

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-95478
(P2002-95478A)

(43) 公開日 平成14年4月2日 (2002.4.2)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
C 1 2 N 15/09	Z N A	C 1 2 Q 1/04	4 B 0 2 4
C 1 2 Q 1/04		1/68	Z 4 B 0 6 3
1/68		C 1 2 N 15/00	Z N A A

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2000-286748(P2000-286748)

(22) 出願日 平成12年9月21日 (2000.9.21)

(71) 出願人 501145295

独立行政法人 食品総合研究所

茨城県つくば市観音台2丁目1番地12

(72) 発明者 森 勝美

岩手県下厨川字赤平4番地 農試宿舍C38

(72) 発明者 蒲生 卓磨

茨城県稲敷郡茎崎町高崎2277番地52

(74) 代理人 100091096

弁理士 平木 祐輔 (外1名)

Fターム(参考) 4B024 AA11 CA20 HA11 HA19

4B063 QA13 QA18 QQ07 QQ50 QR08

QR32 QR40 QR42 QR62 QS25

QS39

(54) 【発明の名称】 サッカロマイセス・セレビスエに属する酵母のミトコンドリア21SリボゾームRNA遺伝子の簡易迅速な塩基配列決定法

(57) 【要約】

【課題】 遺伝子増幅法を利用した *S. cerevisiae* の簡易迅速なミトコンドリア21SリボゾームRNA遺伝子の塩基配列決定方法及びこれを利用したサッカロマイセス・セレビスエ菌株の分類法を提供する。

【解決手段】 サッカロマイセス・セレビスエのミトコンドリア21SリボゾームRNA遺伝子を遺伝子増幅法を用いて増幅し、該遺伝子の塩基配列を決定する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 サッカロマイセス・セレビシエのミトコンドリア21SリボゾームRNA遺伝子を遺伝子増幅法を用いて増幅し、該遺伝子の塩基配列を決定することを特徴とするサッカロマイセス・セレビシエのミトコンドリア21SリボゾームRNA遺伝子の塩基配列決定法。

【請求項2】 遺伝子増幅法におけるプライマーが配列番号1～配列番号16である請求項1記載の塩基配列決定法。

【請求項3】 サッカロマイセス・セレビシエのミトコンドリア21SリボゾームRNA遺伝子の塩基配列を用いてサッカロマイセス・セレビシエ菌株の系統を分類することを特徴とするサッカロマイセス・セレビシエ菌株の系統分類方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はサッカロマイセス・セレビシエに属する酵母のミトコンドリア21SリボゾームRNA遺伝子の簡易迅速な塩基配列決定法及び該塩基配列を用いたサッカロマイセス・セレビシエの系統分類法に関する。

【0002】

【従来の技術】サッカロマイセス・セレビシエ (*Saccharomyces cerevisiae*) には、性状の異なる種々の菌株が含まれている。そのため、一時はサッカロマイセス・セレビシエとは異なる種として発表されながら、結局は、サッカロマイセス・セレビシエとされた菌種も多数ある(C.P.Kurtzman, and J.W.Fell: *The Yeasts a taxonomic study* 4th ed., Elsevier, The Netherlands, 1998)。サッカロマイセス・セレビシエに属す菌株は、いろいろな発酵食品、酒類などの生産に多用されているので、このような分類体系の不安定性は、研究や生産の現場において混乱をきたし大きな問題になっている。

【0003】これまで、ビタミンの要求性に基づくサッカロマイセス・セレビシエの細分類も行われたが(山口辰辰:パン酵母の分類に関する研究(第6報)各国パン酵母の分類,農芸化学会誌,33巻,p.513-519,1959)、系統の解析は困難であった。一方近年、主として細菌について、リボゾームRNA分子を利用した分子系統学が進展して、細菌などの微生物の系統的な分類が可能になってきた。真菌類では、酵母についても、細胞質リボゾームRNA又はその遺伝子の塩基配列を比較することにより、系統分類が行われている。しかし、細胞質リボゾームRNAの塩基配列では、変異が少なすぎることから、近縁の菌株間の系統解析には向いていないと考えられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明者らは、上記の事情に鑑み、近縁の酵母の系統解析を可能にするため、細胞質リボゾームRNAよりさらに変異の大きいミトコ

