala  | Ala | Arg | Ile |
| 2195 |     |     |     |     |     | 2200 |     |     |     |     | 2205 |     |     |     |
| Leu  | Arg | Asn | Glu | Leu | Gln | Cys  | Pro | Asn | Met | Arg | Leu  | Arg | Glu | Val |
| 2210 |     |     |     |     |     | 2215 |     |     |     |     | 2220 |     |     |     |



|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Gly | Tyr  | Asp | Ile | Ser | Gly | Ala  | Arg | Tyr | Thr | Ile | Ser  | Thr | Asp | Asp |
|     | 2225 |     |     |     |     | 2230 |     |     |     |     | 2235 |     |     |     |
| Leu | Leu  | Cys | Gly | Pro | Ser | Lys  | Ala | Lys | Val | Glu | Ala  | Ala | Asp | Leu |
|     | 2240 |     |     |     |     | 2245 |     |     |     |     | 2250 |     |     |     |
| Phe | Leu  | Val | Thr | Gly | Gly | Ala  | Arg | Gly | Ile | Thr | Pro  | His | Cys | Val |
|     | 2255 |     |     |     |     | 2260 |     |     |     |     | 2265 |     |     |     |
| Arg | Glu  | Ile | Ala | Ser | Arg | Ser  | Pro | Gly | Thr | Thr | Phe  | Val | Leu | Val |
|     | 2270 |     |     |     |     | 2275 |     |     |     |     | 2280 |     |     |     |
| Gly | Arg  | Ser | Glu | Met | Ser | Asp  | Glu | Pro | Asp | Trp | Ala  | Val | Gly | His |
|     | 2285 |     |     |     |     | 2290 |     |     |     |     | 2295 |     |     |     |
| Tyr | Asn  | Lys | Asp | Leu | Asp | Gln  | Ser | Thr | Met | Lys | His  | Leu | Lys | Ala |
|     | 2300 |     |     |     |     | 2305 |     |     |     |     | 2310 |     |     |     |
| Thr | His  | Ala | Ala | Gly | Gly | Val  | Lys | Pro | Thr | Pro | Lys  | Ala | His | Arg |
|     | 2315 |     |     |     |     | 2320 |     |     |     |     | 2325 |     |     |     |
| Ala | Leu  | Val | Asn | Arg | Val | Thr  | Gly | Ser | Arg | Glu | Val  | Arg | Glu | Ser |
|     | 2330 |     |     |     |     | 2335 |     |     |     |     | 2340 |     |     |     |
| Leu | Arg  | Ala | Ile | Gln | Glu | Ala  | Gly | Ala | Asn | Val | Glu  | Tyr | Ile | Ala |
|     | 2345 |     |     |     |     | 2350 |     |     |     |     | 2355 |     |     |     |
| Cys | Asp  | Val | Ser | Asp | Glu | Asn  | Lys | Val | Arg | Gln | Leu  | Val | Gln | Arg |
|     | 2360 |     |     |     |     | 2365 |     |     |     |     | 2370 |     |     |     |
| Val | Glu  | Gln | Lys | Tyr | Gly | Cys  | Glu | Ile | Thr | Gly | Ile  | Trp | His | Ala |
|     | 2375 |     |     |     |     | 2380 |     |     |     |     | 2385 |     |     |     |
| Ser | Gly  | Val | Leu | Arg | Asp | Lys  | Leu | Val | Glu | Gln | Lys  | Thr | Thr | Asp |
|     | 2390 |     |     |     |     | 2395 |     |     |     |     | 2400 |     |     |     |
| Asp | Phe  | Glu | Ala | Val | Phe | Gly  | Thr | Lys | Val | Thr | Gly  | Leu | Val | Asn |
|     | 2405 |     |     |     |     | 2410 |     |     |     |     | 2415 |     |     |     |
| Ile | Val  | Ser | Gln | Val | Asn | Met  | Ser | Lys | Leu | Arg | His  | Phe | Ile | Leu |
|     | 2420 |     |     |     |     | 2425 |     |     |     |     | 2430 |     |     |     |
| Phe | Ser  | Ser | Leu | Ala | Gly | Phe  | His | Gly | Asn | Lys | Gly  | Gln | Thr | Asp |
|     | 2435 |     |     |     |     | 2440 |     |     |     |     | 2445 |     |     |     |
| Tyr | Ala  | Ile | Ala | Asn | Glu | Ala  | Leu | Asn | Lys | Ile | Ala  | His | Thr | Leu |
|     | 2450 |     |     |     |     | 2455 |     |     |     |     | 2460 |     |     |     |
| Ser | Ala  | Phe | Leu | Pro | Lys | Leu  | Asn | Ala | Lys | Val | Leu  | Asp | Phe | Gly |
|     | 2465 |     |     |     |     | 2470 |     |     |     |     | 2475 |     |     |     |
| Pro | Trp  | Val | Gly | Ser | Gly | Met  | Val | Thr | Glu | Thr | Leu  | Glu | Lys | His |
|     | 2480 |     |     |     |     | 2485 |     |     |     |     | 2490 |     |     |     |
| Phe | Lys  | Ala | Met | Gly | Val | Gln  | Thr | Ile | Pro | Leu | Glu  | Pro | Gly | Ala |

| 2495 |      |     |     |     | 2500 |      |     |     |     | 2505 |      |     |     |     |
|------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| Arg  | Thr  | Val | Ala | Gln | Ile  | Ile  | Leu | Ala | Ser | Ser  | Pro  | Pro | Gln | Ser |
|      | 2510 |     |     |     |      | 2515 |     |     |     |      | 2520 |     |     |     |
| Leu  | Leu  | Gly | Asn | Trp | Gly  | Phe  | Pro | Ala | Thr | Lys  | Pro  | Leu | Gln | Arg |
|      | 2525 |     |     |     |      | 2530 |     |     |     |      | 2535 |     |     |     |
| Ser  | Asn  | Val | Val | Thr | Gly  | Thr  | Leu | Ser | Pro | Glu  | Glu  | Ile | Glu | Phe |
|      | 2540 |     |     |     |      | 2545 |     |     |     |      | 2550 |     |     |     |
| Ile  | Ala  | Asp | His | Lys | Ile  | Gln  | Gly | Arg | Lys | Val  | Leu  | Pro | Met | Met |
|      | 2555 |     |     |     |      | 2560 |     |     |     |      | 2565 |     |     |     |
| Ala  | Ala  | Ile | Gly | Phe | Met  | Ala  | Ser | Ile | Ala | Glu  | Gly  | Leu | Tyr | Pro |
|      | 2570 |     |     |     |      | 2575 |     |     |     |      | 2580 |     |     |     |
| Gly  | Tyr  | Asn | Leu | Gln | Gly  | Val  | Glu | Asn | Ala | Gln  | Leu  | Phe | Gln | Gly |
|      | 2585 |     |     |     |      | 2590 |     |     |     |      | 2595 |     |     |     |
| Leu  | Thr  | Ile | Asn | Gln | Glu  | Thr  | Lys | Phe | Gln | Ile  | Thr  | Leu | Ile | Glu |
|      | 2600 |     |     |     |      | 2605 |     |     |     |      | 2610 |     |     |     |
| Glu  | His  | Asn | Ser | Glu | Glu  | Asn  | Leu | Asp | Val | Leu  | Thr  | Ser | Leu | Gly |
|      | 2615 |     |     |     |      | 2620 |     |     |     |      | 2625 |     |     |     |
| Val  | Met  | Leu | Glu | Ser | Gly  | Lys  | Val | Leu | Pro | Ala  | Tyr  | Arg | Cys | Val |
|      | 2630 |     |     |     |      | 2635 |     |     |     |      | 2640 |     |     |     |
| Val  | Cys  | Leu | Asn | Thr | Thr  | Gln  | Gln | Gln | Pro | Lys  | Leu  | Ser | Pro | Lys |
|      | 2645 |     |     |     |      | 2650 |     |     |     |      | 2655 |     |     |     |
| Ile  | Leu  | Asn | Leu | Glu | Val  | Asp  | Pro | Ala | Cys | Glu  | Val  | Asn | Pro | Tyr |
|      | 2660 |     |     |     |      | 2665 |     |     |     |      | 2670 |     |     |     |
| Asp  | Gly  | Lys | Ser | Leu | Phe  | His  | Gly | Pro | Leu | Leu  | Gln  | Phe | Val | Gln |
|      | 2675 |     |     |     |      | 2680 |     |     |     |      | 2685 |     |     |     |
| Gln  | Val  | Leu | His | Ser | Ser  | Thr  | Lys | Gly | Leu | Val  | Ala  | Lys | Cys | Arg |
|      | 2690 |     |     |     |      | 2695 |     |     |     |      | 2700 |     |     |     |
| Ala  | Leu  | Pro | Ile | Lys | Glu  | Ala  | Ile | Arg | Gly | Pro  | Phe  | Ile | Lys | Gln |
|      | 2705 |     |     |     |      | 2710 |     |     |     |      | 2715 |     |     |     |
| Thr  | Leu  | His | Asp | Pro | Ile  | Leu  | Asp | Asp | Val | Ile  | Phe  | Gln | Leu | Met |
|      | 2720 |     |     |     |      | 2725 |     |     |     |      | 2730 |     |     |     |
| Leu  | Val  | Trp | Cys | Arg | Asn  | Ala  | Leu | Gly | Ser | Ala  | Ser  | Leu | Pro | Asn |
|      | 2735 |     |     |     |      | 2740 |     |     |     |      | 2745 |     |     |     |
| Arg  | Ile  | Glu | Lys | Met | Ser  | Tyr  | Phe | Gly | Asn | Val  | Ser  | Glu | Gly | Ser |
|      | 2750 |     |     |     |      | 2755 |     |     |     |      | 2760 |     |     |     |
| Thr  | Phe  | Phe | Ala | Ser | Val  | Thr  | Pro | Val | Gly | Pro  | Arg  | Val | Pro | Lys |
|      | 2765 |     |     |     |      | 2770 |     |     |     |      | 2775 |     |     |     |

Asp Pro Val Ile Lys Met Gln Phe Leu Leu Gln Asp Glu Ser Gly  
2780 2785 2790

Asn Thr Phe Ser Ser Gly Glu Gly Ser Val Val Leu Ser Asp Glu  
2795 2800 2805

Leu Val Phe  
2810

<210> 57  
<211> 2059  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 57

Met Ala Ala Arg Asn Val Ser Ala Ala His Glu Met His Asp Glu Lys  
1 5 10 15

Arg Ile Ala Val Val Gly Met Ala Val Gln Tyr Ala Gly Cys Lys Thr  
20 25 30

Lys Asp Glu Phe Trp Glu Val Leu Met Asn Gly Lys Val Glu Ser Lys  
35 40 45

Val Ile Ser Asp Lys Arg Leu Gly Ser Asn Tyr Arg Ala Glu His Tyr  
50 55 60

Lys Ala Glu Arg Ser Lys Tyr Ala Asp Thr Phe Cys Asn Glu Thr Tyr  
65 70 75 80

Gly Thr Leu Asp Glu Asn Glu Ile Asp Asn Glu His Glu Leu Leu Leu  
85 90 95

Asn Leu Ala Lys Gln Ala Leu Ala Glu Thr Ser Val Lys Asp Ser Thr  
100 105 110

Arg Cys Gly Ile Val Ser Gly Cys Leu Ser Phe Pro Met Asp Asn Leu  
115 120 125

Gln Gly Glu Leu Leu Asn Val Tyr Gln Asn His Val Glu Lys Lys Leu  
130 135 140

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

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

Ser Phe Val Ala Glu Glu Leu Asn Leu Gly Ala Leu His Tyr Ser Val  
180 185 190

Asp Ala Ala Cys Ala Thr Ala Leu Tyr Val Leu Arg Leu Ala Gln Asp  
195 200 205

His Leu Val Ser Gly Ala Ala Asp Val Met Leu Cys Gly Ala Thr Cys  
210 215 220

|            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Leu<br>225 | Pro        | Glu        | Pro        | Phe        | Phe<br>230 | Ile        | Leu        | Ser        | Gly        | Phe<br>235 | Ser        | Thr        | Phe        | Gln        | Ala<br>240 |
| Met        | Pro        | Val        | Gly        | Thr<br>245 | Gly        | Gln        | Asn        | Val        | Ser<br>250 | Met        | Pro        | Leu        | His        | Lys<br>255 | Asp        |
| Ser        | Gln        | Gly        | Leu<br>260 | Thr        | Pro        | Gly        | Glu        | Gly<br>265 | Gly        | Ser        | Ile        | Met        | Val<br>270 | Leu        | Lys        |
| Arg        | Leu        | Asp<br>275 | Asp        | Ala        | Ile        | Arg        | Asp<br>280 | Gly        | Asp        | His        | Ile        | Tyr<br>285 | Gly        | Thr        | Leu        |
| Leu        | Gly<br>290 | Ala        | Asn        | Val        | Ser        | Asn<br>295 | Ser        | Gly        | Thr        | Gly        | Leu<br>300 | Pro        | Leu        | Lys        | Pro        |
| Leu<br>305 | Leu        | Pro        | Ser        | Glu        | Lys<br>310 | Lys        | Cys        | Leu        | Met        | Asp<br>315 | Thr        | Tyr        | Thr        | Arg        | Ile<br>320 |
| Asn        | Val        | His        | Pro        | His<br>325 | Lys        | Ile        | Gln        | Tyr        | Val<br>330 | Glu        | Cys        | His        | Ala        | Thr<br>335 | Gly        |
| Thr        | Pro        | Gln        | Gly<br>340 | Asp        | Arg        | Val        | Glu        | Ile<br>345 | Asp        | Ala        | Val        | Lys        | Ala<br>350 | Cys        | Phe        |
| Glu        | Gly        | Lys<br>355 | Val        | Pro        | Arg        | Phe        | Gly<br>360 | Thr        | Thr        | Lys        | Gly        | Asn<br>365 | Phe        | Gly        | His        |
| Thr        | Leu<br>370 | Val        | Ala        | Ala        | Gly        | Phe<br>375 | Ala        | Gly        | Met        | Cys        | Lys<br>380 | Val        | Leu        | Leu        | Ser        |
| Met<br>385 | Lys        | His        | Gly        | Ile        | Ile<br>390 | Pro        | Pro        | Thr        | Pro        | Gly<br>395 | Ile        | Asp        | Asp        | Glu        | Thr<br>400 |
| Lys        | Met        | Asp        | Pro        | Leu<br>405 | Val        | Val        | Ser        | Gly        | Glu<br>410 | Ala        | Ile        | Pro        | Trp        | Pro<br>415 | Glu        |
| Thr        | Asn        | Gly        | Glu<br>420 | Pro        | Lys        | Arg        | Ala        | Gly<br>425 | Leu        | Ser        | Ala        | Phe        | Gly<br>430 | Phe        | Gly        |
| Gly        | Thr        | Asn<br>435 | Ala        | His        | Ala        | Val        | Phe<br>440 | Glu        | Glu        | His        | Asp        | Pro<br>445 | Ser        | Asn        | Ala        |
| Ala        | Cys<br>450 | Thr        | Gly        | His        | Asp        | Ser<br>455 | Ile        | Ser        | Ala        | Leu        | Ser<br>460 | Ala        | Arg        | Cys        | Gly        |
| Gly<br>465 | Glu        | Ser        | Asn        | Met        | Arg<br>470 | Ile        | Ala        | Ile        | Thr        | Gly<br>475 | Met        | Asp        | Ala        | Thr        | Phe<br>480 |
| Gly        | Ala        | Leu        | Lys        | Gly<br>485 | Leu        | Asp        | Ala        | Phe        | Glu<br>490 | Arg        | Ala        | Ile        | Tyr        | Thr<br>495 | Gly        |
| Ala        | His        | Gly        | Ala<br>500 | Ile        | Pro        | Leu        | Pro        | Glu<br>505 | Lys        | Arg        | Trp        | Arg        | Phe<br>510 | Leu        | Gly        |
| Lys        | Asp        | Lys<br>515 | Asp        | Phe        | Leu        | Asp        | Leu<br>520 | Cys        | Gly        | Val        | Lys        | Ala<br>525 | Thr        | Pro        | His        |

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Gly | Cys | Tyr | Ile | Glu | Asp | Val | Glu | Val | Asp | Phe | Gln | Arg | Leu | Arg | Thr |
|     | 530 |     |     |     |     | 535 |     |     |     |     | 540 |     |     |     |     |
| Pro | Met | Thr | Pro | Glu | Asp | Met | Leu | Leu | Pro | Gln | Gln | Leu | Leu | Ala | Val |
| 545 |     |     |     |     | 550 |     |     |     |     | 555 |     |     |     |     | 560 |
| Thr | Thr | Ile | Asp | Arg | Ala | Ile | Leu | Asp | Ser | Gly | Met | Lys | Lys | Gly | Gly |
|     |     |     |     | 565 |     |     |     |     | 570 |     |     |     |     | 575 |     |
| Asn | Val | Ala | Val | Phe | Val | Gly | Leu | Gly | Thr | Asp | Leu | Glu | Leu | Tyr | Arg |
|     |     |     | 580 |     |     |     |     | 585 |     |     |     |     | 590 |     |     |
| His | Arg | Ala | Arg | Val | Ala | Leu | Lys | Glu | Arg | Val | Arg | Pro | Glu | Ala | Ser |
|     |     | 595 |     |     |     |     | 600 |     |     |     |     | 605 |     |     |     |
| Lys | Lys | Leu | Asn | Asp | Met | Met | Gln | Tyr | Ile | Asn | Asp | Cys | Gly | Thr | Ser |
|     | 610 |     |     |     |     | 615 |     |     |     |     | 620 |     |     |     |     |
| Thr | Ser | Tyr | Thr | Ser | Tyr | Ile | Gly | Asn | Leu | Val | Ala | Thr | Arg | Val | Ser |
| 625 |     |     |     |     | 630 |     |     |     |     | 635 |     |     |     |     | 640 |
| Ser | Gln | Trp | Gly | Phe | Thr | Gly | Pro | Ser | Phe | Thr | Ile | Thr | Glu | Gly | Asn |
|     |     |     |     | 645 |     |     |     |     | 650 |     |     |     |     | 655 |     |
| Asn | Ser | Val | Tyr | Arg | Cys | Ala | Glu | Leu | Gly | Lys | Tyr | Leu | Leu | Glu | Thr |
|     |     |     | 660 |     |     |     |     | 665 |     |     |     |     | 670 |     |     |
| Gly | Glu | Val | Asp | Gly | Val | Val | Val | Ala | Gly | Val | Asp | Leu | Cys | Gly | Ser |
|     |     | 675 |     |     |     |     | 680 |     |     |     |     | 685 |     |     |     |
| Ala | Glu | Asn | Leu | Tyr | Val | Lys | Ser | Arg | Arg | Phe | Lys | Val | Ser | Thr | Ser |
|     | 690 |     |     |     |     | 695 |     |     |     |     | 700 |     |     |     |     |
| Asp | Thr | Pro | Arg | Ala | Ser | Phe | Asp | Ala | Ala | Ala | Asp | Gly | Tyr | Phe | Val |
| 705 |     |     |     |     | 710 |     |     |     |     | 715 |     |     |     |     | 720 |
| Gly | Glu | Gly | Cys | Gly | Ala | Phe | Val | Leu | Lys | Arg | Glu | Thr | Ser | Cys | Thr |
|     |     |     |     | 725 |     |     |     |     | 730 |     |     |     |     | 735 |     |
| Lys | Asp | Asp | Arg | Ile | Tyr | Ala | Cys | Met | Asp | Ala | Ile | Val | Pro | Gly | Asn |
|     |     |     | 740 |     |     |     |     | 745 |     |     |     |     | 750 |     |     |
| Val | Pro | Ser | Ala | Cys | Leu | Arg | Glu | Ala | Leu | Asp | Gln | Ala | Arg | Val | Lys |
|     |     | 755 |     |     |     |     | 760 |     |     |     |     | 765 |     |     |     |
| Pro | Gly | Asp | Ile | Glu | Met | Leu | Glu | Leu | Ser | Ala | Asp | Ser | Ala | Arg | His |
|     | 770 |     |     |     |     | 775 |     |     |     |     | 780 |     |     |     |     |
| Leu | Lys | Asp | Pro | Ser | Val | Leu | Pro | Lys | Glu | Leu | Thr | Ala | Glu | Glu | Glu |
| 785 |     |     |     |     | 790 |     |     |     |     | 795 |     |     |     |     | 800 |
| Ile | Gly | Gly | Leu | Gln | Thr | Ile | Leu | Arg | Asp | Asp | Asp | Lys | Leu | Pro | Arg |
|     |     |     |     | 805 |     |     |     |     | 810 |     |     |     |     | 815 |     |
| Asn | Val | Ala | Thr | Gly | Ser | Val | Lys | Ala | Thr | Val | Gly | Asp | Thr | Gly | Tyr |
|     |     |     | 820 |     |     |     |     | 825 |     |     |     |     | 830 |     |     |

Ala Ser Gly Ala Ala Ser Leu Ile Lys Ala Ala Leu Cys Ile Tyr Asn  
835 840 845

Arg Tyr Leu Pro Ser Asn Gly Asp Asp Trp Asp Glu Pro Ala Pro Glu  
850 855 860

Ala Pro Trp Asp Ser Thr Leu Phe Ala Cys Gln Thr Ser Arg Ala Trp  
865 870 875 880

Leu Lys Asn Pro Gly Glu Arg Arg Tyr Ala Ala Val Ser Gly Val Ser  
885 890 895

Glu Thr Arg Ser Cys Tyr Ser Val Leu Leu Ser Glu Ala Glu Gly His  
900 905 910

Tyr Glu Arg Glu Asn Arg Ile Ser Leu Asp Glu Glu Ala Pro Lys Leu  
915 920 925

Ile Val Leu Arg Ala Asp Ser His Glu Glu Ile Leu Gly Arg Leu Asp  
930 935 940

Lys Ile Arg Glu Arg Phe Leu Gln Pro Thr Gly Ala Ala Pro Arg Glu  
945 950 955 960

Ser Glu Leu Lys Ala Gln Ala Arg Arg Ile Phe Leu Glu Leu Leu Gly  
965 970 975

Glu Thr Leu Ala Gln Asp Ala Ala Ser Ser Gly Ser Gln Lys Pro Leu  
980 985 990

Ala Leu Ser Leu Val Ser Thr Pro Ser Lys Leu Gln Arg Glu Val Glu  
995 1000 1005

Leu Ala Ala Lys Gly Ile Pro Arg Cys Leu Lys Met Arg Arg Asp  
1010 1015 1020

Trp Ser Ser Pro Ala Gly Ser Arg Tyr Ala Pro Glu Pro Leu Ala  
1025 1030 1035

Ser Asp Arg Val Ala Phe Met Tyr Gly Glu Gly Arg Ser Pro Tyr  
1040 1045 1050

Tyr Gly Ile Thr Gln Asp Ile His Arg Ile Trp Pro Glu Leu His  
1055 1060 1065

Glu Val Ile Asn Glu Lys Thr Asn Arg Leu Trp Ala Glu Gly Asp  
1070 1075 1080

Arg Trp Val Met Pro Arg Ala Ser Phe Lys Ser Glu Leu Glu Ser  
1085 1090 1095

Gln Gln Gln Glu Phe Asp Arg Asn Met Ile Glu Met Phe Arg Leu  
1100 1105 1110

Gly Ile Leu Thr Ser Ile Ala Phe Thr Asn Leu Ala Arg Asp Val

| 1115                                     | 1120                        | 1125        |
|------------------------------------------|-----------------------------|-------------|
| Leu Asn Ile Thr Pro Lys Ala<br>1130 1135 | Ala Phe Gly Leu Ser<br>1140 | Leu Gly Glu |
| Ile Ser Met Ile Phe Ala Phe<br>1145 1150 | Ser Lys Lys Asn Gly<br>1155 | Leu Ile Ser |
| Asp Gln Leu Thr Lys Asp Leu<br>1160 1165 | Arg Glu Ser Asp Val<br>1170 | Trp Asn Lys |
| Ala Leu Ala Val Glu Phe Asn<br>1175 1180 | Ala Leu Arg Glu Ala<br>1185 | Trp Gly Ile |
| Pro Gln Ser Val Pro Lys Asp<br>1190 1195 | Glu Phe Trp Gln Gly<br>1200 | Tyr Ile Val |
| Arg Gly Thr Lys Gln Asp Ile<br>1205 1210 | Glu Ala Ala Ile Ala<br>1215 | Pro Asp Ser |
| Lys Tyr Val Arg Leu Thr Ile<br>1220 1225 | Ile Asn Asp Ala Asn<br>1230 | Thr Ala Leu |
| Ile Ser Gly Lys Pro Asp Ala<br>1235 1240 | Cys Lys Ala Ala Ile<br>1245 | Ala Arg Leu |
| Gly Gly Asn Ile Pro Ala Leu<br>1250 1255 | Pro Val Thr Gln Gly<br>1260 | Met Cys Gly |
| His Cys Pro Glu Val Gly Pro<br>1265 1270 | Tyr Thr Lys Asp Ile<br>1275 | Ala Lys Ile |
| His Ala Asn Leu Glu Phe Pro<br>1280 1285 | Val Val Asp Gly Leu<br>1290 | Asp Leu Trp |
| Thr Thr Ile Asn Gln Lys Arg<br>1295 1300 | Leu Val Pro Arg Ala<br>1305 | Thr Gly Ala |
| Lys Asp Glu Trp Ala Pro Ser<br>1310 1315 | Ser Phe Gly Glu Tyr<br>1320 | Ala Gly Gln |
| Leu Tyr Glu Lys Gln Ala Asn<br>1325 1330 | Phe Pro Gln Ile Val<br>1335 | Glu Thr Ile |
| Tyr Lys Gln Asn Tyr Asp Val<br>1340 1345 | Phe Val Glu Val Gly<br>1350 | Pro Asn Asn |
| His Arg Ser Thr Ala Val Arg<br>1355 1360 | Thr Thr Leu Gly Pro<br>1365 | Gln Arg Asn |
| His Leu Ala Gly Ala Ile Asp<br>1370 1375 | Lys Gln Asn Glu Asp<br>1380 | Ala Trp Thr |
| Thr Ile Val Lys Leu Val Ala<br>1385 1390 | Ser Leu Lys Ala His<br>1395 | Leu Val Pro |

|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Gly | Val  | Thr | Ile | Ser | Pro | Leu  | Tyr | His | Ser | Lys | Leu  | Val | Ala | Glu |
|     | 1400 |     |     |     |     | 1405 |     |     |     |     | 1410 |     |     |     |
| Ala | Gln  | Ala | Cys | Tyr | Ala | Ala  | Leu | Cys | Lys | Gly | Glu  | Lys | Pro | Lys |
|     | 1415 |     |     |     |     | 1420 |     |     |     |     | 1425 |     |     |     |
| Lys | Asn  | Lys | Phe | Val | Arg | Lys  | Ile | Gln | Leu | Asn | Gly  | Arg | Phe | Asn |
|     | 1430 |     |     |     |     | 1435 |     |     |     |     | 1440 |     |     |     |
| Ser | Lys  | Ala | Asp | Pro | Ile | Ser  | Ser | Ala | Asp | Leu | Ala  | Ser | Phe | Pro |
|     | 1445 |     |     |     |     | 1450 |     |     |     |     | 1455 |     |     |     |
| Pro | Ala  | Asp | Pro | Ala | Ile | Glu  | Ala | Ala | Ile | Ser | Ser  | Arg | Ile | Met |
|     | 1460 |     |     |     |     | 1465 |     |     |     |     | 1470 |     |     |     |
| Lys | Pro  | Val | Ala | Pro | Lys | Phe  | Tyr | Ala | Arg | Leu | Asn  | Ile | Asp | Glu |
|     | 1475 |     |     |     |     | 1480 |     |     |     |     | 1485 |     |     |     |
| Gln | Asp  | Glu | Thr | Arg | Asp | Pro  | Ile | Leu | Asn | Lys | Asp  | Asn | Ala | Pro |
|     | 1490 |     |     |     |     | 1495 |     |     |     |     | 1500 |     |     |     |
| Ser | Ser  | Ser | Ser | Ser | Ser | Ser  | Ser | Ser | Ser | Ser | Ser  | Ser | Ser | Ser |
|     | 1505 |     |     |     |     | 1510 |     |     |     |     | 1515 |     |     |     |
| Pro | Ser  | Pro | Ala | Pro | Ser | Ala  | Pro | Val | Gln | Lys | Lys  | Ala | Ala | Pro |
|     | 1520 |     |     |     |     | 1525 |     |     |     |     | 1530 |     |     |     |
| Ala | Ala  | Glu | Thr | Lys | Ala | Val  | Ala | Ser | Ala | Asp | Ala  | Leu | Arg | Ser |
|     | 1535 |     |     |     |     | 1540 |     |     |     |     | 1545 |     |     |     |
| Ala | Leu  | Leu | Asp | Leu | Asp | Ser  | Met | Leu | Ala | Leu | Ser  | Ser | Ala | Ser |
|     | 1550 |     |     |     |     | 1555 |     |     |     |     | 1560 |     |     |     |
| Ala | Ser  | Gly | Asn | Leu | Val | Glu  | Thr | Ala | Pro | Ser | Asp  | Ala | Ser | Val |
|     | 1565 |     |     |     |     | 1570 |     |     |     |     | 1575 |     |     |     |
| Ile | Val  | Pro | Pro | Cys | Asn | Ile  | Ala | Asp | Leu | Gly | Ser  | Arg | Ala | Phe |
|     | 1580 |     |     |     |     | 1585 |     |     |     |     | 1590 |     |     |     |
| Met | Lys  | Thr | Tyr | Gly | Val | Ser  | Ala | Pro | Leu | Tyr | Thr  | Gly | Ala | Met |
|     | 1595 |     |     |     |     | 1600 |     |     |     |     | 1605 |     |     |     |
| Ala | Lys  | Gly | Ile | Ala | Ser | Ala  | Asp | Leu | Val | Ile | Ala  | Ala | Gly | Arg |
|     | 1610 |     |     |     |     | 1615 |     |     |     |     | 1620 |     |     |     |
| Gln | Gly  | Ile | Leu | Ala | Ser | Phe  | Gly | Ala | Gly | Gly | Leu  | Pro | Met | Gln |
|     | 1625 |     |     |     |     | 1630 |     |     |     |     | 1635 |     |     |     |
| Val | Val  | Arg | Glu | Ser | Ile | Glu  | Lys | Ile | Gln | Ala | Ala  | Leu | Pro | Asn |
|     | 1640 |     |     |     |     | 1645 |     |     |     |     | 1650 |     |     |     |
| Gly | Pro  | Tyr | Ala | Val | Asn | Leu  | Ile | His | Ser | Pro | Phe  | Asp | Ser | Asn |
|     | 1655 |     |     |     |     | 1660 |     |     |     |     | 1665 |     |     |     |
| Leu | Glu  | Lys | Gly | Asn | Val | Asp  | Leu | Phe | Leu | Glu | Lys  | Gly | Val | Thr |
|     | 1670 |     |     |     |     | 1675 |     |     |     |     | 1680 |     |     |     |



|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Phe | Val  | Glu | Ala | Ser | Ala | Phe  | Met | Thr | Leu | Thr | Pro  | Gln | Val | Val |
|     | 1685 |     |     |     |     | 1690 |     |     |     |     | 1695 |     |     |     |
| Arg | Tyr  | Arg | Ala | Ala | Gly | Leu  | Thr | Arg | Asn | Ala | Asp  | Gly | Ser | Val |
|     | 1700 |     |     |     |     | 1705 |     |     |     |     | 1710 |     |     |     |
| Asn | Ile  | Arg | Asn | Arg | Ile | Ile  | Gly | Lys | Val | Ser | Arg  | Thr | Glu | Leu |
|     | 1715 |     |     |     |     | 1720 |     |     |     |     | 1725 |     |     |     |
| Ala | Glu  | Met | Phe | Met | Arg | Pro  | Ala | Pro | Glu | His | Leu  | Leu | Gln | Lys |
|     | 1730 |     |     |     |     | 1735 |     |     |     |     | 1740 |     |     |     |
| Leu | Ile  | Ala | Ser | Gly | Glu | Ile  | Asn | Gln | Glu | Gln | Ala  | Glu | Leu | Ala |
|     | 1745 |     |     |     |     | 1750 |     |     |     |     | 1755 |     |     |     |
| Arg | Arg  | Val | Pro | Val | Ala | Asp  | Asp | Ile | Ala | Val | Glu  | Ala | Asp | Ser |
|     | 1760 |     |     |     |     | 1765 |     |     |     |     | 1770 |     |     |     |
| Gly | Gly  | His | Thr | Asp | Asn | Arg  | Pro | Ile | His | Val | Ile  | Leu | Pro | Leu |
|     | 1775 |     |     |     |     | 1780 |     |     |     |     | 1785 |     |     |     |
| Ile | Ile  | Asn | Leu | Arg | Asp | Arg  | Leu | His | Arg | Glu | Cys  | Gly | Tyr | Pro |
|     | 1790 |     |     |     |     | 1795 |     |     |     |     | 1800 |     |     |     |
| Ala | Asn  | Leu | Arg | Val | Arg | Val  | Gly | Ala | Gly | Gly | Gly  | Ile | Gly | Cys |
|     | 1805 |     |     |     |     | 1810 |     |     |     |     | 1815 |     |     |     |
| Pro | Gln  | Ala | Ala | Leu | Ala | Thr  | Phe | Asn | Met | Gly | Ala  | Ser | Phe | Ile |
|     | 1820 |     |     |     |     | 1825 |     |     |     |     | 1830 |     |     |     |
| Val | Thr  | Gly | Thr | Val | Asn | Gln  | Val | Ala | Lys | Gln | Ser  | Gly | Thr | Cys |
|     | 1835 |     |     |     |     | 1840 |     |     |     |     | 1845 |     |     |     |
| Asp | Asn  | Val | Arg | Lys | Gln | Leu  | Ala | Lys | Ala | Thr | Tyr  | Ser | Asp | Val |
|     | 1850 |     |     |     |     | 1855 |     |     |     |     | 1860 |     |     |     |
| Cys | Met  | Ala | Pro | Ala | Ala | Asp  | Met | Phe | Glu | Glu | Gly  | Val | Lys | Leu |
|     | 1865 |     |     |     |     | 1870 |     |     |     |     | 1875 |     |     |     |
| Gln | Val  | Leu | Lys | Lys | Gly | Thr  | Met | Phe | Pro | Ser | Arg  | Ala | Asn | Lys |
|     | 1880 |     |     |     |     | 1885 |     |     |     |     | 1890 |     |     |     |
| Leu | Tyr  | Glu | Leu | Phe | Cys | Lys  | Tyr | Asp | Ser | Phe | Glu  | Ser | Met | Pro |
|     | 1895 |     |     |     |     | 1900 |     |     |     |     | 1905 |     |     |     |
| Pro | Ala  | Glu | Leu | Ala | Arg | Val  | Glu | Lys | Arg | Ile | Phe  | Ser | Arg | Ala |
|     | 1910 |     |     |     |     | 1915 |     |     |     |     | 1920 |     |     |     |
| Leu | Glu  | Glu | Val | Trp | Asp | Glu  | Thr | Lys | Asn | Phe | Tyr  | Ile | Asn | Arg |
|     | 1925 |     |     |     |     | 1930 |     |     |     |     | 1935 |     |     |     |
| Leu | His  | Asn | Pro | Glu | Lys | Ile  | Gln | Arg | Ala | Glu | Arg  | Asp | Pro | Lys |
|     | 1940 |     |     |     |     | 1945 |     |     |     |     | 1950 |     |     |     |
| Leu | Lys  | Met | Ser | Leu | Cys | Phe  | Arg | Trp | Tyr | Leu | Ser  | Leu | Ala | Ser |
|     | 1955 |     |     |     |     | 1960 |     |     |     |     | 1965 |     |     |     |

Arg Trp Ala Asn Thr Gly Ala Ser Asp Arg Val Met Asp Tyr Gln  
1970 1975 1980

Val Trp Cys Gly Pro Ala Ile Gly Ser Phe Asn Asp Phe Ile Lys  
1985 1990 1995

Gly Thr Tyr Leu Asp Pro Ala Val Ala Asn Glu Tyr Pro Cys Val  
2000 2005 2010

Val Gln Ile Asn Lys Gln Ile Leu Arg Gly Ala Cys Phe Leu Arg  
2015 2020 2025

Arg Leu Glu Ile Leu Arg Asn Ala Arg Leu Ser Asp Gly Ala Ala  
2030 2035 2040

Ala Leu Val Ala Ser Ile Asp Asp Thr Tyr Val Pro Ala Glu Lys  
2045 2050 2055

Leu

<210> 58  
<211> 1935  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 58

Met Gln Leu Pro Pro Ala His Ser Ala Asp Glu Asn Arg Ile Ala Val  
1 5 10 15

Val Gly Met Ala Val Lys Tyr Ala Gly Cys Asp Asn Lys Glu Glu Phe  
20 25 30

Trp Lys Thr Leu Met Asn Gly Ser Ile Asn Thr Lys Ser Ile Ser Ala  
35 40 45

Ala Arg Leu Gly Ser Asn Lys Arg Asp Glu His Tyr Val Pro Glu Arg  
50 55 60

Ser Lys Tyr Ala Asp Thr Phe Cys Asn Glu Arg Tyr Gly Cys Ile Gln  
65 70 75 80

Gln Gly Thr Asp Asn Glu His Asp Leu Leu Leu Gly Leu Ala Gln Glu  
85 90 95

Ala Leu Ala Asp Ala Ala Gly Arg Met Glu Lys Gln Pro Ser Glu Ala  
100 105 110

Phe Asp Leu Glu Asn Thr Gly Ile Val Ser Gly Cys Leu Ser Phe Pro  
115 120 125

Met Asp Asn Leu Gln Gly Glu Leu Leu Asn Leu Tyr Gln Ser His Val  
130 135 140

Glu Lys Gln Leu Pro Pro Ser Ala Leu Val Glu Ala Val Lys Leu Trp  
145 150 155 160

Ser Glu Arg Gln Lys Ser Thr Lys Ala His Ala Gly Asp Lys Arg Arg  
165 170 175

Phe Ile Asp Pro Ala Ser Phe Val Ala Asp Lys Leu Asn Leu Gly Pro  
180 185 190

Leu His Tyr Ala Ile Asp Ala Ala Cys Ala Ser Ala Leu Tyr Val Leu  
195 200 205

Lys Leu Ala Gln Asp His Leu Val Ser Gly Ala Val Asp Met Met Leu  
210 215 220

Cys Gly Ala Thr Cys Phe Pro Glu Pro Phe Phe Ile Leu Ser Gly Phe  
225 230 235 240

Ser Thr Phe Gln Ala Met Pro Val Gly Ala Asp Gly Val Ser Leu Pro  
245 250 255

Leu His Lys Thr Ser Ala Gly Leu Thr Pro Gly Glu Gly Gly Ser Ile  
260 265 270

Met Val Leu Lys Arg Leu Lys Asp Ala Ile Arg Asp Gly Asn His Ile  
275 280 285

Tyr Gly Val Leu Leu Glu Ala Asn Leu Ser Asn Ala Gly Cys Gly Leu  
290 295 300

Pro Leu Ser Pro His Leu Pro Ser Glu Glu Ser Cys Ile Arg Asp Thr  
305 310 315 320

Tyr Arg Arg Ala Gly Val Ala Ala Asp Gln Ser Ile Gln Tyr Ile Glu  
325 330 335

Cys His Ala Thr Gly Thr Pro Arg Gly Asp Val Val Glu Ile Glu Ala  
340 345 350

Val Glu Arg Val Phe Lys Lys Asn Val Pro Arg Leu Gly Ser Thr Lys  
355 360 365

Gly Asn Phe Gly His Ser Leu Val Ala Ala Gly Phe Ala Gly Met Ala  
370 375 380

Lys Leu Leu Leu Ala Met Glu His Gly Val Ile Pro Pro Thr Pro Gly  
385 390 395 400

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

Thr Trp Pro Glu Thr His Gly Ala Pro Lys Arg Ala Gly Leu Ser Ala  
420 425 430

Phe Gly Phe Gly Gly Thr Asn Ala His Ala Leu Phe Glu Glu Phe Asn  
435 440 445

Ala Glu Gly Ile Ser Tyr Arg Pro Gly Lys Pro Pro Val Glu Ser Asn  
450 455 460

|            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Thr<br>465 | Arg        | Pro        | Ser        | Val        | Val<br>470 | Ile        | Thr        | Gly        | Met        | Asp<br>475 | Cys        | Thr        | Phe        | Gly        | Ser<br>480 |
| Leu        | Glu        | Gly        | Ile        | Asp<br>485 | Ala        | Phe        | Glu        | Thr        | Ala<br>490 | Leu        | Tyr        | Glu        | Gly        | Arg<br>495 | Asp        |
| Ala        | Ala        | Arg        | Asp<br>500 | Leu        | Pro        | Ala        | Lys        | Arg<br>505 | Trp        | Arg        | Phe        | Leu        | Gly<br>510 | Glu        | Asp        |
| Leu        | Glu        | Phe<br>515 | Leu        | Arg        | Ala        | Ile        | Arg<br>520 | Leu        | Lys        | Glu        | Lys        | Pro<br>525 | Arg        | Gly        | Cys        |
| Phe        | Val<br>530 | Glu        | Ser        | Val        | Asp        | Val<br>535 | Asn        | Phe        | Arg        | Arg        | Leu<br>540 | Lys        | Thr        | Pro        | Leu        |
| Thr<br>545 | Pro        | Glu        | Asp        | Met        | Leu<br>550 | Arg        | Pro        | Gln        | Gln        | Leu<br>555 | Leu        | Ala        | Val        | Ser        | Thr<br>560 |
| Met        | Asp        | Arg        | Ala        | Ile<br>565 | Ile        | Asp        | Ala        | Gly        | Leu<br>570 | Lys        | Lys        | Gly        | Gln        | His<br>575 | Val        |
| Ala        | Val        | Leu        | Val<br>580 | Gly        | Leu        | Gly        | Thr        | Asp<br>585 | Leu        | Glu        | Leu        | Tyr        | Arg<br>590 | His        | Arg        |
| Ala        | Arg        | Val<br>595 | Ala        | Leu        | Lys        | Glu        | Val<br>600 | Leu        | His        | Pro        | Ser        | Leu<br>605 | Lys        | Ser        | Asp        |
| Thr        | Ala<br>610 | Ile        | Leu        | Gln        | Lys        | Ile<br>615 | Met        | Gln        | Tyr        | Val        | Asn<br>620 | Asp        | Ala        | Gly        | Thr        |
| Ser<br>625 | Thr        | Ser        | Tyr        | Thr        | Ser<br>630 | Tyr        | Ile        | Gly        | Asn        | Leu<br>635 | Val        | Ala        | Thr        | Arg        | Ile<br>640 |
| Ser        | Ser        | Gln        | Trp        | Gly<br>645 | Phe        | Thr        | Gly        | Pro        | Ser<br>650 | Phe        | Thr        | Val        | Thr        | Glu<br>655 | Gly        |
| Asn        | Asn        | Ser        | Val<br>660 | Tyr        | Arg        | Cys        | Ala        | Gln<br>665 | Leu        | Ala        | Lys        | Asp        | Met<br>670 | Leu        | Gln        |
| Val        | Asn        | Arg<br>675 | Val        | Asp        | Ala        | Val        | Val<br>680 | Ile        | Ala        | Gly        | Val        | Asp<br>685 | Leu        | Asn        | Gly        |
| Ser        | Ala<br>690 | Glu        | Ser        | Phe        | Phe        | Val<br>695 | Arg        | Ala        | Asn        | Arg        | Gln<br>700 | Lys        | Ile        | Ser        | Lys        |
| Leu<br>705 | Ser        | His        | Pro        | Cys        | Ala<br>710 | Ser        | Phe        | Asp        | Arg        | Asp<br>715 | Ala        | Asp        | Gly        | Phe        | Phe<br>720 |
| Ala        | Gly        | Glu        | Gly        | Cys<br>725 | Gly        | Ala        | Leu        | Val        | Phe<br>730 | Lys        | Arg        | Leu        | Glu        | Asp<br>735 | Cys        |
| Ala        | Pro        | Gln        | Glu        | Lys        | Ile        | Tyr        | Ala        | Ser<br>745 | Ile        | Asp        | Ser        | Ile        | Ala<br>750 | Ile        | Asp        |
| Lys        | Glu        | Pro        | Thr        | Ser        | Ser        | Ala        | Val        | Lys        | Ala        | Val        | Tyr        | Gln        | Ser        | Asp        | Ser        |

| 755 |      |     |     |     | 760 |      |      |     |     | 765 |      |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| Ser | Leu  | Ser | Asp | Ile | Glu | Leu  | Leu  | Glu | Ile | Ser | Gly  | Asp  | Ser | Lys | Arg |
|     | 770  |     |     |     |     | 775  |      |     |     |     | 780  |      |     |     |     |
| Phe | Ala  | Ala | Phe | Glu | Gly | Ala  | Val  | Glu | Ile | Gln | Ser  | Ser  | Val | Glu | Ala |
| 785 |      |     |     |     | 790 |      |      |     |     | 795 |      |      |     |     | 800 |
| Gln | Leu  | Lys | Gly | Leu | Ser | Lys  | Val  | Leu | Glu | Pro | Ala  | Lys  | Gly | Gln | Gly |
|     |      |     |     | 805 |     |      |      |     | 810 |     |      |      |     | 815 |     |
| Val | Ala  | Val | Gly | Ser | Thr | Arg  | Ala  | Thr | Val | Gly | Asp  | Ile  | Gly | Tyr | Ala |
|     |      |     | 820 |     |     |      |      | 825 |     |     |      |      | 830 |     |     |
| Thr | Gly  | Ala | Ala | Ser | Leu | Ile  | Lys  | Thr | Ala | Leu | Cys  | Leu  | Tyr | Asn | Arg |
|     |      | 835 |     |     |     |      | 840  |     |     |     |      | 845  |     |     |     |
| Tyr | Leu  | Pro | Ala | Leu | Ala | Asn  | Trp  | Ser | Gly | Pro | Cys  | Glu  | Gln | Ser | Ala |
|     | 850  |     |     |     |     | 855  |      |     |     |     | 860  |      |     |     |     |
| Trp | Gly  | Ser | Asn | Met | Phe | Val  | Cys  | His | Glu | Thr | Arg  | Pro  | Trp | Met | Lys |
| 865 |      |     |     |     | 870 |      |      |     |     | 875 |      |      |     |     | 880 |
| Asn | Gln  | Asn | Glu | Lys | Arg | Cys  | Ala  | Leu | Ile | Ser | Gly  | Thr  | Asp | Pro | Ser |
|     |      |     |     | 885 |     |      |      |     | 890 |     |      |      |     | 895 |     |
| His | Thr  | Cys | Phe | Ser | Leu | Val  | Leu  | Ser | Asp | Thr | Gly  | Cys  | Tyr | Glu | Glu |
|     |      |     | 900 |     |     |      |      | 905 |     |     |      |      | 910 |     |     |
| His | Asn  | Arg | Thr | Cys | Phe | Asp  | Val  | Gln | Ala | Pro | Gln  | Leu  | Val | Leu | Ile |
|     |      | 915 |     |     |     |      | 920  |     |     |     |      | 925  |     |     |     |
| His | Gly  | Phe | Asp | Gly | Lys | Thr  | Ile  | Val | Arg | Arg | Leu  | Glu  | Gly | Tyr | Leu |
|     | 930  |     |     |     |     | 935  |      |     |     |     | 940  |      |     |     |     |
| Leu | Glu  | Leu | Val | Glu | Gly | His  | Ala  | Ser | Pro | Ser | Glu  | Tyr  | Phe | His | Lys |
| 945 |      |     |     |     | 950 |      |      |     |     | 955 |      |      |     |     | 960 |
| Leu | Ile  | Gly | Gln | Ser | Leu | Leu  | Glu  | Asn | Ser | Lys | Glu  | Ser  | Lys | Leu | Thr |
|     |      |     |     | 965 |     |      |      |     | 970 |     |      |      |     | 975 |     |
| Leu | Ser  | Leu | Val | Cys | Asn | Pro  | Asn  | Gln | Leu | Gln | Lys  | Glu  | Leu | Met | Leu |
|     |      |     | 980 |     |     |      |      | 985 |     |     |      |      | 990 |     |     |
| Ala | Ile  | Lys | Gly | Val | Gln | Arg  | Ser  | Met | Leu | Thr | Gly  | Lys  | Asp | Trp | Val |
|     |      | 995 |     |     |     |      | 1000 |     |     |     |      | 1005 |     |     |     |
| Ser | Pro  | Ser | Gly | Ser | Cys | Phe  | Ala  | Pro | Asn | Pro | Leu  | Ser  | Ser | Ala |     |
|     | 1010 |     |     |     |     | 1015 |      |     |     |     | 1020 |      |     |     |     |
| Lys | Val  | Ala | Phe | Met | Tyr | Gly  | Glu  | Gly | Arg | Ser | Pro  | Tyr  | Cys | Gly |     |
|     | 1025 |     |     |     |     | 1030 |      |     |     |     | 1035 |      |     |     |     |
| Val | Gly  | Leu | Gly | Leu | His | Arg  | Leu  | Trp | Pro | Gly | Leu  | His  | Glu | Asn |     |
|     | 1040 |     |     |     |     | 1045 |      |     |     |     | 1050 |      |     |     |     |

|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Val | Asn  | Asn | Lys | Thr | Val | Asp  | Leu | Trp | Thr | Glu | Gly  | Asp | Gly | Trp |
|     | 1055 |     |     |     |     | 1060 |     |     |     |     | 1065 |     |     |     |
| Leu | Tyr  | Pro | Arg | Thr | Leu | Thr  | Arg | Glu | Glu | His | Thr  | Lys | Ala | Ile |
|     | 1070 |     |     |     |     | 1075 |     |     |     |     | 1080 |     |     |     |
| Glu | Ser  | Phe | Asn | Ala | Asn | Gln  | Ile | Glu | Met | Phe | Arg  | Ala | Gly | Ile |
|     | 1085 |     |     |     |     | 1090 |     |     |     |     | 1095 |     |     |     |
| Phe | Ile  | Ser | Met | Cys | Gln | Thr  | Asp | Tyr | Val | Met | Asn  | Val | Leu | Gly |
|     | 1100 |     |     |     |     | 1105 |     |     |     |     | 1110 |     |     |     |
| Val | Gln  | Pro | Lys | Ala | Gly | Phe  | Gly | Leu | Ser | Leu | Gly  | Glu | Ile | Ser |
|     | 1115 |     |     |     |     | 1120 |     |     |     |     | 1125 |     |     |     |
| Met | Leu  | Phe | Ala | Met | Ser | Lys  | Glu | Asn | Cys | Arg | Gln  | Ser | Gln | Glu |
|     | 1130 |     |     |     |     | 1135 |     |     |     |     | 1140 |     |     |     |
| Met | Thr  | Asn | Arg | Leu | Arg | Gly  | Ser | Pro | Val | Trp | Ser  | Asn | Glu | Leu |
|     | 1145 |     |     |     |     | 1150 |     |     |     |     | 1155 |     |     |     |
| Ala | Ile  | Asn | Phe | Asn | Ala | Ile  | Arg | Lys | Leu | Trp | Lys  | Ile | Pro | Arg |
|     | 1160 |     |     |     |     | 1165 |     |     |     |     | 1170 |     |     |     |
| Gly | Ala  | Pro | Leu | Glu | Ser | Phe  | Trp | Gln | Gly | Tyr | Leu  | Val | His | Gly |
|     | 1175 |     |     |     |     | 1180 |     |     |     |     | 1185 |     |     |     |
| Thr | Arg  | Glu | Glu | Val | Glu | His  | Ala | Ile | Gly | Leu | Ser  | Glu | Pro | Tyr |
|     | 1190 |     |     |     |     | 1195 |     |     |     |     | 1200 |     |     |     |
| Val | Arg  | Leu | Leu | Ile | Val | Asn  | Asp | Ser | Arg | Ser | Ala  | Leu | Ile | Ala |
|     | 1205 |     |     |     |     | 1210 |     |     |     |     | 1215 |     |     |     |
| Gly | Lys  | Pro | Asp | Ala | Cys | Gln  | Ala | Val | Ile | Ser | Arg  | Leu | Asn | Ser |
|     | 1220 |     |     |     |     | 1225 |     |     |     |     | 1230 |     |     |     |
| Lys | Phe  | Pro | Ser | Leu | Pro | Val  | Lys | Gln | Gly | Met | Ile  | Gly | His | Cys |
|     | 1235 |     |     |     |     | 1240 |     |     |     |     | 1245 |     |     |     |
| Pro | Glu  | Val | Arg | Ala | Phe | Ile  | Lys | Asp | Ile | Gly | Tyr  | Ile | His | Glu |
|     | 1250 |     |     |     |     | 1255 |     |     |     |     | 1260 |     |     |     |
| Thr | Leu  | Arg | Ile | Ser | Asn | Asp  | Tyr | Ser | Asp | Cys | Gln  | Leu | Phe | Ser |
|     | 1265 |     |     |     |     | 1270 |     |     |     |     | 1275 |     |     |     |
| Ala | Val  | Thr | Lys | Gly | Ala | Leu  | Asp | Ser | Ser | Thr | Met  | Glu | Ile | Lys |
|     | 1280 |     |     |     |     | 1285 |     |     |     |     | 1290 |     |     |     |
| His | Phe  | Val | Gly | Glu | Val | Tyr  | Ser | Arg | Ile | Ala | Asp  | Phe | Pro | Gln |
|     | 1295 |     |     |     |     | 1300 |     |     |     |     | 1305 |     |     |     |
| Ile | Val  | Asn | Thr | Val | His | Ser  | Ala | Gly | Tyr | Asp | Val  | Phe | Leu | Glu |
|     | 1310 |     |     |     |     | 1315 |     |     |     |     | 1320 |     |     |     |
| Leu | Gly  | Cys | Asp | Ala | Ser | Arg  | Ser | Ala | Ala | Val | Gln  | Asn | Ile | Leu |
|     | 1325 |     |     |     |     | 1330 |     |     |     |     | 1335 |     |     |     |

|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Gly | Gly  | Gln | Gly | Lys | Phe | Leu  | Ser | Thr | Ala | Ile | Asp  | Lys | Lys | Gly |
|     | 1340 |     |     |     |     | 1345 |     |     |     |     | 1350 |     |     |     |
| His | Ser  | Ala | Trp | Ser | Gln | Val  | Leu | Arg | Ala | Thr | Ala  | Ser | Leu | Ala |
|     | 1355 |     |     |     |     | 1360 |     |     |     |     | 1365 |     |     |     |
| Ala | His  | Arg | Val | Pro | Gly | Ile  | Ser | Ile | Leu | Asp | Leu  | Phe | His | Pro |
|     | 1370 |     |     |     |     | 1375 |     |     |     |     | 1380 |     |     |     |
| Asn | Phe  | Arg | Glu | Met | Cys | Cys  | Thr | Met | Ala | Thr | Thr  | Pro | Lys | Val |
|     | 1385 |     |     |     |     | 1390 |     |     |     |     | 1395 |     |     |     |
| Glu | Asp  | Lys | Phe | Leu | Arg | Thr  | Ile | Gln | Ile | Asn | Gly  | Arg | Phe | Glu |
|     | 1400 |     |     |     |     | 1405 |     |     |     |     | 1410 |     |     |     |
| Lys | Glu  | Met | Ile | His | Leu | Glu  | Asp | Thr | Thr | Leu | Ser  | Cys | Leu | Pro |
|     | 1415 |     |     |     |     | 1420 |     |     |     |     | 1425 |     |     |     |
| Ala | Pro  | Ser | Glu | Ala | Asn | Ile  | Ala | Ala | Ile | Gln | Ser  | Arg | Ser | Ile |
|     | 1430 |     |     |     |     | 1435 |     |     |     |     | 1440 |     |     |     |
| Arg | Ser  | Ala | Ala | Ala | Arg | Ser  | Gly | Gln | Ser | His | Asp  | Cys | Ala | Ser |
|     | 1445 |     |     |     |     | 1450 |     |     |     |     | 1455 |     |     |     |
| His | Ser  | His | Glu | Glu | Asn | Lys  | Asp | Ser | Cys | Pro | Glu  | Lys | Leu | Lys |
|     | 1460 |     |     |     |     | 1465 |     |     |     |     | 1470 |     |     |     |
| Leu | Asp  | Ser | Val | Ser | Val | Ala  | Ile | Asn | Phe | Asp | Asn  | Asp | Asp | Arg |
|     | 1475 |     |     |     |     | 1480 |     |     |     |     | 1485 |     |     |     |
| Ile | Gln  | Leu | Gly | His | Ala | Gly  | Phe | Arg | Glu | Met | Tyr  | Asn | Thr | Arg |
|     | 1490 |     |     |     |     | 1495 |     |     |     |     | 1500 |     |     |     |
| Tyr | Ser  | Leu | Tyr | Thr | Gly | Ala  | Met | Ala | Lys | Gly | Ile  | Ala | Ser | Ala |
|     | 1505 |     |     |     |     | 1510 |     |     |     |     | 1515 |     |     |     |
| Asp | Leu  | Val | Ile | Ala | Ala | Gly  | Lys | Glu | Gly | Ile | Leu  | Ala | Ser | Tyr |
|     | 1520 |     |     |     |     | 1525 |     |     |     |     | 1530 |     |     |     |
| Gly | Ala  | Gly | Gly | Leu | Pro | Leu  | Ala | Thr | Val | Arg | Lys  | Gly | Ile | Asp |
|     | 1535 |     |     |     |     | 1540 |     |     |     |     | 1545 |     |     |     |
| Lys | Ile  | Gln | Gln | Ala | Leu | Pro  | Ser | Gly | Pro | Tyr | Ala  | Val | Asn | Leu |
|     | 1550 |     |     |     |     | 1555 |     |     |     |     | 1560 |     |     |     |
| Ile | His  | Ser | Pro | Phe | Asp | Gly  | Asn | Leu | Glu | Gln | Gly  | Asn | Val | Asp |
|     | 1565 |     |     |     |     | 1570 |     |     |     |     | 1575 |     |     |     |
| Leu | Phe  | Leu | Glu | Lys | Asn | Val  | Arg | Val | Ala | Glu | Cys  | Ser | Ala | Phe |
|     | 1580 |     |     |     |     | 1585 |     |     |     |     | 1590 |     |     |     |
| Thr | Thr  | Leu | Thr | Val | Pro | Val  | Val | His | Tyr | Arg | Ala  | Ala | Gly | Leu |
|     | 1595 |     |     |     |     | 1600 |     |     |     |     | 1605 |     |     |     |
| Val | Arg  | Arg | Gln | Asp | Gly | Ser  | Ile | Leu | Ile | Lys | Asn  | Arg | Ile | Ile |
|     | 1610 |     |     |     |     | 1615 |     |     |     |     | 1620 |     |     |     |

|      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Ala  | Lys | Val | Ser | Arg | Thr | Glu  | Leu | Ala | Glu | Met | Phe  | Leu | Arg | Pro |
| 1625 |     |     |     |     |     | 1630 |     |     |     |     | 1635 |     |     |     |
| Ala  | Pro | Gln | Ile | Ile | Leu | Glu  | Lys | Leu | Val | Ala | Ala  | Glu | Ile | Ile |
| 1640 |     |     |     |     |     | 1645 |     |     |     |     | 1650 |     |     |     |
| Ser  | Ser | Asp | Gln | Ala | Arg | Met  | Ala | Ala | Lys | Val | Pro  | Met | Ala | Asp |
| 1655 |     |     |     |     |     | 1660 |     |     |     |     | 1665 |     |     |     |
| Asp  | Ile | Ala | Val | Glu | Ala | Asp  | Ser | Gly | Gly | His | Thr  | Asp | Asn | Arg |
| 1670 |     |     |     |     |     | 1675 |     |     |     |     | 1680 |     |     |     |
| Pro  | Met | His | Val | Ile | Leu | Pro  | Leu | Ile | Ile | Gln | Leu  | Arg | Asn | Thr |
| 1685 |     |     |     |     |     | 1690 |     |     |     |     | 1695 |     |     |     |
| Ile  | Leu | Ala | Glu | Tyr | Gly | Cys  | Ala | Thr | Ala | Phe | Arg  | Thr | Arg | Ile |
| 1700 |     |     |     |     |     | 1705 |     |     |     |     | 1710 |     |     |     |
| Gly  | Ala | Gly | Gly | Gly | Ile | Gly  | Cys | Pro | Ser | Ala | Ala  | Leu | Ala | Ala |
| 1715 |     |     |     |     |     | 1720 |     |     |     |     | 1725 |     |     |     |
| Phe  | Asp | Met | Gly | Ala | Ser | Phe  | Val | Val | Thr | Gly | Ser  | Ile | Asn | Gln |
| 1730 |     |     |     |     |     | 1735 |     |     |     |     | 1740 |     |     |     |
| Ile  | Cys | Arg | Glu | Ala | Gly | Thr  | Cys | Asp | Thr | Val | Arg  | Glu | Leu | Leu |
| 1745 |     |     |     |     |     | 1750 |     |     |     |     | 1755 |     |     |     |
| Ala  | Asn | Ser | Ser | Tyr | Ser | Asp  | Val | Thr | Met | Ala | Pro  | Ala | Ala | Asp |
| 1760 |     |     |     |     |     | 1765 |     |     |     |     | 1770 |     |     |     |
| Met  | Phe | Asp | Gln | Gly | Val | Lys  | Leu | Gln | Val | Leu | Lys  | Arg | Gly | Thr |
| 1775 |     |     |     |     |     | 1780 |     |     |     |     | 1785 |     |     |     |
| Met  | Phe | Pro | Ser | Arg | Ala | Asn  | Lys | Leu | Arg | Lys | Leu  | Phe | Val | Asn |
| 1790 |     |     |     |     |     | 1795 |     |     |     |     | 1800 |     |     |     |
| Tyr  | Glu | Ser | Leu | Glu | Thr | Leu  | Pro | Ser | Lys | Glu | Leu  | Lys | Tyr | Leu |
| 1805 |     |     |     |     |     | 1810 |     |     |     |     | 1815 |     |     |     |
| Glu  | Asn | Ile | Ile | Phe | Lys | Gln  | Ala | Val | Asp | Gln | Val  | Trp | Glu | Glu |
| 1820 |     |     |     |     |     | 1825 |     |     |     |     | 1830 |     |     |     |
| Thr  | Lys | Arg | Phe | Tyr | Cys | Glu  | Lys | Leu | Asn | Asn | Pro  | Asp | Lys | Ile |
| 1835 |     |     |     |     |     | 1840 |     |     |     |     | 1845 |     |     |     |
| Ala  | Arg | Ala | Met | Lys | Asp | Pro  | Lys | Leu | Lys | Met | Ser  | Leu | Cys | Phe |
| 1850 |     |     |     |     |     | 1855 |     |     |     |     | 1860 |     |     |     |
| Arg  | Trp | Tyr | Leu | Ser | Lys | Ser  | Ser | Gly | Trp | Ala | Asn  | Ala | Gly | Ile |
| 1865 |     |     |     |     |     | 1870 |     |     |     |     | 1875 |     |     |     |
| Lys  | Ser | Arg | Ala | Leu | Asp | Tyr  | Gln | Ile | Trp | Cys | Gly  | Pro | Ala | Met |
| 1880 |     |     |     |     |     | 1885 |     |     |     |     | 1890 |     |     |     |
| Gly  | Ser | Phe | Asn | Asn | Phe | Ala  | Ser | Gly | Thr | Ser | Leu  | Asp | Trp | Lys |



| 1895                                                                                                                    | 1900 | 1905 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| Val Thr Gly Val Phe Pro Gly Val Ala Glu Val Asn Met Ala Ile<br>1910 1915 1920                                           |      |      |
| Leu Asp Gly Ala Arg Glu Leu Ala Ala Lys Arg Asn<br>1925 1930 1935                                                       |      |      |
| <p>&lt;210&gt; 59<br/>           &lt;211&gt; 2037<br/>           &lt;212&gt; PRT<br/>           &lt;213&gt; 金黄色破囊壶菌</p> |      |      |
| <p>&lt;400&gt; 59</p>                                                                                                   |      |      |
| Gln Ala Ile Gly His Arg Ala Ala Arg Trp Ser Cys Arg Ser Lys Ser<br>1 5 10 15                                            |      |      |
| Lys Ala Arg Gly His Lys Ala Gln Lys Glu Met Asn Gln Gly Gly Arg<br>20 25 30                                             |      |      |
| Asn Asp Glu Gly Val Ser Val Ala Arg Ala Asp Pro Cys Pro Asp Thr<br>35 40 45                                             |      |      |
| Arg Ile Ala Val Val Gly Met Ala Val Glu Tyr Ala Gly Cys Arg Gly<br>50 55 60                                             |      |      |
| Lys Glu Ala Phe Trp Asp Thr Leu Met Asn Gly Lys Ile Asn Ser Ala<br>65 70 75 80                                          |      |      |
| Cys Ile Ser Asp Asp Arg Leu Gly Ser Ala Arg Arg Glu Glu His Tyr<br>85 90 95                                             |      |      |
| Ala Pro Glu Arg Ser Lys Tyr Ala Asp Thr Phe Cys Asn Glu Arg Tyr<br>100 105 110                                          |      |      |
| Gly Cys Ile Asp Pro Lys Val Asp Asn Glu His Asp Leu Leu Leu Gly<br>115 120 125                                          |      |      |
| Leu Ala Ala Ala Ala Leu Gln Asp Ala Gln Asp Arg Arg Ser Asp Gly<br>130 135 140                                          |      |      |
| Gly Lys Phe Asp Pro Ala Gln Leu Lys Arg Cys Gly Ile Val Ser Gly<br>145 150 155 160                                      |      |      |
| Cys Leu Ser Phe Pro Met Asp Asn Leu Gln Gly Glu Leu Leu Asn Leu<br>165 170 175                                          |      |      |
| Tyr Gln Ala His Ala Glu Arg Arg Ile Gly Lys His Cys Phe Ala Asp<br>180 185 190                                          |      |      |
| Gln Thr Pro Trp Ser Thr Arg Thr Arg Ala Leu His Pro Leu Pro Gly<br>195 200 205                                          |      |      |
| Asp Pro Arg Thr His Arg Asp Pro Ala Ser Phe Val Ala Gly Gln Leu<br>210 215 220                                          |      |      |

|            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Gly<br>225 | Leu        | Gly        | Pro        | Leu        | His<br>230 | Tyr        | Ser        | Leu        | Asp        | Ala<br>235 | Ala        | Cys        | Ala        | Ser        | Ala<br>240 |
| Leu        | Tyr        | Val        | Leu        | Arg<br>245 | Leu        | Ala        | Gln        | Asp        | His<br>250 | Leu        | Leu        | Ser        | Gly        | Glu<br>255 | Ala        |
| Asp        | Leu        | Met        | Leu<br>260 | Cys        | Gly        | Ala        | Thr        | Cys<br>265 | Phe        | Pro        | Glu        | Pro        | Phe<br>270 | Phe        | Ile        |
| Leu        | Thr        | Gly<br>275 | Phe        | Ser        | Thr        | Phe        | His<br>280 | Ala        | Met        | Pro        | Val        | Gly<br>285 | Glu        | Asn        | Gly        |
| Val        | Ser<br>290 | Met        | Pro        | Phe        | His        | Arg<br>295 | Asp        | His        | Leu        | Leu        | Ser<br>300 | Gly        | Glu        | Ala        | Asp        |
| Leu<br>305 | Met        | Leu        | Cys        | Gly        | Ala<br>310 | Thr        | Cys        | Phe        | Pro        | Glu<br>315 | Pro        | Phe        | Phe        | Ile        | Leu<br>320 |
| Thr        | Gly        | Phe        | Ser        | Thr<br>325 | Phe        | His        | Ala        | Met        | Pro<br>330 | Val        | Gly        | Glu        | Asn        | Gly<br>335 | Val        |
| Ser        | Met        | Pro        | Phe<br>340 | His        | Arg        | Gln        | Pro        | Ser<br>345 | Glu        | Glu        | Ala        | Cys        | Leu<br>350 | Lys        | Ala        |
| Thr        | Tyr        | Glu<br>355 | Leu        | Val        | Gly        | Val        | Pro<br>360 | Pro        | Arg        | Asp        | Val        | Gln<br>365 | Tyr        | Val        | Glu        |
| Cys        | His<br>370 | Ala        | Thr        | Gly        | Thr        | Pro<br>375 | Gln        | Gly        | Asp        | Thr        | Val<br>380 | Glu        | Leu        | Gln        | Ala        |
| Val<br>385 | Lys        | Ala        | Cys        | Phe        | Glu<br>390 | Gly        | Ala        | Ser        | Pro        | Arg<br>395 | Ile        | Gly        | Ser        | Thr        | Lys<br>400 |
| Gly        | Asn        | Phe        | Gly        | His<br>405 | Thr        | Leu        | Val        | Ala<br>410 | Ala        | Gly        | Phe        | Ala        | Gly        | Met<br>415 | Cys        |
| Lys        | Val        | Leu        | Leu<br>420 | Ala        | Met        | Glu        | Arg        | Gly<br>425 | Val        | Ile        | Pro        | Pro        | Thr<br>430 | Pro        | Gly        |
| Val        | Asp        | Ser<br>435 | Gly        | Thr        | Gln        | Ile        | Asp<br>440 | Pro        | Leu        | Val        | Val        | Thr<br>445 | Ala        | Ala        | Leu        |
| Pro        | Trp<br>450 | Pro        | Asp        | Thr        | Arg        | Gly<br>455 | Gly        | Pro        | Lys        | Arg        | Ala<br>460 | Gly        | Leu        | Ser        | Ala        |
| Phe<br>465 | Gly        | Phe        | Gly        | Gly        | Thr<br>470 | Asn        | Ala        | His        | Ala        | Val<br>475 | Phe        | Glu        | Glu        | His        | Ile<br>480 |
| Pro        | Ser        | Arg        | Ala        | Pro<br>485 | Pro        | Ala        | Val        | Leu        | Cys<br>490 | Gln        | Pro        | Arg        | Leu        | Gly<br>495 | Ser        |
| Gly        | Pro        | Asn        | Arg<br>500 | Lys        | Leu        | Ala        | Ile        | Val<br>505 | Gly        | Met        | Asp        | Ala        | Thr<br>510 | Phe        | Gly        |
| Ser        | Leu        | Lys<br>515 | Gly        | Leu        | Ser        | Ala        | Leu<br>520 | Glu        | Ala        | Ala        | Leu        | Tyr<br>525 | Glu        | Ala        | Arg        |

His Ala Ala Arg Pro Leu Pro Ala Lys Arg Trp Arg Phe Leu Gly Gly  
530 535 540

Asp Glu Ser Phe Leu His Glu Ile Gly Leu Glu Cys Ser Pro His Gly  
545 550 555 560

Cys Tyr Ile Glu Asp Val Asp Val Asp Phe Lys Arg Leu Arg Thr Pro  
565 570 575

Met Val Pro Glu Asp Leu Leu Arg Pro Gln Gln Leu Leu Ala Val Ser  
580 585 590

Thr Ile Asp Lys Ala Ile Leu Asp Ser Gly Leu Ala Lys Gly Gly Asn  
595 600 605

Val Ala Val Leu Val Gly Leu Gly Thr Asp Leu Glu Leu Tyr Arg His  
610 615 620

Arg Ala Arg Val Ala Leu Lys Glu Arg Leu Gln Gly Leu Val Arg Ser  
625 630 635 640

Ala Glu Gly Gly Ala Leu Thr Ser Arg Leu Met Asn Tyr Ile Asn Asp  
645 650 655

Ser Gly Thr Ser Thr Ser Tyr Thr Ser Tyr Ile Gly Asn Leu Val Ala  
660 665 670

Thr Arg Val Ser Ser Gln Trp Gly Phe Thr Gly Pro Ser Phe Thr Val  
675 680 685

Thr Glu Gly Ala Asn Ser Val His Arg Cys Ala Gln Leu Ala Lys Tyr  
690 695 700

Met Leu Asp Arg Gly Glu Val Asp Ala Val Val Val Ala Gly Val Asp  
705 710 715 720

Leu Cys Gly Ser Ala Glu Ala Phe Phe Val Arg Ser Arg Arg Met Gln  
725 730 735

Ile Ser Lys Ser Gln Arg Pro Ala Ala Pro Phe Asp Arg Ala Ala Asp  
740 745 750

Gly Phe Phe Ala Gly Glu Gly Cys Gly Ala Leu Val Phe Lys Arg Leu  
755 760 765

Thr Asp Cys Val Ser Gly Glu Arg Ile Tyr Ala Ser Leu Asp Ser Val  
770 775 780

Val Val Ala Thr Thr Pro Arg Ala Ala Leu Arg Ala Ala Ala Gly Ser  
785 790 795 800

Ala Arg Val Asp Pro Ala Ser Ile Asp Met Val Glu Leu Ser Ala Asp  
805 810 815

Ser His Arg Phe Val Arg Ala Pro Gly Thr Val Ala Gln Pro Leu Thr  
820 825 830

Ala Glu Val Glu Val Gly Ala Val Arg Glu Val Ile Gly Thr Ala Gly  
835 840 845

Arg Gly Ser Arg Ser Val Ala Val Gly Ser Val Arg Ala Asn Val Gly  
850 855 860

Asp Ala Gly Phe Ala Ser Gly Ala Ala Ala Leu Val Lys Thr Ala Leu  
865 870 875 880

Cys Leu His Asn Arg Tyr Leu Ala Ala Thr Pro Gly Trp Asp Ala Pro  
885 890 895

Ala Ala Gly Val Asp Phe Gly Ala Glu Leu Tyr Val Cys Arg Glu Ser  
900 905 910

Arg Ala Trp Val Lys Asn Ala Gly Val Ala Arg His Ala Ala Ile Ser  
915 920 925

Gly Val Asp Glu Gly Gly Ser Cys Tyr Gly Leu Val Leu Ser Asp Val  
930 935 940

Pro Gly Gln Tyr Glu Thr Gly Asn Arg Ile Ser Leu Gln Ala Glu Ser  
945 950 955 960

Pro Lys Leu Leu Leu Leu Ser Ala Pro Asp His Ala Ala Leu Leu Asp  
965 970 975

Lys Val Ala Ala Glu Leu Ala Ala Leu Glu Gln Ala Asp Gly Leu Ser  
980 985 990

Ala Ala Ala Ala Ala Val Asp Arg Leu Leu Gly Glu Ser Leu Val Gly  
995 1000 1005

Cys Ala Ala Gly Ser Gly Gly Leu Thr Leu Cys Leu Val Ala Ser  
1010 1015 1020

Pro Ala Ser Leu His Lys Glu Leu Ala Leu Ala His Arg Gly Ile  
1025 1030 1035

Pro Arg Cys Ile Lys Ala Arg Arg Asp Trp Ala Ser Pro Ala Gly  
1040 1045 1050

Ser Tyr Phe Ala Pro Glu Pro Ile Ala Ser Asp Arg Val Ala Phe  
1055 1060 1065

Met Tyr Gly Glu Gly Arg Ser Pro Tyr Cys Gly Val Gly Arg Asp  
1070 1075 1080

Leu His Arg Ile Trp Pro Ala Leu His Glu Arg Val Asn Ala Lys  
1085 1090 1095

Thr Val Asn Leu Trp Gly Asp Gly Asp Ala Trp Leu Leu Pro Arg  
1100 1105 1110

Ala Thr Ser Ala Glu Glu Glu Glu Gln Leu Cys Arg Asn Phe Asp

| 1115 |      |     |     |     | 1120 |      |     |     |     | 1125 |      |     |     |     |
|------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| Ser  | Asn  | Gln | Val | Glu | Met  | Phe  | Arg | Thr | Gly | Val  | Tyr  | Ile | Ser | Met |
|      | 1130 |     |     |     |      | 1135 |     |     |     |      | 1140 |     |     |     |
| Cys  | Leu  | Thr | Asp | Leu | Ala  | Arg  | Ser | Leu | Ile | Gly  | Leu  | Gly | Pro | Lys |
|      | 1145 |     |     |     |      | 1150 |     |     |     |      | 1155 |     |     |     |
| Ala  | Ser  | Phe | Gly | Leu | Ser  | Leu  | Gly | Glu | Val | Ser  | Met  | Leu | Phe | Ala |
|      | 1160 |     |     |     |      | 1165 |     |     |     |      | 1170 |     |     |     |
| Leu  | Ser  | Glu | Ser | Asn | Cys  | Arg  | Leu | Ser | Glu | Glu  | Met  | Thr | Arg | Arg |
|      | 1175 |     |     |     |      | 1180 |     |     |     |      | 1185 |     |     |     |
| Leu  | Arg  | Ala | Ser | Pro | Val  | Trp  | Asn | Ser | Glu | Leu  | Ala  | Val | Glu | Phe |
|      | 1190 |     |     |     |      | 1195 |     |     |     |      | 1200 |     |     |     |
| Asn  | Ala  | Leu | Arg | Lys | Leu  | Trp  | Gly | Val | Ala | Pro  | Gly  | Ala | Pro | Val |
|      | 1205 |     |     |     |      | 1210 |     |     |     |      | 1215 |     |     |     |
| Asp  | Ser  | Phe | Trp | Gln | Gly  | Tyr  | Val | Val | Arg | Ala  | Thr  | Arg | Ala | Gln |
|      | 1220 |     |     |     |      | 1225 |     |     |     |      | 1230 |     |     |     |
| Val  | Glu  | Gln | Ala | Ile | Gly  | Glu  | Asp | Asn | Gln | Phe  | Val  | Arg | Leu | Leu |
|      | 1235 |     |     |     |      | 1240 |     |     |     |      | 1245 |     |     |     |
| Ile  | Val  | Asn | Asp | Ser | Gln  | Ser  | Val | Leu | Ile | Ala  | Gly  | Lys | Pro | Ala |
|      | 1250 |     |     |     |      | 1255 |     |     |     |      | 1260 |     |     |     |
| Ala  | Cys  | Glu | Ala | Val | Ile  | Ala  | Arg | Ile | Gly | Ser  | Ile  | Leu | Pro | Pro |
|      | 1265 |     |     |     |      | 1270 |     |     |     |      | 1275 |     |     |     |
| Leu  | Gln  | Val | Ser | Gln | Gly  | Met  | Val | Gly | His | Cys  | Ala  | Glu | Val | Leu |
|      | 1280 |     |     |     |      | 1285 |     |     |     |      | 1290 |     |     |     |
| Pro  | Tyr  | Thr | Ser | Glu | Ile  | Gly  | Arg | Ile | His | Asn  | Met  | Leu | Arg | Phe |
|      | 1295 |     |     |     |      | 1300 |     |     |     |      | 1305 |     |     |     |
| Pro  | Ser  | Gln | Asp | Glu | Thr  | Gly  | Gly | Cys | Lys | Met  | Tyr  | Ser | Ser | Val |
|      | 1310 |     |     |     |      | 1315 |     |     |     |      | 1320 |     |     |     |
| Ser  | Asn  | Ser | Arg | Ile | Gly  | Pro  | Val | Glu | Glu | Ser  | Gln  | Met | Gly | Pro |
|      | 1325 |     |     |     |      | 1330 |     |     |     |      | 1335 |     |     |     |
| Gly  | Thr  | Glu | Leu | Val | Phe  | Ser  | Pro | Ser | Met | Glu  | Asp  | Phe | Val | Ala |
|      | 1340 |     |     |     |      | 1345 |     |     |     |      | 1350 |     |     |     |
| Gln  | Leu  | Tyr | Ser | Arg | Val  | Ala  | Asp | Phe | Pro | Ala  | Ile  | Thr | Glu | Ala |
|      | 1355 |     |     |     |      | 1360 |     |     |     |      | 1365 |     |     |     |
| Val  | Tyr  | Gln | Gln | Gly | His  | Asp  | Val | Phe | Val | Glu  | Val  | Gly | Pro | Asp |
|      | 1370 |     |     |     |      | 1375 |     |     |     |      | 1380 |     |     |     |
| His  | Ser  | Arg | Ser | Ala | Ala  | Val  | Arg | Ser | Thr | Leu  | Gly  | Pro | Thr | Arg |
|      | 1385 |     |     |     |      | 1390 |     |     |     |      | 1395 |     |     |     |

|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Arg | His  | Ile | Ala | Val | Ala | Met  | Asp | Arg | Lys | Gly | Glu  | Ser | Ala | Trp |
|     | 1400 |     |     |     |     | 1405 |     |     |     |     | 1410 |     |     |     |
| Ser | Gln  | Leu | Leu | Lys | Met | Leu  | Ala | Thr | Leu | Ala | Ser  | His | Arg | Val |
|     | 1415 |     |     |     |     | 1420 |     |     |     |     | 1425 |     |     |     |
| Pro | Gly  | Leu | Asp | Leu | Ser | Ser  | Met | Tyr | His | Pro | Ala  | Val | Val | Glu |
|     | 1430 |     |     |     |     | 1435 |     |     |     |     | 1440 |     |     |     |
| Arg | Cys  | Arg | Leu | Ala | Leu | Ala  | Ala | Gln | Arg | Ser | Gly  | Gln | Pro | Glu |
|     | 1445 |     |     |     |     | 1450 |     |     |     |     | 1455 |     |     |     |
| Gln | Arg  | Asn | Lys | Phe | Leu | Arg  | Thr | Ile | Glu | Val | Asn  | Gly | Phe | Tyr |
|     | 1460 |     |     |     |     | 1465 |     |     |     |     | 1470 |     |     |     |
| Asp | Pro  | Ala | Asp | Ala | Thr | Ile  | Pro | Glu | Ala | Val | Ala  | Thr | Ile | Leu |
|     | 1475 |     |     |     |     | 1480 |     |     |     |     | 1485 |     |     |     |
| Pro | Ala  | Thr | Ala | Ala | Ile | Ser  | Pro | Pro | Lys | Leu | Gly  | Ala | Pro | His |
|     | 1490 |     |     |     |     | 1495 |     |     |     |     | 1500 |     |     |     |
| Asp | Ser  | Gln | Pro | Glu | Ala | Glu  | Ala | Arg | Pro | Val | Gly  | Glu | Ala | Ser |
|     | 1505 |     |     |     |     | 1510 |     |     |     |     | 1515 |     |     |     |
| Val | Pro  | Arg | Arg | Ala | Thr | Ser  | Ser | Ser | Lys | Leu | Ala  | Arg | Thr | Leu |
|     | 1520 |     |     |     |     | 1525 |     |     |     |     | 1530 |     |     |     |
| Ala | Ile  | Asp | Ala | Cys | Asp | Ser  | Asp | Val | Arg | Ala | Ala  | Leu | Leu | Asp |
|     | 1535 |     |     |     |     | 1540 |     |     |     |     | 1545 |     |     |     |
| Leu | Asp  | Ala | Pro | Ile | Ala | Val  | Gly | Gly | Ser | Ser | Arg  | Ala | Gln | Val |
|     | 1550 |     |     |     |     | 1555 |     |     |     |     | 1560 |     |     |     |
| Pro | Pro  | Cys | Pro | Val | Ser | Ala  | Leu | Gly | Ser | Ala | Ala  | Phe | Arg | Ala |
|     | 1565 |     |     |     |     | 1570 |     |     |     |     | 1575 |     |     |     |
| Ala | His  | Gly | Val | Asp | Tyr | Ala  | Leu | Tyr | Met | Gly | Ala  | Met | Ala | Lys |
|     | 1580 |     |     |     |     | 1585 |     |     |     |     | 1590 |     |     |     |
| Gly | Val  | Ala | Ser | Ala | Glu | Met  | Val | Ile | Ala | Ala | Gly  | Lys | Ala | Arg |
|     | 1595 |     |     |     |     | 1600 |     |     |     |     | 1605 |     |     |     |
| Met | Leu  | Ala | Ser | Phe | Gly | Ala  | Gly | Gly | Leu | Pro | Leu  | Gly | Glu | Val |
|     | 1610 |     |     |     |     | 1615 |     |     |     |     | 1620 |     |     |     |
| Glu | Glu  | Ala | Leu | Asp | Lys | Ile  | Gln | Ala | Ala | Leu | Pro  | Glu | Gly | Pro |
|     | 1625 |     |     |     |     | 1630 |     |     |     |     | 1635 |     |     |     |
| Phe | Ala  | Val | Asn | Leu | Ile | His  | Ser | Pro | Phe | Asp | Pro  | Asn | Leu | Glu |
|     | 1640 |     |     |     |     | 1645 |     |     |     |     | 1650 |     |     |     |
| Glu | Gly  | Asn | Val | Glu | Leu | Phe  | Leu | Arg | Arg | Gly | Ile  | Arg | Leu | Val |
|     | 1655 |     |     |     |     | 1660 |     |     |     |     | 1665 |     |     |     |
| Glu | Ala  | Ser | Ala | Phe | Met | Ser  | Val | Thr | Pro | Ser | Leu  | Val | Arg | Tyr |
|     | 1670 |     |     |     |     | 1675 |     |     |     |     | 1680 |     |     |     |

|      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Arg  | Val | Ala | Gly | Leu | Glu | Arg  | Gly | Pro | Gly | Gly | Thr  | Ala | Arg | Val |
| 1685 |     |     |     |     |     | 1690 |     |     |     |     | 1695 |     |     |     |
| Leu  | Asn | Arg | Val | Ile | Gly | Lys  | Val | Ser | Arg | Ala | Glu  | Leu | Ala | Glu |
| 1700 |     |     |     |     |     | 1705 |     |     |     |     | 1710 |     |     |     |
| Met  | Phe | Met | Arg | Pro | Pro | Pro  | Ala | Ala | Ile | Val | Ser  | Lys | Leu | Leu |
| 1715 |     |     |     |     |     | 1720 |     |     |     |     | 1725 |     |     |     |
| Ala  | Gln | Gly | Leu | Val | Thr | Glu  | Glu | Gln | Ala | Ser | Leu  | Ala | Glu | Ile |
| 1730 |     |     |     |     |     | 1735 |     |     |     |     | 1740 |     |     |     |
| Val  | Pro | Leu | Val | Asp | Asp | Val  | Ala | Ile | Glu | Ala | Asp  | Ser | Gly | Gly |
| 1745 |     |     |     |     |     | 1750 |     |     |     |     | 1755 |     |     |     |
| His  | Thr | Asp | Asn | Arg | Pro | Ile  | His | Val | Val | Leu | Pro  | Val | Val | Leu |
| 1760 |     |     |     |     |     | 1765 |     |     |     |     | 1770 |     |     |     |
| Ala  | Leu | Arg | Asp | Arg | Val | Met  | Arg | Glu | Cys | Lys | Tyr  | Pro | Ala | Ala |
| 1775 |     |     |     |     |     | 1780 |     |     |     |     | 1785 |     |     |     |
| Asn  | Arg | Val | Arg | Val | Gly | Ala  | Gly | Gly | Gly | Ile | Gly  | Cys | Pro | Ala |
| 1790 |     |     |     |     |     | 1795 |     |     |     |     | 1800 |     |     |     |
| Ala  | Ala | Arg | Ala | Ala | Phe | Asp  | Met | Gly | Ala | Ala | Phe  | Val | Leu | Thr |
| 1805 |     |     |     |     |     | 1810 |     |     |     |     | 1815 |     |     |     |
| Gly  | Ser | Ile | Asn | Gln | Leu | Thr  | Arg | Gln | Ala | Gly | Thr  | Ser | Asp | Ser |
| 1820 |     |     |     |     |     | 1825 |     |     |     |     | 1830 |     |     |     |
| Val  | Arg | Ala | Ala | Leu | Ala | Arg  | Ala | Thr | Tyr | Ser | Asp  | Val | Thr | Met |
| 1835 |     |     |     |     |     | 1840 |     |     |     |     | 1845 |     |     |     |
| Ala  | Pro | Ala | Ala | Asp | Met | Phe  | Asp | Gln | Gly | Val | Lys  | Leu | Gln | Val |
| 1850 |     |     |     |     |     | 1855 |     |     |     |     | 1860 |     |     |     |
| Leu  | Lys | Arg | Gly | Thr | Met | Phe  | Pro | Ala | Arg | Ala | Asn  | Lys | Leu | Tyr |
| 1865 |     |     |     |     |     | 1870 |     |     |     |     | 1875 |     |     |     |
| Glu  | Leu | Phe | Thr | Thr | Tyr | Gln  | Ser | Leu | Asp | Ala | Ile  | Pro | Arg | Ala |
| 1880 |     |     |     |     |     | 1885 |     |     |     |     | 1890 |     |     |     |
| Glu  | Leu | Ala | Arg | Leu | Glu | Lys  | Arg | Val | Phe | Arg | Met  | Ser | Ile | Asp |
| 1895 |     |     |     |     |     | 1900 |     |     |     |     | 1905 |     |     |     |
| Glu  | Val | Trp | Asn | Glu | Thr | Lys  | Gln | Phe | Tyr | Glu | Thr  | Arg | Leu | Asn |
| 1910 |     |     |     |     |     | 1915 |     |     |     |     | 1920 |     |     |     |
| Asn  | Pro | Ala | Lys | Val | Ala | Arg  | Ala | Glu | Arg | Asp | Pro  | Lys | Leu | Lys |
| 1925 |     |     |     |     |     | 1930 |     |     |     |     | 1935 |     |     |     |
| Met  | Ser | Leu | Cys | Phe | Arg | Trp  | Tyr | Leu | Ser | Lys | Ser  | Ser | Lys | Trp |
| 1940 |     |     |     |     |     | 1945 |     |     |     |     | 1950 |     |     |     |
| Ala  | Ser | Thr | Gly | Gln | Val | Gly  | Arg | Glu | Leu | Asp | Tyr  | Gln | Val | Trp |
| 1955 |     |     |     |     |     | 1960 |     |     |     |     | 1965 |     |     |     |

Cys Gly Pro Thr Ile Gly Ala Phe Asn Glu Phe Val Lys Gly Ser  
1970 1975 1980

Ser Leu Asp Ala Glu Ala Cys Gly Gly Arg Phe Pro Cys Val Val  
1985 1990 1995

Arg Val Asn Gln Glu Ile Leu Cys Gly Ala Ala Tyr Glu Gln Arg  
2000 2005 2010

Leu Ala Arg Phe Met Leu Leu Ala Gly Arg Glu Ser Ala Asp Ala  
2015 2020 2025

Leu Ala Tyr Thr Val Ala Glu Ala Arg  
2030 2035

<210> 60  
<211> 1470  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 60

Met Gly Pro Arg Val Ala Ser Gly Lys Val Pro Ala Trp Glu Met Ser  
1 5 10 15

Lys Ser Glu Leu Cys Asp Asp Arg Thr Val Val Phe Asp Tyr Glu Glu  
20 25 30

Leu Leu Glu Phe Ala Glu Gly Asp Ile Ser Lys Val Phe Gly Pro Glu  
35 40 45

Phe Lys Val Val Asp Gly Phe Arg Arg Arg Val Arg Leu Pro Ala Arg  
50 55 60

Glu Tyr Leu Leu Val Thr Arg Val Thr Leu Met Asp Ala Glu Val Gly  
65 70 75 80

Asn Phe Arg Val Gly Ala Arg Met Val Thr Glu Tyr Asp Val Pro Val  
85 90 95

Asn Gly Glu Leu Ser Glu Gly Gly Asp Val Pro Trp Ala Val Leu Val  
100 105 110

Glu Ala Gly Gln Cys Asp Leu Leu Leu Ile Ser Tyr Met Gly Ile Asp  
115 120 125

Phe Gln Cys Lys Gly Glu Arg Val Tyr Arg Leu Leu Asn Thr Thr Leu  
130 135 140

Thr Phe Phe Gly Val Ala Lys Glu Gly Glu Thr Leu Val Tyr Asp Ile  
145 150 155 160

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

Phe Phe Glu Tyr Asp Cys Tyr Cys Asn Gly Lys Leu Leu Ile Glu Met  
180 185 190



Arg Asp Gly Ser Ala Gly Phe Phe Thr Asp Glu Glu Leu Ala Ala Gly  
195 200 205

Lys Gly Val Val Val Thr Arg Ala Gln Gln Asn Met Arg Asp Lys Ile  
210 215 220

Val Arg Gln Ser Ile Glu Pro Phe Ala Leu Ala Ala Cys Thr His Lys  
225 230 235 240

Thr Thr Leu Asn Glu Ser Asp Met Gln Ser Leu Val Glu Arg Asn Trp  
245 250 255

Ala Asn Val Phe Gly Thr Ser Asn Lys Met Ala Glu Leu Asn Tyr Lys  
260 265 270

Ile Cys Ala Arg Lys Met Leu Met Ile Asp Arg Val Thr His Ile Asp  
275 280 285

His His Gly Gly Ala Tyr Gly Leu Gly Leu Leu Val Gly Glu Lys Ile  
290 295 300

Leu Asp Arg Asn His Trp Tyr Phe Pro Cys His Phe Val Asn Asp Gln  
305 310 315 320

Val Met Ala Gly Ser Leu Val Ser Asp Gly Cys Ser Gln Leu Leu Lys  
325 330 335

Leu Tyr Met Ile Trp Leu Gly Leu His Leu Lys Met Glu Glu Phe Asp  
340 345 350

Phe Leu Pro Val Ser Gly His Lys Asn Lys Val Arg Cys Arg Gly Gln  
355 360 365

Ile Ser Pro His Lys Gly Lys Leu Val Tyr Val Met Glu Ile Lys Lys  
370 375 380

Met Gly Tyr Asp Gln Ala Ser Gly Ser Pro Tyr Ala Ile Ala Asp Val  
385 390 395 400

Asp Ile Ile Asp Val Asn Glu Glu Leu Gly Gln Ser Phe Asp Ile Asn  
405 410 415

Asp Leu Ala Ser Tyr Gly Lys Gly Asp Leu Ser Lys Lys Ile Val Val  
420 425 430

Asp Phe Lys Gly Ile Ala Leu Gln Leu Lys Gly Arg Ala Phe Ser Arg  
435 440 445

Met Ser Ser Ser Ser Leu Asn Glu Gly Trp Gln Cys Val Pro Lys  
450 455 460

Pro Ser Gln Arg Met Glu His Glu Gln Pro Pro Ala His Cys Leu Ala  
465 470 475 480

Ser Asp Pro Glu Ala Pro Ser Thr Val Thr Trp His Pro Met Ser Lys

|            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|            |            |            |            | 485        |            |            |            | 490        |            |            |            | 495        |            |            |            |
| Leu        | Pro        | Gly        | Asn<br>500 | Pro        | Thr        | Pro        | Phe        | Phe<br>505 | Ser        | Pro        | Ser        | Ser        | Tyr<br>510 | Pro        | Pro        |
| Arg        | Ala        | Ile<br>515 | Cys        | Phe        | Ile        | Pro        | Phe<br>520 | Pro        | Gly        | Asn        | Pro        | Leu<br>525 | Asp        | Asn        | Asn        |
| Cys        | Lys<br>530 | Ala        | Gly        | Glu        | Met        | Pro<br>535 | Leu        | Asn        | Trp        | Tyr        | Asn<br>540 | Met        | Ser        | Glu        | Phe        |
| Met<br>545 | Cys        | Gly        | Lys        | Val        | Ser<br>550 | Asn        | Cys        | Leu        | Gly        | Pro<br>555 | Glu        | Phe        | Ala        | Arg        | Phe<br>560 |
| Asp        | Lys        | Ser        | Asn        | Thr<br>565 | Ser        | Arg        | Ser        | Pro        | Ala<br>570 | Phe        | Asp        | Leu        | Ala        | Leu<br>575 | Val        |
| Thr        | Arg        | Val        | Val<br>580 | Glu        | Val        | Thr        | Asn        | Met<br>585 | Glu        | His        | Gly        | Lys        | Phe<br>590 | Leu        | Asn        |
| Val        | Asp        | Cys<br>595 | Asn        | Pro        | Ser        | Lys        | Gly<br>600 | Thr        | Met        | Val        | Gly        | Glu<br>605 | Phe        | Asp        | Cys        |
| Pro        | Gln<br>610 | Asp        | Ala        | Trp        | Phe        | Phe<br>615 | Asp        | Gly        | Ser        | Cys        | Asn<br>620 | Asp        | Gly        | His        | Met        |
| Pro<br>625 | Tyr        | Ser        | Ile        | Ile        | Met<br>630 | Glu        | Ile        | Gly        | Leu        | Gln<br>635 | Thr        | Ser        | Gly        | Val        | Leu<br>640 |
| Thr        | Ser        | Val        | Leu        | Lys<br>645 | Ala        | Pro        | Leu        | Thr        | Met<br>650 | Asp        | Lys        | Asp        | Asp        | Ile<br>655 | Leu        |
| Phe        | Arg        | Asn        | Leu<br>660 | Asp        | Ala        | Ser        | Ala        | Glu<br>665 | Met        | Val        | Arg        | Pro        | Asp<br>670 | Val        | Asp        |
| Val        | Arg        | Gly<br>675 | Lys        | Thr        | Ile        | Arg        | Asn<br>680 | Val        | Thr        | Lys        | Cys        | Thr<br>685 | Gly        | Tyr        | Ala        |
| Met        | Leu<br>690 | Gly        | Lys        | Met        | Gly        | Ile<br>695 | His        | Arg        | Phe        | Thr        | Phe<br>700 | Glu        | Leu        | Ser        | Val        |
| Asp<br>705 | Gly        | Val        | Val        | Phe        | Tyr<br>710 | Lys        | Gly        | Ser        | Thr        | Ser<br>715 | Phe        | Gly        | Trp        | Phe        | Thr<br>720 |
| Pro        | Glu        | Val        | Phe        | Ala<br>725 | Gln        | Gln        | Ala        | Gly        | Leu<br>730 | Asp        | Asn        | Gly        | Lys        | Lys<br>735 | Thr        |
| Glu        | Pro        | Trp        | Cys<br>740 | Lys        | Thr        | Asn        | Asn        | Thr<br>745 | Ser        | Val        | Arg        | Arg        | Val<br>750 | Glu        | Ile        |
| Ala        | Ser        | Ala<br>755 | Lys        | Gly        | Lys        | Glu        | Gln<br>760 | Leu        | Thr        | Glu        | Lys        | Leu<br>765 | Pro        | Asp        | Ala        |
| Thr        | Asn<br>770 | Ala        | Gln        | Val        | Leu        | Arg<br>775 | Arg        | Ser        | Glu        | Gln        | Cys<br>780 | Glu        | Tyr        | Leu        | Asp        |