ンドリアリボゾームRNA遺伝子に注目し、これを利用することを考え、本発明を完成するに至った。即ち、本発明の目的は、遺伝子増幅法を利用した *S. cerevisiae* の簡易迅速なミトコンドリア21SリボゾームRNA遺伝子の塩基配列決定方法及びこれを利用したサッカロマイセス・セレビシエ菌株の分類法を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、サッカロマイセス・セレビシエのミトコンドリア21SリボゾームRNA遺伝子を遺伝子増幅法を用いて増幅し、該遺伝子の塩基配列を決定することを特徴とするサッカロマイセス・セレビシエのミトコンドリア21SリボゾームRNA遺伝子の塩基配列決定法である。

【0006】

【0006】上記遺伝子増幅法におけるプライマーとしては、配列番号1～配列番号16が用いられる。さらに、本発明はサッカロマイセス・セレビシエのミトコンドリア21SリボゾームRNA遺伝子の塩基配列を用いてサッカロマイセス・セレビシエの系統を分類することを特徴とするサッカロマイセス・セレビシエの系統分類法である。

【0007】

【発明の実施の形態】以下に本発明を詳しく説明する。

1) 微生物の培養

サッカロマイセス・セレビシエ (*Saccharomyces cerevisiae*) の基準株をGlyYP (Glycerol 2%, Yeast extract 0.5%, Peptone 1%) 培地中で振とうによる前培養を行い、その全量をGlyYP培地に添加し振とう培養を行った。

【0008】2) 全DNAの抽出・精製法

全DNAの抽出・精製操作は、ミトコンドリアDNAの切断に特に注意して、酵素処理時間を短縮し、攪拌などを緩やかに行うなど、次のとおり従来の方法を改良した方法で行った。

【0009】

上記培養により得られたサッカロマイセス・セレビシエ菌株から全DNAの抽出・精製を小川(小川暢男:生物化学実験法39 酵母分子遺伝学実験法(大嶋泰治編),学会出版センター,84-85,1996)やFoxら(Thomas D. Fox, Linda S. Folley, Julio J. Mulero, Thomas W. McMullin, Peter E. Thorsness, Lars O. Hedin, and Maria C. Costanzo: *Guide to Yeast Genetics and Molecular Biology*(ed. Christine Guthrie, and Gerald R. Fink), *Methods in Enzymology*194, p.160-161, 1991)の方法により行った。

【0010】

サッカロマイセス・セレビシエの菌体にEDTA、りん酸ナトリウム及び2-メルカプトエタノールを加え、さらにチモリアーゼ(Zymolyase)を加え加温して、サッカロマイセス・セレビシエ菌体の細胞壁を溶解した。次に、EDTA、SDS及びTrisHClを加え、加熱することにより、溶菌した。さらに、この溶菌液に酢酸カ

リウムを加え、ミトコンドリアDNAの分断が起こらないように緩やかに攪拌しよく混合した後冷却した。冷却後この溶解液を遠心分離し、DNAを含む上清をピペットを用いて採取した。その上清に、2-プロパノールを加え、析出するDNAを滅菌済み白金耳などでつり上げた。そのDNAをTE (1mM EDTA/10mM Tris-HCl/ pH 7.4) へよく溶解し、遠心分離により沈殿した不溶物を除去し、上清のみを採取した。その上清にRNase A 液 (10 mg/ul) 及びRNase T1 (0.5 U/ul) を加え、共存するRNAを分解した。この粗DNA溶液に、溶剤を加え溶剤分別し、DNA層のみを取り、さらに溶剤を加えて精製し、冷エタノールを加え、DNAを析出させて精製DNAを調製した。

【0011】これまで、酵母ミトコンドリアDNAの塩基配列決定のためには、超遠心分離処理等により核DNAからも分離した高度に精製したミトコンドリアDNAが必要であった (Francoise Foury, Tiziana Roganti, Nicolas Lecrenier, and Benedicte Purnelle: The complete sequence of the mitochondrial genome of *Saccharomyces cerevisiae*, FEBS Letters 440, 325-331, 1998.、Brigitte Weiss-Brummer, Alfred Zollner, Albert Haid, and Shahla Thompson: Mutation of a highly conserved base in the yeast mitochondrial 21S rRNA restricts ribosomal frameshifting, *Molecular and General Genetics*, 248, 207-216, 1995.、Jure Piskur, Sonja Smole, Casper Groth, Randi F. Petersen, and Mogens B. Pedersen: Structure and genetic stability of mitochondrial genomes vary among yeasts of the genus *Saccharomyces*, *International Journal of Systematic Bacteriology*, 48, 1015-1024, 1998.、Barnard Dujon: Sequence of the intron and flanking exons of the mitochondrial 21S rRNA gene of yeast strains having different alleles at the *and rib-1* loci, *Cell*, 20, 185-197, 1980.、小川暢男: 生物化学実験法39 酵母分子遺伝学実験法 (大嶋泰治編), 学会出版センター, 84-85, 1996.)。また、さらにそのミトコンドリアDNAをクローニングして、塩基配列を決定するのが一般的であった。本発明はこれら従来法に代えて遺伝子増幅法 (PCR法) を利用して塩基配列の決定を行った。