Tyr Leu Asn Ile Ala Pro Asp Ser Gly Leu His Gly Lys Gly Tyr Ala  
 785 790 795 800  
 His Gly His Lys Asp Val Asn Pro Gln Asp Trp Phe Phe Ser Cys His  
 805 810 815  
 Phe Trp Phe Asp Pro Val Met Pro Gly Ser Leu Gly Ile Glu Ser Met  
 820 825 830  
 Phe Gln Leu Ile Glu Ala Phe Ala Val Asp Gln Asn Ile Pro Gly Glu  
 835 840 845  
 Tyr Asn Val Ser Asn Pro Thr Phe Ala His Ala Pro Gly Lys Thr Ala  
 850 855 860  
 Trp Lys Tyr Arg Gly Gln Leu Thr Pro Lys Asn Arg Ala Met Asp Cys  
 865 870 875 880  
 Glu Val His Ile Val Ser Ile Thr Ala Ser Pro Glu Asn Gly Gly Tyr  
 885 890 895  
 Val Asp Ile Val Ala Asp Gly Ala Leu Trp Val Asp Gly Leu Arg Val  
 900 905 910  
 Tyr Glu Ala Lys Glu Leu Arg Val Arg Val Val Ser Ala Lys Pro Gln  
 915 920 925  
 Ala Ile Pro Asp Val Gln Gln Gln Pro Pro Ser Ala Lys Ala Asp Pro  
 930 935 940  
 Gly Lys Thr Gly Val Ala Leu Ser Pro Thr Gln Leu Arg Asp Val Leu  
 945 950 955 960  
 Leu Glu Val Asp Asn Pro Leu Tyr Leu Gly Val Glu Asn Ser Asn Leu  
 965 970 975  
 Val Gln Phe Glu Ser Lys Pro Ala Thr Ser Ser Arg Ile Val Ser Ile  
 980 985 990  
 Lys Pro Cys Ser Ile Ser Asp Leu Gly Asp Lys Ser Phe Met Glu Thr  
 995 1000 1005  
 Tyr Asn Val Ser Ala Pro Leu Tyr Thr Gly Ala Met Ala Lys Gly  
 1010 1015 1020  
 Ile Ala Ser Ala Asp Leu Val Ile Ala Ala Gly Lys Arg Lys Ile  
 1025 1030 1035  
 Leu Gly Ser Phe Gly Ala Gly Gly Leu Pro Ile Ser Ile Val Arg  
 1040 1045 1050  
 Glu Ala Leu Glu Lys Ile Gln Gln His Leu Pro His Gly Pro Tyr  
 1055 1060 1065  
 Ala Val Asn Leu Ile His Ser Pro Phe Asp Ser Asn Leu Glu Lys  
 1070 1075 1080

|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Gly | Asn  | Val | Asp | Leu | Phe | Leu  | Glu | Met | Gly | Val | Thr  | Val | Val | Glu |
|     | 1085 |     |     |     |     | 1090 |     |     |     |     | 1095 |     |     |     |
| Cys | Ser  | Ala | Phe | Met | Glu | Leu  | Thr | Ala | Gln | Val | Val  | Arg | Tyr | Arg |
|     | 1100 |     |     |     |     | 1105 |     |     |     |     | 1110 |     |     |     |
| Ala | Ser  | Gly | Leu | Ser | Lys | Ser  | Ala | Asp | Gly | Ser | Ile  | Arg | Ile | Ala |
|     | 1115 |     |     |     |     | 1120 |     |     |     |     | 1125 |     |     |     |
| His | Arg  | Ile | Ile | Gly | Lys | Val  | Ser | Arg | Thr | Glu | Leu  | Ala | Glu | Met |
|     | 1130 |     |     |     |     | 1135 |     |     |     |     | 1140 |     |     |     |
| Phe | Ile  | Arg | Pro | Ala | Pro | Gln  | His | Leu | Leu | Gln | Lys  | Leu | Val | Ala |
|     | 1145 |     |     |     |     | 1150 |     |     |     |     | 1155 |     |     |     |
| Ser | Gly  | Glu | Leu | Thr | Ala | Glu  | Gln | Ala | Glu | Leu | Ala  | Thr | Gln | Val |
|     | 1160 |     |     |     |     | 1165 |     |     |     |     | 1170 |     |     |     |
| Pro | Val  | Ala | Asp | Asp | Ile | Ala  | Val | Glu | Ala | Asp | Ser  | Gly | Gly | His |
|     | 1175 |     |     |     |     | 1180 |     |     |     |     | 1185 |     |     |     |
| Thr | Asp  | Asn | Arg | Pro | Ile | His  | Val | Ile | Leu | Pro | Leu  | Ile | Ile | Asn |
|     | 1190 |     |     |     |     | 1195 |     |     |     |     | 1200 |     |     |     |
| Leu | Arg  | Asn | Arg | Leu | His | Lys  | Glu | Leu | Asp | Tyr | Pro  | Ser | His | Leu |
|     | 1205 |     |     |     |     | 1210 |     |     |     |     | 1215 |     |     |     |
| Arg | Val  | Arg | Val | Gly | Ala | Gly  | Gly | Gly | Ile | Gly | Cys  | Pro | Gln | Ala |
|     | 1220 |     |     |     |     | 1225 |     |     |     |     | 1230 |     |     |     |
| Ala | Leu  | Ala | Ala | Phe | Gln | Met  | Gly | Ala | Ala | Phe | Leu  | Ile | Thr | Gly |
|     | 1235 |     |     |     |     | 1240 |     |     |     |     | 1245 |     |     |     |
| Thr | Val  | Asn | Gln | Leu | Ala | Arg  | Glu | Ser | Gly | Thr | Cys  | Asp | Asn | Val |
|     | 1250 |     |     |     |     | 1255 |     |     |     |     | 1260 |     |     |     |
| Arg | Leu  | Gln | Leu | Ser | Lys | Ala  | Thr | Tyr | Ser | Asp | Val  | Cys | Met | Ala |
|     | 1265 |     |     |     |     | 1270 |     |     |     |     | 1275 |     |     |     |
| Pro | Ala  | Ala | Asp | Met | Phe | Asp  | Gln | Gly | Val | Glu | Leu  | Gln | Val | Leu |
|     | 1280 |     |     |     |     | 1285 |     |     |     |     | 1290 |     |     |     |
| Lys | Lys  | Gly | Thr | Leu | Phe | Pro  | Ser | Arg | Ala | Lys | Lys  | Leu | Tyr | Glu |
|     | 1295 |     |     |     |     | 1300 |     |     |     |     | 1305 |     |     |     |
| Leu | Phe  | Cys | Lys | Tyr | Asp | Ser  | Phe | Glu | Ala | Met | Pro  | Ala | Glu | Glu |
|     | 1310 |     |     |     |     | 1315 |     |     |     |     | 1320 |     |     |     |
| Leu | Gln  | Arg | Val | Glu | Lys | Arg  | Ile | Phe | Gln | Lys | Ser  | Leu | Ala | Glu |
|     | 1325 |     |     |     |     | 1330 |     |     |     |     | 1335 |     |     |     |
| Val | Trp  | Gln | Glu | Thr | Ser | Asp  | Phe | Tyr | Ile | His | Arg  | Ile | Lys | Asn |
|     | 1340 |     |     |     |     | 1345 |     |     |     |     | 1350 |     |     |     |
| Pro | Glu  | Lys | Ile | Asn | Arg | Ala  | Ala | Ser | Asp | Gly | Lys  | Leu | Lys | Met |
|     | 1355 |     |     |     |     | 1360 |     |     |     |     | 1365 |     |     |     |

Ser Leu Cys Phe Arg Trp Tyr Leu Gly Leu Ser Ser Phe Trp Ala  
1370 1375 1380

Asn Ser Gly Ala Gln Asp Arg Val Met Asp Tyr Gln Ile Trp Cys  
1385 1390 1395

Gly Pro Ala Ile Gly Ala Phe Asn Asp Phe Thr Lys Gly Thr Tyr  
1400 1405 1410

Leu Asp Val Thr Val Ala Lys Ser Tyr Pro Cys Val Ala Gln Ile  
1415 1420 1425

Asn Leu Gln Ile Leu Gln Gly Ala Ala Tyr Leu Lys Arg Leu Gly  
1430 1435 1440

Val Ile Arg Phe Asp Arg Met Leu Leu Gln Ala Val Asp Ile Asp  
1445 1450 1455

Asp Pro Val Phe Thr Tyr Val Pro Thr Gln Pro Leu  
1460 1465 1470

<210> 61  
<211> 1503  
<212> PRT  
<213> 裂殖壺菌物種

<400> 61

Met Ala Leu Arg Val Lys Thr Asn Lys Lys Pro Cys Trp Glu Met Thr  
1 5 10 15

Lys Glu Glu Leu Thr Ser Gly Lys Thr Glu Val Phe Asn Tyr Glu Glu  
20 25 30

Leu Leu Glu Phe Ala Glu Gly Asp Ile Ala Lys Val Phe Gly Pro Glu  
35 40 45

Phe Ala Val Ile Asp Lys Tyr Pro Arg Arg Val Arg Leu Pro Ala Arg  
50 55 60

Glu Tyr Leu Leu Val Thr Arg Val Thr Leu Met Asp Ala Glu Val Asn  
65 70 75 80

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

Asn Gly Glu Leu Ser Glu Gly Gly Asp Cys Pro Trp Ala Val Leu Val  
100 105 110

Glu Ser Gly Gln Cys Asp Leu Met Leu Ile Ser Tyr Met Gly Ile Asp  
115 120 125

Phe Gln Asn Gln Gly Asp Arg Val Tyr Arg Leu Leu Asn Thr Thr Leu  
130 135 140

Thr Phe Tyr Gly Val Ala His Glu Gly Glu Thr Leu Glu Tyr Asp Ile  
145 150 155 160

|            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Arg        | Val        | Thr        | Gly        | Phe<br>165 | Ala        | Lys        | Arg        | Leu        | Asp<br>170 | Gly        | Gly        | Ile        | Ser        | Met<br>175 | Phe        |
| Phe        | Phe        | Glu        | Tyr<br>180 | Asp        | Cys        | Tyr        | Val        | Asn<br>185 | Gly        | Arg        | Leu        | Leu        | Ile<br>190 | Glu        | Met        |
| Arg        | Asp        | Gly<br>195 | Cys        | Ala        | Gly        | Phe        | Phe<br>200 | Thr        | Asn        | Glu        | Glu        | Leu<br>205 | Asp        | Ala        | Gly        |
| Lys        | Gly<br>210 | Val        | Val        | Phe        | Thr        | Arg<br>215 | Gly        | Asp        | Leu        | Ala        | Ala<br>220 | Arg        | Ala        | Lys        | Ile        |
| Pro<br>225 | Lys        | Gln        | Asp        | Val        | Ser<br>230 | Pro        | Tyr        | Ala        | Val        | Ala<br>235 | Pro        | Cys        | Leu        | His        | Lys<br>240 |
| Thr        | Lys        | Leu        | Asn<br>245 | Glu        | Lys        | Glu        | Met        | Gln        | Thr<br>250 | Leu        | Val        | Asp        | Lys        | Asp<br>255 | Trp        |
| Ala        | Ser        | Val        | Phe<br>260 | Gly        | Ser        | Lys        | Asn        | Gly<br>265 | Met        | Pro        | Glu        | Ile        | Asn<br>270 | Tyr        | Lys        |
| Leu        | Cys        | Ala<br>275 | Arg        | Lys        | Met        | Leu        | Met<br>280 | Ile        | Asp        | Arg        | Val        | Thr<br>285 | Ser        | Ile        | Asp        |
| His        | Lys<br>290 | Gly        | Gly        | Val        | Tyr        | Gly<br>295 | Leu        | Gly        | Gln        | Leu        | Val<br>300 | Gly        | Glu        | Lys        | Ile        |
| Leu<br>305 | Glu        | Arg        | Asp        | His        | Trp<br>310 | Tyr        | Phe        | Pro        | Cys        | His<br>315 | Phe        | Val        | Lys        | Asp        | Gln<br>320 |
| Val        | Met        | Ala        | Gly        | Ser<br>325 | Leu        | Val        | Ser        | Asp        | Gly<br>330 | Cys        | Ser        | Gln        | Met        | Leu<br>335 | Lys        |
| Met        | Tyr        | Met        | Ile<br>340 | Trp        | Leu        | Gly        | Leu        | His<br>345 | Leu        | Thr        | Thr        | Gly        | Pro<br>350 | Phe        | Asp        |
| Phe        | Arg        | Pro<br>355 | Val        | Asn        | Gly        | His        | Pro<br>360 | Asn        | Lys        | Val        | Arg        | Cys<br>365 | Arg        | Gly        | Gln        |
| Ile<br>370 | Ser        | Pro        | His        | Lys        | Gly        | Lys<br>375 | Leu        | Val        | Tyr        | Val        | Met<br>380 | Glu        | Ile        | Lys        | Glu        |
| Met<br>385 | Gly        | Phe        | Asp        | Glu        | Asp<br>390 | Asn        | Asp        | Pro        | Tyr        | Ala<br>395 | Ile        | Ala        | Asp        | Val        | Asn<br>400 |
| Ile        | Ile        | Asp        | Val        | Asp<br>405 | Phe        | Glu        | Lys        | Gly        | Gln<br>410 | Asp        | Phe        | Ser        | Leu        | Asp<br>415 | Arg        |
| Ile        | Ser        | Asp        | Tyr<br>420 | Gly        | Lys        | Gly        | Asp        | Leu<br>425 | Asn        | Lys        | Lys        | Ile        | Val<br>430 | Val        | Asp        |
| Phe        | Lys        | Gly<br>435 | Ile        | Ala        | Leu        | Lys        | Met<br>440 | Gln        | Lys        | Arg        | Ser        | Thr<br>445 | Asn        | Lys        | Asn        |
| Pro        | Ser        | Lys        | Val        | Gln        | Pro        | Val        | Phe        | Ala        | Asn        | Gly        | Ala        | Ala        | Thr        | Val        | Gly        |

| 450                                                             | 455 | 460         |
|-----------------------------------------------------------------|-----|-------------|
| Pro Glu Ala Ser Lys Ala Ser Ser Gly Ala Ser Ala Ser Ala Ser Ala | 465 | 470 475 480 |
| Ala Pro Ala Lys Pro Ala Phe Ser Ala Asp Val Leu Ala Pro Lys Pro | 485 | 490 495     |
| Val Ala Leu Pro Glu His Ile Leu Lys Gly Asp Ala Leu Ala Pro Lys | 500 | 505 510     |
| Glu Met Ser Trp His Pro Met Ala Arg Ile Pro Gly Asn Pro Thr Pro | 515 | 520 525     |
| Ser Phe Ala Pro Ser Ala Tyr Lys Pro Arg Asn Ile Ala Phe Thr Pro | 530 | 535 540     |
| Phe Pro Gly Asn Pro Asn Asp Asn Asp His Thr Pro Gly Lys Met Pro | 545 | 550 555 560 |
| Leu Thr Trp Phe Asn Met Ala Glu Phe Met Ala Gly Lys Val Ser Met | 565 | 570 575     |
| Cys Leu Gly Pro Glu Phe Ala Lys Phe Asp Asp Ser Asn Thr Ser Arg | 580 | 585 590     |
| Ser Pro Ala Trp Asp Leu Ala Leu Val Thr Arg Ala Val Ser Val Ser | 595 | 600 605     |
| Asp Leu Lys His Val Asn Tyr Arg Asn Ile Asp Leu Asp Pro Ser Lys | 610 | 615 620     |
| Gly Thr Met Val Gly Glu Phe Asp Cys Pro Ala Asp Ala Trp Phe Tyr | 625 | 630 635 640 |
| Lys Gly Ala Cys Asn Asp Ala His Met Pro Tyr Ser Ile Leu Met Glu | 645 | 650 655     |
| Ile Ala Leu Gln Thr Ser Gly Val Leu Thr Ser Val Leu Lys Ala Pro | 660 | 665 670     |
| Leu Thr Met Glu Lys Asp Asp Ile Leu Phe Arg Asn Leu Asp Ala Asn | 675 | 680 685     |
| Ala Glu Phe Val Arg Ala Asp Leu Asp Tyr Arg Gly Lys Thr Ile Arg | 690 | 695 700     |
| Asn Val Thr Lys Cys Thr Gly Tyr Ser Met Leu Gly Glu Met Gly Val | 705 | 710 715 720 |
| His Arg Phe Thr Phe Glu Leu Tyr Val Asp Asp Val Leu Phe Tyr Lys | 725 | 730 735     |
| Gly Ser Thr Ser Phe Gly Trp Phe Val Pro Glu Val Phe Ala Ala Gln | 740 | 745 750     |

Ala Gly Leu Asp Asn Gly Arg Lys Ser Glu Pro Trp Phe Ile Glu Asn  
755 760 765

Lys Val Pro Ala Ser Gln Val Ser Ser Phe Asp Val Arg Pro Asn Gly  
770 775 780

Ser Gly Arg Thr Ala Ile Phe Ala Asn Ala Pro Ser Gly Ala Gln Leu  
785 790 795 800

Asn Arg Arg Thr Asp Gln Gly Gln Tyr Leu Asp Ala Val Asp Ile Val  
805 810 815

Ser Gly Ser Gly Lys Lys Ser Leu Gly Tyr Ala His Gly Ser Lys Thr  
820 825 830

Val Asn Pro Asn Asp Trp Phe Phe Ser Cys His Phe Trp Phe Asp Ser  
835 840 845

Val Met Pro Gly Ser Leu Gly Val Glu Ser Met Phe Gln Leu Val Glu  
850 855 860

Ala Ile Ala Ala His Glu Asp Leu Ala Gly Lys Ala Arg His Cys Gln  
865 870 875 880

Pro His Leu Cys Ala Arg Pro Arg Ala Arg Ser Ser Trp Lys Tyr Arg  
885 890 895

Gly Gln Leu Thr Pro Lys Ser Lys Lys Met Asp Ser Glu Val His Ile  
900 905 910

Val Ser Val Asp Ala His Asp Gly Val Val Asp Leu Val Ala Asp Gly  
915 920 925

Phe Leu Trp Ala Asp Ser Leu Arg Val Tyr Ser Val Ser Asn Ile Arg  
930 935 940

Val Arg Ile Ala Ser Gly Glu Ala Pro Ala Ala Ala Ser Ser Ala Ala  
945 950 955 960

Ser Val Gly Ser Ser Ala Ser Ser Val Glu Arg Thr Arg Ser Ser Pro  
965 970 975

Ala Val Ala Ser Gly Pro Ala Gln Thr Ile Asp Leu Lys Gln Leu Lys  
980 985 990

Thr Glu Leu Leu Glu Leu Asp Ala Pro Leu Tyr Leu Ser Gln Asp Pro  
995 1000 1005

Thr Ser Gly Gln Leu Lys Lys His Thr Asp Val Ala Ser Gly Gln  
1010 1015 1020

Ala Thr Ile Val Gln Pro Cys Thr Leu Gly Asp Leu Gly Asp Arg  
1025 1030 1035

Ser Phe Met Glu Thr Tyr Gly Val Val Ala Pro Leu Tyr Thr Gly  
1040 1045 1050



|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Ala | Met  | Ala | Lys | Gly | Ile | Ala  | Ser | Ala | Asp | Leu | Val  | Ile | Ala | Ala |
|     | 1055 |     |     |     |     | 1060 |     |     |     |     | 1065 |     |     |     |
| Gly | Lys  | Arg | Lys | Ile | Leu | Gly  | Ser | Phe | Gly | Ala | Gly  | Gly | Leu | Pro |
|     | 1070 |     |     |     |     | 1075 |     |     |     |     | 1080 |     |     |     |
| Met | His  | His | Val | Arg | Ala | Ala  | Leu | Glu | Lys | Ile | Gln  | Ala | Ala | Leu |
|     | 1085 |     |     |     |     | 1090 |     |     |     |     | 1095 |     |     |     |
| Pro | Gln  | Gly | Pro | Tyr | Ala | Val  | Asn | Leu | Ile | His | Ser  | Pro | Phe | Asp |
|     | 1100 |     |     |     |     | 1105 |     |     |     |     | 1110 |     |     |     |
| Ser | Asn  | Leu | Glu | Lys | Gly | Asn  | Val | Asp | Leu | Phe | Leu  | Glu | Lys | Gly |
|     | 1115 |     |     |     |     | 1120 |     |     |     |     | 1125 |     |     |     |
| Val | Thr  | Val | Val | Glu | Ala | Ser  | Ala | Phe | Met | Thr | Leu  | Thr | Pro | Gln |
|     | 1130 |     |     |     |     | 1135 |     |     |     |     | 1140 |     |     |     |
| Val | Val  | Arg | Tyr | Arg | Ala | Ala  | Gly | Leu | Ser | Arg | Asn  | Ala | Asp | Gly |
|     | 1145 |     |     |     |     | 1150 |     |     |     |     | 1155 |     |     |     |
| Ser | Val  | Asn | Ile | Arg | Asn | Arg  | Ile | Ile | Gly | Lys | Val  | Ser | Arg | Thr |
|     | 1160 |     |     |     |     | 1165 |     |     |     |     | 1170 |     |     |     |
| Glu | Leu  | Ala | Glu | Met | Phe | Ile  | Arg | Pro | Ala | Pro | Glu  | His | Leu | Leu |
|     | 1175 |     |     |     |     | 1180 |     |     |     |     | 1185 |     |     |     |
| Glu | Lys  | Leu | Ile | Ala | Ser | Gly  | Glu | Ile | Thr | Gln | Glu  | Gln | Ala | Glu |
|     | 1190 |     |     |     |     | 1195 |     |     |     |     | 1200 |     |     |     |
| Leu | Ala  | Arg | Arg | Val | Pro | Val  | Ala | Asp | Asp | Ile | Ala  | Val | Glu | Ala |
|     | 1205 |     |     |     |     | 1210 |     |     |     |     | 1215 |     |     |     |
| Asp | Ser  | Gly | Gly | His | Thr | Asp  | Asn | Arg | Pro | Ile | His  | Val | Ile | Leu |
|     | 1220 |     |     |     |     | 1225 |     |     |     |     | 1230 |     |     |     |
| Pro | Leu  | Ile | Ile | Asn | Leu | Arg  | Asn | Arg | Leu | His | Arg  | Glu | Cys | Gly |
|     | 1235 |     |     |     |     | 1240 |     |     |     |     | 1245 |     |     |     |
| Tyr | Pro  | Ala | His | Leu | Arg | Val  | Arg | Val | Gly | Ala | Gly  | Gly | Gly | Val |
|     | 1250 |     |     |     |     | 1255 |     |     |     |     | 1260 |     |     |     |
| Gly | Cys  | Pro | Gln | Ala | Ala | Ala  | Ala | Ala | Leu | Thr | Met  | Gly | Ala | Ala |
|     | 1265 |     |     |     |     | 1270 |     |     |     |     | 1275 |     |     |     |
| Phe | Ile  | Val | Thr | Gly | Thr | Val  | Asn | Gln | Val | Ala | Lys  | Gln | Ser | Gly |
|     | 1280 |     |     |     |     | 1285 |     |     |     |     | 1290 |     |     |     |
| Thr | Cys  | Asp | Asn | Val | Arg | Lys  | Gln | Leu | Ser | Gln | Ala  | Thr | Tyr | Ser |
|     | 1295 |     |     |     |     | 1300 |     |     |     |     | 1305 |     |     |     |
| Asp | Ile  | Cys | Met | Ala | Pro | Ala  | Ala | Asp | Met | Phe | Glu  | Glu | Gly | Val |
|     | 1310 |     |     |     |     | 1315 |     |     |     |     | 1320 |     |     |     |
| Lys | Leu  | Gln | Val | Leu | Lys | Lys  | Gly | Thr | Met | Phe | Pro  | Ser | Arg | Ala |
|     | 1325 |     |     |     |     | 1330 |     |     |     |     | 1335 |     |     |     |

Asn Lys Leu Tyr Glu Leu Phe Cys Lys Tyr Asp Ser Phe Asp Ser  
1340 1345 1350  
Met Pro Pro Ala Glu Leu Glu Arg Ile Glu Lys Arg Ile Phe Lys  
1355 1360 1365  
Arg Ala Leu Gln Glu Val Trp Glu Glu Thr Lys Asp Phe Tyr Ile  
1370 1375 1380  
Asn Gly Leu Lys Asn Pro Glu Lys Ile Gln Arg Ala Glu His Asp  
1385 1390 1395  
Pro Lys Leu Lys Met Ser Leu Cys Phe Arg Trp Tyr Leu Gly Leu  
1400 1405 1410  
Ala Ser Arg Trp Ala Asn Met Gly Ala Pro Asp Arg Val Met Asp  
1415 1420 1425  
Tyr Gln Val Trp Cys Gly Pro Ala Ile Gly Ala Phe Asn Asp Phe  
1430 1435 1440  
Ile Lys Gly Thr Tyr Leu Asp Pro Ala Val Ser Asn Glu Tyr Pro  
1445 1450 1455  
Cys Val Val Gln Ile Asn Leu Gln Ile Leu Arg Gly Ala Cys Tyr  
1460 1465 1470  
Leu Arg Arg Leu Asn Ala Leu Arg Asn Asp Pro Arg Ile Asp Leu  
1475 1480 1485  
Glu Thr Glu Asp Ala Ala Phe Val Tyr Glu Pro Thr Asn Ala Leu  
1490 1495 1500

<210> 62  
<211> 27  
<212> DNA  
<213> 人工序列  
  
<220>  
<223> 合成引子 prDS173  
  
<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (19)..(19)  
<223> n 為 a、c、g，或 t  
  
<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (22)..(22)  
<223> n 為 a、c、g，或 t  
  
<400> 62  
gatctactgc aagcgcggng gnttyat

27

<210> 63  
<211> 21  
<212> DNA  
<213> 人工序列  
  
<220>

<223> 合成引子 prDS174

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (16)..(16)  
<223> n 為 a、c、g、或 t

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (19)..(19)  
<223> n 為 a、c、g、或 t

<400> 63  
ggcgcaggcg gcrtnacna c 21

<210> 64  
<211> 23  
<212> DNA  
<213> 人工序列

<220>  
<223> 合成引子 JGM190

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (15)..(15)  
<223> n 為 a、c、g、或 t

<400> 64  
caytggtayt tyccntgyca ytt 23

<210> 65  
<211> 17  
<212> DNA  
<213> 人工序列

<220>  
<223> 合成引子 BLR242

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (3)..(3)  
<223> n 為 a、c、g、或 t

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (9)..(9)  
<223> n 為 a、c、g、或 t

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (12)..(12)  
<223> n 為 a、c、g、或 t

<400> 65  
ccnggcatna cnggrtc 17

<210> 66  
<211> 27  
<212> DNA  
<213> 人工序列

<220>  
<223> 合成引子 CAX055

<400> 66  
gtcatgattg aacaagatgg attgcac 27

<210> 67  
<211> 27  
<212> DNA  
<213> 人工序列  
  
<220>  
<223> 合成引子 CAX056  
  
<400> 67  
ccacgtgtca gaagaactcg tcaagaa 27

<210> 68  
<211> 8976  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種  
  
<400> 68  
atggaagatc aaagaattgc tattgttgga ttatctgcga ttttaccaag tggtgaaaat 60  
gttagagaat cttgggaagc aatacgtgat ggtttgaatt gtttaagtga tttacctgcg 120  
gatcgtgttg atgttactgc gtattataat ccaacaaaag gtgtaaagga taaaatttat 180  
tgtaaacgtg gtgggtttat tcctgaatat gaatttgatt ctagagaatt tggacttaat 240  
atgttacaaa tggaagattc tgatgctaata caaacgttaa ctttattaaa ggtaaagaa 300  
gcattagatg atgctaatat acctgcattt actaatgaga aaaaaaatat tggttgtggt 360  
cttgggtattg gtgggtggc taaaagcatct catgaatttt attcaagact taattatggt 420  
gttgtggata aagttttaag aaaaatggga ttacctgatg aggatgttga aactgctggt 480  
gaaaagttta aagctaattt tcctgaatgg agattagatt cctttcctgg ttttcttgg 540  
aatgttactg ctggccgttg tactaataca ttcaatatgg aaggatgaa ttgtgttgta 600  
gatgctgctt gtgctagtgc tttaattgct attaaagttg ctattgatga attattacat 660  
gggtgattgtg atgcaatgat tgctgggtgca acttgtagtg ataacgctct tggtagtat 720  
atggcatttt caaaaacacc tgttttttca actgatcaaa gttgtcttgc atatgatgaa 780  
aaaacaaaag gtatgcttat tgggtgaagg tcagctatgt ttgtttttaa acgttatgct 840  
gacgcagtga gagatgggtga tactgtacat gctgttatac gttcatgttc atcatcatct 900  
gacggtaaag catctgggtat ttatacacca actatttctg gtcaagaaga agctattctt 960  
agagcatatc gtagagctgg tgtatcacca aatactatta ctttagttga aggacatggt 1020  
actggtacac cagtgggtga taaaattgaa ttaacagctt tacgcaatgt atttgataaa 1080  
gcatatgggtc ctggtcataa ggaagaagtt gctgttgga gtattaaaag tcaaattggt 1140  
catttgaaag ctgttgctgg ttgtgctggt cttgtgaaat tggttatggc attgaaacat 1200  
aaaacactac ctcaaagtat taatgttgaa aatccacctt atttagtgga tggtagtgc 1260  
attagtgata ctactttata tattaataca atgaatcgtc catggattac taagcctggt 1320  
gttccaagaa gagctgggtat atctagtttc ggatttggtg gtgcaaatta tcatgctggt 1380  
ttagaagaat ttgagccgga acaactaaa ccatatagat tgaatgtatc tgcacaacca 1440  
atgcttcttc atgcggtaaa tgcaaattca ttacaaaagc tatgtgaaga tcaattaaaa 1500  
cttttgaaag aatcaagaga aaaatgtgtc aacacaaaaa aactgatta tgttgcggtt 1560  
tcaaaatttc aagattcttt taaattgaaa gggtctgttc catcacaaca tgctagagtt 1620  
ggttttgcat caaaatctat tgaagatact atttctattt tatctgctat cgtaaataga 1680

|            |             |            |            |             |             |      |
|------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|------|
| tttcaaaaag | atattacaac  | aactagttgg | gctttaccaa | aagaaggtgc  | tattttttaga | 1740 |
| tctactgcat | tgattaatga  | caataaaagt | gtagctgctt | tattttctgg  | acaaggcgca  | 1800 |
| caatataccc | atatgtttaa  | tgatgttgca | atgcaatggc | cacaatttcg  | tttatgtgta  | 1860 |
| aatgatatgg | agaaagcaca  | ggaagaagtt | atcaatgata | aaagtgtgaa  | acgtatcagt  | 1920 |
| caagttatgt | ttcctcgtaa  | accatatgca | agagaatcac | ctttagacaa  | taaagaaatc  | 1980 |
| tctaagactg | aatattctca  | aacaacaact | gtcgctagtt | cagtaggttt  | atttgaaatt  | 2040 |
| ttccgtgatg | ctggtttcgc  | tcctgctttt | gttgctggtc | attcttttagg | tgaatttagt  | 2100 |
| gcattgtatg | cagctggatt  | gattgatcgc | gaagatttat | tcaagttggt  | atgtaatcgt  | 2160 |
| gcaatggcta | tgagagatgc  | accaaaaaaa | tctgctgatg | gagcaatggc  | tgctgttatt  | 2220 |
| ggtccaaatg | cttcttcaat  | taagctttca | gctcctgaag | tatgggttgc  | taacaataac  | 2280 |
| tctccatctc | aaactgttat  | taccggtgca | aattctgggt | tacaagctga  | aacaagtaaa  | 2340 |
| ttgaaaactc | aagggtttccg | tgtggttcat | ttggcatgtg | atggggcatt  | tcattcgcct  | 2400 |
| catatggaaa | atgctgaaaa  | gcaatttcaa | aaagctcttt | cagcagttaa  | gtttaataaaa | 2460 |
| ccaactggtt | cttctccaaa  | aattttcagc | aatgtaactg | gtggtgtatt  | tacggatcca  | 2520 |
| aaaactgctt | tgtcaagaca  | tatgactagt | tctgtacaat | ttcttactca  | aattaagaat  | 2580 |
| atgtacgcgg | ctggagctcg  | tgtctttatt | gaatttggac | caaaacaagt  | actttccaaa  | 2640 |
| ttggtcaatg | aaatttttcc  | tggtgataca | agcgttttaa | ctgtttcggg  | gaatccagct  | 2700 |
| agtgctaaag | atagtgcacat | tcaattgcgt | caagctgcag | ttcaaattggc | cgttgctggg  | 2760 |
| gtagctctta | ccgatttttg  | taaattggga | ctcaaagatc | ctaccctgat  | gaagggaattc | 2820 |
| ccacgtaaga | agactacttt  | gactttgtct | gcagcaactt | atgtctccaa  | gaaaactcta  | 2880 |
| caggagcgtg | aacgaatcat  | gaatgatggg | cgaactgttt | catgtgttca  | acgtattgaa  | 2940 |
| aacactaata | ctggtgagtt  | ggagaaattg | aagaagcaat | tgcaagataa  | agaaaatgag  | 3000 |
| gttgtaagag | ttcaagctct  | tgcaactcaa | gcttcagctg | atttgcaaaa  | taccaaagca  | 3060 |
| gaattacaaa | aagctcaagc  | aacaaaatct | agtaatgcag | catctgatgc  | ggtggtggca  | 3120 |
| aaacataagg | caatttttatt | ggcaatgtta | gaagaacttg | aaaccggcaa  | ggctgtagat  | 3180 |
| tattcttcat | tttcgaaagg  | tcaagttgca | agtcagcta  | ccgttcgtgt  | cgtttcagct  | 3240 |
| cctgttcaag | cggtctctcc  | tgtgcaggta | tctgcttctg | ttgattctgg  | tttggtggca  | 3300 |
| aaagcggaac | aagttgtatt  | ggaagtattg | gcatcgaaga | ctggttatga  | gactgagttg  | 3360 |
| attgaattgg | atatggaatt  | ggaaactgaa | cttggtattg | attctatcaa  | gagagtagaa  | 3420 |
| attctttctg | aagttcaagc  | tcaattgaat | gttgaagcta | aagatgtaga  | tgctcttagt  | 3480 |
| agaactcgta | ctgttggtga  | agtgattgat | gcaatgaaag | ccgaaattgc  | tggtggtcaa  | 3540 |
| ccagctgctc | ctgttcaagt  | tgagctcct  | actcaagtag | ttgctcctgt  | tcaagcatct  | 3600 |
| gctcctgttg | attctggttt  | gttagcaaaa | gcggaacaag | ttgtattgga  | agtattggca  | 3660 |
| tcgaagactg | gttatgagac  | tgagttgatt | gaattggata | tggaattgga  | aaccgaactt  | 3720 |
| ggtattgatt | ctatcaagag  | agtagaaatt | ctttctgaag | ttcaagctca  | attgagtgtt  | 3780 |
| gaagctaaag | atgtagatgc  | tcttagtaga | actcgtagct | ttggtgaagt  | gattgatgca  | 3840 |
| atgaaagccg | aaattgctgg  | tggtcaacca | gctgctcctg | ttcaagttgc  | agctcctact  | 3900 |
| caagtagttg | ctcctgttca  | agcatctgct | cctgttgatt | ctggtttggt  | agcaaaagcg  | 3960 |

|             |             |             |             |            |             |      |
|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------|
| gaacaagttg  | tattggaagt  | attggcatcg  | aagactgggt  | atgagactga | gttgattgaa  | 4020 |
| ttggatatgg  | aattggaaac  | cgaacttggt  | attgattcta  | tcaagagagt | agaaattctt  | 4080 |
| tctgaagttc  | aagctcaatt  | gagtgttgaa  | gctaaagatg  | tagatgctct | tagtagaact  | 4140 |
| cgtactgttg  | gtgaagtgat  | tgatgcaatg  | aaagctgaaa  | tttctggtgg | tcagccagct  | 4200 |
| gctcctgttc  | aagttgcagc  | tcctactcaa  | atagttgctc  | ctgttcaagt | atccgctcct  | 4260 |
| gttgattctg  | gtttgttagc  | aaaggcggaa  | caagtagtat  | tggaagtatt | ggcatccaag  | 4320 |
| actggttatg  | agactgagtt  | gattgaattg  | gatatggaat  | tggaaactga | acttgggtatt | 4380 |
| gattctatca  | agagagtaga  | aattctttct  | gaagttcaag  | ctcaattgag | tgttgaagct  | 4440 |
| aaagatgtag  | atgctcttag  | tagaactcgt  | actgttgggt  | aagtgattga | tgcaatgaaa  | 4500 |
| gctgaaatth  | ctgggtgtca  | accaactgct  | cctgttcaag  | ttgcagctcc | tactcaaata  | 4560 |
| gttgctcctg  | ttcaagtatc  | tgtctctgtt  | gattctgggt  | tgtagcaaaa | ggcggaacaa  | 4620 |
| gttgatttgg  | aagtattggc  | atcgaagact  | ggttatgaga  | ctgagttgat | tgaattggat  | 4680 |
| atggaattgg  | aaaccgaact  | tggatttgat  | tctatcaaga  | gagtagaaat | tctttctgaa  | 4740 |
| gttcaagctc  | aattgagtg   | tgaagctaaa  | gatgtagatg  | ctcttagtag | aactcgtact  | 4800 |
| gttgggtgaag | tgattgatgc  | aatgaaagcc  | gaaatttctg  | gtggtcagcc | agctgctcct  | 4860 |
| gttcaagttg  | cagctcctac  | tcaaatagtt  | gctcctgttc  | aagcatctgc | tcctgttgat  | 4920 |
| tctggtttgt  | tggcaaaagc  | ggaacaagtt  | gtattggaag  | tgtagcatc  | caagactggt  | 4980 |
| tatgaaactg  | agttgattga  | attagatatg  | gaattggaaa  | ccgaacttgg | tattgattct  | 5040 |
| atcaagagag  | tagaaattct  | ttctgaagtt  | caagctcaat  | tgagtgttga | agctaaagat  | 5100 |
| gtagatgctc  | ttagtagaac  | tcgtactggt  | ggtgaagtga  | ttgatgcaat | gaaagctgaa  | 5160 |
| atttctgggt  | gtcaaccagc  | tgtctctgtt  | caagttgcag  | ctcctactca | aatagttgct  | 5220 |
| cctgttcaag  | tatctgctcc  | tggtgattct  | ggtttggttag | caaaggcgga | acaagttgta  | 5280 |
| ttggaagtat  | tggcatctaa  | gactgggtat  | gagactgagt  | tgattgaatt | ggatatggaa  | 5340 |
| ttggaactg   | aacttgggtat | tgattctatc  | aagagagtag  | aaattctttc | tgaagttcaa  | 5400 |
| gctcaattga  | atgttgaagc  | taaagatgta  | gatgctctta  | gtagaactcg | tactgttggt  | 5460 |
| gaagtgattg  | atgcaatgaa  | agccgaaatt  | gctgggtggc  | aaccagctgc | tcctgttcaa  | 5520 |
| gttgagctc   | ctgctccagt  | agttgctcct  | gttcaagtat  | ctactcctgt | tgattctgggt | 5580 |
| ttgttggcaa  | aagcggaaca  | agttgtattg  | gaagtgttag  | catgcaagac | tggttatgaa  | 5640 |
| actgagttga  | ttgaattgga  | tatggaattg  | gaaactgaac  | ttggtattga | ttctatcaag  | 5700 |
| agagtagaaa  | ttctttctga  | agttcaagct  | caattgagtg  | ttgaagctaa | agatgtagat  | 5760 |
| gctcttagta  | gaactcgtac  | tggtgtgtaa  | gtgattgatg  | caatgaaagc | cgaaatttct  | 5820 |
| gggtgtcaac  | caactgctcc  | tgttcaagtt  | gcagctccta  | ctcaagtagt | tgctcctgtt  | 5880 |
| aaagtatcta  | ctcctgttga  | ttctgggtttg | ttagcaaagg  | cggaacaagt | agtattggaa  | 5940 |
| gtattggcat  | ctaagactgg  | ttatgaaact  | gagttgattg  | aattagatat | ggaattggaa  | 6000 |
| actgaacttg  | gtattgattc  | tatcaagaga  | gtagaaatto  | tttctgaagt | tcaagctcaa  | 6060 |
| ttgaatgtgg  | aagctaaaga  | tgtggatgct  | cttagtagaa  | ctcgtactgt | tggtgaagtg  | 6120 |
| attgatgcaa  | tgaaagccga  | aattgctggt  | gatcaacctg  | ctccagctgt | agttccagtt  | 6180 |

|             |             |             |             |             |             |      |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|
| caagctaaga  | gtggtgtagc  | caaccctgca  | cttttgcaa   | aggcggaaca  | agtagtattg  | 6240 |
| gaagtattgg  | catccaagac  | cggttatgaa  | actgagctga  | ttgaattgga  | tatggaattg  | 6300 |
| gaaactgaac  | ttggtattga  | ttcaatcaag  | agagtagaaa  | ttctgtccga  | agttcaagca  | 6360 |
| gaattgagtg  | ttgaagcaaa  | agatgtagac  | gctctaagta  | gaaccctgac  | tgttggggaa  | 6420 |
| gtgatcgatg  | caatgaaagc  | tgaaattgct  | ggcagtgtg   | tcaagggttc  | aactttggat  | 6480 |
| gattcaacaa  | ttatggagga  | gacagatgat  | gaagatgaag  | actttatatt  | atacgatcat  | 6540 |
| gtatacgga   | gcgaatgtga  | agatccttagt | ctgagttttt  | catccgtaaa  | gagcatcccg  | 6600 |
| cgcgctgata  | aactttttgtt | ggataacatt  | gctgaaaggc  | caattgttat  | tgtggattgt  | 6660 |
| ggaacaaagc  | ttacaactga  | acttgcaaaa  | gctattggag  | aacgtgccgt  | ggttgctaca  | 6720 |
| ttcagtgcac  | agagcttggg  | atcccgtgga  | ttcgttggta  | aatcattttac | tctaggaaat  | 6780 |
| acagaagaaa  | gtgagatcga  | aaagatgggt  | tcaagcattg  | aatcttcgta  | tggaaaaatt  | 6840 |
| ggtggctttg  | tttatcaaca  | ttttcatgat  | agcgactatg  | gtatgcaact  | tggatgggcg  | 6900 |
| ttaatggcag  | cgaaacattt  | gaaagagtcc  | ctcaacgacc  | cgattaagaa  | tggagaagacc | 6960 |
| ttcttttttg  | ctgttgcgcg  | tatgaatggg  | aaacttggtg  | tggacaatgc  | ttcagttcat  | 7020 |
| gatcaaggaa  | tagtggaatc  | atgcggtatc  | gccgaacgtg  | gtgctatctt  | tggtttgtgc  | 7080 |
| aaaacttttg  | atttggaatg  | gcctaattgt  | tttgctcgtg  | gtgttgatat  | tgctgaagggt | 7140 |
| atgagttata  | gtttggctgc  | ggaattgatt  | gttgatgaga  | tttcttgtgc  | aaatctttcc  | 7200 |
| attcgggaat  | ctggttacac  | gattagcgga  | gaaagattca  | caactgaagc  | tcacaaattg  | 7260 |
| gttactggaa  | agcctcatgc  | tccgattaag  | aagaaggatg  | ctttcctagt  | atctggtggg  | 7320 |
| gctcgtggta  | ttactccact  | ttgtattcgt  | gaaattgcta  | aagcagtga   | aggtggcact  | 7380 |
| tacattttga  | tgggtcgatc  | agctttggct  | gatgaaccct  | tgtgggctaa  | tggtaaattcc | 7440 |
| ggaaaagatt  | tagataaagc  | tggtttggca  | tttttgaagg  | aagagtttgc  | agctgggcgt  | 7500 |
| ggtagtaaac  | caactccaaa  | agttcacaaa  | tctttgattg  | ataaagtgtc  | cggatattag  | 7560 |
| gaggttagag  | catctattgc  | aaatatagaa  | gcccatggag  | caaaagctat  | atatttgtct  | 7620 |
| tgcgatgtat  | cttccgctga  | gaaagtaaag  | gctgcagtgc  | aaaaagttga  | aaaggagcat  | 7680 |
| ctagttcgta  | ttactggtat  | tgtgcatgca  | tcaggcgttt  | tgagggataa  | attggttgag  | 7740 |
| aacaaaactt  | tggatgattt  | caacgcagta  | tatggaacca  | aagtaactgg  | actagtaaac  | 7800 |
| ttgctgtcag  | cagtgaacat  | gaattttgtt  | cgtcattttg  | ttatgtttag  | ttctttggct  | 7860 |
| ggatatcatg  | gaaatgttgg  | tcaatctgat  | tatgcaatgg  | ctaacgaatc  | acttaacaag  | 7920 |
| attggtttta  | gattgggtgc  | agcttattct  | caattgtgtg  | ttaaattctat | ttgttttgga  | 7980 |
| ccttgggatg  | gtggaatggg  | aactccagct  | ttgaaaaaac  | aatttcaatc  | aatgggtgtc  | 8040 |
| cagattattc  | ctcgtgaagg  | tggcgcgagg  | actgttgcaa  | gaatagtctt  | atcttcaaat  | 8100 |
| cctttctcaag | ttttagttgg  | caactggggg  | gttcctccag  | tttcaccttt  | gtcaaaatcg  | 8160 |
| gcaactattg  | ttcaaaacttt | tacccttgag  | ttaaattccat | ttctaaagtc  | tcatcaaatt  | 8220 |
| catggtaaaa  | atgttttgcc  | tatgactgta  | gcaattggat  | atcttgcctc  | cttgggttaag | 8280 |
| aatttttatg  | ctgggtcatca | tttgtgggga  | gttgaagatg  | ctcaattgtt  | cagtgggtgt  | 8340 |
| gtaattgacc  | atgcggtgca  | agctcaagtg  | aaattaacgg  | aacagagttt  | ggatgatgat  | 8400 |
| ggcaaggtaa  | aagttcaagc  | tgttctgact  | gcttcaaacg  | ataatggaaa  | aatggtacct  | 8460 |

gcatacaaag cagtgattgt tttgggaaaa acaagtagac ctgcgtttat tttgaaagat 8520  
 ttttcattgc aagaatctaa ttctcgagc gctgatgagt tgtatgatgg taaaactttg 8580  
 tttcatggtc cattatttcg tggaattacc aagttgttga atgtatctga tacttcacta 8640  
 acaactcaat gtaccaatat tgatttgact gctactgaac gtgggtcaatt tgcggatata 8700  
 gaacctgtga atccttttat ggcggatgct gcatttcaag ctatgcttgt atggggttaga 8760  
 aatttaagga atagtgcatac ttacactact ttgcaagctt tgggtaatac ctccggttct 8820  
 atagcacctg gtgaaaagta ttacactact ttgcaagctt tgggtaatac ctccggttct 8880  
 gttctcaagt ctgtatttta tatgcacgat gaacaaggag aagtatttct atctggaaga 8940  
 gctagtgttg ttgtgaatga caagatggag ttttag 8976

<210> 69  
 <211> 2991  
 <212> PRT  
 <213> 破囊壺菌物種

<400> 69  
 Met Glu Asp Gln Arg Ile Ala Ile Val Gly Leu Ser Ala Ile Leu Pro  
 1 5 10 15  
 Ser Gly Glu Asn Val Arg Glu Ser Trp Glu Ala Ile Arg Asp Gly Leu  
 20 25 30  
 Asn Cys Leu Ser Asp Leu Pro Ala Asp Arg Val Asp Val Thr Ala Tyr  
 35 40 45  
 Tyr Asn Pro Thr Lys Gly Val Lys Asp Lys Ile Tyr Cys Lys Arg Gly  
 50 55 60  
 Gly Phe Ile Pro Glu Tyr Glu Phe Asp Ser Arg Glu Phe Gly Leu Asn  
 65 70 75 80  
 Met Leu Gln Met Glu Asp Ser Asp Ala Asn Gln Thr Leu Thr Leu Leu  
 85 90 95  
 Lys Val Lys Glu Ala Leu Asp Asp Ala Asn Ile Pro Ala Phe Thr Asn  
 100 105 110  
 Glu Lys Lys Asn Ile Gly Cys Val Leu Gly Ile Gly Gly Gly Gln Lys  
 115 120 125  
 Ala Ser His Glu Phe Tyr Ser Arg Leu Asn Tyr Val Val Val Asp Lys  
 130 135 140  
 Val Leu Arg Lys Met Gly Leu Pro Asp Glu Asp Val Glu Thr Ala Val  
 145 150 155 160  
 Glu Lys Phe Lys Ala Asn Phe Pro Glu Trp Arg Leu Asp Ser Phe Pro  
 165 170 175  
 Gly Phe Leu Gly Asn Val Thr Ala Gly Arg Cys Thr Asn Thr Phe Asn  
 180 185 190  
 Met Glu Gly Met Asn Cys Val Val Asp Ala Ala Cys Ala Ser Ser Leu



| 195 |     |     |     |     | 200 |     |     |     |     | 205 |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ile | Ala | Ile | Lys | Val | Ala | Ile | Asp | Glu | Leu | Leu | His | Gly | Asp | Cys | Asp |
| 210 |     |     |     |     |     | 215 |     |     |     |     | 220 |     |     |     |     |
| Ala | Met | Ile | Ala | Gly | Ala | Thr | Cys | Thr | Asp | Asn | Ala | Leu | Gly | Met | Tyr |
| 225 |     |     |     |     | 230 |     |     |     |     | 235 |     |     |     |     | 240 |
| Met | Ala | Phe | Ser | Lys | Thr | Pro | Val | Phe | Ser | Thr | Asp | Gln | Ser | Cys | Leu |
|     |     |     |     | 245 |     |     |     |     | 250 |     |     |     |     | 255 |     |
| Ala | Tyr | Asp | Glu | Lys | Thr | Lys | Gly | Met | Leu | Ile | Gly | Glu | Gly | Ser | Ala |
|     |     |     | 260 |     |     |     |     | 265 |     |     |     |     | 270 |     |     |
| Met | Phe | Val | Leu | Lys | Arg | Tyr | Ala | Asp | Ala | Val | Arg | Asp | Gly | Asp | Thr |
|     |     | 275 |     |     |     |     | 280 |     |     |     |     | 285 |     |     |     |
| Val | His | Ala | Val | Ile | Arg | Ser | Cys | Ser | Ser | Ser | Ser | Asp | Gly | Lys | Ala |
|     | 290 |     |     |     |     | 295 |     |     |     |     |     | 300 |     |     |     |
| Ser | Gly | Ile | Tyr | Thr | Pro | Thr | Ile | Ser | Gly | Gln | Glu | Glu | Ala | Ile | Leu |
| 305 |     |     |     |     | 310 |     |     |     |     | 315 |     |     |     |     | 320 |
| Arg | Ala | Tyr | Arg | Arg | Ala | Gly | Val | Ser | Pro | Asn | Thr | Ile | Thr | Leu | Val |
|     |     |     |     | 325 |     |     |     |     | 330 |     |     |     |     | 335 |     |
| Glu | Gly | His | Gly | Thr | Gly | Thr | Pro | Val | Gly | Asp | Lys | Ile | Glu | Leu | Thr |
|     |     |     | 340 |     |     |     |     | 345 |     |     |     |     | 350 |     |     |
| Ala | Leu | Arg | Asn | Val | Phe | Asp | Lys | Ala | Tyr | Gly | Pro | Gly | His | Lys | Glu |
|     |     | 355 |     |     |     |     | 360 |     |     |     |     | 365 |     |     |     |
| Glu | Val | Ala | Val | Gly | Ser | Ile | Lys | Ser | Gln | Ile | Gly | His | Leu | Lys | Ala |
|     | 370 |     |     |     |     | 375 |     |     |     |     | 380 |     |     |     |     |
| Val | Ala | Gly | Cys | Ala | Gly | Leu | Val | Lys | Leu | Val | Met | Ala | Leu | Lys | His |
| 385 |     |     |     |     | 390 |     |     |     |     | 395 |     |     |     |     | 400 |
| Lys | Thr | Leu | Pro | Gln | Ser | Ile | Asn | Val | Glu | Asn | Pro | Pro | Asn | Leu | Val |
|     |     |     |     | 405 |     |     |     |     | 410 |     |     |     |     | 415 |     |
| Asp | Gly | Thr | Val | Ile | Ser | Asp | Thr | Thr | Leu | Tyr | Ile | Asn | Thr | Met | Asn |
|     |     |     | 420 |     |     |     |     | 425 |     |     |     |     | 430 |     |     |
| Arg | Pro | Trp | Ile | Thr | Lys | Pro | Gly | Val | Pro | Arg | Arg | Ala | Gly | Ile | Ser |
|     |     | 435 |     |     |     |     | 440 |     |     |     |     | 445 |     |     |     |
| Ser | Phe | Gly | Phe | Gly | Gly | Ala | Asn | Tyr | His | Ala | Val | Leu | Glu | Glu | Phe |
|     | 450 |     |     |     |     | 455 |     |     |     |     | 460 |     |     |     |     |
| Glu | Pro | Glu | Gln | Thr | Lys | Pro | Tyr | Arg | Leu | Asn | Val | Ser | Ala | Gln | Pro |
| 465 |     |     |     |     | 470 |     |     |     |     | 475 |     |     |     |     | 480 |
| Met | Leu | Leu | His | Ala | Val | Asn | Ala | Asn | Ser | Leu | Gln | Lys | Leu | Cys | Glu |
|     |     |     |     | 485 |     |     |     |     | 490 |     |     |     |     | 495 |     |

|            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |  |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--|--|
| Asp        | Gln        | Leu        | Lys<br>500 | Leu        | Leu        | Lys        | Glu        | Ser<br>505 | Arg        | Glu        | Lys        | Cys        | Val<br>510 | Asn        | Thr        |  |  |
| Lys        | Asn        | Thr<br>515 | Asp        | Tyr        | Val        | Ala        | Phe<br>520 | Ser        | Lys        | Phe        | Gln        | Asp<br>525 | Ser        | Phe        | Lys        |  |  |
| Leu        | Lys<br>530 | Gly        | Ser        | Val        | Pro        | Ser<br>535 | Gln        | His        | Ala        | Arg        | Val<br>540 | Gly        | Phe        | Ala        | Ser        |  |  |
| Lys<br>545 | Ser        | Ile        | Glu        | Asp        | Thr<br>550 | Ile        | Ser        | Ile        | Leu        | Ser<br>555 | Ala        | Ile        | Val        | Asn        | Arg<br>560 |  |  |
| Phe        | Gln        | Lys        | Asp        | Ile<br>565 | Thr        | Thr        | Thr        | Ser        | Trp<br>570 | Ala        | Leu        | Pro        | Lys        | Glu<br>575 | Gly        |  |  |
| Ala        | Ile        | Phe        | Arg<br>580 | Ser        | Thr        | Ala        | Leu        | Ile<br>585 | Asn        | Asp        | Asn        | Lys        | Ser<br>590 | Val        | Ala        |  |  |
| Ala        | Leu        | Phe<br>595 | Ser        | Gly        | Gln        | Gly        | Ala<br>600 | Gln        | Tyr        | Thr        | His        | Met<br>605 | Phe        | Asn        | Asp        |  |  |
| Val        | Ala<br>610 | Met        | Gln        | Trp        | Pro        | Gln<br>615 | Phe        | Arg        | Leu        | Cys        | Val<br>620 | Asn        | Asp        | Met        | Glu        |  |  |
| Lys<br>625 | Ala        | Gln        | Glu        | Glu        | Val<br>630 | Ile        | Asn        | Asp        | Lys        | Ser<br>635 | Val        | Lys        | Arg        | Ile        | Ser<br>640 |  |  |
| Gln        | Val        | Met        | Phe        | Pro<br>645 | Arg        | Lys        | Pro        | Tyr        | Ala<br>650 | Arg        | Glu        | Ser        | Pro        | Leu<br>655 | Asp        |  |  |
| Asn        | Lys        | Glu        | Ile<br>660 | Ser        | Lys        | Thr        | Glu        | Tyr<br>665 | Ser        | Gln        | Thr        | Thr        | Thr        | Val        | Ala        |  |  |
| Ser        | Ser        | Val<br>675 | Gly        | Leu        | Phe        | Glu        | Ile<br>680 | Phe        | Arg        | Asp        | Ala        | Gly<br>685 | Phe        | Ala        | Pro        |  |  |
| Ala        | Phe<br>690 | Val        | Ala        | Gly        | His        | Ser<br>695 | Leu        | Gly        | Glu        | Phe        | Ser<br>700 | Ala        | Leu        | Tyr        | Ala        |  |  |
| Ala<br>705 | Gly        | Leu        | Ile        | Asp        | Arg<br>710 | Glu        | Asp        | Leu        | Phe        | Lys<br>715 | Leu        | Val        | Cys        | Asn        | Arg<br>720 |  |  |
| Ala        | Met        | Ala        | Met        | Arg<br>725 | Asp        | Ala        | Pro        | Lys        | Lys<br>730 | Ser        | Ala        | Asp        | Gly        | Ala<br>735 | Met        |  |  |
| Ala        | Ala        | Val        | Ile<br>740 | Gly        | Pro        | Asn        | Ala        | Ser<br>745 | Ser        | Ile        | Lys        | Leu        | Ser<br>750 | Ala        | Pro        |  |  |
| Glu        | Val        | Trp<br>755 | Val        | Ala        | Asn        | Asn        | Asn<br>760 | Ser        | Pro        | Ser        | Gln        | Thr<br>765 | Val        | Ile        | Thr        |  |  |
| Gly<br>770 | Ala        | Asn        | Ser        | Gly        | Val        | Gln<br>775 | Ala        | Glu        | Thr        | Ser        | Lys<br>780 | Leu        | Lys        | Thr        | Gln        |  |  |
| Gly<br>785 | Phe        | Arg        | Val        | Val        | His<br>790 | Leu        | Ala        | Cys        | Asp        | Gly<br>795 | Ala        | Phe        | His        | Ser        | Pro<br>800 |  |  |

His Met Glu Asn Ala Glu Lys Gln Phe Gln Lys Ala Leu Ser Ala Val  
805 810 815

Lys Phe Asn Lys Pro Thr Gly Ser Ser Pro Lys Ile Phe Ser Asn Val  
820 825 830

Thr Gly Gly Val Phe Thr Asp Pro Lys Thr Ala Leu Ser Arg His Met  
835 840 845

Thr Ser Ser Val Gln Phe Leu Thr Gln Ile Lys Asn Met Tyr Ala Ala  
850 855 860

Gly Ala Arg Val Phe Ile Glu Phe Gly Pro Lys Gln Val Leu Ser Lys  
865 870 875 880

Leu Val Asn Glu Ile Phe Pro Gly Asp Thr Ser Val Leu Thr Val Ser  
885 890 895

Val Asn Pro Ala Ser Ala Lys Asp Ser Asp Ile Gln Leu Arg Gln Ala  
900 905 910

Ala Val Gln Met Ala Val Ala Gly Val Ala Leu Thr Asp Phe Asp Lys  
915 920 925

Trp Glu Leu Lys Asp Pro Thr Arg Met Lys Glu Phe Pro Arg Lys Lys  
930 935 940

Thr Thr Leu Thr Leu Ser Ala Ala Thr Tyr Val Ser Lys Lys Thr Leu  
945 950 955 960

Gln Glu Arg Glu Arg Ile Met Asn Asp Gly Arg Thr Val Ser Cys Val  
965 970 975

Gln Arg Ile Glu Asn Thr Asn Thr Gly Glu Leu Glu Lys Leu Lys Lys  
980 985 990

Gln Leu Gln Asp Lys Glu Asn Glu Val Val Arg Val Gln Ala Leu Ala  
995 1000 1005

Thr Gln Ala Ser Ala Asp Leu Gln Asn Thr Lys Ala Glu Leu Gln  
1010 1015 1020

Lys Ala Gln Ala Thr Lys Ser Ser Asn Ala Ala Ser Asp Ala Val  
1025 1030 1035

Val Ala Lys His Lys Ala Ile Leu Leu Ala Met Leu Glu Glu Leu  
1040 1045 1050

Glu Thr Gly Lys Ala Val Asp Tyr Ser Ser Phe Ser Lys Gly Gln  
1055 1060 1065

Val Ala Ser Pro Ala Thr Val Arg Val Val Ser Ala Pro Val Gln  
1070 1075 1080

Ala Ala Ala Pro Val Gln Val Ser Ala Ser Val Asp Ser Gly Leu  
1085 1090 1095

|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Leu | Ala  | Lys | Ala | Glu | Gln | Val  | Val | Leu | Glu | Val | Leu  | Ala | Ser | Lys |
|     | 1100 |     |     |     |     | 1105 |     |     |     |     | 1110 |     |     |     |
| Thr | Gly  | Tyr | Glu | Thr | Glu | Leu  | Ile | Glu | Leu | Asp | Met  | Glu | Leu | Glu |
|     | 1115 |     |     |     |     | 1120 |     |     |     |     | 1125 |     |     |     |
| Thr | Glu  | Leu | Gly | Ile | Asp | Ser  | Ile | Lys | Arg | Val | Glu  | Ile | Leu | Ser |
|     | 1130 |     |     |     |     | 1135 |     |     |     |     | 1140 |     |     |     |
| Glu | Val  | Gln | Ala | Gln | Leu | Asn  | Val | Glu | Ala | Lys | Asp  | Val | Asp | Ala |
|     | 1145 |     |     |     |     | 1150 |     |     |     |     | 1155 |     |     |     |
| Leu | Ser  | Arg | Thr | Arg | Thr | Val  | Gly | Glu | Val | Ile | Asp  | Ala | Met | Lys |
|     | 1160 |     |     |     |     | 1165 |     |     |     |     | 1170 |     |     |     |
| Ala | Glu  | Ile | Ala | Gly | Gly | Gln  | Pro | Ala | Ala | Pro | Val  | Gln | Val | Ala |
|     | 1175 |     |     |     |     | 1180 |     |     |     |     | 1185 |     |     |     |
| Ala | Pro  | Thr | Gln | Val | Val | Ala  | Pro | Val | Gln | Ala | Ser  | Ala | Pro | Val |
|     | 1190 |     |     |     |     | 1195 |     |     |     |     | 1200 |     |     |     |
| Asp | Ser  | Gly | Leu | Leu | Ala | Lys  | Ala | Glu | Gln | Val | Val  | Leu | Glu | Val |
|     | 1205 |     |     |     |     | 1210 |     |     |     |     | 1215 |     |     |     |
| Leu | Ala  | Ser | Lys | Thr | Gly | Tyr  | Glu | Thr | Glu | Leu | Ile  | Glu | Leu | Asp |
|     | 1220 |     |     |     |     | 1225 |     |     |     |     | 1230 |     |     |     |
| Met | Glu  | Leu | Glu | Thr | Glu | Leu  | Gly | Ile | Asp | Ser | Ile  | Lys | Arg | Val |
|     | 1235 |     |     |     |     | 1240 |     |     |     |     | 1245 |     |     |     |
| Glu | Ile  | Leu | Ser | Glu | Val | Gln  | Ala | Gln | Leu | Ser | Val  | Glu | Ala | Lys |
|     | 1250 |     |     |     |     | 1255 |     |     |     |     | 1260 |     |     |     |
| Asp | Val  | Asp | Ala | Leu | Ser | Arg  | Thr | Arg | Thr | Val | Gly  | Glu | Val | Ile |
|     | 1265 |     |     |     |     | 1270 |     |     |     |     | 1275 |     |     |     |
| Asp | Ala  | Met | Lys | Ala | Glu | Ile  | Ala | Gly | Gly | Gln | Pro  | Ala | Ala | Pro |
|     | 1280 |     |     |     |     | 1285 |     |     |     |     | 1290 |     |     |     |
| Val | Gln  | Val | Ala | Ala | Pro | Thr  | Gln | Val | Val | Ala | Pro  | Val | Gln | Ala |
|     | 1295 |     |     |     |     | 1300 |     |     |     |     | 1305 |     |     |     |
| Ser | Ala  | Pro | Val | Asp | Ser | Gly  | Leu | Leu | Ala | Lys | Ala  | Glu | Gln | Val |
|     | 1310 |     |     |     |     | 1315 |     |     |     |     | 1320 |     |     |     |
| Val | Leu  | Glu | Val | Leu | Ala | Ser  | Lys | Thr | Gly | Tyr | Glu  | Thr | Glu | Leu |
|     | 1325 |     |     |     |     | 1330 |     |     |     |     | 1335 |     |     |     |
| Ile | Glu  | Leu | Asp | Met | Glu | Leu  | Glu | Thr | Glu | Leu | Gly  | Ile | Asp | Ser |
|     | 1340 |     |     |     |     | 1345 |     |     |     |     | 1350 |     |     |     |
| Ile | Lys  | Arg | Val | Glu | Ile | Leu  | Ser | Glu | Val | Gln | Ala  | Gln | Leu | Ser |
|     | 1355 |     |     |     |     | 1360 |     |     |     |     | 1365 |     |     |     |
| Val | Glu  | Ala | Lys | Asp | Val | Asp  | Ala | Leu | Ser | Arg | Thr  | Arg | Thr | Val |

| 1370 |     |     |     |     | 1375 |      |     |     |     | 1380 |      |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| Gly  | Glu | Val | Ile | Asp | Ala  | Met  | Lys | Ala | Glu | Ile  | Ser  | Gly | Gly | Gln |
| 1385 |     |     |     |     |      | 1390 |     |     |     |      | 1395 |     |     |     |
| Pro  | Ala | Ala | Pro | Val | Gln  | Val  | Ala | Ala | Pro | Thr  | Gln  | Ile | Val | Ala |
| 1400 |     |     |     |     |      | 1405 |     |     |     |      | 1410 |     |     |     |
| Pro  | Val | Gln | Val | Ser | Ala  | Pro  | Val | Asp | Ser | Gly  | Leu  | Leu | Ala | Lys |
| 1415 |     |     |     |     |      | 1420 |     |     |     |      | 1425 |     |     |     |
| Ala  | Glu | Gln | Val | Val | Leu  | Glu  | Val | Leu | Ala | Ser  | Lys  | Thr | Gly | Tyr |
| 1430 |     |     |     |     |      | 1435 |     |     |     |      | 1440 |     |     |     |
| Glu  | Thr | Glu | Leu | Ile | Glu  | Leu  | Asp | Met | Glu | Leu  | Glu  | Thr | Glu | Leu |
| 1445 |     |     |     |     |      | 1450 |     |     |     |      | 1455 |     |     |     |
| Gly  | Ile | Asp | Ser | Ile | Lys  | Arg  | Val | Glu | Ile | Leu  | Ser  | Glu | Val | Gln |
| 1460 |     |     |     |     |      | 1465 |     |     |     |      | 1470 |     |     |     |
| Ala  | Gln | Leu | Ser | Val | Glu  | Ala  | Lys | Asp | Val | Asp  | Ala  | Leu | Ser | Arg |
| 1475 |     |     |     |     |      | 1480 |     |     |     |      | 1485 |     |     |     |
| Thr  | Arg | Thr | Val | Gly | Glu  | Val  | Ile | Asp | Ala | Met  | Lys  | Ala | Glu | Ile |
| 1490 |     |     |     |     |      | 1495 |     |     |     |      | 1500 |     |     |     |
| Ser  | Gly | Gly | Gln | Pro | Thr  | Ala  | Pro | Val | Gln | Val  | Ala  | Ala | Pro | Thr |
| 1505 |     |     |     |     |      | 1510 |     |     |     |      | 1515 |     |     |     |
| Gln  | Ile | Val | Ala | Pro | Val  | Gln  | Val | Ser | Ala | Pro  | Val  | Asp | Ser | Gly |
| 1520 |     |     |     |     |      | 1525 |     |     |     |      | 1530 |     |     |     |
| Leu  | Leu | Ala | Lys | Ala | Glu  | Gln  | Val | Val | Leu | Glu  | Val  | Leu | Ala | Ser |
| 1535 |     |     |     |     |      | 1540 |     |     |     |      | 1545 |     |     |     |
| Lys  | Thr | Gly | Tyr | Glu | Thr  | Glu  | Leu | Ile | Glu | Leu  | Asp  | Met | Glu | Leu |
| 1550 |     |     |     |     |      | 1555 |     |     |     |      | 1560 |     |     |     |
| Glu  | Thr | Glu | Leu | Gly | Ile  | Asp  | Ser | Ile | Lys | Arg  | Val  | Glu | Ile | Leu |
| 1565 |     |     |     |     |      | 1570 |     |     |     |      | 1575 |     |     |     |
| Ser  | Glu | Val | Gln | Ala | Gln  | Leu  | Ser | Val | Glu | Ala  | Lys  | Asp | Val | Asp |
| 1580 |     |     |     |     |      | 1585 |     |     |     |      | 1590 |     |     |     |
| Ala  | Leu | Ser | Arg | Thr | Arg  | Thr  | Val | Gly | Glu | Val  | Ile  | Asp | Ala | Met |
| 1595 |     |     |     |     |      | 1600 |     |     |     |      | 1605 |     |     |     |
| Lys  | Ala | Glu | Ile | Ser | Gly  | Gly  | Gln | Pro | Ala | Ala  | Pro  | Val | Gln | Val |
| 1610 |     |     |     |     |      | 1615 |     |     |     |      | 1620 |     |     |     |
| Ala  | Ala | Pro | Thr | Gln | Ile  | Val  | Ala | Pro | Val | Gln  | Ala  | Ser | Ala | Pro |
| 1625 |     |     |     |     |      | 1630 |     |     |     |      | 1635 |     |     |     |
| Val  | Asp | Ser | Gly | Leu | Leu  | Ala  | Lys | Ala | Glu | Gln  | Val  | Val | Leu | Glu |
| 1640 |     |     |     |     |      | 1645 |     |     |     |      | 1650 |     |     |     |

|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Val | Leu  | Ala | Ser | Lys | Thr | Gly  | Tyr | Glu | Thr | Glu | Leu  | Ile | Glu | Leu |
|     | 1655 |     |     |     |     | 1660 |     |     |     |     | 1665 |     |     |     |
| Asp | Met  | Glu | Leu | Glu | Thr | Glu  | Leu | Gly | Ile | Asp | Ser  | Ile | Lys | Arg |
|     | 1670 |     |     |     |     | 1675 |     |     |     |     | 1680 |     |     |     |
| Val | Glu  | Ile | Leu | Ser | Glu | Val  | Gln | Ala | Gln | Leu | Ser  | Val | Glu | Ala |
|     | 1685 |     |     |     |     | 1690 |     |     |     |     | 1695 |     |     |     |
| Lys | Asp  | Val | Asp | Ala | Leu | Ser  | Arg | Thr | Arg | Thr | Val  | Gly | Glu | Val |
|     | 1700 |     |     |     |     | 1705 |     |     |     |     | 1710 |     |     |     |
| Ile | Asp  | Ala | Met | Lys | Ala | Glu  | Ile | Ser | Gly | Gly | Gln  | Pro | Ala | Ala |
|     | 1715 |     |     |     |     | 1720 |     |     |     |     | 1725 |     |     |     |
| Pro | Val  | Gln | Val | Ala | Ala | Pro  | Thr | Gln | Ile | Val | Ala  | Pro | Val | Gln |
|     | 1730 |     |     |     |     | 1735 |     |     |     |     | 1740 |     |     |     |
| Val | Ser  | Ala | Pro | Val | Asp | Ser  | Gly | Leu | Leu | Ala | Lys  | Ala | Glu | Gln |
|     | 1745 |     |     |     |     | 1750 |     |     |     |     | 1755 |     |     |     |
| Val | Val  | Leu | Glu | Val | Leu | Ala  | Ser | Lys | Thr | Gly | Tyr  | Glu | Thr | Glu |
|     | 1760 |     |     |     |     | 1765 |     |     |     |     | 1770 |     |     |     |
| Leu | Ile  | Glu | Leu | Asp | Met | Glu  | Leu | Glu | Thr | Glu | Leu  | Gly | Ile | Asp |
|     | 1775 |     |     |     |     | 1780 |     |     |     |     | 1785 |     |     |     |
| Ser | Ile  | Lys | Arg | Val | Glu | Ile  | Leu | Ser | Glu | Val | Gln  | Ala | Gln | Leu |
|     | 1790 |     |     |     |     | 1795 |     |     |     |     | 1800 |     |     |     |
| Asn | Val  | Glu | Ala | Lys | Asp | Val  | Asp | Ala | Leu | Ser | Arg  | Thr | Arg | Thr |
|     | 1805 |     |     |     |     | 1810 |     |     |     |     | 1815 |     |     |     |
| Val | Gly  | Glu | Val | Ile | Asp | Ala  | Met | Lys | Ala | Glu | Ile  | Ala | Gly | Gly |
|     | 1820 |     |     |     |     | 1825 |     |     |     |     | 1830 |     |     |     |
| Gln | Pro  | Ala | Ala | Pro | Val | Gln  | Val | Ala | Ala | Pro | Ala  | Pro | Val | Val |
|     | 1835 |     |     |     |     | 1840 |     |     |     |     | 1845 |     |     |     |
| Ala | Pro  | Val | Gln | Val | Ser | Thr  | Pro | Val | Asp | Ser | Gly  | Leu | Leu | Ala |
|     | 1850 |     |     |     |     | 1855 |     |     |     |     | 1860 |     |     |     |
| Lys | Ala  | Glu | Gln | Val | Val | Leu  | Glu | Val | Leu | Ala | Cys  | Lys | Thr | Gly |
|     | 1865 |     |     |     |     | 1870 |     |     |     |     | 1875 |     |     |     |
| Tyr | Glu  | Thr | Glu | Leu | Ile | Glu  | Leu | Asp | Met | Glu | Leu  | Glu | Thr | Glu |
|     | 1880 |     |     |     |     | 1885 |     |     |     |     | 1890 |     |     |     |
| Leu | Gly  | Ile | Asp | Ser | Ile | Lys  | Arg | Val | Glu | Ile | Leu  | Ser | Glu | Val |
|     | 1895 |     |     |     |     | 1900 |     |     |     |     | 1905 |     |     |     |
| Gln | Ala  | Gln | Leu | Ser | Val | Glu  | Ala | Lys | Asp | Val | Asp  | Ala | Leu | Ser |
|     | 1910 |     |     |     |     | 1915 |     |     |     |     | 1920 |     |     |     |
| Arg | Thr  | Arg | Thr | Val | Gly | Glu  | Val | Ile | Asp | Ala | Met  | Lys | Ala | Glu |
|     | 1925 |     |     |     |     | 1930 |     |     |     |     | 1935 |     |     |     |

|      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Ile  | Ser | Gly | Gly | Gln | Pro | Thr  | Ala | Pro | Val | Gln | Val  | Ala | Ala | Pro |
| 1940 |     |     |     |     |     | 1945 |     |     |     |     | 1950 |     |     |     |
| Thr  | Gln | Val | Val | Ala | Pro | Val  | Lys | Val | Ser | Thr | Pro  | Val | Asp | Ser |
| 1955 |     |     |     |     |     | 1960 |     |     |     |     | 1965 |     |     |     |
| Gly  | Leu | Leu | Ala | Lys | Ala | Glu  | Gln | Val | Val | Leu | Glu  | Val | Leu | Ala |
| 1970 |     |     |     |     |     | 1975 |     |     |     |     | 1980 |     |     |     |
| Ser  | Lys | Thr | Gly | Tyr | Glu | Thr  | Glu | Leu | Ile | Glu | Leu  | Asp | Met | Glu |
| 1985 |     |     |     |     |     | 1990 |     |     |     |     | 1995 |     |     |     |
| Leu  | Glu | Thr | Glu | Leu | Gly | Ile  | Asp | Ser | Ile | Lys | Arg  | Val | Glu | Ile |
| 2000 |     |     |     |     |     | 2005 |     |     |     |     | 2010 |     |     |     |
| Leu  | Ser | Glu | Val | Gln | Ala | Gln  | Leu | Asn | Val | Glu | Ala  | Lys | Asp | Val |
| 2015 |     |     |     |     |     | 2020 |     |     |     |     | 2025 |     |     |     |
| Asp  | Ala | Leu | Ser | Arg | Thr | Arg  | Thr | Val | Gly | Glu | Val  | Ile | Asp | Ala |
| 2030 |     |     |     |     |     | 2035 |     |     |     |     | 2040 |     |     |     |
| Met  | Lys | Ala | Glu | Ile | Ala | Gly  | Asp | Gln | Pro | Ala | Pro  | Ala | Val | Val |
| 2045 |     |     |     |     |     | 2050 |     |     |     |     | 2055 |     |     |     |
| Pro  | Val | Gln | Ala | Lys | Ser | Gly  | Val | Ala | Asn | Pro | Ala  | Leu | Leu | Ala |
| 2060 |     |     |     |     |     | 2065 |     |     |     |     | 2070 |     |     |     |
| Lys  | Ala | Glu | Gln | Val | Val | Leu  | Glu | Val | Leu | Ala | Ser  | Lys | Thr | Gly |
| 2075 |     |     |     |     |     | 2080 |     |     |     |     | 2085 |     |     |     |
| Tyr  | Glu | Thr | Glu | Leu | Ile | Glu  | Leu | Asp | Met | Glu | Leu  | Glu | Thr | Glu |
| 2090 |     |     |     |     |     | 2095 |     |     |     |     | 2100 |     |     |     |
| Leu  | Gly | Ile | Asp | Ser | Ile | Lys  | Arg | Val | Glu | Ile | Leu  | Ser | Glu | Val |
| 2105 |     |     |     |     |     | 2110 |     |     |     |     | 2115 |     |     |     |
| Gln  | Ala | Glu | Leu | Ser | Val | Glu  | Ala | Lys | Asp | Val | Asp  | Ala | Leu | Ser |
| 2120 |     |     |     |     |     | 2125 |     |     |     |     | 2130 |     |     |     |
| Arg  | Thr | Arg | Thr | Val | Gly | Glu  | Val | Ile | Asp | Ala | Met  | Lys | Ala | Glu |
| 2135 |     |     |     |     |     | 2140 |     |     |     |     | 2145 |     |     |     |
| Ile  | Ala | Gly | Ser | Ala | Val | Thr  | Val | Ala | Thr | Leu | Asp  | Asp | Ser | Thr |
| 2150 |     |     |     |     |     | 2155 |     |     |     |     | 2160 |     |     |     |
| Ile  | Met | Glu | Glu | Thr | Asp | Asp  | Glu | Asp | Glu | Asp | Phe  | Ile | Leu | Tyr |
| 2165 |     |     |     |     |     | 2170 |     |     |     |     | 2175 |     |     |     |
| Asp  | His | Val | Tyr | Gly | Ser | Glu  | Cys | Glu | Asp | Leu | Ser  | Leu | Ser | Phe |
| 2180 |     |     |     |     |     | 2185 |     |     |     |     | 2190 |     |     |     |
| Ser  | Ser | Val | Lys | Ser | Ile | Pro  | Arg | Ala | Asp | Lys | Leu  | Leu | Leu | Asp |
| 2195 |     |     |     |     |     | 2200 |     |     |     |     | 2205 |     |     |     |
| Asn  | Ile | Ala | Glu | Arg | Pro | Ile  | Val | Ile | Val | Asp | Cys  | Gly | Thr | Lys |
| 2210 |     |     |     |     |     | 2215 |     |     |     |     | 2220 |     |     |     |

|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Leu | Thr  | Thr | Glu | Leu | Ala | Lys  | Ala | Ile | Gly | Glu | Arg  | Ala | Val | Val |
|     | 2225 |     |     |     |     | 2230 |     |     |     |     | 2235 |     |     |     |
| Ala | Thr  | Phe | Ser | Ala | Gln | Ser  | Leu | Val | Ser | Arg | Gly  | Phe | Val | Gly |
|     | 2240 |     |     |     |     | 2245 |     |     |     |     | 2250 |     |     |     |
| Lys | Ser  | Phe | Thr | Leu | Gly | Asn  | Thr | Glu | Glu | Ser | Glu  | Ile | Glu | Lys |
|     | 2255 |     |     |     |     | 2260 |     |     |     |     | 2265 |     |     |     |
| Met | Val  | Ser | Ser | Ile | Glu | Ser  | Ser | Tyr | Gly | Lys | Ile  | Gly | Gly | Phe |
|     | 2270 |     |     |     |     | 2275 |     |     |     |     | 2280 |     |     |     |
| Val | Tyr  | Gln | His | Phe | His | Asp  | Ser | Asp | Tyr | Gly | Met  | Gln | Leu | Gly |
|     | 2285 |     |     |     |     | 2290 |     |     |     |     | 2295 |     |     |     |
| Trp | Ala  | Leu | Met | Ala | Ala | Lys  | His | Leu | Lys | Glu | Ser  | Leu | Asn | Asp |
|     | 2300 |     |     |     |     | 2305 |     |     |     |     | 2310 |     |     |     |
| Pro | Ile  | Lys | Asn | Gly | Arg | Thr  | Phe | Phe | Leu | Ala | Val  | Ala | Arg | Met |
|     | 2315 |     |     |     |     | 2320 |     |     |     |     | 2325 |     |     |     |
| Asn | Gly  | Lys | Leu | Gly | Met | Asp  | Asn | Ala | Ser | Val | His  | Asp | Gln | Gly |
|     | 2330 |     |     |     |     | 2335 |     |     |     |     | 2340 |     |     |     |
| Ile | Val  | Glu | Ser | Cys | Gly | Ile  | Ala | Glu | Arg | Gly | Ala  | Ile | Phe | Gly |
|     | 2345 |     |     |     |     | 2350 |     |     |     |     | 2355 |     |     |     |
| Leu | Cys  | Lys | Thr | Leu | Asp | Leu  | Glu | Trp | Pro | Asn | Val  | Phe | Ala | Arg |
|     | 2360 |     |     |     |     | 2365 |     |     |     |     | 2370 |     |     |     |
| Gly | Val  | Asp | Ile | Ala | Glu | Gly  | Met | Ser | Tyr | Ser | Leu  | Ala | Ala | Glu |
|     | 2375 |     |     |     |     | 2380 |     |     |     |     | 2385 |     |     |     |
| Leu | Ile  | Val | Asp | Glu | Ile | Ser  | Cys | Ala | Asn | Leu | Ser  | Ile | Arg | Glu |
|     | 2390 |     |     |     |     | 2395 |     |     |     |     | 2400 |     |     |     |
| Ser | Gly  | Tyr | Thr | Ile | Ser | Gly  | Glu | Arg | Phe | Thr | Thr  | Glu | Ala | His |
|     | 2405 |     |     |     |     | 2410 |     |     |     |     | 2415 |     |     |     |
| Lys | Leu  | Val | Thr | Gly | Lys | Pro  | His | Ala | Pro | Ile | Lys  | Lys | Lys | Asp |
|     | 2420 |     |     |     |     | 2425 |     |     |     |     | 2430 |     |     |     |
| Ala | Phe  | Leu | Val | Ser | Gly | Gly  | Ala | Arg | Gly | Ile | Thr  | Pro | Leu | Cys |
|     | 2435 |     |     |     |     | 2440 |     |     |     |     | 2445 |     |     |     |
| Ile | Arg  | Glu | Ile | Ala | Lys | Ala  | Val | Lys | Gly | Gly | Thr  | Tyr | Ile | Leu |
|     | 2450 |     |     |     |     | 2455 |     |     |     |     | 2460 |     |     |     |
| Met | Gly  | Arg | Ser | Ala | Leu | Ala  | Asp | Glu | Pro | Leu | Trp  | Ala | Asn | Gly |
|     | 2465 |     |     |     |     | 2470 |     |     |     |     | 2475 |     |     |     |
| Lys | Ser  | Gly | Lys | Asp | Leu | Asp  | Lys | Ala | Gly | Leu | Ala  | Phe | Leu | Lys |
|     | 2480 |     |     |     |     | 2485 |     |     |     |     | 2490 |     |     |     |
| Glu | Glu  | Phe | Ala | Ala | Gly | Arg  | Gly | Ser | Lys | Pro | Thr  | Pro | Lys | Val |



| 2495                            | 2500                        | 2505                    |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| His Lys Ser Leu Ile Asp<br>2510 | Lys Val Leu Gly Ile<br>2515 | Arg Glu Val Arg<br>2520 |
| Ala Ser Ile Ala Asn Ile<br>2525 | Glu Ala His Gly Ala<br>2530 | Lys Ala Ile Tyr<br>2535 |
| Leu Ser Cys Asp Val Ser<br>2540 | Ser Ala Glu Lys Val<br>2545 | Lys Ala Ala Val<br>2550 |
| Gln Lys Val Glu Lys Glu<br>2555 | His Leu Val Arg Ile<br>2560 | Thr Gly Ile Val<br>2565 |
| His Ala Ser Gly Val Leu<br>2570 | Arg Asp Lys Leu Val<br>2575 | Glu Asn Lys Thr<br>2580 |
| Leu Asp Asp Phe Asn Ala<br>2585 | Val Tyr Gly Thr Lys<br>2590 | Val Thr Gly Leu<br>2595 |
| Val Asn Leu Leu Ser Ala<br>2600 | Val Asn Met Asn Phe<br>2605 | Val Arg His Leu<br>2610 |
| Val Met Phe Ser Ser Leu<br>2615 | Ala Gly Tyr His Gly<br>2620 | Asn Val Gly Gln<br>2625 |
| Ser Asp Tyr Ala Met Ala<br>2630 | Asn Glu Ser Leu Asn<br>2635 | Lys Ile Gly Phe<br>2640 |
| Arg Leu Gly Ala Ala Tyr<br>2645 | Ser Gln Leu Cys Val<br>2650 | Lys Ser Ile Cys<br>2655 |
| Phe Gly Pro Trp Asp Gly<br>2660 | Gly Met Val Thr Pro<br>2665 | Ala Leu Lys Lys<br>2670 |
| Gln Phe Gln Ser Met Gly<br>2675 | Val Gln Ile Ile Pro<br>2680 | Arg Glu Gly Gly<br>2685 |
| Ala Glu Thr Val Ala Arg<br>2690 | Ile Val Leu Ser Ser<br>2695 | Asn Pro Ser Gln<br>2700 |
| Val Leu Val Gly Asn Trp<br>2705 | Gly Val Pro Pro Val<br>2710 | Ser Pro Leu Ser<br>2715 |
| Lys Ser Ala Thr Ile Val<br>2720 | Gln Thr Phe Thr Pro<br>2725 | Glu Leu Asn Pro<br>2730 |
| Phe Leu Lys Ser His Gln<br>2735 | Ile His Gly Lys Asn<br>2740 | Val Leu Pro Met<br>2745 |
| Thr Val Ala Ile Gly Tyr<br>2750 | Leu Ala His Leu Val<br>2755 | Lys Asn Phe Tyr<br>2760 |
| Ala Gly His His Leu Trp<br>2765 | Gly Val Glu Asp Ala<br>2770 | Gln Leu Phe Ser<br>2775 |

Gly Val Val Ile Asp His Ala Val Gln Ala Gln Val Lys Leu Thr  
2780 2785 2790

Glu Gln Ser Leu Asp Asp Asp Gly Lys Val Lys Val Gln Ala Val  
2795 2800 2805

Leu Thr Ala Ser Asn Asp Asn Gly Lys Met Val Pro Ala Tyr Lys  
2810 2815 2820

Ala Val Ile Val Leu Gly Lys Thr Ser Arg Pro Ala Phe Ile Leu  
2825 2830 2835

Lys Asp Phe Ser Leu Gln Glu Ser Asn Ser Arg Ser Ala Asp Glu  
2840 2845 2850

Leu Tyr Asp Gly Lys Thr Leu Phe His Gly Pro Leu Phe Arg Gly  
2855 2860 2865

Ile Thr Lys Leu Leu Asn Val Ser Asp Thr Ser Leu Thr Thr Gln  
2870 2875 2880

Cys Thr Asn Ile Asp Leu Thr Ala Thr Glu Arg Gly Gln Phe Ala  
2885 2890 2895

Asp Ile Glu Pro Val Asn Pro Phe Met Ala Asp Ala Ala Phe Gln  
2900 2905 2910

Ala Met Leu Val Trp Val Arg Asn Leu Arg Asn Ser Ala Ser Leu  
2915 2920 2925

Pro Asn Asn Cys Glu Arg Val Asp Ile Tyr Lys Pro Ile Ala Pro  
2930 2935 2940

Gly Glu Lys Tyr Tyr Thr Thr Leu Gln Ala Leu Gly Asn Thr Ser  
2945 2950 2955

Gly Ser Val Leu Lys Ser Val Phe Tyr Met His Asp Glu Gln Gly  
2960 2965 2970

Glu Val Phe Leu Ser Gly Arg Ala Ser Val Val Val Asn Asp Lys  
2975 2980 2985

Met Glu Phe  
2990

<210> 70  
<211> 5880  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 70  
atggtgaaat taagtgttgg tgataatatt tgtcatgatac aacgtgttgc tgttgttgg 60  
atggctgtta tgtatgctgg ttgtcaaaat caacatgaat tttggcaatc ttacaaggt 120  
aaaaatatga attcaaaatc gatttcacaa aatcgtttag gttctgagta tagagaagaa 180  
cattttaaac ctgaaagaag taaatattcc gatacctttt gtaatgaaag atatggttgt 240  
attgatgaga atgttcaaag tgaacatgaa cttttattaa aacttgcaaa agatgctatt 300

|                                                                     |      |
|---------------------------------------------------------------------|------|
| gcggatacaa aaggttctat tgatttgaat aaaaccggaa tcgttagtgg ttgcttatct   | 360  |
| tttccaatgg ataatttaca aggtgattta ttaaatttgt atcaatgtca cattgaaaag   | 420  |
| aaaattgggc caaatgcatt aaaagatgtg aatttatggt ctaaaagaac caccaacgga   | 480  |
| aaagatgata aaaaagctta ttttgatcct gcctctttcg tagctgaaca attagatatg   | 540  |
| ggaccattac attatagttt agatgctgct tgtgctgctg cactttatgt attaagactt   | 600  |
| gctcaagatc atttattaag tgggtgctgct gatacaatgt tatgtggtgc atcttgttta  | 660  |
| cctgaacctt tttttatttt atctggtttt tctacttttc atgcaatgcc attatctggt   | 720  |
| gatgtttctg ctcttttgca taaaacttca caaggtctta cacctggtga aggtggtgct   | 780  |
| attatggtac ttaaacgatt aaatgatgca atccgtgatg gtgatagaat ttatggtact   | 840  |
| ttacttggtg ctgaattaag taatgctggt tgtggtttac cattgagtcc acatatgcca   | 900  |
| agtgaatttg attgtatgga aaaagcttta caaagagtac acagattacc atcatctatt   | 960  |
| caatatgttg agtgtcatgc aactggtaca ccacaagggtg ataaagttga aattgatgct  | 1020 |
| atgacaaaat gttttggtga acattttacca aggtttggtt caacgaaagg gaattttggt  | 1080 |
| catacacttg ttgctgctgg ttttgctggt atgtgtaaag ttttattatc aatgcaatat   | 1140 |
| ggtgaaatac caccaactcc aggtcttgaa aatccagaca atattatgca tgatttagtt   | 1200 |
| gttactgaaa caattccatg gcctaataca aatggtgatt tgaaacgtgc atgtttatct   | 1260 |
| gcttttggtat tcggtggtac taatgcacat gctgtatttg aagagtatcg ttcagattta  | 1320 |
| caagcaaata aaactcttga aaatgaaagt aaaagtcatg aaatcttttc ttcattttaa   | 1380 |
| attgctattg ttggtatgga atctgaattt ggtactttga aaggattaca agaatttgaa   | 1440 |
| cgtgctattht acaatggtgg tcatggtgca tgtgatttac ctgaaaatag atggagattht | 1500 |
| cttggagaag ataaagaatt tttaacaagct tgtggtttac aaaaattacc aagaggttgt  | 1560 |
| tatattaaag aagtggaaac tgattttaaa aggttacggt taccaatgat acaggaggat   | 1620 |
| attctaagac ctttacagtt gttagctggt tcgattatcg acagagcact taacgcactt   | 1680 |
| ggtgttaaac caaatggcaa agttgcagtt ttagttggat taggtactga tcttgaatta   | 1740 |
| tatcgtcatc gtgctcgtgt tgcattaaag gaacgcctcc aaactgcggt caaagaagat   | 1800 |
| attcctttac ttgaaaagtt aatgaactat gtcaatgata gaggtacaag tacatcatat   | 1860 |
| acatcttata ttggaaattht ggttgcaact cgagtttcat cattatgggg ttttactggt  | 1920 |
| ccatcattca cgattactga aggtgaaaat tccgtatatc gttgtcttga tttgggaaga   | 1980 |
| tggttcttag ctaatggtga agtagatgct gttgttggtg ccgggggttga tttatgtggt  | 2040 |
| agtgtgaaa atctttttgt aaaatctcgt agaagtaaag tttccacaca aatgaacca     | 2100 |
| tttgcaaat ttgaatcaaa tgctgatgga tattttgctg gagatggttg tggagctttg    | 2160 |
| gttttgaaac gattgagtga ttgtacggat tcaactgaaa aaatttatgc aacggtggat   | 2220 |
| tcaattgctg ttggtgatga agttggcca actattaaac aagctttgaa gaatgcactc    | 2280 |
| atagcagcga aagatattga actggcagag ctatcagcaa gttcaggcaa acatcattct   | 2340 |
| ggtagaatca cttgtgaaga tgaactaaat gaactgggtg aaattttcaa tgaaggtata   | 2400 |
| caaagagttg caattggtag tgtgaaagct aatgttggtg atgttggtata tgcactctggt | 2460 |
| gcagcaagtt taatcaaaac ggctttgtgc ctgtacaacc gatatttacc aaagttacca   | 2520 |

|                                                                    |      |
|--------------------------------------------------------------------|------|
| aattggaata agccaacgaa agatgttgaa tgggtccaaat cattttttgt atgtgaacat | 2580 |
| tctagagcat ggttgaaaaa tgttgatgaa aatagacatg ctgtcgtttc tggagtttgc  | 2640 |
| gaaaatggtt cgtgttatgg aatcgtaatg tctgatgtac aaggacatca tgaagaatcg  | 2700 |
| aatctttgta gtttagacaa aaatgaacca aaagtactgg gtattttacgg agattcagtt | 2760 |
| gatgatatcc tagttcagct caacaaatat cttgaaaaat tccttcaaga aactggaacg  | 2820 |
| gctgCGGctg cacaaaaagt taaatcacct acaatagata ttgactccaa tgtgtttgct  | 2880 |
| gagatgctta atctaccgca ggataaaaac aaaaaatttg cggtcgcatt ggttaccaca  | 2940 |
| ccaaataaac tccagcgtga aatagaactt gctgtgaagg gtattccacg ttgcgtaaaa  | 3000 |
| gcaaaaagag attggtgttc tccatctgga agtatttttg cttgtaatcc actcaaaagt  | 3060 |
| gataatattg catttatgta tgggtgaaggc cgaagcccat atgctggact gggatatgat | 3120 |
| ttgcatcgaa tttggcctat gctacacgag ttgggttaaca atagaactac agaactttgg | 3180 |
| gatcaagggtg atagttggta tttacctga tctagctctg ttgctgaaaa agaaaaagtc  | 3240 |
| ttcggagatt ttgataagaa tcaaattgaa atgttttagat tgggtatttt tgtatcaatg | 3300 |
| tgtttcactg atatggccac tgaacttttg ggtttaaaac ccaaagccgc gtttggttta  | 3360 |
| agtttgggtg aaatatctat gctttttgca ttttctaaaa agaataccaa gttgtccaaa  | 3420 |
| gaattgaccc gtcgtctaaa agaagcaaaa gtttgggcat cacaattagc tgttgaattt  | 3480 |
| gcagctattc gagattttgtg gaatattcca gctgataaat ctattgatga attttggcaa | 3540 |
| gggtatttttg tttacgcaaa tcgaaccctg gtcgagaaca caattgggga gaataaattt | 3600 |
| gttcgtttgt tgattgtaaa tgattcgcaa agttgtctaa ttgccgggaa accagatgaa  | 3660 |
| tgtcaaaaag ttattgagaa gcttcatttg aagctaccgg cggttccagt aactcaggg   | 3720 |
| atgatcggtc attgcccaga agcaattcct tatctagatc aaatcagtca tattcatgaa  | 3780 |
| atgcttgaaa ttccaaaacc cgaaaatgtg aaattgttta caactagtga aaacagagaa  | 3840 |
| ttagtgtcga tgaaagattc cgtgtcaaaa ttggttgctg agatttatca gcatgttgct  | 3900 |
| gattttccaa acatcgtgaa caagggttaa gaaacttgca aaactgatat atttattgaa  | 3960 |
| ttgggatcga acaattatcg atctggagct gtcaaaaaca ttttaggtcc agaaatcggt  | 4020 |
| tctgttgcaa ttgataggca aaatgaaact gcatggggtc aactaatgaa gatggttgca  | 4080 |
| tcgttgataa gtcatcgagt tccgggtgtt gaattgaaaa aactctatca tcctgaattg  | 4140 |
| ctgaaatttg atccacaggc aaaaccgaat cgtttcatca gaaatataga actgaatgga  | 4200 |
| ttttttgatc gtacgaatat tattgttgat aagcaactat cccctgcgga tccgaaactc  | 4260 |
| gctgaaattg tgaacaatcg aaatatgcct aaagataatg tttatgtacc aattgaacgg  | 4320 |
| gtgaaaacga tgataaaggc ggaaccagct aatttacaag tcagcgtggg aagtaaacca  | 4380 |
| gttgttactg aaagaattag ttcggacgat aatctatttg aaaagttgtc agaaattaca  | 4440 |
| aaatcttttg atggtgtaaa tgcgtgtact gaagcaatgt tgggagactc tggatttctc  | 4500 |
| aaaacatatg aggttgacta tcctttgtac acaggtgcc a tggctaaagg aattgcgtct | 4560 |
| gctgatttgg ttattgctgc tggtaaataca aagatcttgg catcatttgg agctgggtgg | 4620 |
| ttggccttac aagtggtaga agatgccatt aaacaaatta aagctgaatt ggggaacgg   | 4680 |
| ccgtttgctg taaatttgat tcattcacca ttcgatccta gcttgagaa gggtaacgtt   | 4740 |
| gatctttttc taaaatataa cgttcgattt gttgaagtat ccgcatttat gtcattaacc  | 4800 |

```

cctcagggttg tacgatacag agccgctggt ttggccaaag caagagatgg atctgtgaaa 4860
attcaaaatc gtattattgc caaaatttca agaacagagt tagcggaact gttcttgaaa 4920
ccagcaccca aaaatatttt agatgcattg gttgcggatg gatctattag tcaagaacaa 4980
gcccaacttg cactacttgt gccaatggct gatgatatta ctgtggaagc tgattctggt 5040
gggcatactg acaatcgacc aattcatggt ttgttacctt tgataattca gcaaagaaat 5100
agaatttgta aacaatacc aaacatttta aaagttcgaa tcggagcagc tgggtggtatt 5160
ggatgcccga aggcagcatt tgctgcgttt gagatgggtg ctgcatacat tgcaactgga 5220
acggtaaatc aactttcaaa ggaagcaggt acttgtgact atgtacgtaa agtattgaat 5280
aaagctacat attcggatgt taccatggct ccagccgcag atatgttcga tcatggtggt 5340
gaattacaag ttttgaagaa aggtactatg tttccttcac gtgctaaaaa actatacgat 5400
ttgttcaaaa aatacaaatc gattgaggaa ttaccagcag atgaggtgaa aaaacttgag 5460
caaaaagttt tcaaaaagtc gtttcatgaa gtatgggatg agaccaagaa ttactatatt 5520
aatcgtttac attctccga aaaaattgaa cgtgctgaaa gagatgcaaa acttaaaatg 5580
tcgttatggt ttcgttggtt tttgtcgaag tcttcagat gggctaatac cgggtgaatct 5640
ggaagagtgc aggattatca aatttggtgt ggtccagcaa ttgggtcata taatgatttt 5700
gcgaaaggat caccatgttt ggatcctgag attttgggta gttttccaag tgttggttcag 5760
attaataaac atattttacg tgggtgcttg ttttatcaaa gactctctca gttgaaatat 5820
ctgaatttta actatgagga attagatacg ttaacatact ctgcatcgaa ttttatttaa 5880

```

<210> 71  
 <211> 1959  
 <212> PRT  
 <213> 破囊壺菌物種

<400> 71

Met Val Lys Leu Ser Val Gly Asp Asn Ile Cys His Asp Gln Arg Val  
1 5 10 15

Ala Val Val Gly Met Ala Val Met Tyr Ala Gly Cys Gln Asn Gln His  
20 25 30

Glu Phe Trp Gln Ser Leu Gln Gly Lys Asn Met Asn Ser Lys Ser Ile  
35 40 45

Ser Gln Asn Arg Leu Gly Ser Glu Tyr Arg Glu Glu His Phe Lys Pro  
50 55 60

Glu Arg Ser Lys Tyr Ser Asp Thr Phe Cys Asn Glu Arg Tyr Gly Cys  
65 70 75 80

Ile Asp Glu Asn Val Gln Ser Glu His Glu Leu Leu Leu Lys Leu Ala  
85 90 95

Lys Asp Ala Ile Ala Asp Thr Lys Gly Ser Ile Asp Leu Asn Lys Thr  
100 105 110

Gly Ile Val Ser Gly Cys Leu Ser Phe Pro Met Asp Asn Leu Gln Gly  
115 120 125

Asp Leu Leu Asn Leu Tyr Gln Cys His Ile Glu Lys Lys Ile Gly Pro  
 130 135 140  
 Asn Ala Leu Lys Asp Val Asn Leu Trp Ser Lys Arg Thr Thr Asn Gly  
 145 150 155 160  
 Lys Asp Asp Lys Lys Ala Tyr Phe Asp Pro Ala Ser Phe Val Ala Glu  
 165 170 175  
 Gln Leu Asp Met Gly Pro Leu His Tyr Ser Leu Asp Ala Ala Cys Ala  
 180 185 190  
 Ser Ala Leu Tyr Val Leu Arg Leu Ala Gln Asp His Leu Leu Ser Gly  
 195 200 205  
 Ala Ala Asp Thr Met Leu Cys Gly Ala Ser Cys Leu Pro Glu Pro Phe  
 210 215 220  
 Phe Ile Leu Ser Gly Phe Ser Thr Phe His Ala Met Pro Leu Ser Gly  
 225 230 235 240  
 Asp Val Ser Ala Pro Leu His Lys Thr Ser Gln Gly Leu Thr Pro Gly  
 245 250 255  
 Glu Gly Gly Ala Ile Met Val Leu Lys Arg Leu Asn Asp Ala Ile Arg  
 260 265 270  
 Asp Gly Asp Arg Ile Tyr Gly Thr Leu Leu Gly Ala Glu Leu Ser Asn  
 275 280 285  
 Ala Gly Cys Gly Leu Pro Leu Ser Pro His Met Pro Ser Glu Phe Asp  
 290 295 300  
 Cys Met Glu Lys Ala Leu Gln Arg Val His Arg Leu Pro Ser Ser Ile  
 305 310 315 320  
 Gln Tyr Val Glu Cys His Ala Thr Gly Thr Pro Gln Gly Asp Lys Val  
 325 330 335  
 Glu Ile Asp Ala Met Thr Lys Cys Phe Gly Glu His Leu Pro Arg Phe  
 340 345 350  
 Gly Ser Thr Lys Gly Asn Phe Gly His Thr Leu Val Ala Ala Gly Phe  
 355 360 365  
 Ala Gly Met Cys Lys Val Leu Leu Ser Met Gln Tyr Gly Glu Ile Pro  
 370 375 380  
 Pro Thr Pro Gly Leu Glu Asn Pro Asp Asn Ile Met His Asp Leu Val  
 385 390 395 400  
 Val Thr Glu Thr Ile Pro Trp Pro Asn Thr Asn Gly Asp Leu Lys Arg  
 405 410 415  
 Ala Cys Leu Ser Ala Phe Gly Phe Gly Gly Thr Asn Ala His Ala Val



Val Leu Lys Arg Leu Ser Asp Cys Thr Asp Ser Thr Glu Lys Ile Tyr  
725 730 735

Ala Thr Val Asp Ser Ile Ala Val Gly Asp Glu Val Gly Pro Thr Ile  
740 745 750

Lys Gln Ala Leu Lys Asn Ala Ser Ile Ala Ala Lys Asp Ile Glu Leu  
755 760 765

Ala Glu Leu Ser Ala Ser Ser Gly Lys His His Ser Gly Arg Ile Thr  
770 775 780

Cys Glu Asp Glu Leu Asn Glu Leu Gly Glu Ile Phe Asn Glu Gly Ile  
785 790 795 800

Gln Arg Val Ala Ile Gly Ser Val Lys Ala Asn Val Gly Asp Val Gly  
805 810 815

Tyr Ala Ser Gly Ala Ala Ser Leu Ile Lys Thr Ala Leu Cys Leu Tyr  
820 825 830

Asn Arg Tyr Leu Pro Lys Leu Pro Asn Trp Asn Lys Pro Thr Lys Asp  
835 840 845

Val Glu Trp Ser Lys Ser Phe Phe Val Cys Glu His Ser Arg Ala Trp  
850 855 860

Leu Lys Asn Val Asp Glu Asn Arg His Ala Val Val Ser Gly Val Cys  
865 870 875 880

Glu Asn Gly Ser Cys Tyr Gly Ile Val Met Ser Asp Val Gln Gly His  
885 890 895

His Glu Glu Ser Asn Leu Val Ser Leu Asp Lys Asn Glu Pro Lys Val  
900 905 910

Leu Gly Ile Tyr Gly Asp Ser Val Asp Asp Ile Leu Val Gln Leu Asn  
915 920 925

Lys Tyr Leu Glu Lys Phe Leu Gln Glu Thr Gly Thr Ala Ala Ala Ala  
930 935 940

Gln Lys Val Lys Ser Pro Thr Ile Asp Ile Asp Ser Asn Val Phe Ala  
945 950 955 960

Glu Met Leu Asn Leu Pro Gln Asp Lys Asn Lys Lys Phe Ala Val Ala  
965 970 975

Leu Val Thr Thr Pro Asn Lys Leu Gln Arg Glu Ile Glu Leu Ala Val  
980 985 990

Lys Gly Ile Pro Arg Cys Val Lys Ala Lys Arg Asp Trp Cys Ser Pro  
995 1000 1005

Ser Gly Ser Ile Phe Ala Cys Asn Pro Leu Lys Ser Asp Asn Ile  
1010 1015 1020



|      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Ala  | Phe | Met | Tyr | Gly | Glu | Gly  | Arg | Ser | Pro | Tyr | Ala  | Gly | Leu | Gly |
| 1025 |     |     |     |     |     | 1030 |     |     |     |     | 1035 |     |     |     |
| Tyr  | Asp | Leu | His | Arg | Ile | Trp  | Pro | Met | Leu | His | Glu  | Leu | Val | Asn |
| 1040 |     |     |     |     |     | 1045 |     |     |     |     | 1050 |     |     |     |
| Asn  | Arg | Thr | Thr | Glu | Leu | Trp  | Asp | Gln | Gly | Asp | Ser  | Trp | Tyr | Leu |
| 1055 |     |     |     |     |     | 1060 |     |     |     |     | 1065 |     |     |     |
| Pro  | Arg | Ser | Ser | Ser | Val | Ala  | Glu | Lys | Glu | Lys | Val  | Phe | Gly | Asp |
| 1070 |     |     |     |     |     | 1075 |     |     |     |     | 1080 |     |     |     |
| Phe  | Asp | Lys | Asn | Gln | Ile | Glu  | Met | Phe | Arg | Leu | Gly  | Ile | Phe | Val |
| 1085 |     |     |     |     |     | 1090 |     |     |     |     | 1095 |     |     |     |
| Ser  | Met | Cys | Phe | Thr | Asp | Met  | Ala | Thr | Glu | Leu | Leu  | Gly | Leu | Lys |
| 1100 |     |     |     |     |     | 1105 |     |     |     |     | 1110 |     |     |     |
| Pro  | Lys | Ala | Ala | Phe | Gly | Leu  | Ser | Leu | Gly | Glu | Ile  | Ser | Met | Leu |
| 1115 |     |     |     |     |     | 1120 |     |     |     |     | 1125 |     |     |     |
| Phe  | Ala | Phe | Ser | Lys | Lys | Asn  | Thr | Lys | Leu | Ser | Lys  | Glu | Leu | Thr |
| 1130 |     |     |     |     |     | 1135 |     |     |     |     | 1140 |     |     |     |
| Arg  | Arg | Leu | Lys | Glu | Ala | Lys  | Val | Trp | Ala | Ser | Gln  | Leu | Ala | Val |
| 1145 |     |     |     |     |     | 1150 |     |     |     |     | 1155 |     |     |     |
| Glu  | Phe | Ala | Ala | Ile | Arg | Asp  | Leu | Trp | Asn | Ile | Pro  | Ala | Asp | Lys |
| 1160 |     |     |     |     |     | 1165 |     |     |     |     | 1170 |     |     |     |
| Ser  | Ile | Asp | Glu | Phe | Trp | Gln  | Gly | Tyr | Phe | Val | Tyr  | Ala | Asn | Arg |
| 1175 |     |     |     |     |     | 1180 |     |     |     |     | 1185 |     |     |     |
| Thr  | Leu | Val | Glu | Asn | Thr | Ile  | Gly | Glu | Asn | Lys | Phe  | Val | Arg | Leu |
| 1190 |     |     |     |     |     | 1195 |     |     |     |     | 1200 |     |     |     |
| Leu  | Ile | Val | Asn | Asp | Ser | Gln  | Ser | Cys | Leu | Ile | Ala  | Gly | Lys | Pro |
| 1205 |     |     |     |     |     | 1210 |     |     |     |     | 1215 |     |     |     |
| Asp  | Glu | Cys | Gln | Lys | Val | Ile  | Glu | Lys | Leu | His | Leu  | Lys | Leu | Pro |
| 1220 |     |     |     |     |     | 1225 |     |     |     |     | 1230 |     |     |     |
| Ala  | Val | Pro | Val | Thr | Gln | Gly  | Met | Ile | Gly | His | Cys  | Pro | Glu | Ala |
| 1235 |     |     |     |     |     | 1240 |     |     |     |     | 1245 |     |     |     |
| Ile  | Pro | Tyr | Leu | Asp | Gln | Ile  | Ser | His | Ile | His | Glu  | Met | Leu | Glu |
| 1250 |     |     |     |     |     | 1255 |     |     |     |     | 1260 |     |     |     |
| Ile  | Pro | Lys | Pro | Glu | Asn | Val  | Lys | Leu | Phe | Thr | Thr  | Ser | Glu | Asn |
| 1265 |     |     |     |     |     | 1270 |     |     |     |     | 1275 |     |     |     |
| Arg  | Glu | Leu | Val | Ser | Met | Lys  | Asp | Ser | Val | Ser | Lys  | Leu | Val | Ala |
| 1280 |     |     |     |     |     | 1285 |     |     |     |     | 1290 |     |     |     |
| Glu  | Ile | Tyr | Gln | His | Val | Ala  | Asp | Phe | Pro | Asn | Ile  | Val | Asn | Lys |
| 1295 |     |     |     |     |     | 1300 |     |     |     |     | 1305 |     |     |     |

|     |             |     |     |     |     |             |     |     |     |     |             |     |     |     |
|-----|-------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|
| Val | Lys<br>1310 | Glu | Thr | Cys | Lys | Thr<br>1315 | Asp | Ile | Phe | Ile | Glu<br>1320 | Leu | Gly | Ser |
| Asn | Asn<br>1325 | Tyr | Arg | Ser | Gly | Ala<br>1330 | Val | Lys | Thr | Ile | Leu<br>1335 | Gly | Pro | Glu |
| Ile | Val<br>1340 | Ser | Val | Ala | Ile | Asp<br>1345 | Arg | Gln | Asn | Glu | Thr<br>1350 | Ala | Trp | Gly |
| Gln | Leu<br>1355 | Met | Lys | Met | Val | Ala<br>1360 | Ser | Leu | Ile | Ser | His<br>1365 | Arg | Val | Pro |
| Gly | Val<br>1370 | Glu | Leu | Lys | Lys | Leu<br>1375 | Tyr | His | Pro | Glu | Leu<br>1380 | Leu | Lys | Phe |
| Asp | Pro<br>1385 | Gln | Ala | Lys | Pro | Asn<br>1390 | Arg | Phe | Ile | Arg | Asn<br>1395 | Ile | Glu | Leu |
| Asn | Gly<br>1400 | Phe | Phe | Asp | Arg | Thr<br>1405 | Asn | Ile | Ile | Val | Asp<br>1410 | Lys | Gln | Leu |
| Ser | Pro<br>1415 | Ala | Asp | Pro | Lys | Leu<br>1420 | Ala | Glu | Ile | Val | Asn<br>1425 | Asn | Arg | Asn |
| Met | Pro<br>1430 | Lys | Asp | Asn | Val | Tyr<br>1435 | Val | Pro | Ile | Glu | Arg<br>1440 | Val | Lys | Thr |
| Met | Ile<br>1445 | Lys | Ala | Glu | Pro | Ala<br>1450 | Asn | Leu | Gln | Val | Ser<br>1455 | Val | Gly | Ser |
| Lys | Pro<br>1460 | Val | Val | Thr | Glu | Arg<br>1465 | Ile | Ser | Ser | Asp | Asp<br>1470 | Asn | Leu | Phe |
| Glu | Lys<br>1475 | Leu | Ser | Glu | Ile | Thr<br>1480 | Lys | Ser | Phe | Asp | Gly<br>1485 | Val | Asn | Ala |
| Cys | Thr<br>1490 | Glu | Ala | Met | Leu | Gly<br>1495 | Asp | Ser | Gly | Phe | Leu<br>1500 | Lys | Thr | Tyr |
| Glu | Val<br>1505 | Asp | Tyr | Pro | Leu | Tyr<br>1510 | Thr | Gly | Ala | Met | Ala<br>1515 | Lys | Gly | Ile |
| Ala | Ser<br>1520 | Ala | Asp | Leu | Val | Ile<br>1525 | Ala | Ala | Gly | Lys | Ser<br>1530 | Lys | Ile | Leu |
| Ala | Ser<br>1535 | Phe | Gly | Ala | Gly | Gly<br>1540 | Leu | Ala | Leu | Gln | Val<br>1545 | Val | Glu | Asp |
| Ala | Ile<br>1550 | Lys | Gln | Ile | Lys | Ala<br>1555 | Glu | Leu | Gly | Asn | Gly<br>1560 | Pro | Phe | Ala |
| Val | Asn<br>1565 | Leu | Ile | His | Ser | Pro<br>1570 | Phe | Asp | Pro | Ser | Leu<br>1575 | Glu | Lys | Gly |
| Asn | Val         | Asp | Leu | Phe | Leu | Lys         | Tyr | Asn | Val | Arg | Phe         | Val | Glu | Val |

| 1580         | 1585                     | 1590                     |
|--------------|--------------------------|--------------------------|
| Ser Ala 1595 | Phe Met Ser Leu Thr 1600 | Pro Gln Val Val Arg 1605 |
| Ala Gly 1610 | Leu Ala Lys Ala Arg 1615 | Asp Gly Ser Val Lys 1620 |
| Arg Ile 1625 | Ile Ala Lys Ile Ser 1630 | Arg Thr Glu Leu Ala 1635 |
| Leu Lys 1640 | Pro Ala Pro Lys Asn 1645 | Ile Leu Asp Ala Leu 1650 |
| Gly Ser 1655 | Ile Ser Gln Glu Gln 1660 | Ala Gln Leu Ala Leu 1665 |
| Met Ala 1670 | Asp Asp Ile Thr Val 1675 | Glu Ala Asp Ser Gly 1680 |
| Asp Asn 1685 | Arg Pro Ile His Val 1690 | Leu Leu Pro Leu Ile 1695 |
| Arg Asn 1700 | Arg Ile Cys Lys Gln 1705 | Tyr Pro Lys His Leu 1710 |
| Ile Gly 1715 | Ala Ala Gly Gly Ile 1720 | Gly Cys Pro Lys Ala 1725 |
| Ala Phe 1730 | Glu Met Gly Ala Ala 1735 | Tyr Ile Ala Thr Gly 1740 |
| Gln Leu 1745 | Ser Lys Glu Ala Gly 1750 | Thr Cys Asp Tyr Val 1755 |
| Leu Asn 1760 | Lys Ala Thr Tyr Ser 1765 | Asp Val Thr Met Ala 1770 |
| Asp Met 1775 | Phe Asp His Gly Val 1780 | Glu Leu Gln Val Leu 1785 |
| Thr Met 1790 | Phe Pro Ser Arg Ala 1795 | Lys Lys Leu Tyr Asp 1800 |
| Lys Tyr 1805 | Lys Ser Ile Glu Glu 1810 | Leu Pro Ala Asp Glu 1815 |
| Leu Glu 1820 | Gln Lys Val Phe Lys 1825 | Lys Ser Phe Asp Glu 1830 |
| Glu Thr 1835 | Lys Asn Tyr Tyr Ile 1840 | Asn Arg Leu His Ser 1845 |
| Ile Glu 1850 | Arg Ala Glu Arg Asp 1855 | Ala Lys Leu Lys Met 1860 |

Phe Arg Trp Tyr Leu Ser Lys Ser Ser Arg Trp Ala Asn Thr Gly  
1865 1870 1875

Glu Ser Gly Arg Val Gln Asp Tyr Gln Ile Trp Cys Gly Pro Ala  
1880 1885 1890

Ile Gly Ser Tyr Asn Asp Phe Ala Lys Gly Ser Pro Cys Leu Asp  
1895 1900 1905

Pro Glu Ile Leu Gly Ser Phe Pro Ser Val Val Gln Ile Asn Lys  
1910 1915 1920

His Ile Leu Arg Gly Ala Cys Phe Tyr Gln Arg Leu Ser Gln Leu  
1925 1930 1935

Lys Tyr Leu Asn Phe Asn Tyr Glu Glu Leu Asp Thr Leu Thr Tyr  
1940 1945 1950

Ser Ala Ser Asn Phe Ile  
1955

<210> 72  
<211> 4368  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 72  
atggttgggtt tacaaatgaa aaagaaacca gtatgggaga tgagtaagga agaacaaagt 60  
tctggaaaga atgttgattt tgactatgat gaattgttgg aatttgctga aggtgatatt 120  
ggtaaagtct ttggacctaa gtttgatatt atcgataagt atagtcgacg tgtacgttta 180  
cctgcgagag aatatcttct agttaccaga gttactttga tggatgctga agttgggaat 240  
ttcagagttg gatctagaat ggttactgaa tatgatgttc cagtaaatgg tgaactttca 300  
caaggtggtg atgttccatg ggctgttctt gttgaatctg gacaatgtga tcttatgtta 360  
atatcttata tgggtattga ttttcaatgt aaaggtgata gtgtctatcg attattaaat 420  
actacgttga cgtttttacg tggtgctcat gagggtgaaa cactagtata cgatattcgt 480  
gtaactggat ttgcaaaagg tatgcacggt gaaatctcca tgtttttttt tgaatatgat 540  
tgttatgtga atggacgatt attaatcgaa atgagagatg gttgtgcggg attttttact 600  
gatgaagaac ttgcagcagg taaaggagtt attaaaactg ttgctgaact tcataaaaga 660  
aaatctattg ttccaaaatc cattaaacct tttgctctaa atccagcagt acacaaaaca 720  
atgttttctg aaaatgatat ggaaaaattg tgtgagcgtc aatgggaaaa tgtattgggt 780  
agtggacttc aaggatttga ctacaagtta tgtgcacgga aaatgcttat gattgatcgt 840  
attactaaaa tacaacataa tgggtggtgca tatggtcttg gattattggt tggcgaaaaa 900  
attcttgaac gtgatcattg gtattttcca tgccattttg taaaggatca agttatggct 960  
ggctcacttg ttagtgatgg ttgcagtcag ctactaaaac tttatatggt atggttgggt 1020  
ttacatgatg tggttccaga ttttcaattt cgtccagttc ctggacaacc aaataaagtt 1080  
cgttgccgtg gacaaattag tccacatcgt ggtaaacttg tttatgttat ggaaataaga 1140  
gaaatgggat tcaatgaatc aactggacaa ccatatgcta ttgctgatgt tgatattatt 1200  
gatgtaaact atgaacttgg tcaatcattt gatatggctg atattgatag ttatggacgt 1260

|             |             |            |             |             |             |      |
|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------|
| ggtaatttgt  | caaagaaaat  | tgtggttgat | tttaaaggaa  | ttgctttgca  | aatggaaggt  | 1320 |
| accgtgaaat  | catcaaatat  | cattgattct | tcacccaaaat | caactattat  | acaaccacct  | 1380 |
| ccaaattgtc  | ttcgtggtga  | tccactggca | ccatcacaaag | ttacatggca  | tccaatggca  | 1440 |
| ggagttaatg  | gggcaccagc  | tccttcattt | agtccatctg  | attatccacc  | acgtgctggt  | 1500 |
| tgcttcaaac  | catttcctgg  | taatccttta | gataacgac   | atacacctgg  | taaaatgcct  | 1560 |
| ttaacatggt  | ttaatatgtc  | cgagtttatg | tgtggtaaag  | tatcaaattg  | tcttggaacca | 1620 |
| gaatttaaga  | gatttgataa  | ctctaaaaca | tccagaagtc  | ctgcctttga  | tcttgcaactt | 1680 |
| gttacacgtg  | ttgtgagtgt  | atcagatatg | gaatttaaac  | ctcattttaa  | tattgatggt  | 1740 |
| aatccaagta  | aggggtacaat | gataggtgaa | tttgattgcc  | ctgcagatgc  | gtgggtttttt | 1800 |
| caaggatcat  | gtaacgatgg  | tcatatgccg | tattctattg  | ttatggaaat  | tgctcttcaa  | 1860 |
| acttctggtg  | tattaacttc  | agttttgaaa | gcacctttga  | ctatggataa  | agatgatatt  | 1920 |
| cttttccgca  | atttgatgc   | cactgctgaa | atggttcgaa  | gtgatgttga  | ttgtagaggt  | 1980 |
| aaaactatca  | aaaactttac  | tcaatgtacc | ggttacagta  | tgctcggaaa  | aatgggaatt  | 2040 |
| catagattca  | catttgaatt  | atctgttgat | gatgtagttt  | tctacaaagg  | atcaacatct  | 2100 |
| tttggttggg  | tcaccctga   | agtattcgag | tcacaagttg  | gtcttgataa  | tggtaaaaaa  | 2160 |
| gtacaaccat  | ggtatttgga  | acaaaaatca | tctaattgtg  | taacttatga  | cgttgcgctcc | 2220 |
| actgctggca  | aggataagtt  | atcttcaaag | attggatcta  | aggatgcaca  | agttcaaaga  | 2280 |
| agaaatacac  | aatgtgagtt  | tctagatact | atgcatatta  | ttccaaatac  | tggaaggtac  | 2340 |
| aacaaagggt  | atgctcatgg  | agaaaagaaa | gttaatccaa  | acgactgggt  | cttttcctgt  | 2400 |
| catttctggt  | ttgatcctgt  | gatgcctggg | tcattaggtg  | ttgaaagtat  | gtttcaactc  | 2460 |
| attgaagcat  | tttcaattga  | tcaaggaatc | gcttcaaaac  | atgggtattgt | gaatccaact  | 2520 |
| tttgtctcatt | ccaatggaaa  | aacttcttgg | aaatacagag  | gtcaattgaa  | taacaaagggt | 2580 |
| aaacgaatgg  | atagtgaat   | tcatatcaaa | gatattgtca  | aaaatgctga  | tggtactggt  | 2640 |
| gatttgattg  | ctgatggatt  | tttattgggt | gattcactaa  | gagtatactc  | tgcagatgat  | 2700 |
| cttcgcgtaa  | aaattgtacc  | gggaacccaa | gctgcaccta  | aatcagtagc  | tgctgctcca  | 2760 |
| agacatgttg  | caacaccaat  | tccaggagtg | ccttcgaata  | caagcagtg   | tgaaatcagt  | 2820 |
| ttggaatctt  | tgaagaaaga  | attgttaa   | cttgagaaac  | cattgtatct  | tgaaacttcc  | 2880 |
| aatcatattg  | taaaacaatt  | cggtgacgtt | aacaatggcc  | aagcatccgt  | tattccacca  | 2940 |
| tgcaccatca  | atgatttggg  | tgagcgtagt | tttatggaaa  | catacaatgt  | tggtgcacca  | 3000 |
| ctttacactg  | gagccatggc  | taaaggtatt | gcatctgctg  | atttggtaat  | tgcagctggg  | 3060 |
| aaaagaaaaa  | ttttgggttc  | ttttggcgct | ggaggcttac  | caatgcactt  | gggttcgtgct | 3120 |
| tctgttgaaa  | aaatccaagc  | cgcacttcca | gaagggtccat | acgctgtcaa  | cttgattcat  | 3180 |
| agtccattcg  | actcaaatct  | tgaagaggga | aatgtagatc  | tatttttgga  | aaaagggtgtt | 3240 |
| catgttggtg  | aagcatctgc  | attcactgct | ctgaccactc  | aagtagttcg  | ttaccgtgca  | 3300 |
| tgtgggttat  | ctcgggctaa  | agacggatct | gtattgatca  | aaaatagaat  | catcggtaaa  | 3360 |
| gtttcaagaa  | cgaattggc   | tgaatgtttt | ttcagacctg  | caccacaaaa  | cttgcttgac  | 3420 |
| aagcttattg  | ctagtggaga  | aatcactaaa | gaacaagctt  | cattggcttt  | ggaagtacca  | 3480 |

atggctgatg atgtagctgt tgaagctgat agcgggtggac atactgataa tagaccaatt 3540  
catgtaatcc tacctttgat tatcaatcta cgaaatagaa ttcataaaga atgtgggtttt 3600  
cctgctgctt tgagagttcg cgttgggtgct ggtgggtggaa ttgggtgtcc aagtgctgca 3660  
gttgctgcat tcaatatggg agctgcattc ttgattactg gcagcgtcaa ccaagttagc 3720  
aaacaatctg gtacgtgtga tatcgttaga aagcaattat ctgaagcttc gtattcagat 3780  
attaccatgg caccagcggc tgatatgttt gatcaaggag tcgagcttca agtattaaaa 3840  
aaaggaacta tgtttccatc tcgtgcaaag aaattgtatg aattattctg tatgtacaac 3900  
tcatttgatg acatgccaaa aagcgaactt caaagactag agaagcgaat ttttcaaaaa 3960  
tcgcttgccg aagtttggga agaaactaaa gattttttata tcaatcgttt gaataatcct 4020  
gagaagattg aacatgctga gaagaaagat ccaaagttga agatgtcatt atgctttaga 4080  
tggtatttgg gtttaagttc attttgggca aacaatggaa ttaaagaaag atcaatggac 4140  
tatcaaattt ggtgtggtcc agcgattggt tcatacaatg attttgtaaa aggaacttat 4200  
ttggatcctg cagtagcagg ttcatatcca tgtgttggtc aaattaacat gcaaatctta 4260  
cgcggtgctt gttttcttca acgagttcgt gcaatcaagc acgatccacg attggatatt 4320  
gatgtcgatg aagatgtatt tacctatcgt ccagaatcaa ccctatag 4368

<210> 73  
<211> 1455  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種  
  
<400> 73

Met Val Gly Leu Gln Met Lys Lys Lys Pro Val Trp Glu Met Ser Lys  
1 5 10 15  
  
Glu Glu Gln Ser Ser Gly Lys Asn Val Val Phe Asp Tyr Asp Glu Leu  
20 25 30  
  
Leu Glu Phe Ala Glu Gly Asp Ile Gly Lys Val Phe Gly Pro Lys Phe  
35 40 45  
  
Asp Ile Ile Asp Lys Tyr Ser Arg Arg Val Arg Leu Pro Ala Arg Glu  
50 55 60  
  
Tyr Leu Leu Val Thr Arg Val Thr Leu Met Asp Ala Glu Val Gly Asn  
65 70 75 80  
  
Phe Arg Val Gly Ser Arg Met Val Thr Glu Tyr Asp Val Pro Val Asn  
85 90 95  
  
Gly Glu Leu Ser Gln Gly Gly Asp Val Pro Trp Ala Val Leu Val Glu  
100 105 110  
  
Ser Gly Gln Cys Asp Leu Met Leu Ile Ser Tyr Met Gly Ile Asp Phe  
115 120 125  
  
Gln Cys Lys Gly Asp Arg Val Tyr Arg Leu Leu Asn Thr Thr Leu Thr  
130 135 140  
  
Phe Tyr Gly Val Ala His Glu Gly Glu Thr Leu Val Tyr Asp Ile Arg

|                                 |                                                 |                             |             |     |  |     |
|---------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------|-------------|-----|--|-----|
| 145                             |                                                 | 150                         |             | 155 |  | 160 |
| Val Thr Gly Phe                 | Ala Lys Gly Met His                             | Gly Glu Ile Ser Met Phe     | Phe         |     |  |     |
|                                 | 165                                             |                             | 170         |     |  | 175 |
| Phe Glu Tyr Asp                 | Cys Tyr Val Asn Gly                             | Arg Leu Leu Ile Glu         | Met Arg     |     |  |     |
|                                 | 180                                             |                             | 185         |     |  | 190 |
| Asp Gly Cys                     | Ala Gly Phe Phe Thr                             | Asp Glu Glu Leu Ala         | Ala Gly Lys |     |  |     |
|                                 | 195                                             |                             | 200         |     |  | 205 |
| Gly Val Ile Lys Thr Val         | Ala Glu Leu His Lys                             | Arg Lys Ser Ile Val         |             |     |  |     |
|                                 | 210                                             |                             | 215         |     |  | 220 |
| Pro Lys Ser Ile Lys             | Pro Phe Ala Leu Asn                             | Pro Ala Val His Lys Thr     |             |     |  |     |
|                                 | 225                                             |                             | 230         |     |  | 235 |
| Met Phe Ser Glu                 | Asn Asp Met Glu Lys                             | Leu Cys Glu Arg Gln Trp     | Glu         |     |  |     |
|                                 | 245                                             |                             | 250         |     |  | 255 |
| Asn Val Leu Gly                 | Ser Gly Leu Gln Gly                             | Ile Asp Tyr Lys Leu Cys Ala |             |     |  |     |
|                                 | 260                                             |                             | 265         |     |  | 270 |
| Arg Lys Met Leu Met Ile Asp     | Arg Ile Thr Lys Ile Gln His Asn Gly             |                             |             |     |  |     |
|                                 | 275                                             |                             | 280         |     |  | 285 |
| Gly Ala Tyr Gly Leu Gly         | Leu Leu Val Gly Glu Lys Ile Leu Glu Arg         |                             |             |     |  |     |
|                                 | 290                                             |                             | 295         |     |  | 300 |
| Asp His Trp Tyr Phe             | Pro Cys His Phe Val Lys                         | Asp Gln Val Met Ala         |             |     |  |     |
|                                 | 305                                             |                             | 310         |     |  | 315 |
| Gly Ser Leu Val Ser             | Asp Gly Cys Ser Gln                             | Leu Leu Lys Leu Tyr Met     |             |     |  |     |
|                                 | 325                                             |                             | 330         |     |  | 335 |
| Leu Trp Leu Gly                 | Leu His Asp Val Val                             | Pro Asp Phe Gln Phe Arg Pro |             |     |  |     |
|                                 | 340                                             |                             | 345         |     |  | 350 |
| Val Pro Gly Gln Pro Asn Lys     | Val Arg Cys Arg Gly Gln Ile Ser Pro             |                             |             |     |  |     |
|                                 | 355                                             |                             | 360         |     |  | 365 |
| His Arg Gly Lys Leu Val Tyr     | Val Met Glu Ile Arg Glu Met Gly Phe             |                             |             |     |  |     |
|                                 | 370                                             |                             | 375         |     |  | 380 |
| Asn Glu Ser Thr Gly             | Gln Pro Tyr Ala Ile Ala                         | Asp Val Asp Ile Ile         |             |     |  |     |
|                                 | 385                                             |                             | 390         |     |  | 395 |
| Asp Val Asn Tyr Glu             | Leu Gly Gln Ser Phe                             | Asp Met Ala Asp Ile Asp     |             |     |  |     |
|                                 | 405                                             |                             | 410         |     |  | 415 |
| Ser Tyr Gly Arg                 | Gly Asn Leu Ser Lys Lys Ile Val Val Asp Phe Lys |                             |             |     |  |     |
|                                 | 420                                             |                             | 425         |     |  | 430 |
| Gly Ile Ala Leu Gln Met Glu Gly | Thr Val Lys Ser Ser Asn Ile Ile                 |                             |             |     |  |     |
|                                 | 435                                             |                             | 440         |     |  | 445 |

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Asp | Ser | Ser | Pro | Lys | Ser | Thr | Ile | Ile | Gln | Pro | Pro | Pro | Asn | Cys | Leu |
|     | 450 |     |     |     |     | 455 |     |     |     |     | 460 |     |     |     |     |
| Arg | Gly | Asp | Pro | Leu | Ala | Pro | Ser | Gln | Val | Thr | Trp | His | Pro | Met | Ala |
| 465 |     |     |     |     | 470 |     |     |     |     | 475 |     |     |     |     | 480 |
| Gly | Val | Asn | Gly | Ala | Pro | Ala | Pro | Ser | Phe | Ser | Pro | Ser | Asp | Tyr | Pro |
|     |     |     |     | 485 |     |     |     |     | 490 |     |     |     |     | 495 |     |
| Pro | Arg | Ala | Val | Cys | Phe | Lys | Pro | Phe | Pro | Gly | Asn | Pro | Leu | Asp | Asn |
|     |     |     | 500 |     |     |     |     | 505 |     |     |     |     | 510 |     |     |
| Asp | His | Thr | Pro | Gly | Lys | Met | Pro | Leu | Thr | Trp | Phe | Asn | Met | Ser | Glu |
|     |     | 515 |     |     |     |     | 520 |     |     |     |     | 525 |     |     |     |
| Phe | Met | Cys | Gly | Lys | Val | Ser | Asn | Cys | Leu | Gly | Pro | Glu | Phe | Lys | Arg |
|     | 530 |     |     |     |     | 535 |     |     |     |     | 540 |     |     |     |     |
| Phe | Asp | Asn | Ser | Lys | Thr | Ser | Arg | Ser | Pro | Ala | Phe | Asp | Leu | Ala | Leu |
| 545 |     |     |     |     | 550 |     |     |     |     | 555 |     |     |     |     | 560 |
| Val | Thr | Arg | Val | Val | Ser | Val | Ser | Asp | Met | Glu | Phe | Lys | Pro | His | Leu |
|     |     |     |     | 565 |     |     |     |     | 570 |     |     |     |     | 575 |     |
| Asn | Ile | Asp | Val | Asn | Pro | Ser | Lys | Gly | Thr | Met | Ile | Gly | Glu | Phe | Asp |
|     |     |     | 580 |     |     |     |     | 585 |     |     |     |     | 590 |     |     |
| Cys | Pro | Ala | Asp | Ala | Trp | Phe | Phe | Gln | Gly | Ser | Cys | Asn | Asp | Gly | His |
|     |     | 595 |     |     |     |     | 600 |     |     |     |     | 605 |     |     |     |
| Met | Pro | Tyr | Ser | Ile | Val | Met | Glu | Ile | Ala | Leu | Gln | Thr | Ser | Gly | Val |
|     | 610 |     |     |     |     | 615 |     |     |     |     | 620 |     |     |     |     |
| Leu | Thr | Ser | Val | Leu | Lys | Ala | Pro | Leu | Thr | Met | Asp | Lys | Asp | Asp | Ile |
| 625 |     |     |     |     | 630 |     |     |     |     | 635 |     |     |     |     | 640 |
| Leu | Phe | Arg | Asn | Leu | Asp | Ala | Thr | Ala | Glu | Met | Val | Arg | Ser | Asp | Val |
|     |     |     |     | 645 |     |     |     |     | 650 |     |     |     |     | 655 |     |
| Asp | Cys | Arg | Gly | Lys | Thr | Ile | Lys | Asn | Phe | Thr | Gln | Cys | Thr | Gly | Tyr |
|     |     |     | 660 |     |     |     |     | 665 |     |     |     |     | 670 |     |     |
| Ser | Met | Leu | Gly | Lys | Met | Gly | Ile | His | Arg | Phe | Thr | Phe | Glu | Leu | Ser |
|     |     | 675 |     |     |     |     | 680 |     |     |     |     | 685 |     |     |     |
| Val | Asp | Asp | Val | Val | Phe | Tyr | Lys | Gly | Ser | Thr | Ser | Phe | Gly | Trp | Phe |
|     | 690 |     |     |     |     | 695 |     |     |     |     | 700 |     |     |     |     |
| Thr | Pro | Glu | Val | Phe | Glu | Ser | Gln | Val | Gly | Leu | Asp | Asn | Gly | Lys | Lys |
| 705 |     |     |     |     | 710 |     |     |     |     | 715 |     |     |     |     | 720 |
| Val | Gln | Pro | Trp | Tyr | Leu | Glu | Gln | Lys | Ser | Ser | Asn | Val | Val | Thr | Tyr |
|     |     |     |     | 725 |     |     |     |     | 730 |     |     |     |     | 735 |     |
| Asp | Val | Ala | Ser | Thr | Ala | Gly | Lys | Asp | Lys | Leu | Phe | Ser | Lys | Ile | Gly |
|     |     |     | 740 |     |     |     |     | 745 |     |     |     |     | 750 |     |     |



Ser Lys Asp Ala Gln Val Gln Arg Arg Asn Thr Gln Cys Glu Phe Leu  
755 760 765

Asp Thr Met His Ile Ile Pro Asn Thr Gly Lys Tyr Asn Lys Gly Tyr  
770 775 780

Ala His Gly Glu Lys Lys Val Asn Pro Asn Asp Trp Phe Phe Ser Cys  
785 790 800

His Phe Trp Phe Asp Pro Val Met Pro Gly Ser Leu Gly Ile Glu Ser  
805 810 815

Met Phe Gln Leu Ile Glu Ala Phe Ser Ile Asp Gln Gly Ile Ala Ser  
820 825 830

Lys His Gly Ile Val Asn Pro Thr Phe Ala His Ser Asn Gly Lys Thr  
835 840 845

Ser Trp Lys Tyr Arg Gly Gln Leu Asn Asn Lys Gly Lys Arg Met Asp  
850 855 860

Ser Glu Ile His Ile Lys Asp Ile Val Lys Asn Ala Asp Gly Thr Val  
865 870 875 880

Asp Leu Ile Ala Asp Gly Phe Leu Leu Val Asp Ser Leu Arg Val Tyr  
885 890 895

Ser Ala Asp Asp Leu Arg Val Lys Ile Val Pro Gly Thr Lys Ala Ala  
900 905 910

Pro Lys Ser Val Ala Ala Ala Pro Arg His Val Ala Thr Pro Ile Pro  
915 920 925

Gly Val Pro Ser Asn Thr Ser Ser Val Glu Ile Ser Leu Glu Ser Leu  
930 935 940

Lys Lys Glu Leu Leu Asn Leu Glu Lys Pro Leu Tyr Leu Glu Thr Ser  
945 950 955 960

Asn His Ile Val Lys Gln Phe Gly Asp Val Asn Asn Gly Gln Ala Ser  
965 970 975

Val Ile Pro Pro Cys Thr Ile Asn Asp Leu Gly Glu Arg Ser Phe Met  
980 985 990

Glu Thr Tyr Asn Val Val Ala Pro Leu Tyr Thr Gly Ala Met Ala Lys  
995 1000 1005

Gly Ile Ala Ser Ala Asp Leu Val Ile Ala Ala Gly Lys Arg Lys  
1010 1015 1020

Ile Leu Gly Ser Phe Gly Ala Gly Gly Leu Pro Met His Leu Val  
1025 1030 1035

Arg Ala Ser Val Glu Lys Ile Gln Ala Ala Leu Pro Glu Gly Pro  
1040 1045 1050

|     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Tyr | Ala  | Val | Asn | Leu | Ile | His  | Ser | Pro | Phe | Asp | Ser  | Asn | Leu | Glu |
|     | 1055 |     |     |     |     | 1060 |     |     |     |     | 1065 |     |     |     |
| Lys | Gly  | Asn | Val | Asp | Leu | Phe  | Leu | Glu | Lys | Gly | Val  | His | Val | Val |
|     | 1070 |     |     |     |     | 1075 |     |     |     |     | 1080 |     |     |     |
| Glu | Ala  | Ser | Ala | Phe | Thr | Ala  | Leu | Thr | Thr | Gln | Val  | Val | Arg | Tyr |
|     | 1085 |     |     |     |     | 1090 |     |     |     |     | 1095 |     |     |     |
| Arg | Ala  | Cys | Gly | Leu | Ser | Arg  | Ala | Lys | Asp | Gly | Ser  | Val | Leu | Ile |
|     | 1100 |     |     |     |     | 1105 |     |     |     |     | 1110 |     |     |     |
| Lys | Asn  | Arg | Ile | Ile | Gly | Lys  | Val | Ser | Arg | Thr | Glu  | Leu | Ala | Glu |
|     | 1115 |     |     |     |     | 1120 |     |     |     |     | 1125 |     |     |     |
| Met | Phe  | Phe | Arg | Pro | Ala | Pro  | Gln | Asn | Leu | Leu | Asp  | Lys | Leu | Ile |
|     | 1130 |     |     |     |     | 1135 |     |     |     |     | 1140 |     |     |     |
| Ala | Ser  | Gly | Glu | Ile | Thr | Lys  | Glu | Gln | Ala | Ser | Leu  | Ala | Leu | Glu |
|     | 1145 |     |     |     |     | 1150 |     |     |     |     | 1155 |     |     |     |
| Val | Pro  | Met | Ala | Asp | Asp | Val  | Ala | Val | Glu | Ala | Asp  | Ser | Gly | Gly |
|     | 1160 |     |     |     |     | 1165 |     |     |     |     | 1170 |     |     |     |
| His | Thr  | Asp | Asn | Arg | Pro | Ile  | His | Val | Ile | Leu | Pro  | Leu | Ile | Ile |
|     | 1175 |     |     |     |     | 1180 |     |     |     |     | 1185 |     |     |     |
| Asn | Leu  | Arg | Asn | Arg | Ile | His  | Lys | Glu | Cys | Gly | Phe  | Pro | Ala | Ala |
|     | 1190 |     |     |     |     | 1195 |     |     |     |     | 1200 |     |     |     |
| Leu | Arg  | Val | Arg | Val | Gly | Ala  | Gly | Gly | Gly | Ile | Gly  | Cys | Pro | Ser |
|     | 1205 |     |     |     |     | 1210 |     |     |     |     | 1215 |     |     |     |
| Ala | Ala  | Val | Ala | Ala | Phe | Asn  | Met | Gly | Ala | Ala | Phe  | Leu | Ile | Thr |
|     | 1220 |     |     |     |     | 1225 |     |     |     |     | 1230 |     |     |     |
| Gly | Ser  | Val | Asn | Gln | Val | Ser  | Lys | Gln | Ser | Gly | Thr  | Cys | Asp | Ile |
|     | 1235 |     |     |     |     | 1240 |     |     |     |     | 1245 |     |     |     |
| Val | Arg  | Lys | Gln | Leu | Ser | Glu  | Ala | Ser | Tyr | Ser | Asp  | Ile | Thr | Met |
|     | 1250 |     |     |     |     | 1255 |     |     |     |     | 1260 |     |     |     |
| Ala | Pro  | Ala | Ala | Asp | Met | Phe  | Asp | Gln | Gly | Val | Glu  | Leu | Gln | Val |
|     | 1265 |     |     |     |     | 1270 |     |     |     |     | 1275 |     |     |     |
| Leu | Lys  | Lys | Gly | Thr | Met | Phe  | Pro | Ser | Arg | Ala | Lys  | Lys | Leu | Tyr |
|     | 1280 |     |     |     |     | 1285 |     |     |     |     | 1290 |     |     |     |
| Glu | Leu  | Phe | Cys | Met | Tyr | Asn  | Ser | Phe | Asp | Asp | Met  | Pro | Lys | Ser |
|     | 1295 |     |     |     |     | 1300 |     |     |     |     | 1305 |     |     |     |
| Glu | Leu  | Gln | Arg | Leu | Glu | Lys  | Arg | Ile | Phe | Gln | Lys  | Ser | Leu | Ala |
|     | 1310 |     |     |     |     | 1315 |     |     |     |     | 1320 |     |     |     |
| Glu | Val  | Trp | Glu | Glu | Thr | Lys  | Asp | Phe | Tyr | Ile | Asn  | Arg | Leu | Asn |

1325

1330

1335

Asn Pro Glu Lys Ile Glu His Ala Glu Lys Lys Asp Pro Lys Leu  
1340 1345 1350

Lys Met Ser Leu Cys Phe Arg Trp Tyr Leu Gly Leu Ser Ser Phe  
1355 1360 1365

Trp Ala Asn Asn Gly Ile Lys Glu Arg Ser Met Asp Tyr Gln Ile  
1370 1375 1380

Trp Cys Gly Pro Ala Ile Gly Ser Tyr Asn Asp Phe Val Lys Gly  
1385 1390 1395

Thr Tyr Leu Asp Pro Ala Val Ala Gly Ser Tyr Pro Cys Val Val  
1400 1405 1410

Gln Ile Asn Met Gln Ile Leu Arg Gly Ala Cys Phe Leu Gln Arg  
1415 1420 1425

Val Arg Ala Ile Lys His Asp Pro Arg Leu Asp Ile Asp Val Asp  
1430 1435 1440

Glu Asp Val Phe Thr Tyr Arg Pro Glu Ser Thr Leu  
1445 1450 1455

<210> 74  
<211> 1350  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 74

agaattgcta ttgttggtgatt atctgctgatt ttaccaagtgt gtgaaaatgt tagagaatct 60

tgggaagcaa tacgtgatgg tttgaattgt ttaagtgtgatt tacctgctgga tcgtgttgat 120

gttactgctg attataatcc aacaaaagggt gtaaaggata aaattttattg taaacgtgggt 180

gggttttattc ctgaatatga atttgatttct agagaattttg gacttaatat gttacaaatg 240

gaagatttctg atgctaataca aacgttaact ttatttaaagg ttaaagaagc attagatgat 300

gctaataatac ctgcattttac taatgagaaa aaaaatattg gttgtgttct tgggtattggt 360

ggtggtcaaa aagcatctca tgaatttttat tcaagactta attatgttgt tgtggataaaa 420

gttttaagaa aaatgggatt acctgatgag gatgttgaaa ctgctgttga aaagtttaaa 480

gctaatttttc ctgaatggag attagattcc tttcctgggt ttcttggttaa tgttactgct 540

ggccgttgta ctaatacatt caatatggaa ggtatgaatt gtgttgtaga tgctgcttgt 600

gctagtctct taattgctat taaagttgct attgatgaat tattacatgg tgattgtgat 660

gcaatgattg ctggtgcaac ttgtactgat aacgctcttg gtatgtatat ggcattttca 720

aaaacacctg ttttttcaac tgatcaaagt tgtcttgcac atgatgaaaa aacaaaagggt 780

atgcttattg gtgaagggtc agctatgttt gttttaaaac gttatgctga cgagtgaga 840

gatggtgata ctgtacatgc tgttatacgt tcatgttcat catcatctga cggtaaagca 900

tctgggtattt atacaccaac ttttctggt caagaagaag ctattcttag agcatatcgt 960

agagctggtg tatcaccaaa tactattact ttagttgaag gacatggtac tgggtacacca 1020

gtgggtgata aaattgaatt aacagcttta cgcaatgtat ttgataaagc atatggctcct 1080  
ggtcataagg aagaagttgc tgttggaagt attaaaagtc aaattgggtca tttgaaagct 1140  
gttgctgggtt gtgctgggtct tgtgaaattg gttatggcat tgaaacataa aacactacct 1200  
caaagtatta atgttgaaaa tccacctaatt ttagtggtatg gtactgtcat tagtgatact 1260  
actttatata ttaataacaat gaatcgtcca tggattacta agcctgggtgt tccaagaaga 1320  
gctggtatat ctagtttcgg atttggtggt 1350

<210> 75  
<211> 450  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種  
  
<400> 75

Arg Ile Ala Ile Val Gly Leu Ser Ala Ile Leu Pro Ser Gly Glu Asn  
1 5 10 15  
  
Val Arg Glu Ser Trp Glu Ala Ile Arg Asp Gly Leu Asn Cys Leu Ser  
20 25 30  
  
Asp Leu Pro Ala Asp Arg Val Asp Val Thr Ala Tyr Tyr Asn Pro Thr  
35 40 45  
  
Lys Gly Val Lys Asp Lys Ile Tyr Cys Lys Arg Gly Gly Phe Ile Pro  
50 55 60  
  
Glu Tyr Glu Phe Asp Ser Arg Glu Phe Gly Leu Asn Met Leu Gln Met  
65 70 75 80  
  
Glu Asp Ser Asp Ala Asn Gln Thr Leu Thr Leu Leu Lys Val Lys Glu  
85 90 95  
  
Ala Leu Asp Asp Ala Asn Ile Pro Ala Phe Thr Asn Glu Lys Lys Asn  
100 105 110  
  
Ile Gly Cys Val Leu Gly Ile Gly Gly Gly Gln Lys Ala Ser His Glu  
115 120 125  
  
Phe Tyr Ser Arg Leu Asn Tyr Val Val Val Asp Lys Val Leu Arg Lys  
130 135 140  
  
Met Gly Leu Pro Asp Glu Asp Val Glu Thr Ala Val Glu Lys Phe Lys  
145 150 155 160  
  
Ala Asn Phe Pro Glu Trp Arg Leu Asp Ser Phe Pro Gly Phe Leu Gly  
165 170 175  
  
Asn Val Thr Ala Gly Arg Cys Thr Asn Thr Phe Asn Met Glu Gly Met  
180 185 190  
  
Asn Cys Val Val Asp Ala Ala Cys Ala Ser Ser Leu Ile Ala Ile Lys  
195 200 205  
  
Val Ala Ile Asp Glu Leu Leu His Gly Asp Cys Asp Ala Met Ile Ala  
210 215 220

Gly Ala Thr Cys Thr Asp Asn Ala Leu Gly Met Tyr Met Ala Phe Ser  
225 230 235 240

Lys Thr Pro Val Phe Ser Thr Asp Gln Ser Cys Leu Ala Tyr Asp Glu  
245 250 255

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

Lys Arg Tyr Ala Asp Ala Val Arg Asp Gly Asp Thr Val His Ala Val  
275 280 285

Ile Arg Ser Cys Ser Ser Ser Asp Gly Lys Ala Ser Gly Ile Tyr  
290 295 300

Thr Pro Thr Ile Ser Gly Gln Glu Glu Ala Ile Leu Arg Ala Tyr Arg  
305 310 315 320

Arg Ala Gly Val Ser Pro Asn Thr Ile Thr Leu Val Glu Gly His Gly  
325 330 335

Thr Gly Thr Pro Val Gly Asp Lys Ile Glu Leu Thr Ala Leu Arg Asn  
340 345 350

Val Phe Asp Lys Ala Tyr Gly Pro Gly His Lys Glu Glu Val Ala Val  
355 360 365

Gly Ser Ile Lys Ser Gln Ile Gly His Leu Lys Ala Val Ala Gly Cys  
370 375 380

Ala Gly Leu Val Lys Leu Val Met Ala Leu Lys His Lys Thr Leu Pro  
385 390 395 400

Gln Ser Ile Asn Val Glu Asn Pro Pro Asn Leu Val Asp Gly Thr Val  
405 410 415

Ile Ser Asp Thr Thr Leu Tyr Ile Asn Thr Met Asn Arg Pro Trp Ile  
420 425 430

Thr Lys Pro Gly Val Pro Arg Arg Ala Gly Ile Ser Ser Phe Gly Phe  
435 440 445

Gly Gly  
450

<210> 76  
<211> 921  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 76  
ttttctggac aaggcgacaca atatacccat atgtttaatg atgttgcaat gcaatggcca 60  
caatttcgtt tatgtgtaaa tgatatggag aaagcacagg aagaagttat caatgataaa 120  
agtgtgaaac gtatcagtc aagttatgttt cctcgtaaac catatgcaag agaatcacct 180  
ttagacaata aagaaatctc taagactgaa tattctcaaa caacaactgt cgctagttca 240

gtaggtttat ttgaaatddd ccgtgatgct gggttcgctc ctgcttttgt tgctgggcat 300  
tcttttaggtg aatttagtgc attgtatgca gctggattga ttgatcgcgga agatttatc 360  
aagttgggtat gtaatcgtgc aatggctatg agagatgcac caaaaaaatc tgctgatgga 420  
gcaatgggctg ctgttattgg tccaaatgct tcttcaatta agctttcagc tcctgaagta 480  
tgggttgcta acaataactc tccatctcaa actgttatta ccggtgcaaa ttctgggtga 540  
caagctgaaa caagtaaatt gaaaactcaa gggttcctgt tgggttcattt ggcatgtgat 600  
ggggcatttc attcgctca tatggaaaat gctgaaaagc aatttcaaaa agctctttca 660  
gcagttaagt ttaataaacc aactggttct tctccaaaaa ttttcagcaa tgtaactggt 720  
ggtgtattta cggatccaaa aactgctttg tcaagacata tgactagttc tgtacaattt 780  
cttactcaaa ttaagaatat gtacgaggct ggagctcgtg tctttattga atttgacca 840  
aaacaagtac tttccaaatt ggtcaatgaa atttttcctg gtgatacaag cgttttaact 900  
gtttcgggtga atccagctag t 921

<210> 77  
<211> 307  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 77

Phe Ser Gly Gln Gly Ala Gln Tyr Thr His Met Phe Asn Asp Val Ala  
1 5 10 15

Met Gln Trp Pro Gln Phe Arg Leu Cys Val Asn Asp Met Glu Lys Ala  
20 25 30

Gln Glu Glu Val Ile Asn Asp Lys Ser Val Lys Arg Ile Ser Gln Val  
35 40 45

Met Phe Pro Arg Lys Pro Tyr Ala Arg Glu Ser Pro Leu Asp Asn Lys  
50 55 60

Glu Ile Ser Lys Thr Glu Tyr Ser Gln Thr Thr Thr Val Ala Ser Ser  
65 70 75 80

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

Val Ala Gly His Ser Leu Gly Glu Phe Ser Ala Leu Tyr Ala Ala Gly  
100 105 110

Leu Ile Asp Arg Glu Asp Leu Phe Lys Leu Val Cys Asn Arg Ala Met  
115 120 125

Ala Met Arg Asp Ala Pro Lys Lys Ser Ala Asp Gly Ala Met Ala Ala  
130 135 140

Val Ile Gly Pro Asn Ala Ser Ser Ile Lys Leu Ser Ala Pro Glu Val  
145 150 155 160

Trp Val Ala Asn Asn Ser Pro Ser Gln Thr Val Ile Thr Gly Ala  
165 170 175

Asn Ser Gly Val Gln Ala Glu Thr Ser Lys Leu Lys Thr Gln Gly Phe  
180 185 190

Arg Val Val His Leu Ala Cys Asp Gly Ala Phe His Ser Pro His Met  
195 200 205

Glu Asn Ala Glu Lys Gln Phe Gln Lys Ala Leu Ser Ala Val Lys Phe  
210 215 220

Asn Lys Pro Thr Gly Ser Ser Pro Lys Ile Phe Ser Asn Val Thr Gly  
225 230 235 240

Gly Val Phe Thr Asp Pro Lys Thr Ala Leu Ser Arg His Met Thr Ser  
245 250 255

Ser Val Gln Phe Leu Thr Gln Ile Lys Asn Met Tyr Ala Ala Gly Ala  
260 265 270

Arg Val Phe Ile Glu Phe Gly Pro Lys Gln Val Leu Ser Lys Leu Val  
275 280 285

Asn Glu Ile Phe Pro Gly Asp Thr Ser Val Leu Thr Val Ser Val Asn  
290 295 300

Pro Ala Ser  
305

<210> 78  
<211> 3303  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 78  
gcaagtccag ctaccgttcg tgtcgtttca gtcctgttc aagcggctgc tcctgtgcag 60  
gtatctgctt ctgttgattc tggtttgttg gcaaaagcgg aacaagttgt attggaagta 120  
ttggcatcga agactgggta tgagactgag ttgattgaat tggatatgga attggaaact 180  
gaacttggtg ttgattctat caagagagta gaaattcttt ctgaagttca agctcaattg 240  
aatgttgaag ctaaagatgt agatgctctt agtagaactc gtactgttgg tgaagtgatt 300  
gatgcaatga aagccgaaat tgctgggtgg caaccagctg ctctgttca agttgcagct 360  
cctactcaag tagttgctcc tgttcaagca tctgctcctg ttgattctgg tttgttagca 420  
aaagcggaac aagttgtatt ggaagtattg gcatcgaaga ctggttatga gactgagttg 480  
attgaattgg atatggaatt ggaaaccgaa ctgggtattg attctatcaa gagagtagaa 540  
attctttctg aagttcaagc tcaattgagt gttgaagcta aagatgtaga tgctcttagt 600  
agaactcgta ctgttggtga agtgattgat gcaatgaaag ccgaaattgc tgggtggtcaa 660  
ccagctgctc ctgttcaagt tgcagctcct actcaagtag ttgctcctgt tcaagcatct 720  
gtcctgttg attctggttt gttagcaaaa gcggaacaag ttgtattgga agtattggca 780  
tcgaagactg gttatgagac tgagttgatt gaattggata tggaattgga aaccgaactt 840  
ggtattgatt ctatcaagag agtagaaatt ctttctgaag ttcaagctca attgagtgtt 900  
gaagctaaag atgtagatgc tcttagtaga actcgtagt ttggtgaagt gattgatgca 960

|             |             |            |             |             |             |      |
|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------|
| atgaaagctg  | aaattttctgg | tggtcagcca | gctgctcctg  | ttcaagttgc  | agctcctact  | 1020 |
| caaatagttg  | ctcctgttca  | agtatccgct | cctgttgatt  | ctggtttggt  | agcaaaggcg  | 1080 |
| gaacaagtag  | tattggaagt  | attggcatcc | aagactgggt  | atgagactga  | gttgattgaa  | 1140 |
| ttggatatgg  | aattggaaac  | tgaacttggt | attgattcta  | tcaagagagt  | agaaattctt  | 1200 |
| tctgaagttc  | aagctcaatt  | gagtgttgaa | gctaaagatg  | tagatgctct  | tagtagaact  | 1260 |
| cgtactgttg  | gtgaagtgat  | tgatgcaatg | aaagctgaaa  | tttctgggtg  | tcaaccaact  | 1320 |
| gctcctgttc  | aagttgcagc  | tcctactcaa | atagttgctc  | ctgttcaagt  | atctgctcct  | 1380 |
| gttgattctg  | gtttgttagc  | aaaggcggaa | caagttgtat  | tggaagtatt  | ggcatcgaag  | 1440 |
| actggttatg  | agactgagtt  | gattgaattg | gatatggaat  | tggaaccga   | acttgggtatt | 1500 |
| gattctatca  | agagagtaga  | aattctttct | gaagttcaag  | ctcaattgag  | tgttgaagct  | 1560 |
| aaagatgtag  | atgctcttag  | tagaactcgt | actgttggtg  | aagtgtattg  | tgcaatgaaa  | 1620 |
| gccgaaatth  | ctggtggtca  | gccagctgct | cctgttcaag  | ttgcagctcc  | tactcaaata  | 1680 |
| gttgctcctg  | ttcaagcatc  | tgctcctggt | gattctgggt  | tgttggcaaa  | agcggaacaa  | 1740 |
| gttgatttgg  | aagtgttagc  | atccaagact | ggttatgaaa  | ctgagttgat  | tgaattagat  | 1800 |
| atggaattgg  | aaaccgaact  | tggtattgat | tctatcaaga  | gagtagaaat  | tctttctgaa  | 1860 |
| gttcaagctc  | aattgagtgt  | tgaagctaaa | gatgtagatg  | ctcttagtag  | aactcgtact  | 1920 |
| gttgggtgaag | tgattgatgc  | aatgaaagct | gaaatttctg  | gtgggtcaacc | agctgctcct  | 1980 |
| gttcaagttg  | cagctcctac  | tcaaatagtt | gctcctgttc  | aagtatctgc  | tcctgttgat  | 2040 |
| tctggtttgt  | tagcaaaggc  | ggaacaagtt | gtattggaag  | tattggcatc  | taagactggt  | 2100 |
| tatgagactg  | agttgattga  | attggatatg | gaattggaaa  | ctgaacttgg  | tattgattct  | 2160 |
| atcaagagag  | tagaaattct  | ttctgaagtt | caagctcaat  | tgaatgttga  | agctaaagat  | 2220 |
| gtagatgctc  | ttagtagaac  | tcgtactggt | ggtgaagtga  | ttgatgcaat  | gaaagccgaa  | 2280 |
| attgctgggtg | gtcaaccagc  | tgctcctggt | caagttgcag  | ctcctgctcc  | agtagttgct  | 2340 |
| cctgttcaag  | tatctactcc  | tgttgattct | ggtttgttgg  | caaaagcggg  | acaagttgta  | 2400 |
| ttggaagtgt  | tagcatgcaa  | gactggttat | gaaactgagt  | tgattgaatt  | ggatatggaa  | 2460 |
| ttggaaactg  | aacttgggtat | tgattctatc | aagagagtag  | aaattctttc  | tgaagttcaa  | 2520 |
| gctcaattga  | gtgttgaagc  | taaagatgta | gatgctctta  | gtagaactcg  | tactgttggt  | 2580 |
| gaagtgattg  | atgcaatgaa  | agccgaaatt | tctggtgggtc | aaccaactgc  | tcctgttcaa  | 2640 |
| gttgcagctc  | ctactcaagt  | agttgctcct | gttaaagtat  | ctactcctgt  | tgattctggt  | 2700 |
| ttgttagcaa  | aggcggaaca  | agtagtattg | gaagtattgg  | catctaagac  | tggttatgaa  | 2760 |
| actgagttga  | ttgaattaga  | tatggaattg | gaaactgaac  | ttggtattga  | ttctatcaag  | 2820 |
| agagtagaaa  | ttctttctga  | agttcaagct | caattgaatg  | tggaagctaa  | agatgtggat  | 2880 |
| gctcttagta  | gaactcgtac  | tgttggtgaa | gtgattgatg  | caatgaaagc  | cgaaattgct  | 2940 |
| ggtgatcaac  | ctgctccagc  | tgtagtcca  | gttcaagcta  | agagtgggtg  | agccaaccct  | 3000 |
| gcacttttgg  | caaaggcggg  | acaagtagta | ttggaagtat  | tggcatccaa  | gaccggttat  | 3060 |
| gaaactgagc  | tgattgaatt  | ggatatggaa | ttggaaactg  | aacttgggtat | tgattcaatc  | 3120 |
| aagagagtag  | aaattctgtc  | cgaagttcaa | gcagaattga  | gtgttgaagc  | aaaagatgta  | 3180 |
| gacgctctaa  | gtagaacccg  | tactgttggg | gaagtgatcg  | atgcaatgaa  | agctgaaatt  | 3240 |



gctggcagtg ctgtcacggt tgcaactttg gatgattcaa caattatgga ggagacagat 3300  
gat 3303

<210> 79  
<211> 1101  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種  
  
<400> 79

Ala Ser Pro Ala Thr Val Arg Val Val Ser Ala Pro Val Gln Ala Ala  
1 5 10 15  
  
Ala Pro Val Gln Val Ser Ala Ser Val Asp Ser Gly Leu Leu Ala Lys  
20 25 30  
  
Ala Glu Gln Val Val Leu Glu Val Leu Ala Ser Lys Thr Gly Tyr Glu  
35 40 45  
  
Thr Glu Leu Ile Glu Leu Asp Met Glu Leu Glu Thr Glu Leu Gly Ile  
50 55 60  
  
Asp Ser Ile Lys Arg Val Glu Ile Leu Ser Glu Val Gln Ala Gln Leu  
65 70 75 80  
  
Asn Val Glu Ala Lys Asp Val Asp Ala Leu Ser Arg Thr Arg Thr Val  
85 90 95  
  
Gly Glu Val Ile Asp Ala Met Lys Ala Glu Ile Ala Gly Gly Gln Pro  
100 105 110  
  
Ala Ala Pro Val Gln Val Ala Ala Pro Thr Gln Val Val Ala Pro Val  
115 120 125  
  
Gln Ala Ser Ala Pro Val Asp Ser Gly Leu Leu Ala Lys Ala Glu Gln  
130 135 140  
  
Val Val Leu Glu Val Leu Ala Ser Lys Thr Gly Tyr Glu Thr Glu Leu  
145 150 155 160  
  
Ile Glu Leu Asp Met Glu Leu Glu Thr Glu Leu Gly Ile Asp Ser Ile  
165 170 175  
  
Lys Arg Val Glu Ile Leu Ser Glu Val Gln Ala Gln Leu Ser Val Glu  
180 185 190  
  
Ala Lys Asp Val Asp Ala Leu Ser Arg Thr Arg Thr Val Gly Glu Val  
195 200 205  
  
Ile Asp Ala Met Lys Ala Glu Ile Ala Gly Gly Gln Pro Ala Ala Pro  
210 215 220  
  
Val Gln Val Ala Ala Pro Thr Gln Val Val Ala Pro Val Gln Ala Ser  
225 230 235 240  
  
Ala Pro Val Asp Ser Gly Leu Leu Ala Lys Ala Glu Gln Val Val Leu  
245 250 255

Glu Val Leu Ala Ser Lys Thr Gly Tyr Glu Thr Glu Leu Ile Glu Leu  
 260 265 270  
 Asp Met Glu Leu Glu Thr Glu Leu Gly Ile Asp Ser Ile Lys Arg Val  
 275 280 285  
 Glu Ile Leu Ser Glu Val Gln Ala Gln Leu Ser Val Glu Ala Lys Asp  
 290 295 300  
 Val Asp Ala Leu Ser Arg Thr Arg Thr Val Gly Glu Val Ile Asp Ala  
 305 310 315 320  
 Met Lys Ala Glu Ile Ser Gly Gly Gln Pro Ala Ala Pro Val Gln Val  
 325 330 335  
 Ala Ala Pro Thr Gln Ile Val Ala Pro Val Gln Val Ser Ala Pro Val  
 340 345 350  
 Asp Ser Gly Leu Leu Ala Lys Ala Glu Gln Val Val Leu Glu Val Leu  
 355 360 365  
 Ala Ser Lys Thr Gly Tyr Glu Thr Glu Leu Ile Glu Leu Asp Met Glu  
 370 375 380  
 Leu Glu Thr Glu Leu Gly Ile Asp Ser Ile Lys Arg Val Glu Ile Leu  
 385 390 395 400  
 Ser Glu Val Gln Ala Gln Leu Ser Val Glu Ala Lys Asp Val Asp Ala  
 405 410 415  
 Leu Ser Arg Thr Arg Thr Val Gly Glu Val Ile Asp Ala Met Lys Ala  
 420 425 430  
 Glu Ile Ser Gly Gly Gln Pro Thr Ala Pro Val Gln Val Ala Ala Pro  
 435 440 445  
 Thr Gln Ile Val Ala Pro Val Gln Val Ser Ala Pro Val Asp Ser Gly  
 450 455 460  
 Leu Leu Ala Lys Ala Glu Gln Val Val Leu Glu Val Leu Ala Ser Lys  
 465 470 475 480  
 Thr Gly Tyr Glu Thr Glu Leu Ile Glu Leu Asp Met Glu Leu Glu Thr  
 485 490 495  
 Glu Leu Gly Ile Asp Ser Ile Lys Arg Val Glu Ile Leu Ser Glu Val  
 500 505 510  
 Gln Ala Gln Leu Ser Val Glu Ala Lys Asp Val Asp Ala Leu Ser Arg  
 515 520 525  
 Thr Arg Thr Val Gly Glu Val Ile Asp Ala Met Lys Ala Glu Ile Ser  
 530 535 540  
 Gly Gly Gln Pro Ala Ala Pro Val Gln Val Ala Ala Pro Thr Gln Ile

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 545 |     | 550 |     | 555 |     | 560 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Val | Ala | Pro | Val | Gln | Ala | Ser | Ala | Pro | Val | Asp | Ser | Gly | Leu | Leu | Ala |
|     |     |     | 565 |     |     |     |     |     | 570 |     |     |     |     | 575 |     |
| Lys | Ala | Glu | Gln | Val | Val | Leu | Glu | Val | Leu | Ala | Ser | Lys | Thr | Gly | Tyr |
|     |     | 580 |     |     |     |     |     | 585 |     |     |     |     | 590 |     |     |
| Glu | Thr | Glu | Leu | Ile | Glu | Leu | Asp | Met | Glu | Leu | Glu | Thr | Glu | Leu | Gly |
|     |     | 595 |     |     |     |     | 600 |     |     |     |     | 605 |     |     |     |
| Ile | Asp | Ser | Ile | Lys | Arg | Val | Glu | Ile | Leu | Ser | Glu | Val | Gln | Ala | Gln |
|     | 610 |     |     |     |     | 615 |     |     |     |     | 620 |     |     |     |     |
| Leu | Ser | Val | Glu | Ala | Lys | Asp | Val | Asp | Ala | Leu | Ser | Arg | Thr | Arg | Thr |
| 625 |     |     |     |     | 630 |     |     |     |     | 635 |     |     |     |     | 640 |
| Val | Gly | Glu | Val | Ile | Asp | Ala | Met | Lys | Ala | Glu | Ile | Ser | Gly | Gly | Gln |
|     |     |     |     | 645 |     |     |     |     | 650 |     |     |     |     | 655 |     |
| Pro | Ala | Ala | Pro | Val | Gln | Val | Ala | Ala | Pro | Thr | Gln | Ile | Val | Ala | Pro |
|     |     |     | 660 |     |     |     |     | 665 |     |     |     |     | 670 |     |     |
| Val | Gln | Val | Ser | Ala | Pro | Val | Asp | Ser | Gly | Leu | Leu | Ala | Lys | Ala | Glu |
|     |     | 675 |     |     |     |     | 680 |     |     |     |     | 685 |     |     |     |
| Gln | Val | Val | Leu | Glu | Val | Leu | Ala | Ser | Lys | Thr | Gly | Tyr | Glu | Thr | Glu |
|     | 690 |     |     |     |     | 695 |     |     |     |     | 700 |     |     |     |     |
| Leu | Ile | Glu | Leu | Asp | Met | Glu | Leu | Glu | Thr | Glu | Leu | Gly | Ile | Asp | Ser |
| 705 |     |     |     |     | 710 |     |     |     |     | 715 |     |     |     |     | 720 |
| Ile | Lys | Arg | Val | Glu | Ile | Leu | Ser | Glu | Val | Gln | Ala | Gln | Leu | Asn | Val |
|     |     |     | 725 |     |     |     |     |     | 730 |     |     |     |     | 735 |     |
| Glu | Ala | Lys | Asp | Val | Asp | Ala | Leu | Ser | Arg | Thr | Arg | Thr | Val | Gly | Glu |
|     |     |     | 740 |     |     |     |     | 745 |     |     |     |     | 750 |     |     |
| Val | Ile | Asp | Ala | Met | Lys | Ala | Glu | Ile | Ala | Gly | Gly | Gln | Pro | Ala | Ala |
|     |     | 755 |     |     |     |     | 760 |     |     |     |     | 765 |     |     |     |
| Pro | Val | Gln | Val | Ala | Ala | Pro | Ala | Pro | Val | Val | Ala | Pro | Val | Gln | Val |
|     | 770 |     |     |     |     | 775 |     |     |     |     | 780 |     |     |     |     |
| Ser | Thr | Pro | Val | Asp | Ser | Gly | Leu | Leu | Ala | Lys | Ala | Glu | Gln | Val | Val |
| 785 |     |     |     |     | 790 |     |     |     |     | 795 |     |     |     |     | 800 |
| Leu | Glu | Val | Leu | Ala | Cys | Lys | Thr | Gly | Tyr | Glu | Thr | Glu | Leu | Ile | Glu |
|     |     |     | 805 |     |     |     |     |     | 810 |     |     |     |     | 815 |     |
| Leu | Asp | Met | Glu | Leu | Glu | Thr | Glu | Leu | Gly | Ile | Asp | Ser | Ile | Lys | Arg |
|     |     |     | 820 |     |     |     |     | 825 |     |     |     |     | 830 |     |     |
| Val | Glu | Ile | Leu | Ser | Glu | Val | Gln | Ala | Gln | Leu | Ser | Val | Glu | Ala | Lys |
|     |     | 835 |     |     |     |     | 840 |     |     |     |     | 845 |     |     |     |

Asp Val Asp Ala Leu Ser Arg Thr Arg Thr Val Gly Glu Val Ile Asp  
850 855 860

Ala Met Lys Ala Glu Ile Ser Gly Gly Gln Pro Thr Ala Pro Val Gln  
865 870 875 880

Val Ala Ala Pro Thr Gln Val Val Ala Pro Val Lys Val Ser Thr Pro  
885 890 895

Val Asp Ser Gly Leu Leu Ala Lys Ala Glu Gln Val Val Leu Glu Val  
900 905 910

Leu Ala Ser Lys Thr Gly Tyr Glu Thr Glu Leu Ile Glu Leu Asp Met  
915 920 925

Glu Leu Glu Thr Glu Leu Gly Ile Asp Ser Ile Lys Arg Val Glu Ile  
930 935 940

Leu Ser Glu Val Gln Ala Gln Leu Asn Val Glu Ala Lys Asp Val Asp  
945 950 955 960

Ala Leu Ser Arg Thr Arg Thr Val Gly Glu Val Ile Asp Ala Met Lys  
965 970 975

Ala Glu Ile Ala Gly Asp Gln Pro Ala Pro Ala Val Val Pro Val Gln  
980 985 990

Ala Lys Ser Gly Val Ala Asn Pro Ala Leu Leu Ala Lys Ala Glu Gln  
995 1000 1005

Val Val Leu Glu Val Leu Ala Ser Lys Thr Gly Tyr Glu Thr Glu  
1010 1015 1020

Leu Ile Glu Leu Asp Met Glu Leu Glu Thr Glu Leu Gly Ile Asp  
1025 1030 1035

Ser Ile Lys Arg Val Glu Ile Leu Ser Glu Val Gln Ala Glu Leu  
1040 1045 1050

Ser Val Glu Ala Lys Asp Val Asp Ala Leu Ser Arg Thr Arg Thr  
1055 1060 1065

Val Gly Glu Val Ile Asp Ala Met Lys Ala Glu Ile Ala Gly Ser  
1070 1075 1080

Ala Val Thr Val Ala Thr Leu Asp Asp Ser Thr Ile Met Glu Glu  
1085 1090 1095

Thr Asp Asp  
1100

<210> 80  
<211> 255  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 80  
gttgattctg gtttggtggc aaaagcggaa caagttgtat tggaagtatt ggcacggaag 60

actggttatg agactgagtt gattgaattg gatatggaat tggaaactga acttggtatt 120  
gattctatca agagagtaga aattctttct gaagttcaag ctcaattgaa tgttgaagct 180  
aaagatgtag atgctcttag tagaactcgt actgttggtg aagtgattga tgcaatgaaa 240  
gccgaaattg ctggt 255

<210> 81  
<211> 85  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 81

Val Asp Ser Gly Leu Leu Ala Lys Ala Glu Gln Val Val Leu Glu Val  
1 5 10 15

Leu Ala Ser Lys Thr Gly Tyr Glu Thr Glu Leu Ile Glu Leu Asp Met  
20 25 30

Glu Leu Glu Thr Glu Leu Gly Ile Asp Ser Ile Lys Arg Val Glu Ile  
35 40 45

Leu Ser Glu Val Gln Ala Gln Leu Asn Val Glu Ala Lys Asp Val Asp  
50 55 60

Ala Leu Ser Arg Thr Arg Thr Val Gly Glu Val Ile Asp Ala Met Lys  
65 70 75 80

Ala Glu Ile Ala Gly  
85

<210> 82  
<211> 255  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 82  
gttgattctg gtttgtttagc aaaagcggaa caagttgtat tggaaagtatt ggcacgaag 60  
actggttatg agactgagtt gattgaattg gatatggaat tggaaaccga acttggtatt 120  
gattctatca agagagtaga aattctttct gaagttcaag ctcaattgag tgttgaagct 180  
aaagatgtag atgctcttag tagaactcgt actgttggtg aagtgattga tgcaatgaaa 240  
gccgaaattg ctggt 255

<210> 83  
<211> 85  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 83

Val Asp Ser Gly Leu Leu Ala Lys Ala Glu Gln Val Val Leu Glu Val  
1 5 10 15

Leu Ala Ser Lys Thr Gly Tyr Glu Thr Glu Leu Ile Glu Leu Asp Met  
20 25 30

Glu Leu Glu Thr Glu Leu Gly Ile Asp Ser Ile Lys Arg Val Glu Ile  
35 40 45

Leu Ser Glu Val Gln Ala Gln Leu Ser Val Glu Ala Lys Asp Val Asp  
50 55 60  
Ala Leu Ser Arg Thr Arg Thr Val Gly Glu Val Ile Asp Ala Met Lys  
65 70 75 80  
Ala Glu Ile Ala Gly  
85

<210> 84  
<211> 252  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種  
<400> 84  
gttgattctg gtttgtttagc aaaagcggaa caagttgtat tgggaagtatt ggcacgaag 60  
actggttatg agactgagtt gattgaattg gatatggaat tggaaaccga acttggtatt 120  
gattctatca agagagtaga aattctttct gaagttcaag ctcaattgag tggtgaagct 180  
aaagatgtag atgctcttag tagaactcgt actgttggtg aagtgattga tgcaatgaaa 240  
gctgaaatct ct 252

<210> 85  
<211> 85  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種  
<400> 85  
Val Asp Ser Gly Leu Leu Ala Lys Ala Glu Gln Val Val Leu Glu Val  
1 5 10 15

Leu Ala Ser Lys Thr Gly Tyr Glu Thr Glu Leu Ile Glu Leu Asp Met  
20 25 30  
Glu Leu Glu Thr Glu Leu Gly Ile Asp Ser Ile Lys Arg Val Glu Ile  
35 40 45

Leu Ser Glu Val Gln Ala Gln Leu Ser Val Glu Ala Lys Asp Val Asp  
50 55 60  
Ala Leu Ser Arg Thr Arg Thr Val Gly Glu Val Ile Asp Ala Met Lys  
65 70 75 80  
Ala Glu Ile Ser Gly  
85

<210> 86  
<211> 255  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種  
<400> 86  
gttgattctg gtttgtttagc aaaggcggaa caagtagtat tgggaagtatt ggcacccaag 60  
actggttatg agactgagtt gattgaattg gatatggaat tggaaactga acttggtatt 120  
gattctatca agagagtaga aattctttct gaagttcaag ctcaattgag tggtgaagct 180  
aaagatgtag atgctcttag tagaactcgt actgttggtg aagtgattga tgcaatgaaa 240

gctgaaattt ctggt 255

<210> 87  
<211> 85  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種  
  
<400> 87

Val Asp Ser Gly Leu Leu Ala Lys Ala Glu Gln Val Val Leu Glu Val  
1 5 10 15  
  
Leu Ala Ser Lys Thr Gly Tyr Glu Thr Glu Leu Ile Glu Leu Asp Met  
20 25 30  
  
Glu Leu Glu Thr Glu Leu Gly Ile Asp Ser Ile Lys Arg Val Glu Ile  
35 40 45  
  
Leu Ser Glu Val Gln Ala Gln Leu Ser Val Glu Ala Lys Asp Val Asp  
50 55 60  
  
Ala Leu Ser Arg Thr Arg Thr Val Gly Glu Val Ile Asp Ala Met Lys  
65 70 75 80  
  
Ala Glu Ile Ser Gly  
85

<210> 88  
<211> 254  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 88  
ttgattctgg tttggttagca aaggcggaac aagttgtatt ggaagtattg gcatcgaaga 60  
ctggttatga gactgagttg attgaattgg atatggaatt ggaaaccgaa cttggtattg 120  
attctatcaa gagagtagaa attctttctg aagttcaagc tcaattgagt gttgaagcta 180  
aagatgtaga tgctcttagt agaactcgta ctgttggtga agtgattgat gcaatgaaag 240  
ccgaaatttc tggt 254

<210> 89  
<211> 85  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種  
  
<400> 89

Val Asp Ser Gly Leu Leu Ala Lys Ala Glu Gln Val Val Leu Glu Val  
1 5 10 15  
  
Leu Ala Ser Lys Thr Gly Tyr Glu Thr Glu Leu Ile Glu Leu Asp Met  
20 25 30  
  
Glu Leu Glu Thr Glu Leu Gly Ile Asp Ser Ile Lys Arg Val Glu Ile  
35 40 45  
  
Leu Ser Glu Val Gln Ala Gln Leu Ser Val Glu Ala Lys Asp Val Asp  
50 55 60

Ala Leu Ser Arg Thr Arg Thr Val Gly Glu Val Ile Asp Ala Met Lys  
65 70 75 80

Ala Glu Ile Ser Gly  
85

<210> 90  
<211> 255  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 90  
gttgattctg gtttggttggc aaaagcggaa caagttgtat tgggaagtgtt agcatccaag 60  
actgggttatg aaactgagtt gattgaatta gatattggaat tggaaaccga acttggtatt 120  
gattctatca agagagtaga aattctttct gaagttcaag ctcaattgag tgttgaagct 180  
aaagatgtag atgctcttag tagaactcgt actggttggtg aagtgattga tgcaatgaaa 240  
gctgaaattt ctggt 255

<210> 91  
<211> 85  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 91  
Val Asp Ser Gly Leu Leu Ala Lys Ala Glu Gln Val Val Leu Glu Val  
1 5 10 15

Leu Ala Ser Lys Thr Gly Tyr Glu Thr Glu Leu Ile Glu Leu Asp Met  
20 25 30

Glu Leu Glu Thr Glu Leu Gly Ile Asp Ser Ile Lys Arg Val Glu Ile  
35 40 45

Leu Ser Glu Val Gln Ala Gln Leu Ser Val Glu Ala Lys Asp Val Asp  
50 55 60

Ala Leu Ser Arg Thr Arg Thr Val Gly Glu Val Ile Asp Ala Met Lys  
65 70 75 80

Ala Glu Ile Ser Gly  
85

<210> 92  
<211> 255  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 92  
gttgattctg gtttggttagc aaaggcggaa caagttgtat tgggaagtatt ggcattctaag 60  
actgggttatg agactgagtt gattgaattg gatattggaat tggaaactga acttggtatt 120  
gattctatca agagagtaga aattctttct gaagttcaag ctcaattgaa tgttgaagct 180  
aaagatgtag atgctcttag tagaactcgt actggttggtg aagtgattga tgcaatgaaa 240  
gccgaaattg ctggt 255

<210> 93  
<211> 85



<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 93

Val Asp Ser Gly Leu Leu Ala Lys Ala Glu Gln Val Val Leu Glu Val  
1 5 10 15

Leu Ala Ser Lys Thr Gly Tyr Glu Thr Glu Leu Ile Glu Leu Asp Met  
20 25 30

Glu Leu Glu Thr Glu Leu Gly Ile Asp Ser Ile Lys Arg Val Glu Ile  
35 40 45

Leu Ser Glu Val Gln Ala Gln Leu Asn Val Glu Ala Lys Asp Val Asp  
50 55 60

Ala Leu Ser Arg Thr Arg Thr Val Gly Glu Val Ile Asp Ala Met Lys  
65 70 75 80

Ala Glu Ile Ala Gly  
85

<210> 94  
<211> 255  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 94  
gttgattctg gtttgttggc aaaagcggaa caagttgtat tggagtggt agcatgcaag 60  
actggttatg aaactgagtt gattgaattg gatatggaat tggaaactga acttggtatt 120  
gattctatca agagagtaga aattctttct gaagttcaag ctcaattgag tgttgaagct 180  
aaagatgtag atgctcttag tagaactcgt actgttggtg aagtgattga tgcaatgaaa 240  
gccgaaattt ctggt 255

<210> 95  
<211> 85  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 95

Val Asp Ser Gly Leu Leu Ala Lys Ala Glu Gln Val Val Leu Glu Val  
1 5 10 15

Leu Ala Cys Lys Thr Gly Tyr Glu Thr Glu Leu Ile Glu Leu Asp Met  
20 25 30

Glu Leu Glu Thr Glu Leu Gly Ile Asp Ser Ile Lys Arg Val Glu Ile  
35 40 45

Leu Ser Glu Val Gln Ala Gln Leu Ser Val Glu Ala Lys Asp Val Asp  
50 55 60

Ala Leu Ser Arg Thr Arg Thr Val Gly Glu Val Ile Asp Ala Met Lys  
65 70 75 80

Ala Glu Ile Ser Gly  
85

<210> 96  
<211> 255  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種  
  
<400> 96  
gttgattctg gtttgtttagc aaaggcggaa caagtagtat tggaagtatt ggcattctaag 60  
actggttatg aaactgagtt gattgaatta gatattggaat tggaaactga acttggtatt 120  
gattctatca agagagtaga aattctttct gaagttcaag ctcaattgaa tgtggaagct 180  
aaagatgtgg atgctcttag tagaactcgt actgttggtg aagtgattga tgcaatgaaa 240  
gccgaaattg ctggt 255

<210> 97  
<211> 85  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種  
  
<400> 97  
Val Asp Ser Gly Leu Leu Ala Lys Ala Glu Gln Val Val Leu Glu Val  
1 5 10 15  
  
Leu Ala Ser Lys Thr Gly Tyr Glu Thr Glu Leu Ile Glu Leu Asp Met  
20 25 30  
  
Glu Leu Glu Thr Glu Leu Gly Ile Asp Ser Ile Lys Arg Val Glu Ile  
35 40 45  
  
Leu Ser Glu Val Gln Ala Gln Leu Asn Val Glu Ala Lys Asp Val Asp  
50 55 60  
  
Ala Leu Ser Arg Thr Arg Thr Val Gly Glu Val Ile Asp Ala Met Lys  
65 70 75 80  
  
Ala Glu Ile Ala Gly  
85

<210> 98  
<211> 255  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種  
  
<400> 98  
gccaacctg cacttttggc aaaggcggaa caagtagtat tggaagtatt ggcattccaag 60  
accggttatg aaactgagct gattgaattg gatattggaat tggaaactga acttggtatt 120  
gattcaatca agagagtaga aattctgtcc gaagttcaag cagaattgag tgttgaagca 180  
aaagatgtag acgctctaag tagaaccctg actgttgggg aagtgatcga tgcaatgaaa 240  
gctgaaattg ctggc 255

<210> 99  
<211> 85  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種  
  
<400> 99  
Ala Asn Pro Ala Leu Leu Ala Lys Ala Glu Gln Val Val Leu Glu Val

5

gagttaaatc catttctaaa gtctcatcaa attcatggta aaaatgtttt gcctatgact 1440  
gtagcaattg gatatacttg tcacttgggt aagaatTTTT atgctgggtca tcatttgtgg 1500  
ggagttgaag atgctcaatt gttcagtggt gttgtaattg accatgcggg gcaagctcaa 1560  
gtgaaattaa cggaacagag tttggatgat gatggcaagg taaaagttca agctgttctg 1620  
actgcttcaa acgataatgg aaaaatggta cctgcataca aagcagtgat tgttttggga 1680  
aaaacaagta gacctgcgtt tattttgaaa gatttttcat tgcaagaatc taattctcgc 1740  
agtgctgatg agttgtatga tggtaaaact ttgtttcatg gtccattatt tcgtggaatt 1800  
accaagttgt tgaatgtatc tgatacttca ctaacaactc aatgtaccaa tattgatttg 1860  
actgctactg aacgtgggtc atttgcggt atcgaacctg tgaatccttt tatggcggat 1920  
gctgcatttc aagctatgct tgtatgggtt agaaatttaa ggaatagtgc atctttacca 1980  
aacaattgtg aaagagtaga tatctataaa ccaatagcac ctggtgaaaa gtattacact 2040  
actttgcaag ctttgggtaa tacctccggt tctgttctca agtctgtatt ttatatgcac 2100  
gatgaacaag gagaagtatt tctatctgga agagctagtg ttgttgtgaa t 2151

<210> 101  
<211> 717  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 101

Val Ser Ser Ile Glu Ser Ser Tyr Gly Lys Ile Gly Gly Phe Val Tyr  
1 5 10 15  
Gln His Phe His Asp Ser Asp Tyr Gly Met Gln Leu Gly Trp Ala Leu  
20 25 30  
Met Ala Ala Lys His Leu Lys Glu Ser Leu Asn Asp Pro Ile Lys Asn  
35 40 45  
Gly Arg Thr Phe Phe Leu Ala Val Ala Arg Met Asn Gly Lys Leu Gly  
50 55 60  
Met Asp Asn Ala Ser Val His Asp Gln Gly Ile Val Glu Ser Cys Gly  
65 70 75 80  
Ile Ala Glu Arg Gly Ala Ile Phe Gly Leu Cys Lys Thr Leu Asp Leu  
85 90 95  
Glu Trp Pro Asn Val Phe Ala Arg Gly Val Asp Ile Ala Glu Gly Met  
100 105 110  
Ser Tyr Ser Leu Ala Ala Glu Leu Ile Val Asp Glu Ile Ser Cys Ala  
115 120 125  
Asn Leu Ser Ile Arg Glu Ser Gly Tyr Thr Ile Ser Gly Glu Arg Phe  
130 135 140  
Thr Thr Glu Ala His Lys Leu Val Thr Gly Lys Pro His Ala Pro Ile  
145 150 155 160  
Lys Lys Lys Asp Ala Phe Leu Val Ser Gly Gly Ala Arg Gly Ile Thr



Phe Leu Lys Ser His Gln Ile His Gly Lys Asn Val Leu Pro Met Thr  
465 470 475 480

Val Ala Ile Gly Tyr Leu Ala His Leu Val Lys Asn Phe Tyr Ala Gly  
485 490 495

His His Leu Trp Gly Val Glu Asp Ala Gln Leu Phe Ser Gly Val Val  
500 505 510

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

Asp Asp Asp Gly Lys Val Lys Val Gln Ala Val Leu Thr Ala Ser Asn  
530 535 540

Asp Asn Gly Lys Met Val Pro Ala Tyr Lys Ala Val Ile Val Leu Gly  
545 550 555 560

Lys Thr Ser Arg Pro Ala Phe Ile Leu Lys Asp Phe Ser Leu Gln Glu  
565 570 575

Ser Asn Ser Arg Ser Ala Asp Glu Leu Tyr Asp Gly Lys Thr Leu Phe  
580 585 590

His Gly Pro Leu Phe Arg Gly Ile Thr Lys Leu Leu Asn Val Ser Asp  
595 600 605

Thr Ser Leu Thr Thr Gln Cys Thr Asn Ile Asp Leu Thr Ala Thr Glu  
610 615 620

Arg Gly Gln Phe Ala Asp Ile Glu Pro Val Asn Pro Phe Met Ala Asp  
625 630 635 640

Ala Ala Phe Gln Ala Met Leu Val Trp Val Arg Asn Leu Arg Asn Ser  
645 650 655

Ala Ser Leu Pro Asn Asn Cys Glu Arg Val Asp Ile Tyr Lys Pro Ile  
660 665 670

Ala Pro Gly Glu Lys Tyr Tyr Thr Thr Leu Gln Ala Leu Gly Asn Thr  
675 680 685

Ser Gly Ser Val Leu Lys Ser Val Phe Tyr Met His Asp Glu Gln Gly  
690 695 700

Glu Val Phe Leu Ser Gly Arg Ala Ser Val Val Val Asn  
705 710 715

<210> 102  
<211> 1311  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 102  
ttaagtgttg gtgataatat ttgtcatgat caacgtgttg ctgttggttg tatggctgtt 60  
atgtatgctg gttgtcaaaa tcaacatgaa ttttggcaat ctttacaagg taaaaatag 120  
aattcaaaat cgatttcaca aaatcgttta ggttctgagt atagagaaga acatttttaa 180

```

cctgaaagaa gtaaataattc cgataccttt tgtaatgaaa gatatgggtt tattgatgag 240
aatgttcaaa gtgaacatga acttttatta aaacttgcaa aagatgctat tgcggataca 300
aaaggttcta ttgatttgaa taaaaccgga atcgtttagt gttgcttatc ttttccaatg 360
gataatttac aaggtgattt attaaatttg tatcaatgtc acattgaaaa gaaaattggg 420
ccaaatgcat taaaagatgt gaatttatgg tctaaaagaa ccaccaacgg aaaagatgat 480
aaaaaagcct attttgatcc tgcctctttc gtagctgaac aattagatat gggaccatta 540
cattatagtt tagatgctgc ttgtgctgtc gcactttatg tattaagact tgctcaagat 600
catttattaa gtgggtgctgc tgatacaatg ttatgtgggt catcttgttt acctgaacct 660
ttttttatct tatctgggtt ttctactttt catgcaatgc cattatctgg tgatgtttct 720
gtcctcttgc ataaaacttc acaaggtctt acacctgggt aaggtgggtgc tattatggta 780
cttaaacgat taaatgatgc aatccgtgat ggtgatagaa tttatgggtac tttacttgggt 840
gctgaattaa gtaatgctgg ttgtgggtta ccattgagtc cacatatgcc aagtgaattt 900
gattgtatgg aaaaagcttt acaaagagta cacagattac catcatctat tcaatatggt 960
gagtgtcatg caactggtag accacaaggt gataaagttg aaattgatgc tatgacaaaa 1020
tgttttggtg aacatttacc aaggtttggt tcaacgaaag ggaattttgg tcatacactt 1080
gttgctgctg gttttgctgg tatgtgtaaa gttttattat caatgcaata tgggtgaaata 1140
ccaccaactc caggtcttga aaatccagac aatattatgc atgatttagt tgttactgaa 1200
acaattccat ggcctaatac aaatgggtgat ttgaaacgtg catgtttatc tgcttttgga 1260
ttcgggtggta ctaatgcaca tgctgtatct gaagagtatc gttcagattt a 1311

```

<210> 103  
 <211> 437  
 <212> PRT  
 <213> 破囊壺菌物種

<400> 103

```

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

```

Ser Gly Cys Leu Ser Phe Pro Met Asp Asn Leu Gln Gly Asp Leu Leu  
115 120 125

Asn Leu Tyr Gln Cys His Ile Glu Lys Lys Ile Gly Pro Asn Ala Leu  
130 135 140

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

Lys Lys Ala Tyr Phe Asp Pro Ala Ser Phe Val Ala Glu Gln Leu Asp  
165 170 175

Met Gly Pro Leu His Tyr Ser Leu Asp Ala Ala Cys Ala Ser Ala Leu  
180 185 190

Tyr Val Leu Arg Leu Ala Gln Asp His Leu Leu Ser Gly Ala Ala Asp  
195 200 205

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

Ser Gly Phe Ser Thr Phe His Ala Met Pro Leu Ser Gly Asp Val Ser  
225 230 235 240

Ala Pro Leu His Lys Thr Ser Gln Gly Leu Thr Pro Gly Glu Gly Gly  
245 250 255

Ala Ile Met Val Leu Lys Arg Leu Asn Asp Ala Ile Arg Asp Gly Asp  
260 265 270

Arg Ile Tyr Gly Thr Leu Leu Gly Ala Glu Leu Ser Asn Ala Gly Cys  
275 280 285

Gly Leu Pro Leu Ser Pro His Met Pro Ser Glu Phe Asp Cys Met Glu  
290 295 300

Lys Ala Leu Gln Arg Val His Arg Leu Pro Ser Ser Ile Gln Tyr Val  
305 310 315 320

Glu Cys His Ala Thr Gly Thr Pro Gln Gly Asp Lys Val Glu Ile Asp  
325 330 335

Ala Met Thr Lys Cys Phe Gly Glu His Leu Pro Arg Phe Gly Ser Thr  
340 345 350

Lys Gly Asn Phe Gly His Thr Leu Val Ala Ala Gly Phe Ala Gly Met  
355 360 365

Cys Lys Val Leu Leu Ser Met Gln Tyr Gly Glu Ile Pro Pro Thr Pro  
370 375 380

Gly Leu Glu Asn Pro Asp Asn Ile Met His Asp Leu Val Val Thr Glu  
385 390 395 400

Thr Ile Pro Trp Pro Asn Thr Asn Gly Asp Leu Lys Arg Ala Cys Leu  
405 410 415



Ser Ala Phe Gly Phe Gly Gly Thr Asn Ala His Ala Val Phe Glu Glu  
420 425 430

Tyr Arg Ser Asp Leu  
435

<210> 104  
<211> 1323  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 104  
aaaattgcta ttgttggtat ggaatctgaa tttggtactt tgaaaggatt acaagaattt 60  
gaacgtgcta tttacaatgg tggatcatgg gcatgtgatt tacctgaaaa tagatggaga 120  
tttcttgagg aagataaaga atttttacaa gcttgtgggt taaaaaatt accaagaggt 180  
tgattatatta aagaagtgg aactgatttt aaaaggttac gtttaccaat gatacaggag 240  
gatattctaa gacctttaca gttgtagct gtttcgatta tcgacagagc acttaacgca 300  
tctgggtgta aaccaaattgg caaagttgca gttttagttg gatttaggtac tgatcttgaa 360  
ttatatcgtc atcgtgctcg tgttgcatga aaggaacgcc tccaaactgc ggtcaaagaa 420  
gatattcctt tacttgaaaa gttaatgaac tatgtcaatg atagaggtag aagtacatca 480  
tatacatctt atattggaaa tttgggtgca actcgagttt catcattatg gggttttact 540  
ggtccatcat tcacgattac tgaaggtagaa aattccgtat atcgttgtct tgatttgagg 600  
agatgggtct tagctaattgg tgaagtagat gctgtgtgtt ttgccggggg tgatttatgt 660  
ggtagtgctg aaaatctttt tgtaaaatct cgtagaagta aagtttccac acaaaatgaa 720  
ccatttgcaa attttgaaatc aaatgctgat ggatattttg ctggagatgg ttgtggagct 780  
ttggttttga aacgattgag tgattgtacg gattcaactg aaaaaattta tgcaacggtg 840  
gattcaattg ctgttggtga tgaagttggc ccaactatta aacaagcttt gaagaatgca 900  
tccatagcag cgaaagatat tgaactggca gagctatcag caagttcagg caaacatcat 960  
tctggtagaa tcacttgtag agatgaacta aatgaactgg gtgaaatttt caatgaagggt 1020  
atacaaagag ttgcaattgg tagtgtgaaa gctaattgtg gagatgttgg atatgcatct 1080  
ggtgcagcaa gtttaataca aacggctttg tgctgtaca accgatattt accaaagtta 1140  
ccaaattgga ataagccaac gaaagatgtt gaatgggtcca aatcattttt tgtatgtgaa 1200  
cattctagag catggttgaa aaatgttgat gaaaatagac atgctgtcgt ttctggagtt 1260  
tgcgaaaatg gttcgtgtta tggaatcgta atgtctgatg tacaaggaca tcatgaagaa 1320  
tcg 1323

<210> 105  
<211> 441  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 105

Lys Ile Ala Ile Val Gly Met Glu Ser Glu Phe Gly Thr Leu Lys Gly  
1 5 10 15

Leu Gln Glu Phe Glu Arg Ala Ile Tyr Asn Gly Gly His Gly Ala Cys  
20 25 30



|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Asp | Leu | Pro | Glu | Asn | Arg | Trp | Arg | Phe | Leu | Gly | Glu | Asp | Lys | Glu | Phe |
|     |     | 35  |     |     |     |     | 40  |     |     |     |     | 45  |     |     |     |
| Leu | Gln | Ala | Cys | Gly | Leu | Gln | Lys | Leu | Pro | Arg | Gly | Cys | Tyr | Ile | Lys |
|     | 50  |     |     |     |     | 55  |     |     |     |     | 60  |     |     |     |     |
| Glu | Val | Glu | Thr | Asp | Phe | Lys | Arg | Leu | Arg | Leu | Pro | Met | Ile | Gln | Glu |
| 65  |     |     |     |     | 70  |     |     |     |     | 75  |     |     |     |     | 80  |
| Asp | Ile | Leu | Arg | Pro | Leu | Gln | Leu | Leu | Ala | Val | Ser | Ile | Ile | Asp | Arg |
|     |     |     |     | 85  |     |     |     |     | 90  |     |     |     |     | 95  |     |
| Ala | Leu | Asn | Ala | Ser | Gly | Val | Lys | Pro | Asn | Gly | Lys | Val | Ala | Val | Leu |
|     |     |     | 100 |     |     |     |     | 105 |     |     |     |     | 110 |     |     |
| Val | Gly | Leu | Gly | Thr | Asp | Leu | Glu | Leu | Tyr | Arg | His | Arg | Ala | Arg | Val |
|     |     | 115 |     |     |     |     | 120 |     |     |     |     | 125 |     |     |     |
| Ala | Leu | Lys | Glu | Arg | Leu | Gln | Thr | Ala | Val | Lys | Glu | Asp | Ile | Pro | Leu |
|     | 130 |     |     |     |     | 135 |     |     |     |     | 140 |     |     |     |     |
| Leu | Glu | Lys | Leu | Met | Asn | Tyr | Val | Asn | Asp | Arg | Gly | Thr | Ser | Thr | Ser |
| 145 |     |     |     |     | 150 |     |     |     |     | 155 |     |     |     |     | 160 |
| Tyr | Thr | Ser | Tyr | Ile | Gly | Asn | Leu | Val | Ala | Thr | Arg | Val | Ser | Ser | Leu |
|     |     |     |     | 165 |     |     |     |     | 170 |     |     |     |     | 175 |     |
| Trp | Gly | Phe | Thr | Gly | Pro | Ser | Phe | Thr | Ile | Thr | Glu | Gly | Glu | Asn | Ser |
|     |     |     | 180 |     |     |     |     | 185 |     |     |     |     | 190 |     |     |
| Val | Tyr | Arg | Cys | Leu | Asp | Leu | Gly | Arg | Trp | Phe | Leu | Ala | Asn | Gly | Glu |
|     |     | 195 |     |     |     |     | 200 |     |     |     |     | 205 |     |     |     |
| Val | Asp | Ala | Val | Val | Val | Ala | Gly | Val | Asp | Leu | Cys | Gly | Ser | Ala | Glu |
|     | 210 |     |     |     |     | 215 |     |     |     |     | 220 |     |     |     |     |
| Asn | Leu | Phe | Val | Lys | Ser | Arg | Arg | Ser | Lys | Val | Ser | Thr | Gln | Asn | Glu |
| 225 |     |     |     |     | 230 |     |     |     |     | 235 |     |     |     |     | 240 |
| Pro | Phe | Ala | Asn | Phe | Glu | Ser | Asn | Ala | Asp | Gly | Tyr | Phe | Ala | Gly | Asp |
|     |     |     |     | 245 |     |     |     |     | 250 |     |     |     |     | 255 |     |
| Gly | Cys | Gly | Ala | Leu | Val | Leu | Lys | Arg | Leu | Ser | Asp | Cys | Thr | Asp | Ser |
|     |     |     | 260 |     |     |     |     | 265 |     |     |     |     | 270 |     |     |
| Thr | Glu | Lys | Ile | Tyr | Ala | Thr | Val | Asp | Ser | Ile | Ala | Val | Gly | Asp | Glu |
|     |     | 275 |     |     |     |     | 280 |     |     |     |     | 285 |     |     |     |
| Val | Gly | Pro | Thr | Ile | Lys | Gln | Ala | Leu | Lys | Asn | Ala | Ser | Ile | Ala | Ala |
|     | 290 |     |     |     |     | 295 |     |     |     |     | 300 |     |     |     |     |
| Lys | Asp | Ile | Glu | Leu | Ala | Glu | Leu | Ser | Ala | Ser | Ser | Gly | Lys | His | His |
| 305 |     |     |     |     | 310 |     |     |     |     | 315 |     |     |     |     | 320 |
| Ser | Gly | Arg | Ile | Thr | Cys | Glu | Asp | Glu | Leu | Asn | Glu | Leu | Gly | Glu | Ile |

325330335

Phe Asn Glu Gly Ile Gln Arg Val Ala Ile Gly Ser Val Lys Ala Asn  
340345350

Val Gly Asp Val Gly Tyr Ala Ser Gly Ala Ala Ser Leu Ile Lys Thr  
355360365

Ala Leu Cys Leu Tyr Asn Arg Tyr Leu Pro Lys Leu Pro Asn Trp Asn  
370375380

Lys Pro Thr Lys Asp Val Glu Trp Ser Lys Ser Phe Phe Val Cys Glu  
385390395400

His Ser Arg Ala Trp Leu Lys Asn Val Asp Glu Asn Arg His Ala Val  
405410415

Val Ser Gly Val Cys Glu Asn Gly Ser Cys Tyr Gly Ile Val Met Ser  
420425430

Asp Val Gln Gly His His Glu Glu Ser  
435440

<210> 106  
<211> 1353  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 106  
cctacaatag atattgactc caatgtgttt gctgagatgc ttaatctacc gcaggataaa 60  
aacaataaat ttgcggtcgc attggttacc acaccaaata aactccagcg tgaaatagaa 120  
cttgctgtga agggatttcc acgttgcgta aaagcaaaaa gagattggtg ttctccatct 180  
ggaagtatth ttgcttgtaa tccactcaaa agtgataata ttgcatttat gtatggtgaa 240  
ggccgaagcc catatgctgg actgggatat gatttgcac gaatttggcc tatgctacac 300  
gagttggtta acaatagaac tacagaactt tgggatcaag gtgatagttg gtatttacct 360  
cgatctagct ctgttgctga aaaagaaaaa gtcttcggag attttgataa gaatcaaatt 420  
gaaatgttta gattgggtat ttttgtatca atgtgtttca ctgatatggc cactgaactt 480  
ttgggtttta aaccctaaagc cgcgtttggt ttaagtttgg gtgaaatata tatgcttttt 540  
gcattttcta aaaagaatac caagttgtcc aaagaattga cccgtcgtct aaaagaagca 600  
aaagtttggg catcaccaatt agctgttgaa ttgcagcta ttcgagattt gtggaatatt 660  
ccagctgata aatctattga tgaattttgg caagggtatt ttgtttacgc aaatogaacc 720  
ctggtcgaga acacaattgg ggagaataaa tttgttcgtt tgttgattgt aaatgattcg 780  
caaagttgtc taattgccgg gaaaccagat gaatgtcaaa aagttattga gaagcttcat 840  
ttgaagctac cggcgggttcc agtaactcag ggtatgatcg gtcattgccc agaagcaatt 900  
ccttatctag atcaaatacag tcatattcat gaaatgcttg aaattccaaa acccgaaaaat 960  
gtgaaattgt ttacaactag tgaaaacaga gaattagtgt cgatgaaaga ttccgtgtca 1020  
aaattgggtg ctgagattta tcagcatgtt gctgattttc caaacatcgt gaacaagggt 1080  
aaagaaaactt gcaaaaactga tatattttatt gaattgggat cgaacaatta tcgatctgga 1140

gctgtcaaaa caatttttagg tccagaaatc gtttctgttg caattgatag gcaaaatgaa 1200  
actgcatggg gtcaactaat gaagatgggt gcatcggtga taagtcacg agttccgggt 1260  
gttgaattga aaaaactcta tcacctgaa ttgctgaaat ttgatccaca ggcaaaaccg 1320  
aatcgtttca tcagaaatat agaactgaat gga 1353

<210> 107  
<211> 451  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 107

Pro Thr Ile Asp Ile Asp Ser Asn Val Phe Ala Glu Met Leu Asn Leu  
1 5 10 15

Pro Gln Asp Lys Asn Lys Lys Phe Ala Val Ala Leu Val Thr Thr Pro  
20 25 30

Asn Lys Leu Gln Arg Glu Ile Glu Leu Ala Val Lys Gly Ile Pro Arg  
35 40 45

Cys Val Lys Ala Lys Arg Asp Trp Cys Ser Pro Ser Gly Ser Ile Phe  
50 55 60

Ala Cys Asn Pro Leu Lys Ser Asp Asn Ile Ala Phe Met Tyr Gly Glu  
65 70 75 80

Gly Arg Ser Pro Tyr Ala Gly Leu Gly Tyr Asp Leu His Arg Ile Trp  
85 90 95

Pro Met Leu His Glu Leu Val Asn Asn Arg Thr Thr Glu Leu Trp Asp  
100 105 110

Gln Gly Asp Ser Trp Tyr Leu Pro Arg Ser Ser Ser Val Ala Glu Lys  
115 120 125

Glu Lys Val Phe Gly Asp Phe Asp Lys Asn Gln Ile Glu Met Phe Arg  
130 135 140

Leu Gly Ile Phe Val Ser Met Cys Phe Thr Asp Met Ala Thr Glu Leu  
145 150 155 160

Leu Gly Leu Lys Pro Lys Ala Ala Phe Gly Leu Ser Leu Gly Glu Ile  
165 170 175

Ser Met Leu Phe Ala Phe Ser Lys Lys Asn Thr Lys Leu Ser Lys Glu  
180 185 190

Leu Thr Arg Arg Leu Lys Glu Ala Lys Val Trp Ala Ser Gln Leu Ala  
195 200 205

Val Glu Phe Ala Ala Ile Arg Asp Leu Trp Asn Ile Pro Ala Asp Lys  
210 215 220

Ser Ile Asp Glu Phe Trp Gln Gly Tyr Phe Val Tyr Ala Asn Arg Thr  
225 230 235 240

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

Val Asn Asp Ser Gln Ser Cys Leu Ile Ala Gly Lys Pro Asp Glu Cys  
260 265 270

Gln Lys Val Ile Glu Lys Leu His Leu Lys Leu Pro Ala Val Pro Val  
275 280 285

Thr Gln Gly Met Ile Gly His Cys Pro Glu Ala Ile Pro Tyr Leu Asp  
290 295 300

Gln Ile Ser His Ile His Glu Met Leu Glu Ile Pro Lys Pro Glu Asn  
305 310 315 320

Val Lys Leu Phe Thr Thr Ser Glu Asn Arg Glu Leu Val Ser Met Lys  
325 330 335

Asp Ser Val Ser Lys Leu Val Ala Glu Ile Tyr Gln His Val Ala Asp  
340 345 350

Phe Pro Asn Ile Val Asn Lys Val Lys Glu Thr Cys Lys Thr Asp Ile  
355 360 365

Phe Ile Glu Leu Gly Ser Asn Asn Tyr Arg Ser Gly Ala Val Lys Thr  
370 375 380

Ile Leu Gly Pro Glu Ile Val Ser Val Ala Ile Asp Arg Gln Asn Glu  
385 390 395 400

Thr Ala Trp Gly Gln Leu Met Lys Met Val Ala Ser Leu Ile Ser His  
405 410 415

Arg Val Pro Gly Val Glu Leu Lys Lys Leu Tyr His Pro Glu Leu Leu  
420 425 430

Lys Phe Asp Pro Gln Ala Lys Pro Asn Arg Phe Ile Arg Asn Ile Glu  
435 440 445

Leu Asn Gly  
450

<210> 108  
<211> 1203  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 108  
ctcaaaacat atgaggttga ctatcctttg tacacaggtg ccatggctaa aggaattgcg 60  
tctgctgatt tggttattgc tgctggtaaa tcaaagatct tggcatcatt tggagctggt 120  
gggttggcct tacaagtggc agaagatgcc attaaacaaa ttaaagctga attgggggaac 180  
ggtccgtttg ctgtaaatth gattcattca ccattcgatc ctagcttgga gaagggtaac 240  
gttgatcttt ttctaaaata taacgttcga tttgttgaag tatccgcatt tatgtcatta 300  
accctcagg ttgtacgata cagagccgct ggtttggcca aagcaagaga tggatctgtg 360

aaaattcaaa atcgtattat tgccaaaatt tcaagaacag agtttagcgga actgttcttg 420  
aaaccagcac ccaaaaatat tttagatgca ttggttgcg atggatctat tagtcaagaa 480  
caagcccaac ttgcattact tgtgccaatg gctgatgata ttactgtgga agctgattct 540  
ggtgggcata ctgacaatcg accaattcat gttttgttac ctttgataat tcagcaaaga 600  
aatagaatth gtaaacaata cccaaaacat ttaaaagttc gaatcggagc agctgggtgt 660  
attggatgcc cgaaggcagc atttgctgcg tttgagatgg gtgctgcata cattgcaact 720  
ggaacggtaa atcaactttc aaaggaagca ggtacttggt actatgtacg taaagtattg 780  
aataaagcta catattcgga tgttaccatg gctccagccg cagatatgtt cgatcatggt 840  
gttgaattac aagttttgaa gaaaggact atgtttcctt cacgtgctaa aaaactatac 900  
gatttggtca aaaaatacaa atcgattgag gaattaccag cagatgaggt gaaaaaactt 960  
gagcaaaaag ttttcaaaaa gtcgtttgat gaagtatggg atgagaccaa gaattactat 1020  
attaatcggt tacattctcc cgaaaaaatt gaacgtgctg aaagagatgc aaaacttaaa 1080  
atgtcggtat gttttcggtg gtatttgctg aagtcttcca gatgggctaa taccgggtgaa 1140  
tctggaagag tgcaggatta tcaaatttg tgtggtccag caattgggtc atataatgat 1200  
ttt 1203

<210> 109  
<211> 401  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種  
  
<400> 109

Leu Lys Thr Tyr Glu Val Asp Tyr Pro Leu Tyr Thr Gly Ala Met Ala  
1 5 10 15  
  
Lys Gly Ile Ala Ser Ala Asp Leu Val Ile Ala Ala Gly Lys Ser Lys  
20 25 30  
  
Ile Leu Ala Ser Phe Gly Ala Gly Gly Leu Ala Leu Gln Val Val Glu  
35 40 45  
  
Asp Ala Ile Lys Gln Ile Lys Ala Glu Leu Gly Asn Gly Pro Phe Ala  
50 55 60  
  
Val Asn Leu Ile His Ser Pro Phe Asp Pro Ser Leu Glu Lys Gly Asn  
65 70 75 80  
  
Val Asp Leu Phe Leu Lys Tyr Asn Val Arg Phe Val Glu Val Ser Ala  
85 90 95  
  
Phe Met Ser Leu Thr Pro Gln Val Val Arg Tyr Arg Ala Ala Gly Leu  
100 105 110  
  
Ala Lys Ala Arg Asp Gly Ser Val Lys Ile Gln Asn Arg Ile Ile Ala  
115 120 125  
  
Lys Ile Ser Arg Thr Glu Leu Ala Glu Leu Phe Leu Lys Pro Ala Pro  
130 135 140  
  
Lys Asn Ile Leu Asp Ala Leu Val Ala Asp Gly Ser Ile Ser Gln Glu

145 150 155 160

Gln Ala Gln Leu Ala Leu Leu Val Pro Met Ala Asp Asp Ile Thr Val  
165 170 175

Glu Ala Asp Ser Gly Gly His Thr Asp Asn Arg Pro Ile His Val Leu  
180 185 190

Leu Pro Leu Ile Ile Gln Gln Arg Asn Arg Ile Cys Lys Gln Tyr Pro  
195 200 205

Lys His Leu Lys Val Arg Ile Gly Ala Ala Gly Gly Ile Gly Cys Pro  
210 215 220

Lys Ala Ala Phe Ala Ala Phe Glu Met Gly Ala Ala Tyr Ile Ala Thr  
225 230 235 240

Gly Thr Val Asn Gln Leu Ser Lys Glu Ala Gly Thr Cys Asp Tyr Val  
245 250 255

Arg Lys Val Leu Asn Lys Ala Thr Tyr Ser Asp Val Thr Met Ala Pro  
260 265 270

Ala Ala Asp Met Phe Asp His Gly Val Glu Leu Gln Val Leu Lys Lys  
275 280 285

Gly Thr Met Phe Pro Ser Arg Ala Lys Lys Leu Tyr Asp Leu Phe Lys  
290 295 300

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

Glu Gln Lys Val Phe Lys Lys Ser Phe Asp Glu Val Trp Asp Glu Thr  
325 330 335

Lys Asn Tyr Tyr Ile Asn Arg Leu His Ser Pro Glu Lys Ile Glu Arg  
340 345 350

Ala Glu Arg Asp Ala Lys Leu Lys Met Ser Leu Cys Phe Arg Trp Tyr  
355 360 365

Leu Ser Lys Ser Ser Arg Trp Ala Asn Thr Gly Glu Ser Gly Arg Val  
370 375 380

Gln Asp Tyr Gln Ile Trp Cys Gly Pro Ala Ile Gly Ser Tyr Asn Asp  
385 390 395 400

Phe

<210> 110  
<211> 1350  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 110  
atgggttggtt tacaaatgaa aaagaaacca gtatgggaga tgagtaagga agaacaaagt 60

tctggaaaga atgttggtatt tgactatgat gaattgttgg aatttgctga aggtgatatt 120  
ggtaaagtct ttggacctaa gtttgatatt atcgataagt atagtcgacg tgtacgttta 180  
cctgcgagag aatatcttct agttaccaga gttactttga tggatgctga agttgggaat 240  
ttcagagttg gatctagaat ggttactgaa tatgatgttc cagtaaattg tgaactttca 300  
caaggtggtg atgttccatg ggctgttctt gttgaatctg gacaatgtga tcttatgtta 360  
atatcttata tgggtattga ttttcaatgt aaaggtgacg gtgtctatcg attattaaat 420  
actacgttga cgtttttacg tgttgctcat gagggtgaaa cactagtata cgatattcgt 480  
gtaactggat ttgcaaaagg tatgcacggt gaaatctcca tgtttttttt tgaatatgat 540  
tgttatgtga atggacgatt attaatcgaa atgagagatg gttgtgcggg attttttact 600  
gatgaagaac ttgcagcagg taaaggagtt attaaaactg ttgctgaact tcataaaaga 660  
aaatctattg ttccaaaatc cattaaacct tttgctctaa atccagcagt acacaaaaca 720  
atgttttctg aaaatgatat ggaaaaattg tgtgagcgtc aatgggaaaa tgtattgggt 780  
agtggacttc aaggtattga ctacaagtta tgtgcacgga aaatgcttat gattgatcgt 840  
attactaaaa tacaacataa tgggtggtgca tatggtcttg gattattggt tggcgaaaaa 900  
attcttgaac gtgatcattg gtattttcca tgccattttg taaaggatca agttatggct 960  
ggctcacttg ttagtgatgg ttgcagtcag ctactaaaac tttatatgtt atggttgggt 1020  
ttacatgatg tggttccaga ttttcaattt cgtccagttc ctggacaacc aaataaagtt 1080  
cgttgccgtg gacaaattag tccacatcgt ggtaaacttg tttatgttat ggaaataaga 1140  
gaaatgggat tcaatgaatc aactggacaa ccatatgcta ttgctgatgt tgatattatt 1200  
gatgtaaact atgaacttgg tcaatcattt gatatggctg atattgatag ttatggacgt 1260  
ggtaatttgt caaagaaaat tgtggttgat tttaaaggaa ttgctttgca aatggaaggt 1320  
accgtgaaat catcaaatat cattgattct 1350

<210> 111  
<211> 450  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種  
  
<400> 111

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



|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| Gly | Glu | Leu | Ser | Gln | Gly | Gly | Asp | Val | Pro | Trp | Ala | Val | Leu | Val | Glu |  |
|     |     |     | 100 |     |     |     |     | 105 |     |     |     |     | 110 |     |     |  |
| Ser | Gly | Gln | Cys | Asp | Leu | Met | Leu | Ile | Ser | Tyr | Met | Gly | Ile | Asp | Phe |  |
|     |     | 115 |     |     |     |     | 120 |     |     |     |     | 125 |     |     |     |  |
| Gln | Cys | Lys | Gly | Asp | Arg | Val | Tyr | Arg | Leu | Leu | Asn | Thr | Thr | Leu | Thr |  |
|     | 130 |     |     |     |     | 135 |     |     |     |     | 140 |     |     |     |     |  |
| Phe | Tyr | Gly | Val | Ala | His | Glu | Gly | Glu | Thr | Leu | Val | Tyr | Asp | Ile | Arg |  |
| 145 |     |     |     |     | 150 |     |     |     |     | 155 |     |     |     |     | 160 |  |
| Val | Thr | Gly | Phe | Ala | Lys | Gly | Met | His | Gly | Glu | Ile | Ser | Met | Phe | Phe |  |
|     |     |     |     | 165 |     |     |     |     | 170 |     |     |     |     | 175 |     |  |
| Phe | Glu | Tyr | Asp | Cys | Tyr | Val | Asn | Gly | Arg | Leu | Leu | Ile | Glu | Met | Arg |  |
|     |     |     | 180 |     |     |     |     | 185 |     |     |     |     | 190 |     |     |  |
| Asp | Gly | Cys | Ala | Gly | Phe | Phe | Thr | Asp | Glu | Glu | Leu | Ala | Ala | Gly | Lys |  |
|     |     | 195 |     |     |     |     | 200 |     |     |     |     | 205 |     |     |     |  |
| Gly | Val | Ile | Lys | Thr | Val | Ala | Glu | Leu | His | Lys | Arg | Lys | Ser | Ile | Val |  |
|     | 210 |     |     |     |     | 215 |     |     |     |     | 220 |     |     |     |     |  |
| Pro | Lys | Ser | Ile | Lys | Pro | Phe | Ala | Leu | Asn | Pro | Ala | Val | His | Lys | Thr |  |
| 225 |     |     |     |     | 230 |     |     |     |     | 235 |     |     |     |     | 240 |  |
| Met | Phe | Ser | Glu | Asn | Asp | Met | Glu | Lys | Leu | Cys | Glu | Arg | Gln | Trp | Glu |  |
|     |     |     |     | 245 |     |     |     |     | 250 |     |     |     |     | 255 |     |  |
| Asn | Val | Leu | Gly | Ser | Gly | Leu | Gln | Gly | Ile | Asp | Tyr | Lys | Leu | Cys | Ala |  |
|     |     |     | 260 |     |     |     |     | 265 |     |     |     |     | 270 |     |     |  |
| Arg | Lys | Met | Leu | Met | Ile | Asp | Arg | Ile | Thr | Lys | Ile | Gln | His | Asn | Gly |  |
|     |     | 275 |     |     |     |     | 280 |     |     |     |     | 285 |     |     |     |  |
| Gly | Ala | Tyr | Gly | Leu | Gly | Leu | Leu | Val | Gly | Glu | Lys | Ile | Leu | Glu | Arg |  |
|     | 290 |     |     |     |     | 295 |     |     |     |     | 300 |     |     |     |     |  |
| Asp | His | Trp | Tyr | Phe | Pro | Cys | His | Phe | Val | Lys | Asp | Gln | Val | Met | Ala |  |
| 305 |     |     |     |     | 310 |     |     |     |     | 315 |     |     |     |     | 320 |  |
| Gly | Ser | Leu | Val | Ser | Asp | Gly | Cys | Ser | Gln | Leu | Leu | Lys | Leu | Tyr | Met |  |
|     |     |     |     | 325 |     |     |     |     | 330 |     |     |     |     | 335 |     |  |
| Leu | Trp | Leu | Gly | Leu | His | Asp | Val | Val | Pro | Asp | Phe | Gln | Phe | Arg | Pro |  |
|     |     |     | 340 |     |     |     |     | 345 |     |     |     |     | 350 |     |     |  |
| Val | Pro | Gly | Gln | Pro | Asn | Lys | Val | Arg | Cys | Arg | Gly | Gln | Ile | Ser | Pro |  |
|     |     | 355 |     |     |     |     | 360 |     |     |     |     | 365 |     |     |     |  |
| His | Arg | Gly | Lys | Leu | Val | Tyr | Val | Met | Glu | Ile | Arg | Glu | Met | Gly | Phe |  |
|     | 370 |     |     |     |     | 375 |     |     |     |     | 380 |     |     |     |     |  |
| Asn | Glu | Ser | Thr | Gly | Gln | Pro | Tyr | Ala | Ile | Ala | Asp | Val | Asp | Ile | Ile |  |
| 385 |     |     |     |     | 390 |     |     |     |     | 395 |     |     |     |     | 400 |  |

Asp Val Asn Tyr Glu Leu Gly Gln Ser Phe Asp Met Ala Asp Ile Asp  
405 410 415

Ser Tyr Gly Arg Gly Asn Leu Ser Lys Lys Ile Val Val Asp Phe Lys  
420 425 430

Gly Ile Ala Leu Gln Met Glu Gly Thr Val Lys Ser Ser Asn Ile Ile  
435 440 445

Asp Ser  
450

<210> 112  
<211> 1200  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 112  
tgcttcaaac catttcctgg taatccttta gataacgata atacacctgg taaaatgcct 60  
ttaacatggt ttaatatgtc cgagtttatg tgtggtaaag tatcaaattg tcttggacca 120  
gaatttaaga gatttgataa ctctaaaaca tccagaagtc ctgcctttga tcttgcactt 180  
gttacacgtg ttgtgagtgat atcagatatg gaattttaaac ctcatTTaaa tattgatggt 240  
aatccaagta agggTacaat gataggtgaa tttgattgcc ctgcagatgc gtggTTTTTT 300  
caaggatcat gtaacgatgg tcatatgccg tattctattg ttatggaaat tgctcttcaa 360  
acttctgggtg tattaacttc agttttgaaa gcacctttga ctatggataa agatgatatt 420  
cttttccgca atttggatgc cactgctgaa atgggttcgaa gtgatgttga ttgtagaggt 480  
aaaactatca aaaactttac tcaatgtacc ggttacagta tgctcggaaa aatgggaatt 540  
catagattca catttgaatt atctgttgat gatgtagttt tctacaaagg atcaacatct 600  
tttggttggt tcaccctga agtattcgag tcacaagttg gtcttgataa tggtaaaaaa 660  
gtacaacat ggtatttgga acaaaaatca tctaattgtag taacttatga cgttgcgtcc 720  
actgctggca aggataagtt attttcaaag attggatcta aggatgcaca agttcaaaga 780  
agaaatacac aatgtgagtt tctagatact atgcatatta ttccaaatac tggaaagtac 840  
aacaaggtt atgctcatgg agaaaagaaa gttaatccaa acgactggtt cttttcctgt 900  
catttctggt ttgatcctgt gatgcctggt tcattaggta ttgaaagtat gtttcaactc 960  
attgaagcat tttcaattga tcaaggaatc gcttcaaaac atggatttgt gaatccaact 1020  
tttgctcatt ccaatggaaa aacttcttgg aaatacagag gtcaattgaa taacaaaggt 1080  
aaacgaatgg atagtgaat tcatatcaaa gatattgtca aaaatgctga tggtagtgtt 1140  
gatttgattg ctgatggatt tttattggtt gattcactaa gagtatactc tgcagatgat 1200

<210> 113  
<211> 400  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 113  
Cys Phe Lys Pro Phe Pro Gly Asn Pro Leu Asp Asn Asp His Thr Pro  
1 5 10 15

|            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Gly        | Lys        | Met        | Pro<br>20  | Leu        | Thr        | Trp        | Phe        | Asn<br>25  | Met        | Ser        | Glu        | Phe        | Met<br>30  | Cys        | Gly        |
| Lys        | Val        | Ser<br>35  | Asn        | Cys        | Leu        | Gly        | Pro<br>40  | Glu        | Phe        | Lys        | Arg        | Phe<br>45  | Asp        | Asn        | Ser        |
| Lys        | Thr<br>50  | Ser        | Arg        | Ser        | Pro        | Ala<br>55  | Phe        | Asp        | Leu        | Ala        | Leu<br>60  | Val        | Thr        | Arg        | Val        |
| Val<br>65  | Ser        | Val        | Ser        | Asp        | Met<br>70  | Glu        | Phe        | Lys        | Pro        | His<br>75  | Leu        | Asn        | Ile        | Asp        | Val<br>80  |
| Asn        | Pro        | Ser        | Lys        | Gly<br>85  | Thr        | Met        | Ile        | Gly        | Glu<br>90  | Phe        | Asp        | Cys        | Pro        | Ala<br>95  | Asp        |
| Ala        | Trp        | Phe        | Phe<br>100 | Gln        | Gly        | Ser        | Cys        | Asn<br>105 | Asp        | Gly        | His        | Met        | Pro<br>110 | Tyr        | Ser        |
| Ile        | Val        | Met<br>115 | Glu        | Ile        | Ala        | Leu        | Gln<br>120 | Thr        | Ser        | Gly        | Val        | Leu<br>125 | Thr        | Ser        | Val        |
| Leu        | Lys<br>130 | Ala        | Pro        | Leu        | Thr        | Met<br>135 | Asp        | Lys        | Asp        | Asp        | Ile<br>140 | Leu        | Phe        | Arg        | Asn        |
| Leu<br>145 | Asp        | Ala        | Thr        | Ala        | Glu<br>150 | Met        | Val        | Arg        | Ser        | Asp<br>155 | Val        | Asp        | Cys        | Arg        | Gly<br>160 |
| Lys        | Thr        | Ile        | Lys        | Asn<br>165 | Phe        | Thr        | Gln        | Cys        | Thr<br>170 | Gly        | Tyr        | Ser        | Met        | Leu<br>175 | Gly        |
| Lys        | Met        | Gly        | Ile<br>180 | His        | Arg        | Phe        | Thr        | Phe<br>185 | Glu        | Leu        | Ser        | Val        | Asp<br>190 | Asp        | Val        |
| Val        | Phe        | Tyr<br>195 | Lys        | Gly        | Ser        | Thr        | Ser<br>200 | Phe        | Gly        | Trp        | Phe        | Thr<br>205 | Pro        | Glu        | Val        |
| Phe        | Glu<br>210 | Ser        | Gln        | Val        | Gly        | Leu<br>215 | Asp        | Asn        | Gly        | Lys        | Lys<br>220 | Val        | Gln        | Pro        | Trp        |
| Tyr<br>225 | Leu        | Glu        | Gln        | Lys        | Ser<br>230 | Ser        | Asn        | Val        | Val        | Thr<br>235 | Tyr        | Asp        | Val        | Ala        | Ser<br>240 |
| Thr        | Ala        | Gly        | Lys        | Asp<br>245 | Lys        | Leu        | Phe        | Ser        | Lys<br>250 | Ile        | Gly        | Ser        | Lys        | Asp<br>255 | Ala        |
| Gln        | Val        | Gln        | Arg<br>260 | Arg        | Asn        | Thr        | Gln        | Cys<br>265 | Glu        | Phe        | Leu        | Asp        | Thr<br>270 | Met        | His        |
| Ile        | Ile        | Pro<br>275 | Asn        | Thr        | Gly        | Lys        | Tyr<br>280 | Asn        | Lys        | Gly        | Tyr        | Ala<br>285 | His        | Gly        | Glu        |
| Lys        | Lys<br>290 | Val        | Asn        | Pro        | Asn        | Asp<br>295 | Trp        | Phe        | Phe        | Ser        | Cys<br>300 | His        | Phe        | Trp        | Phe        |
| Asp<br>305 | Pro        | Val        | Met        | Pro        | Gly<br>310 | Ser        | Leu        | Gly        | Ile        | Glu<br>315 | Ser        | Met        | Phe        | Gln        | Leu<br>320 |

Ile Glu Ala Phe Ser Ile Asp Gln Gly Ile Ala Ser Lys His Gly Ile  
325 330 335  
Val Asn Pro Thr Phe Ala His Ser Asn Gly Lys Thr Ser Trp Lys Tyr  
340 345 350  
Arg Gly Gln Leu Asn Asn Lys Gly Lys Arg Met Asp Ser Glu Ile His  
355 360 365  
Ile Lys Asp Ile Val Lys Asn Ala Asp Gly Thr Val Asp Leu Ile Ala  
370 375 380  
Asp Gly Phe Leu Leu Val Asp Ser Leu Arg Val Tyr Ser Ala Asp Asp  
385 390 395 400

<210> 114  
<211> 1729  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 114  
aggaatcgct tcaaaacatg gtattgtgaa tccaactttt gctcattcca atggaaaaac 60  
ttcttggaat tacagaggtc aattgaataa caaaggtaaa cgaatggata gtgaaattca 120  
tatcaaagat attgtcaaaa atgctgatgg tactgttgat ttgattgctg atggattttt 180  
attggttgat tcactaagag tatactctgc agatgatctt cgcgtaaaaa ttgtaccggg 240  
aaccaaagct gcacctaagt cagtagctgc tgctccaaga catgttgcaa caccaattcc 300  
aggagtgcct tcgaatacaa gcagtgttga aatcagtttg gaatctttga agaaagaatt 360  
gttaaattctt gagaaacat tgtatcttga aacttccaat catattgtaa aacaattcgg 420  
tgacgttaac aatggccaag catccgttat tccaccatgc accatcaatg atttgggtga 480  
gcgtagtttt atggaaacat acaatgttgt tgcaccactt tacactggag ccatggctaa 540  
aggtattgca tctgctgatt tggtaattgc agctggtaaa agaaaaattt tgggttcttt 600  
tggcgctgga ggcttaccaa tgcacttggt tcgtgcttct gttgaaaaaa tccaagccgc 660  
acttcagaa ggtccatacg ctgtcaactt gattcatagt ccattcgact caaatcttga 720  
aaagggaat gtagatctat ttttgaaaa aggtgttcat gttgttgaag catctgcatt 780  
cactgctctg accactcaag tagttcgta ccgatgcatt ggtttatctc gggctaaaga 840  
cggatctgta ttgatcaaaa atagaatcat cggtaaaagt tcaagaaccg aattggctga 900  
aatgtttttc agacctgcac cacaaaactt gcttgacaag cttattgcta gtggagaaat 960  
cactaaagaa caagcttcat tggctttgga agtaccatg gctgatgatg tagctgttga 1020  
agctgatagc ggtggacata ctgataatag accaattcat gtaatcctac ctttgattat 1080  
caatctacga aatagaattc ataaagaatg tggttttcct gctgctttga gagttcgcgt 1140  
tgggtgctggt ggtggaattg gttgtccaag tgctgcagtt gctgcattca atatgggagc 1200  
tgcatctctg attactggca gcgtcaacca agttagcaaa caatctggta cgtgtgatat 1260  
cgttagaaag caattatctg aagcttcgta ttcagatatt accatggcac cagcggctga 1320  
tatgtttgat caaggagtcg agcttcaagt attaaaaaaa ggaactatgt ttccatctcg 1380  
tgcaaagaaa ttgtatgaat tattctgtat gtacaactca tttgatgaca tgccaaaaag 1440

cgaacttcaa agactagaga agcgaatttt tcaaaaatcg cttgcggaag tttgggaaga 1500  
aactaaagat ttttatatca atcgtttgaa taatcctgag aagattgaac atgctgagaa 1560  
gaaagatcca aagttgaaga tgtcattatg ctttagatgg tatttgggtt taagttcatt 1620  
ttgggcaaac aatggaatta aagaaagatc aatggactat caaatttggt gtggtccagc 1680  
gattggttca tacaatgatt ttgtaaaagg aacttatttg gatcctgca 1729

<210> 115  
<211> 455  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種  
<400> 115

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Asn | Leu | Glu | Lys | Pro | Leu | Tyr | Leu | Glu | Thr | Ser | Asn | His | Ile | Val | Lys |
| 1   |     |     |     | 5   |     |     |     |     | 10  |     |     |     |     | 15  |     |
| Gln | Phe | Gly | Asp | Val | Asn | Asn | Gly | Gln | Ala | Ser | Val | Ile | Pro | Pro | Cys |
|     |     |     | 20  |     |     |     |     | 25  |     |     |     |     | 30  |     |     |
| Thr | Ile | Asn | Asp | Leu | Gly | Glu | Arg | Ser | Phe | Met | Glu | Thr | Tyr | Asn | Val |
|     |     | 35  |     |     |     |     | 40  |     |     |     |     | 45  |     |     |     |
| Val | Ala | Pro | Leu | Tyr | Thr | Gly | Ala | Met | Ala | Lys | Gly | Ile | Ala | Ser | Ala |
|     | 50  |     |     |     |     | 55  |     |     |     |     | 60  |     |     |     |     |
| Asp | Leu | Val | Ile | Ala | Ala | Gly | Lys | Arg | Lys | Ile | Leu | Gly | Ser | Phe | Gly |
| 65  |     |     |     | 70  |     |     |     |     |     | 75  |     |     |     | 80  |     |
| Ala | Gly | Gly | Leu | Pro | Met | His | Leu | Val | Arg | Ala | Ser | Val | Glu | Lys | Ile |
|     |     |     |     | 85  |     |     |     |     | 90  |     |     |     |     | 95  |     |
| Gln | Ala | Ala | Leu | Pro | Glu | Gly | Pro | Tyr | Ala | Val | Asn | Leu | Ile | His | Ser |
|     |     |     | 100 |     |     |     |     | 105 |     |     |     |     | 110 |     |     |
| Pro | Phe | Asp | Ser | Asn | Leu | Glu | Lys | Gly | Asn | Val | Asp | Leu | Phe | Leu | Glu |
|     |     | 115 |     |     |     |     | 120 |     |     |     |     | 125 |     |     |     |
| Lys | Gly | Val | His | Val | Val | Glu | Ala | Ser | Ala | Phe | Thr | Ala | Leu | Thr | Thr |
|     | 130 |     |     |     |     | 135 |     |     |     |     | 140 |     |     |     |     |
| Gln | Val | Val | Arg | Tyr | Arg | Ala | Cys | Gly | Leu | Ser | Arg | Ala | Lys | Asp | Gly |
| 145 |     |     |     |     | 150 |     |     |     |     | 155 |     |     |     | 160 |     |
| Ser | Val | Leu | Ile | Lys | Asn | Arg | Ile | Ile | Gly | Lys | Val | Ser | Arg | Thr | Glu |
|     |     |     |     | 165 |     |     |     |     | 170 |     |     |     |     | 175 |     |
| Leu | Ala | Glu | Met | Phe | Phe | Arg | Pro | Ala | Pro | Gln | Asn | Leu | Leu | Asp | Lys |
|     |     |     | 180 |     |     |     |     | 185 |     |     |     |     | 190 |     |     |
| Leu | Ile | Ala | Ser | Gly | Glu | Ile | Thr | Lys | Glu | Gln | Ala | Ser | Leu | Ala | Leu |
|     |     | 195 |     |     |     |     | 200 |     |     |     |     | 205 |     |     |     |
| Glu | Val | Pro | Met | Ala | Asp | Asp | Val | Ala | Val | Glu | Ala | Asp | Ser | Gly | Gly |
|     | 210 |     |     |     |     | 215 |     |     |     |     | 220 |     |     |     |     |

His Thr Asp Asn Arg Pro Ile His Val Ile Leu Pro Leu Ile Ile Asn  
225 230 235 240

Leu Arg Asn Arg Ile His Lys Glu Cys Gly Phe Pro Ala Ala Leu Arg  
245 250 255

Val Arg Val Gly Ala Gly Gly Gly Ile Gly Cys Pro Ser Ala Ala Val  
260 265 270

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

Gln Val Ser Lys Gln Ser Gly Thr Cys Asp Ile Val Arg Lys Gln Leu  
290 295 300

Ser Glu Ala Ser Tyr Ser Asp Ile Thr Met Ala Pro Ala Ala Asp Met  
305 310 315 320

Phe Asp Gln Gly Val Glu Leu Gln Val Leu Lys Lys Gly Thr Met Phe  
325 330 335

Pro Ser Arg Ala Lys Lys Leu Tyr Glu Leu Phe Cys Met Tyr Asn Ser  
340 345 350

Phe Asp Asp Met Pro Lys Ser Glu Leu Gln Arg Leu Glu Lys Arg Ile  
355 360 365

Phe Gln Lys Ser Leu Ala Glu Val Trp Glu Glu Thr Lys Asp Phe Tyr  
370 375 380

Ile Asn Arg Leu Asn Asn Pro Glu Lys Ile Glu His Ala Glu Lys Lys  
385 390 395 400

Asp Pro Lys Leu Lys Met Ser Leu Cys Phe Arg Trp Tyr Leu Gly Leu  
405 410 415

Ser Ser Phe Trp Ala Asn Asn Gly Ile Lys Glu Arg Ser Met Asp Tyr  
420 425 430

Gln Ile Trp Cys Gly Pro Ala Ile Gly Ser Tyr Asn Asp Phe Val Lys  
435 440 445

Gly Thr Tyr Leu Asp Pro Ala  
450 455

<210> 116  
<211> 903  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 116

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| tccattcggg aatctggtta cacgattagc ggagaaagat tcacaactga agctcacaaa  | 60  |
| ttggttactg gaaagcctca tgctccgatt aagaagaagg atgctttcct agtatctggt  | 120 |
| ggtgctcgtg gtattactcc actttgtatt cgtgaaattg ctaaagcagt gaaaggtggc  | 180 |
| acttacatth tgatgggtcg atcagctttg gctgatgaac ccttggtgggc taatggtaaa | 240 |
| tccgaaaaag atttagataa agctgggttg gcatttttga aggaagagtt tgcagctggg  | 300 |

cgtggtagta aaccaactcc aaaagttcac aaatctttga ttgataaagt gtcggtatt 360  
agggaggtta gagcatctat tgcaaatata gaagcccatg gagcaaaagc tatatatattg 420  
tcttgcgatg tatcttccgc tgagaaagta aaggctgcag tgcaaaaagt tgaaaaggag 480  
catctagttc gtattactgg tattgtgcat gcatcaggcg ttttgaggga taaattgggt 540  
gagaacaaaa ctttggaatga tttcaacgca gtatatggaa ccaaagtaac tggactagta 600  
aacttgctgt cagcagtga catgaatttt gttcgtcatt tggttatggt tagttctttg 660  
gctggatatc atggaaatgt tgggtcaatct gattatgcaa tggctaacga atcacttaac 720  
aagattgggt ttagattggg tgcagcttat tctcaattgt gtgttaaadc tatttgtttt 780  
ggaccttggg atgggtggaat ggtaactcca gctttgaaaa aacaatttca atcaatgggt 840  
gtccagatta ttcctcgtga aggtggcgcg gagactgttg caagaatagt cttatcttca 900  
aat 903

<210> 117  
<211> 201  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 117

Ser Ile Arg Glu Ser Gly Tyr Thr Ile Ser Gly Glu Arg Phe Thr Thr  
1 5 10 15  
  
Glu Ala His Lys Leu Val Thr Gly Lys Pro His Ala Pro Ile Lys Lys  
20 25 30  
  
Lys Asp Ala Phe Leu Val Ser Gly Gly Ala Arg Gly Ile Thr Pro Leu  
35 40 45  
  
Cys Ile Arg Glu Ile Ala Lys Ala Val Lys Gly Gly Thr Tyr Ile Leu  
50 55 60  
  
Met Gly Arg Ser Ala Leu Ala Asp Glu Pro Leu Trp Ala Asn Gly Lys  
65 70 75 80  
  
Ser Gly Lys Asp Leu Asp Lys Ala Gly Leu Ala Phe Leu Lys Glu Glu  
85 90 95  
  
Phe Ala Ala Gly Arg Gly Ser Lys Pro Thr Pro Lys Val His Lys Ser  
100 105 110  
  
Leu Ile Asp Lys Val Leu Gly Ile Arg Glu Val Arg Ala Ser Ile Ala  
115 120 125  
  
Asn Ile Glu Ala His Gly Ala Lys Ala Ile Tyr Leu Ser Cys Asp Val  
130 135 140  
  
Ser Ser Ala Glu Lys Val Lys Ala Ala Val Gln Lys Val Glu Lys Glu  
145 150 155 160  
  
His Leu Val Arg Ile Thr Gly Ile Val His Ala Ser Gly Val Leu Arg  
165 170 175

Asp Lys Leu Val Glu Asn Lys Thr Leu Asp Asp Phe Asn Ala Val Tyr  
180 185 190

Gly Thr Lys Val Thr Gly Leu Val Asn  
195 200

<210> 118  
<211> 39  
<212> DNA  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 118  
ctaaagtctc atcaaattca tggtaaaaat gttttgcct 39

<210> 119  
<211> 13  
<212> PRT  
<213> 破囊壺菌物種

<400> 119  
Leu Lys Ser His Gln Ile His Gly Lys Asn Val Leu Pro  
1 5 10

<210> 120  
<211> 8976  
<212> DNA  
<213> 人工序列

<220>  
<223> 密碼子最佳化的 PFA1

<400> 120  
atggaggacc agcgtattgc gatcgttggc cttagcgcga tccttccctc gggcgagAAC 60  
gtccgcgagt cgtgggaggc gatccgtgac ggcctcaact gcctttccga cctgcccgcc 120  
gaccgcgttg acgtcactgc ctactacaac cccacgaagg gcgtaagga caagatctac 180  
tgcaagcgtg gtggcttcat ccccgagtac gagtttgact cgcgcgagtt cggcctcaac 240  
atgcttcaga tggaggactc ggacgccaac cagaccctca ccctgctcaa ggtaaggag 300  
gccctcgacg acgccaacat tcccgcgttt accaacgaga agaagaacat cggttgcgtc 360  
ctcgttattg gcggttgtca gaaggcctcg catgagttct acagccgcct caactacgtc 420  
gtcgtggata aggtcctccg caagatgggc ctcccggacg aggacgtcga gactgctgtc 480  
gagaagttca aggccaactt tcccgagtgg cgccttgact ccttcccggg ctttctcgg 540  
aacgtcactg cgggccgctg caccaacacc ttcaacatgg agggcatgaa ctgctgggtc 600  
gatgccgcct gcgcctcgtc cctcatcgct atcaaggtag ccatcgatga gctgctccac 660  
ggcgattgcg acgcgatgat tgctggcgcg acgtgcaccg acaacgccct tggcatgtac 720  
atggcctttt ccaagacccc cgtcttttcc acggaccaga gctgcctcgc ctacgacgag 780  
aaaaccaagg gtatgctcat tggcgagggt tccgccatgt tegtcttaa gcgctacgcc 840  
gacgccgtcc gcgatggcga caccgtccac gccgtcatcc gctcgtgctc gtctcctcc 900  
gacggcaagg cgtcgggtat ctacacccc accatctcgg gccaggagga ggccatcctt 960  
cgcgcctacc gtcgtgccgg cgtgagccc aacacgatca cccttgaggga gggccatggc 1020  
accggcacc cgtcggcgga caagatcgag ctgaccgcc tccgcaacgt ctttgacaag 1080  
gcctacggcc ctggccacaa ggaggaggtc gctgtgggct ccatcaagtc gcagatcgg 1140



|             |             |            |             |             |             |      |
|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------|
| cacctcaagg  | cogtcgccgg  | ctgcgctggc | ctcgtcaagc  | tcgtgatggc  | tctcaagcat  | 1200 |
| aagacgctcc  | cgcagtccat  | caacgtcgag | aaccgcgcca  | acctcgtcga  | tggcactgtc  | 1260 |
| atctcggaca  | ccacgctcta  | catcaacacc | atgaaccgcc  | cgtggatcac  | caagccgggc  | 1320 |
| gtcccccgtc  | gtgcggggcat | ctccagcttc | ggctttggcg  | gcgctaacta  | ccacgctgtc  | 1380 |
| cttgaggagt  | togagccga   | gcagaccaag | ccctaccgcc  | tgaacgtttc  | ggcccagccg  | 1440 |
| atgctcctcc  | acgcogtcaa  | cgcgaactcg | ctccagaagc  | tctgcgagga  | ccagctcaag  | 1500 |
| ctcctcaagg  | agtcccgga   | gaagtgcgtc | aacacgaaga  | acaccgacta  | cgtcgttttt  | 1560 |
| tccaagtttc  | aggactcctt  | taagctcaag | ggctcgtcc   | ccagccagca  | cgtcgcgtg   | 1620 |
| ggctttgctt  | ccaagagcat  | cgaggacacg | atttcattc   | ttagcgccat  | tgtcaaccgc  | 1680 |
| ttccagaagg  | acatcacgac  | caccagctgg | gcgctccga   | aggagggcgc  | catctttcgc  | 1740 |
| agcaccgccc  | tcatcaacga  | caacaagtcc | gtggccgccc  | tgttctcggg  | tcagggcgct  | 1800 |
| cagtacaccc  | acatgttcaa  | cgcgctcgcg | atgcagtggc  | cgcagttccg  | cctctgcgtt  | 1860 |
| aacgatatgg  | agaaggccca  | ggaggaggtg | atcaacgaca  | agtcgggttaa | gcgcattagc  | 1920 |
| caggtcatgt  | ttccccgcaa  | gccctacgcg | cgcgagagcc  | ccctcgacaa  | caaggagatc  | 1980 |
| agcaagaccg  | agtactcgca  | gacgacgacc | gtcgccctcgt | ccgtcggcct  | ctttgagatt  | 2040 |
| ttccgcgacg  | cgggttttgc  | cccggctttt | gttgcgggcc  | actcgctcgg  | tgagttctcc  | 2100 |
| gccctttacg  | cogctggcct  | catcgaccgc | gaggacctct  | ttaagctcgt  | gtgcaaccgc  | 2160 |
| gccatggcta  | tgcgcgacgc  | ccccagaag  | tccgtgacg   | gcgccatggc  | tgccgtcatc  | 2220 |
| ggtccgaacg  | cctcgtccat  | caagctctcg | gtccccgagg  | tttgggtcgc  | gaacaacaac  | 2280 |
| tcgccctcgc  | agaccgtcat  | cactggtgcc | aacagcggcg  | tccaggccga  | gacttcgaag  | 2340 |
| ctcaagacgc  | agggtttccg  | cgtggtccac | ctcgctcgcg  | acggcgcgtt  | tcacagcccg  | 2400 |
| cacatggaga  | acgcgcgaga  | gcagtttcag | aaggccctct  | cggccgtcaa  | gttcaacaag  | 2460 |
| cccaccggct  | cgtcccccaa  | gattttcagc | aacgtcaccc  | gcggtgtctt  | taccgatcct  | 2520 |
| aagacggccc  | tctcccgcca  | catgactagc | tcggtccagt  | ttctcaccca  | gatcaagaac  | 2580 |
| atgtacgccg  | ctggcgcccg  | cgttttcatc | gagttcggcc  | ccaagcaggt  | cctctogaag  | 2640 |
| ctcgtcaacg  | agattttccc  | gggcgacacc | agcgtcctca  | ctgttagcgt  | gaaccctgcc  | 2700 |
| tccgccaaagg | actcggacat  | ccagctccgc | caggcggccg  | tgcagatggc  | ggtcgtcggc  | 2760 |
| gtcgtctctca | cogactttga  | taagtgggag | cttaaggacc  | cgacccgcac  | gaaggagttc  | 2820 |
| cctcgcgaaga | aaacgacctt  | caccctctcc | gccgtacct   | acgttagcaa  | gaaaacgctc  | 2880 |
| caggagcgcg  | agcgtatcat  | gaacgacggc | cgcactgtca  | gctgcgtgca  | gcgcacogag  | 2940 |
| aacacgaaca  | cgggcgagct  | tgagaagctc | aagaagcagc  | tccaggacaa  | ggagaacgag  | 3000 |
| gttgtccgcg  | tccaggccct  | tgccaccacg | gccagcgccg  | accttcagaa  | caccaaggct  | 3060 |
| gagcttcaga  | aggctcaggc  | caccaagtcg | tcgaacgctg  | cctcggacgc  | cgtcgtcgcc  | 3120 |
| aagcacaagg  | ccatcctcct  | cgtatgctg  | gaggagctgg  | agactggcaa  | ggcgcgtgat  | 3180 |
| tactccagct  | tttccaaggg  | tcaggttgcc | tcacctgcga  | ccgttcgtgt  | cgtgtcggct  | 3240 |
| cccgtgcagg  | ctgccgcacc  | ggttcaggtc | agcgctcccg  | tggactcggg  | cctgctcgcg  | 3300 |
| aaggcggagc  | aggtcgtgct  | tgaggtcctc | gcctccaaga  | ccggctacga  | gactgagctt  | 3360 |
| atcgagctgg  | acatggagct  | tgagactgag | cttggtatcg  | attcgatcaa  | gcgcgtcogag | 3420 |

|             |             |             |             |             |             |      |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|
| attcttttcgg | aggtccaggc  | ccagctcaac  | gtggaggcca  | aggacgttga  | cgccctgtcg  | 3480 |
| cgcacccgta  | cggtcggcga  | ggtcatcgat  | gccatgaagg  | cggagattgc  | cggcggtcag  | 3540 |
| cctgctgccc  | ccgtccaggt  | cgctgcgccg  | acgcaggtcg  | tcgccccggg  | ccaggcctcc  | 3600 |
| gcgcctgtcg  | atagcggcct  | cctcgccaag  | gcggagcagg  | tcgtccttga  | ggtgctcgct  | 3660 |
| tccaagactg  | gttacgagac  | tgagcttatt  | gagcttgaca  | tgagagctgga | gactgagctt  | 3720 |
| ggcattgact  | ccatcaagcg  | cgtggagatt  | ctgagcgagg  | tccaggccca  | gctcagcgtg  | 3780 |
| gaggccaagg  | atgtcgatgc  | cctctcccgt  | acgcgcaccg  | tcggcgagggt | cattgacgcg  | 3840 |
| atgaaggccg  | agatcgcggg  | tggtcagccg  | gcgcggcccg  | tccaggtcgc  | tgcccctacg  | 3900 |
| caggtcgtcg  | ctcccgtcca  | ggccagcgct  | cccgtcgact  | cgggccttct  | tgctaaggcc  | 3960 |
| gagcaggtcg  | tccttgagggt | ccttgccagc  | aagactgggt  | acgagactga  | gcttattgag  | 4020 |
| cttgacatgg  | agcttgagac  | tgagcttggc  | atcgactcga  | ttaagcgcg   | cgagatcctc  | 4080 |
| agcgaggctc  | aggcccagct  | ctccgtcgag  | gctaaggatg  | tggatgctct  | cagccgcacg  | 4140 |
| cgcacggtgg  | gcgaggatcat | tgatgccatg  | aaggcggaga  | tttcgggcgg  | tcagcccgtc  | 4200 |
| gcccccgctc  | aggtcgctgc  | tccgaccag   | atcgctcgcc  | cggtcaggt   | ttcggtctccg | 4260 |
| gtggacagcg  | gcctccttgc  | caaggccgag  | caggtcgtcc  | ttgaggtcct  | cgccagcaag  | 4320 |
| accggctacg  | agactgagct  | gatcgagctt  | gacatggagc  | ttgagactga  | gctgggcatc  | 4380 |
| gattccatta  | agcgcgtcga  | gatcctctcg  | gaggctcagg  | cccagctcag  | cgtggaggcc  | 4440 |
| aaggatgtcg  | atgccctctc  | gcgtaccogt  | accgtcgggc  | aggttatcga  | tgctatgaag  | 4500 |
| gccgagatca  | gcggcggtca  | gccacggcg   | ccggttcagg  | tcgtgcccc   | tacgcagatc  | 4560 |
| gttgccccctg | tccaggtcag  | cgctcccgtg  | gacagcgggc  | tcctcgctaa  | ggctgagcag  | 4620 |
| gtgggtgctgg | aggtcctggc  | ctccaagacc  | ggctacgaga  | ctgagcttat  | cgagcttgac  | 4680 |
| atggagcttg  | agactgagct  | tggcattgac  | agcatcaagc  | gtgtcgagat  | cctctccgag  | 4740 |
| gtgcaggccc  | agctcagcgt  | ggaggccaag  | gacgttgacg  | cgctcagccg  | tacgcgcacc  | 4800 |
| gttggcgagg  | tgatcgacgc  | catgaaggcc  | gagattagcg  | gtggtcagcc  | cgctgccccg  | 4860 |
| gttcagggtgg | ctgcccctac  | gcagatcgtc  | gcccccgctg  | aagcttcgcg  | ccctgtggac  | 4920 |
| agcggccttc  | tcgccaaggc  | cgagcaggtc  | gtccttgagg  | tgctggcctc  | caagaccggc  | 4980 |
| tacgagactg  | agctgatcga  | gcttgacatg  | gagctggaga  | ctgagcttgg  | catcgactcg  | 5040 |
| atcaagcgcg  | tggagattct  | ctcggaggtc  | caggcccagc  | tctcggtcga  | ggccaaggac  | 5100 |
| gtcgatgcgc  | tctcccgcac  | ccgcaccgtg  | ggcgagggtca | tcgacgctat  | gaaggcggag  | 5160 |
| atcagcggcg  | gtcagccggc  | ggcccctgtg  | cagggtggccg | ctccgaccca  | gatcgctcgt  | 5220 |
| cctgtccagg  | tttcggcccc  | ggtggactcg  | ggcctcctgg  | ctaaggccga  | gcaggtcgtc  | 5280 |
| cttgagggtcc | tcgcttccaa  | gaccggctac  | gagactgagc  | tgatcgagct  | ggacatggag  | 5340 |
| cttgagactg  | agctgggcat  | cgattcgatc  | aagcgcgtcg  | agattctctc  | ggagggtccag | 5400 |
| gccagctca   | acgttgaggc  | caaggacgtg  | gacgcctctc  | cgcgtactcg  | caccgttggc  | 5460 |
| gaggttattg  | atgctatgaa  | ggccgagatc  | gccggtggtc  | agccggctgc  | ccctgttcag  | 5520 |
| gttgctgccc  | ctgcgcgggt  | ggtcgccccg  | gtccagggtg  | ccaccccggt  | tgacagcggc  | 5580 |
| ctccttgcca  | aggccgagca  | ggttggtgctg | gaggctcctcg | cctgcaagac  | gggctacgag  | 5640 |

|             |             |             |            |             |             |      |
|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------|
| actgagctta  | tcgagcttga  | catggagctg  | gagactgagc | ttggcatcga  | ctccatcaaa  | 5700 |
| cgcgctcgaga | ttcttttcgga | ggtccaggcc  | cagctgtcgg | tggaggctaa  | ggatgtcgat  | 5760 |
| gccctcagcc  | gcacgcgcac  | ggtcggtag   | gtcatcgatg | ctatgaaggc  | cgagatttcg  | 5820 |
| ggcggtcagc  | ccaccgcccc  | cgtgcaggtc  | gccgcgcccc | cccaggtcgt  | ggccccggtc  | 5880 |
| aagggtttcca | cgcccggtgga | ctcgggcctt  | ctcgccaagg | ccgagcagggt | cgtgctggag  | 5940 |
| gttctcgcct  | ccaagacggg  | ttacgagact  | gagctgattg | agcttgacat  | ggagctggag  | 6000 |
| actgagctgg  | gcattgactc  | catcaagcgc  | gtcgagatcc | tctcggagggt | ccaggcccag  | 6060 |
| ctcaacgtcg  | aggccaagga  | cgtcgatgcc  | ctctcgcgca | cccgcaccgt  | cggcgaggtc  | 6120 |
| attgatgcc   | tgaaggccga  | gatcgtggc   | gatcagcctg | ccccggctgt  | ggtcccgggtg | 6180 |
| caggccaagt  | cgggtgtcgc  | gaaccccgcc  | ctcctcgcca | aggcggagca  | ggtcgtgctg  | 6240 |
| gaggtcctgg  | ccagcaagac  | gggctacgag  | actgagctta | tcgagcttga  | catggagctt  | 6300 |
| gagactgagc  | ttggtattga  | ctcgattaag  | cgcgttgaga | tcctttccga  | ggtccaggcc  | 6360 |
| gagctgtccg  | tggaggccaa  | ggatgtcgat  | gcgctctccc | gcacccgcac  | ggtgggcgag  | 6420 |
| gtcatcgacg  | ctatgaaggc  | cgagattgcc  | ggctccgcg  | tactgtcgc   | tacccttgac  | 6480 |
| gactcgacca  | ttatggagga  | gactgacgac  | gaggacgagg | actttatcct  | gtacgaccac  | 6540 |
| gtctacggct  | ccgagtgcga  | ggatctctcg  | ctctcgttct | cgtcgggtcaa | gtcgattcct  | 6600 |
| cgcgcgga    | agctcctgct  | ggacaacatt  | gccgagcgcc | ccattgtcat  | tgtcgattgc  | 6660 |
| ggcacgaagc  | tcacgaccga  | gctggcggaag | gccatcggcg | agcgcgctgt  | cgttgccacg  | 6720 |
| ttctcggccc  | agtcgctcgt  | gtcccgtggc  | ttcgtgggca | agagcttcac  | cctcggcaac  | 6780 |
| accgaggagt  | cggagatcga  | gaagatggtg  | tcctccatcg | agtcgtccta  | cggcaagatc  | 6840 |
| ggcggctttg  | tctaccagca  | ctttcatgac  | agcgactacg | gtatgcagct  | cggctgggct  | 6900 |
| ctcatggccg  | cgaagcaact  | caaggagtcc  | ctcaacgacc | cgatcaagaa  | cggccgcacc  | 6960 |
| tttttctctg  | ctgtcgcccc  | catgaacggc  | aagctcggca | tggacaacgc  | ctccgtccac  | 7020 |
| gaccagggca  | tcgtcgagag  | ctgcggtatc  | gctgagcgtg | gtgccatctt  | tggcctctgc  | 7080 |
| aagaccctgg  | acctggagtg  | gcctaacgtg  | tttgcgcgcg | gtgtggacat  | cgcggaggggc | 7140 |
| atgtcctact  | ccctcgcggc  | cgagctgac   | gtcgatgaga | tcagctgcgc  | caacctttcg  | 7200 |
| atccgcgaga  | gcggctacac  | tattagcggc  | gagcgcttca | ccacggaggc  | gcacaagctc  | 7260 |
| gtcacgggca  | agcctcacgc  | gccatcaag   | aagaaggacg | cctttctcgt  | gtcgggtggt  | 7320 |
| gctcgcggca  | tcacgcccct  | gtgcattcgc  | gagattgcc  | aggccgtcaa  | gggtggcacc  | 7380 |
| tacattctca  | tgggcogctc  | ggcgctcgcg  | gacgagcccc | tctgggctaa  | cggcaagagc  | 7440 |
| ggcaaggacc  | tcgacaaggc  | cggcctcgc   | ttccttaagg | aggagttcgc  | tgcgggcgt   | 7500 |
| ggctcgaagc  | ccacccccaa  | ggtccacaag  | tcgctcatcg | acaaggctcct | cggcatccgc  | 7560 |
| gaggttcgcg  | cgtccatcgc  | caacatcgag  | gcgcacggcg | ctaaggccat  | ctacctctcg  | 7620 |
| tgcgatgtgt  | cgagcgccga  | gaagggtcaag | gctgccgtcc | agaaggtcga  | gaaggagcat  | 7680 |
| ctcgtccgca  | tcacgggcat  | cgtgcacgcc  | tccggcgctc | tgcgcgacaa  | gctcgtcgag  | 7740 |
| aacaagaccc  | tcgacgactt  | taacgctgtg  | tacggcacga | aggtcacggg  | cctcgtcaac  | 7800 |
| ctccttagcg  | ccgtcaacat  | gaacttcgtc  | cgccacctgg | tgatgttctc  | gtcgctcgct  | 7860 |
| ggttaccacg  | gcaacgtcgg  | ccagtcggac  | tacgctatgg | ccaacgagag  | ccttaacaag  | 7920 |

atcggcttcc gtcttggtgc cgcgtactcc cagctctgcg tcaagtccat ctgcttcggc 7980  
ccttgggatg gcggcattgg gacgccggcg ctcaagaagc agttccagtc catgggcgtt 8040  
cagatcatcc ctgcgcgagg tggcgccgag actgtcgcgc gcattgtgct ctgcgtccaac 8100  
cccagccagg tcctcgtcgg caactggggc gtcccgcccg tcagccccct ctccaagtcg 8160  
gccaccatcg tccagacctt taccctgag cttaaccocct tcctcaagtc ccaccagatc 8220  
cacggcaaga acgtcctgcc catgacggtc gccattgggtt acctcgccca cctcgtgaag 8280  
aactttttac cgggccacca cctctggggc gtggaggagc cgcagctctt ctccggcgtc 8340  
gtcatcgacc acgccgtgca ggcccaggtc aagctcaactg agcagagcct ggatgacgat 8400  
ggcaaggtca aggtccaggc ggtgctcacc gcctcgaacg acaacggcaa gatggtgccg 8460  
gcctacaagg ccgtcatcgt gctcggcaag acttcccgtc cggccttcat cctcaaggac 8520  
ttttcgtccc aggagtccaa ctgcgcgtcg gccgacgagc tgtacgacgg caagaccctg 8580  
ttccacggcc cgtgtttccg tggcatcacc aagctcctca acgtgtccga cactagcctc 8640  
acgaccagtc gcaccaacat cgatctcacc gccactgagc ggggccagtt tgccgacatc 8700  
gagccggtca accctttcat ggcggaagcc gccttcacag ccattgctcgt ctgggtccgc 8760  
aacctccgta actccgccag ccttcggaac aactgcgagc gogtcgatat ctacaagccc 8820  
atcgcgcccc gcgagaagta ctacaccagc ctgcaggccc tcggcaaacac ctccggctcg 8880  
gttctcaagt ccgtttttcta catgcatgac gagcagggcg aggtgttcct ctcgggccgc 8940  
gccagcgtcg tgggtcaacga taagatggaa ttctaa 8976

<210> 121  
<211> 5880  
<212> DNA  
<213> 人工序列  
  
<220>  
<223> 密碼子最佳化的 PFA2

<400> 121  
atggtgaagc tttccgttgg tgacaacatt tgccacgac agcgcgtcgc cgtggtcggc 60  
atggccgtca tgtacgccgg ctgccagaac cagcacgagt tttggcagag cctccagggc 120  
aagaacatga acagcaagag catcagccag aaccgcctgg gctccgagta ccgcgaggag 180  
cactttaagc cggagcgctc gaagtacagc gacaccttct gcaacgagcg ttacggctgc 240  
atcgacgaga acgtccagag cgagcatgag ctccctcctga agctcgctaa ggacgcgac 300  
gccgatacca agggcagcat cgaccttaac aagaccggca ttgtctccgg ctgcctctcg 360  
ttccctatgg ataacctcca gggcgacctt ctcaacctct accagtgcc tattgagaag 420  
aagatcggcc cgaacgccct caaggatgtc aacctctggt cgaagcgcac gaccaacggt 480  
aaggacgata agaaggccta cttcgatccc gccagcttcg tcgctgagca gcttgacatg 540  
ggtcccctcc actactcgct cgacgtgcc tgcgcctccg ctctctacgt cctccgcctc 600  
gcccaggacc acctcctcag cggtgccgcc gacaccatgc tctgcgggcg ctcgtgcctc 660  
ccggagccct ttttcatcct ttccgggttt tcgaccttcc acgccatgcc cctttcgggt 720  
gacgtgtcgg ccctcttca caagacgagc cagggcctca ctccggggcg gggcggtgct 780  
atcatggtcc tgaagcgctt caacgatgcc attcgcgacg gcgaccgcat ctacggcacg 840

|            |            |             |            |            |             |      |
|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------|
| ctcctgggcg | ccgagctttc | caacgcgggt  | tgcggcctcc | cgctctcccc | gcacatgcgc  | 900  |
| tccgagttcg | actgcatgga | gaaggccctc  | cagcgcggtc | accgcctccc | gtcctccatc  | 960  |
| cagtacgtgg | agtgccacgc | cactggcacc  | ccgcagggcg | acaaggtcga | gatcgacgcc  | 1020 |
| atgacgaagt | gcttcggcga | gcacctgcct  | cgcttcggct | ccaccaaggg | taacttcggc  | 1080 |
| cacaccctcg | tggctgctgg | ctttgcgggc  | atgtgcaagg | tcctcctctc | gatgcagtac  | 1140 |
| ggtgagattc | ctcctacgcc | tggcctggag  | aaccccgaca | acattatgca | cgatcttgtc  | 1200 |
| gttaccgaga | ctattccctg | gccgaacacc  | aacggcgatc | ttaagcgtgc | gtgcctcagc  | 1260 |
| gcctttggct | ttggcggtac | taacgcccac  | gccgtgttcg | aggagtaccg | cagcgacctt  | 1320 |
| caggccaaca | agacccttga | gaacgagagc  | aagtcccacg | agatcttttc | ctcctttaag  | 1380 |
| attgccattg | ttggcatgga | gtccgagttt  | ggcactctca | agggcctcca | ggagttcgag  | 1440 |
| cgtgccatct | acaacggcgg | ccacggcgcg  | tgcgaccttc | cggagaaccg | ctggcgcttt  | 1500 |
| ctcggtgagg | acaaggagtt | tctccaggcc  | tgcggcctcc | agaagctccc | gcgtggctgc  | 1560 |
| tacatcaagg | aggtcgagac | tgactttaag  | cgccttcgcc | tccccatgat | ccaggaggac  | 1620 |
| atcctccgcc | ccctccagct | cctcgccgtg  | tcgatcatcg | accgcgccct | caacgccagc  | 1680 |
| ggcgtaagc  | ccaacggcaa | ggtcgccgtc  | ctcgtgggcc | tcggcaccga | tcttgagctc  | 1740 |
| taccgccacc | gcgctcgctg | cgcctgaag   | gagcgccctc | agaccgccgt | caaggaggac  | 1800 |
| atccccctgc | tggagaagct | catgaactac  | gtgaacgacc | gcggcacctc | cacgtcctac  | 1860 |
| acctcgta   | tcggcaacct | cgttgcgacc  | cgcgtcagct | cgctctgggg | cttcaccggc  | 1920 |
| cctagcttca | cgatcacgga | gggcgagaac  | tcggtttacc | gttgccctga | cctcggccgc  | 1980 |
| tggttcctcg | ccaacggtga | ggtcgatgcc  | gtggttgctg | ctggcgtgga | tctctcgggc  | 2040 |
| tcggccgaga | acctgttcgt | caagtcgcgc  | cgcctcaagg | tgtccacca  | gaacgagccc  | 2100 |
| tttgctaact | ttgagtcgaa | cgcgcagggc  | tacttcgccg | gcgacggctg | cgggtgccctc | 2160 |
| gttctcaagc | gcctttcgga | ctgcactgac  | tccaccgaga | agatctacgc | gaccgtggac  | 2220 |
| agcattgctg | tcggcgacga | ggtggggccg  | actattaagc | aggccctgaa | gaacgcctcg  | 2280 |
| atcgccgcga | aggacatcga | gctcgcgag   | ctctccgcct | ccagcggcaa | gcaccactcc  | 2340 |
| ggccgcatca | cctgcgagga | cgagcttaac  | gagctcggcg | agatcttcaa | cgagggcatt  | 2400 |
| cagcgcggtg | ccatcggcag | cgtcaaggcc  | aacgtcggcg | acgtcggcta | cgcctccggt  | 2460 |
| gctgccagcc | tcacaaagac | ggccctctgc  | ctctacaacc | gctacctccc | caagctcccc  | 2520 |
| aactggaaca | agccgaccaa | ggacgtcgag  | tggtcgaaga | gcttctttgt | ctgcgagcac  | 2580 |
| tcgcgcgcct | ggctcaagaa | cgtggacgag  | aaccgccacg | cggtcgtgag | cggcgtctgc  | 2640 |
| gagaacggct | cctgctacgg | catcgctcatg | agcgacgtcc | agggccacca | tgaggagtgc  | 2700 |
| aacctcgtgt | ccctcgataa | gaacgagccc  | aaggtgctcg | gtatctacgg | cgattccgtg  | 2760 |
| gacgatattc | tggtcagct  | gaacaagtac  | ctggagaagt | tccttcagga | gactggcact  | 2820 |
| gctgcggctg | cgcagaaggt | gaagagccct  | accattgaca | tcgactcgaa | cgtctttgcc  | 2880 |
| gagatgctga | accttcccca | ggacaagaac  | aagaagtttg | ccgtcgctct | ggtcacgacc  | 2940 |
| cccaacaagc | tccagcgcg  | gattgagctc  | gccgttaagg | gcacccctcg | ctgcgtgaag  | 3000 |
| gccaaagcgc | actggtgctc | cccctccggc  | agcatctttg | cgtgcaacct | gctcaagtcg  | 3060 |
| gacaacattg | cctttatgta | cggcgagggc  | cgctcgcctt | acgccggcct | cggctacgat  | 3120 |

|             |            |            |             |             |             |      |
|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|------|
| ctccaccgca  | tctggcccat | gcttcacgag | ctcgtgaaca  | accgcacgac  | tgagctgtgg  | 3180 |
| gaccaggggtg | actcgtggta | cctgccgcgc | agctcctccg  | tggccgagaa  | ggagaaggtc  | 3240 |
| tttggcgact  | tcgacaagaa | ccagatcgag | atgttccgcc  | tcggtatfff  | cgtcagcatg  | 3300 |
| tgctttaccg  | acatggcgac | ggagctcctc | ggccttaagc  | cgaaggccgc  | tttcggcctc  | 3360 |
| tccctcggcg  | agatcagcat | gctctttgct | ttctcgaaga  | agaacaccaa  | gctctccaag  | 3420 |
| gagcttactc  | gccgcctcaa | ggaggccaag | gtgtgggcgt  | cgcagctggc  | cgtcgagttc  | 3480 |
| gccgccatcc  | gcgacctttg | gaacatcccg | gccgacaagt  | ccatcgatga  | gttctggcag  | 3540 |
| ggttacttcg  | tttacgccaa | ccgtacgctc | gtggagaaca  | ccattggcga  | gaacaagttc  | 3600 |
| gtccgcctcc  | ttatcgtcaa | cgactcccag | tcctgcctca  | ttgccggtaa  | gcccgatgag  | 3660 |
| tgccagaagg  | tcacgcagaa | gtccacott  | aagctccccg  | ccgtcccggt  | caccagggc   | 3720 |
| atgattggcc  | actgcccgga | ggccattccc | tacctcgacc  | agatcagcca  | catccacgag  | 3780 |
| atgcttgaga  | tcccgaagcc | tgagaacgtc | aagctcttca  | cgcagctccga | gaaccgcgag  | 3840 |
| cttgtctcga  | tgaaggactc | cgtagcaag  | ctcgtcgcgg  | agatctacca  | gcacgtcgct  | 3900 |
| gacttcccca  | acattgtcaa | caaggtcaag | gagacttgca  | agacggacat  | tttcatcgag  | 3960 |
| ctgggcagca  | acaactaccg | ttccggtgcc | gtcaagacta  | tcctcgggtcc | ggagatcgtg  | 4020 |
| agcgttgcca  | tcgaccgtca | gaacgagact | gcctggggcc  | agctcatgaa  | gatggtcgcc  | 4080 |
| agcctgatct  | cccaccgcgt | ccccggcgct | gagctcaaga  | agctgtacca  | tcgggagctc  | 4140 |
| ctgaagttcg  | atccccaggc | caagcccaac | cgttttatcc  | gcaacatcga  | gctcaacggc  | 4200 |
| tttttcgacc  | gcacgaacat | catcgtcgat | aagcagcttt  | cccctgcgga  | cccgaagctc  | 4260 |
| gccgagatcg  | tcaacaaccg | caacatgccg | aaggataacg  | tgtacgtccc  | cattgagcgc  | 4320 |
| gtcaagacga  | tgatcaaggc | cgagcccgtc | aacctccagg  | tgtccgtcgg  | ctcgaagccc  | 4380 |
| gtggtcaccg  | agcgtatctc | gtcggacgac | aaacctcttg  | agaagctctc  | ggagatcact  | 4440 |
| aagtccttcg  | acggtgtcaa | cgctgcacc  | gaggccatgc  | tcggcgattc  | gggctttctc  | 4500 |
| aagacgtacg  | aggttgacta | cccgtcttac | accggcgcta  | tggccaaggg  | tatcgctccc  | 4560 |
| gccgacctcg  | tcattgcggc | gggtaagtcg | aagatccttg  | cgtcctttgg  | tgctggcggc  | 4620 |
| ctcgtctctc  | aggtggtcga | ggatgccatt | aagcagatca  | aggctgagct  | tggaacgggt  | 4680 |
| ccctttgccg  | tcaacctcat | ccactgcct  | ttcgaccctt  | cgttgagaa   | gggcaacggt  | 4740 |
| gaccttttcc  | tcaagtacaa | cgtccgcttt | gtcgagggtga | gcgcgttcat  | gagcctcacc  | 4800 |
| ccccaggctc  | ttcgctaccg | cgctgcggcg | cttgccaagg  | cccgtgacgg  | ctcgggtcaag | 4860 |
| attcagaacc  | gcatcatcgc | caagatttcg | cgcacggagc  | tggcogagct  | cttcctcaag  | 4920 |
| cccgtccga   | agaacatcct | cgatgccctc | gttgccgacg  | gctcgatttc  | ccaggagcag  | 4980 |
| gctcagctcg  | cgctcctcgt | ccctatggcc | gatgacatca  | ccgttgaggc  | cgactccggt  | 5040 |
| ggccacaccg  | acaaccgccc | cattcatgtg | ctcctcccc   | tcacatcca   | gcagcgcaac  | 5100 |
| cgcatttgca  | agcagtaccc | gaagcacctc | aaggctccga  | tcggcgctgc  | cgggtggcacc | 5160 |
| ggttgcccta  | aggcggcttt | tgccgccttt | gagatgggtg  | cggcctacat  | cgccacgggc  | 5220 |
| accgttaacc  | agctctcgaa | ggaggccggc | acctgcgact  | acgtgcgcaa  | ggtgctcaac  | 5280 |
| aaggccacct  | actccgacgt | cacgatggct | cccgtgcgcg  | acatgttcga  | ccacgggtgtc | 5340 |

```

gagctccagg ttctcaagaa gggcaccatg tttccgtcgc gcgccaagaa gctctacgac 5400
ctctttaaga agtacaagtc gatcgaggag ctccctgccg acgaggtcaa gaagctggag 5460
cagaaggttt ttaagaagtc gttcgacgag gtctgggacg agactaagaa ctactacatt 5520
aaccgcctcc actccoctga gaagatcgag cgcgcgagc gtgacgcaa gctgaagatg 5580
tcgctctgct ttcgttggta cctgagcaag tcgtcccgtt gggccaacac cggcgagtcg 5640
ggccgtgtcc aggactacca gatctggtgc ggccccgcca tcggctcgta caacgacttc 5700
gcgaagggct cgccctgcct tgaccctgag atccttggct cgttcccgtc ggttgtccag 5760
atcaacaagc atattctgcg cggcgcttgc ttctaccagc gtctttcgca gctcaagtac 5820
cttaacttca actacgagga gctcgatagc ctcacctaca gcgctagcaa ctttatctaa 5880

```

```

<210> 122
<211> 4368
<212> DNA
<213> 人工序列

```

```

<220>
<223> 密碼子最佳化的 PFA3

```

```

<400> 122
atggttggcc tgcagatgaa gaagaagcct gtgtgggaga tgtcgaagga ggagcagtcg 60
tccggcaaga acgtcgtctt tgactacgac gagctcctcg aattcgcgga gggtgacatc 120
ggcaagggtgt tcggcccca aa gtttgacatc atcgacaagt acagccgccg tgtgcgcctc 180
ccggcccgcg agtacctcct cgtcaccctg gtcacgctca tggatgccga ggtcggcaac 240
ttccgcgtcg gctcgcgcct ggtcaccgag tacgacgtcc cggatgaacgg cgagctttcc 300
cagggcgggc acgttccctg ggccgtcctc gtcgagtcgg gccagtgcga cctcatgctt 360
atctcgtaca tgggcattga ctttcagtgc aagggtgacc gcgtttaccg ccttctcaac 420
acgaccctca cgttctacgg tgtcgccac gagggcgaga ctctcgttta cgacatccgc 480
gtcactggtt tcgccaaggc catgcacggc gagattagca tgttcttctt cgagtacgac 540
tgctacgtca acggccgcct gctcatcgag atgcgcgacg gttgcgctgg cttcttcacg 600
gacgaggagc tcgccgcggg caagggcgtc atcaagaccg tcgctgagct ccacaagcgc 660
aagtcgattg tgcccaagtc gatcaagcct tttgccctca accccgccgt ccacaagacg 720
atgttcagcg agaacgacat ggagaagctt tgcgagcgcc agtgggagaa cgtcctcggc 780
tccggcctcc agggcatcga ctacaagctg tgcgcccgca agatgctcat gatcgaccgc 840
atcacgaaga tccagcaca cggcggtgcg tacggcctcg gcctcctcgt tggcgagaag 900
attcttgagc gcgaccattg gtacttccct tgccacttcg tcaaggacca ggtgatggcg 960
ggctccctcg tttagcgacg ctgctcgcag ctgctcaagc ttacatgct ttggctcggc 1020
ctccacgacg tgggtccccga tttccagttc cgtcctgtcc ctggccagcc caacaagggtg 1080
cgctgccgtg gccagatcag ccccatcgt ggcaagctcg tgtacgtgat ggagattcgc 1140
gagatgggtt tcaacgagtc caccggccag ccctacgcga tcgctgacgt tgacattatc 1200
gatgtgaact acgagctcgg ccagtccttt gacatggccg acatcgactc gtacggccgt 1260
ggcaacctct ccaagaagat tgtcgtcgat ttcaagggca ttgcgctcca gatggagggc 1320
accgtcaaga gctccaacat catcgattcg tcccccaagt ccacgattat ccagccgccg 1380
cccaactgcc tcgcggcgca tcctctcgcc ccctcgcagg tcacctggca cccgatggcc 1440

```

|             |            |             |             |             |             |      |
|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|
| ggtgtcaacg  | gcgccccgc  | cccctccttc  | agcccgtcgg  | attaccctcc  | tcgtgccgtt  | 1500 |
| tgctttaagc  | ccttccctgg | caacccccctc | gacaacgata  | atacgccggg  | caagatgccg  | 1560 |
| ctgacctggt  | ttaacatgtc | ggagtttatg  | tgcggaagc   | tcagcaactg  | ccttggccct  | 1620 |
| gagtttaagc  | gcttcgacaa | ctccaagacg  | agccgctccc  | cggccttcga  | cctggccctg  | 1680 |
| gttacgcgcg  | tggtgtcgg  | cagcgatatg  | gagttcaagc  | cccacctcaa  | catcgacgtc  | 1740 |
| aacccgtcga  | agggcacgat | gattggcgag  | ttcgactgcc  | ccgctgacgc  | ctggttcttt  | 1800 |
| cagggctcct  | gcaacgacgg | ccacatgccg  | tacagcatcg  | tcattggagat | cgcccttcag  | 1860 |
| accagcgggt  | tcctcacctc | cgtcctcaag  | gccccgctca  | ctatggacaa  | ggacgacatt  | 1920 |
| ctcttttcga  | acctcgacgc | caccgcgcgag | atggctcgtt  | ccgacgtcga  | ttgccgcgggt | 1980 |
| aagaccatca  | agaacttcac | ccagtgcacc  | ggctacagca  | tgcttgga    | gatgggcatc  | 2040 |
| caccgcttca  | cttttgagct | ctcggtcgat  | gacgtcgtgt  | tttacaagg   | ctcgaccagc  | 2100 |
| tttggttggt  | tcacgccgga | ggtgtttgag  | tcgcaggctc  | gcctcgataa  | cggcaagaag  | 2160 |
| gtccagccgt  | ggtatctgga | gcagaagtcg  | tcgaacgtgg  | tgacgtacga  | tgctgcctcg  | 2220 |
| accgccggca  | aggacaagct | cttctcgaag  | atcggctcga  | aggacgtcga  | ggtccagcgt  | 2280 |
| cgcaacaccc  | agtgcgagtt | tctcgacacg  | atgcacatta  | ttccgaacac  | cggcaagtac  | 2340 |
| aacaagggct  | acgcgcacgg | tgagaagaag  | gtcaacccca  | acgactgggt  | cttctcctgc  | 2400 |
| cacttttggt  | tcgaccgggt | gatgcccggc  | tccttcggta  | ttgagtccat  | gttccagctc  | 2460 |
| atcgaggcct  | tttcgattga | ccagggtatc  | gcgtccaagc  | atggcatcgt  | gaaccctacc  | 2520 |
| ttcgcgcact  | cgaacggcaa | gacctcgtgg  | aagtaccgcg  | gccagctcaa  | caacaagggc  | 2580 |
| aagcgcattg  | acagcgagat | tcacatcaag  | gatattgtca  | agaacgccga  | cggtaactgc  | 2640 |
| gatctcatcg  | ccgatggttt | tcttctcgtg  | gactcgcttc  | gcgtttacag  | cgccgatgac  | 2700 |
| ctccgcgtca  | agatcgctcc | cggcactaag  | gtgctcctca  | agagcgtcgc  | ggccgctccg  | 2760 |
| cgccatgtgg  | ccactccgat | ccccggcgtc  | ccctccaaca  | cctcctcggg  | ggagatctcg  | 2820 |
| cttgagtccc  | ttaagaagga | gtcctcaaac  | ctggagaagc  | ccctctacct  | tgagacttcc  | 2880 |
| aaccacatcg  | tcaagcagtt | cggcgacgtt  | aacaacggcc  | aggcctccgt  | catccctccg  | 2940 |
| tgaccatta   | acgatctcgg | tgagcgctcg  | tttatggaga  | cttacaacgt  | cgctcgtccc  | 3000 |
| ctctacaccg  | gcgcgatggc | gaagggcatc  | gcttcggcgg  | acctcgtcat  | cgctgccgggt | 3060 |
| aagcgcaaga  | tcctcggcag | cttcggcgcc  | ggtggcctcc  | cgatgcacct  | cgtgcgcgcc  | 3120 |
| tcggctcgaga | agatccaggc | cgcctccccc  | gagggcccggt | acgcgggtcaa | cctcatccac  | 3180 |
| tcgcctttcg  | actcgaacct | tgagaagggt  | aacgtggacc  | tctttctgga  | gaagggcgctc | 3240 |
| cacgtggtcg  | aggcctccgc | ctttaccgcc  | ctcacgaccc  | aggctcgttc  | ctaccgcgcc  | 3300 |
| tgcgccctct  | cgcgtgctaa | ggacgggttc  | gtgctgatta  | agaaccgcat  | catcggttaag | 3360 |
| gtcagccgca  | cggagcttgc | cgagatgttc  | tttcgccttg  | ccccccagaa  | cctcctcgat  | 3420 |
| aagctcatcg  | ccagcggcga | gatcaccaag  | gagcaggcgt  | ccctcgtctt  | tgaggttctt  | 3480 |
| atggccgacg  | atgtcgtctg | tgaggccgac  | tcgggcggcc  | acaccgataa  | ccgtcccatc  | 3540 |
| cacgtcatcc  | tcccgtgat  | tattaacctc  | cgcaaccgta  | tcacaagga   | gtgcggcttt  | 3600 |
| cctgccgctc  | tccgcgtccg | cgtcggcgct  | ggtggtggca  | tcggttgccc  | ctcggccgct  | 3660 |



gtcgccgcct tcaacatggg cgcggccttc ctgatcaccg gctccgttaa ccaggtgagc 3720  
aagcagtccg gcacgtgcga cattgtgcgc aagcagctta gcgaggccag ctactccgac 3780  
atcacgatgg ctcccgcgcg tgacatgttc gaccagggcg tggagctcca ggtcctcaag 3840  
aagggtaaga tgttttccctc gcgcgcgaag aagctctacg agctcttttg catgtacaac 3900  
agctttgacg acatgccgaa gtccgagctc cagcgcttg agaagcgcat tttccagaag 3960  
agcctcgccg aggtctggga ggagactaag gacttttaca tcaaccgcct caacaaccgc 4020  
gagaagatcg agcacgccga gaagaaggac cccaagctca agatgtccct ttgctttcgc 4080  
tggtatctcg gcctttcgag cttttgggcc aacaacggca tcaaggagcg cagcatggat 4140  
taccagatit ggtgcggccc ggccattggc agctacaacg acttcgtgaa gggcacctac 4200  
ctcgaccccg ccgtcgccgg ttctgtacccc tgcgtggtcc agatcaacat gcagatcctc 4260  
cgcggtgcgt gcttcctcca gcgcgtccgc gccattaagc acgacccgcg cctcgatatc 4320  
gacgttgatg aggacgtctt tacctaccgc cccgagagca ccctctaa 4368

<210> 123  
<211> 33  
<212> DNA  
<213> 人工序列

<220>  
<223> 合成引子 pDS233

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (25)..(25)  
<223> n 為 a、c、g、或 t

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (28)..(28)  
<223> n 為 a、c、g、或 t

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (31)..(31)  
<223> y 為 c 或 t

<400> 123  
tgatatggga ggaatgaatt gtgtngtnga ygc 33

<210> 124  
<211> 36  
<212> DNA  
<213> 人工序列

<220>  
<223> 合成引子 pDS235

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (28)..(28)  
<223> n 為 a、c、g、或 t

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (31)..(31)  
<223> r 為 a 或 g

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (34)..(34)



<223> n 為 a、c、g，或 t

<400> 124  
ttccataaca aaatgataat tagctccncc raancc 36

<210> 125  
<211> 23  
<212> DNA  
<213> 人工序列

<220>  
<223> 合成引子 prDS183

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (15)..(15)  
<223> y 為 c 或 t

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (19)..(19)  
<223> m 為 a 或 c

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (21)..(21)  
<223> n 為 a、c、g，或 t

<400> 125  
ggcggccaca ccgayaaymg ncc 23

<210> 126  
<211> 22  
<212> DNA  
<213> 人工序列

<220>  
<223> 合成引子 prDS184

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (14)..(14)  
<223> n 為 a、c、g，或 t

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (20)..(20)  
<223> r 為 a 或 g

<400> 126  
cggggccgca ccanayytgr ta 22

<210> 127  
<211> 17  
<212> DNA  
<213> 人工序列

<220>  
<223> 合成引子 prDS181

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (9)..(9)  
<223> n 為 a、c、g，或 t

<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (12)..(12)  
<223> n 為 a、c、g，或 t

<220>

<221> 其他特徵  
<222> (14)..(14)  
<223> s 為 c 或 g  
  
<220>  
<221> 其他特徵  
<222> (15)..(15)  
<223> n 為 a、c、g，或 t  
  
<400> 127  
tccttcggng cngsnngg

**七、申請專利範圍：**

1. 一種經單離的核酸分子，其係選自於以下所構成的群組：

(a) 一核酸分子，其包含與序列辨識編號：5有至少90%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：FabA-類似 $\beta$ -羥基醯基-ACP脫水酶(DH)活性、烯醯基-ACP還原酶(ER)活性、以及其等之組合；

(b) 一核酸分子，其包含與序列辨識編號：37有至少90%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含DH活性；

(c) 一核酸分子，其包含與序列辨識編號：39有至少90%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含DH活性；以及

(d) 一核酸分子，其包含與序列辨識編號：41有至少90%的同一性之多核苷酸序列，其中該多核苷酸序列編碼一多肽，其包含ER活性。

2. 如申請專利範圍第1項之經單離的核酸分子，其中該等多核苷酸序列係各別與序列辨識編號：5、37、39，及41有至少95%的同一性。
3. 如申請專利範圍第1項之經單離的核酸分子，其中該等核酸分子各別包含序列辨識編號：5、37、39，及41的多核苷酸序列。
4. 一種經單離的核酸分子，其係選自於以下所構成的群

組：

(a) 一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：6有至少90%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含選自於以下所構成的群組之PUFA合成酶活性：DH活性、ER活性、及其等之組合；

(b) 一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：38有至少90%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含DH活性；

(c) 一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：40有至少90%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含DH活性；以及

(d) 一核酸分子，其包含編碼一多肽之多核苷酸序列，其中該多肽包含與序列辨識編號：42有至少90%的同一性之胺基酸序列，以及其中該多肽包含ER活性。

5. 如申請專利範圍第4項之經單離的核酸分子，其中該等胺基酸序列係各別與序列辨識編號：6、38、40，及42有至少95%的同一性。
6. 如申請專利範圍第4項之經單離的核酸分子，其中該等多肽各別包含序列辨識編號：6、38、40，及42之胺基酸序列。
7. 一種重組型核酸分子，其包含如申請專利範圍第1-6項中任一項之核酸分子或其等之組合以及一轉錄控制序

列。

8. 如申請專利範圍第7項之重組型核酸分子，其中該重組型核酸分子為一重組型載體。
9. 一種宿主細胞，其表現如申請專利範圍第1-6項中任一項之核酸分子、如申請專利範圍第7或8項之重組型核酸分子，或其等之組合。
10. 如申請專利範圍第9項之宿主細胞，其中該宿主細胞係選自於以下所構成的群組：植物細胞、微生物細胞，以及動物細胞。
11. 如申請專利範圍第10項之宿主細胞，其中該宿主細胞係微生物細胞。
12. 如申請專利範圍第11項之宿主細胞，其中該微生物細胞係一細菌。
13. 如申請專利範圍第12項之宿主細胞，其中該微生物細胞為破囊壺菌(*Thraustochytrid*)。
14. 如申請專利範圍第13項之宿主細胞，其中該破囊壺菌為裂殖壺菌屬(*Schizochytrium*)或破囊壺菌屬(*Thraustochytrium*)。
15. 一種產生至少一個PUFA的方法，其包含：

於有效產生PUFA的條件下於一宿主細胞中表現PUFA合成酶基因，

其中該PUFA合成酶基因包含如申請專利範圍第1-6項中任一項之經單離的核酸分子、如申請專利範圍第7或8項之重組型核酸分子，或其等之組合，以及

其中至少一個PUFA係被生產。

16. 如申請專利範圍第15項之方法，其中該宿主細胞係選自於以下所構成的群組：植物細胞、經單離的動物細胞，以及微生物細胞。
17. 如申請專利範圍第15項之方法，其中該至少一個PUFA包含二十二碳六烯酸(DHA)。