【0012】3) Mt - 21SrDNAのPCR用プライマーの設計

サッカロマイセス・セレビシエMt - 21SrDNAをPCR法で増幅した報告は見あらず、したがってPCR用プライマーも報告されていない。そこで、既報のMt - 21SrDNAの塩基配列 (配列番号20) を参考にして、Mt - 21SrDNAを7断片に分けて、増幅が可能なPCR用プライマー (配列番号1~16) を図2に示すように設計した。

【0013】酵母ミトコンドリアDNAは、A (アデニン) とT (チミン) が圧倒的に多く、繰り返し配列が多

いため、G (グアニン) とC (シトシン) が適度に混在する特異的な配列を、適当な間隔毎に見いだすのは極めて難しかった。結局、GとCが比較的多く、比較的特異性も高い配列で、PCR用プライマーとして利用できたものを、図2に示した。これらのプライマーは、DNA sequencer 377 (PE-ABI社製) による塩基配列決定の便宜に合わせて、7分割して570塩基から870塩基のDNAのPCRを行うよう設計したものである。また、ミトコンドリアDNAの塩基配列には繰り返し配列が多いため、いくつかのプライマーの3'末端の4~6塩基が、標的領域とは別の領域とも一致する配列になることが避けられなかった。しかし、さらなる検討により塩基配列の決定は可能であること、また他に適当なプライマー設定可能配列が見当たらないことなどから、最終的に図2に示したプライマーを設計し、採用することとした。

【0014】4) Mt - 21SrDNA (ミトコンドリア21SリボゾームRNA遺伝子) の遺伝子増幅法 (PCR法) による増幅

上記精製DNAを鋳型とし、配列番号1 (-413F) 及び2 (461R) と、配列番号3 (64F) 及び4 (690R) と、配列番号5 (478F) 及び6 (1290R) と、配列番号7 (1048F) 及び8 (1615R) と、配列番号9 (1590F) 及び10 (2258R) と、配列番号11 (1945F) (又は配列番号12 (2269F)) 及び13 (2676R) と、配列番号14 (2624F) (又は配列番号15 (3889F)) 及び16 (4457R) とをプライマーとして用いて遺伝子増幅 (PCR) を行い、Mt - 21SrDNAを増幅した。この結果、図1のPCR産物の1%アガロースゲル電気泳動像に示すように、Mt - 21SrDNAの全長を7領域に分けて増幅し、入手することができた。

【0015】5) PCR産物の塩基配列の決定法
上記PCR産物DNAをPE-ABI (パーキンエルマー・アプライドバイオシステムズ) 社製の Bigdye terminator sequencing kit 及びPCRに使用したプライマーにてダイデオキシ反応後、DNA sequencer 377 (PE-ABI社製) により塩基配列を決定した。7本のPCR産物DNAは全て2重鎖DNAであるが、7本全てについて、PCR用のFプライマー及びRプライマー並びに図2における() 内に記述した塩基配列決定専用プライマーを用いて、2重鎖DNAの主鎖及び相補鎖の配列を決定し、それら両鎖の配列が一致することを確認した。

【0016】得られた塩基配列データの確認、連結、及び検索などは、コンピューターソフトのDNASIS (日立ソフト社製) を用いておこなった。なお、先のFoxらの報告では、ミトコンドリアDNA (ミトコンドリア21SリボゾームRNAについては記載はない) のDNAポリメラーゼを利用する塩基配列決定に、全DNAの制限酵素処理が必要であるとしており、その理由として、全DN

A溶液の粘性を低下させることを指摘している。しかし、本発明においては、制限酵素無処理の全DNAでも、DNAポリメラーゼによるPCRが可能であった。従って、この点でも本発明の方法は従来法に比して優れた方法である。

【0017】6) サッカロマイセス・セレビシエMt-21SrDNAの決定された塩基配列によるサッカロマイセス・セレビシエ菌株の系統分類

上記方法により決定されたサッカロマイセス・セレビシエMt-21SrDNAの塩基配列は、系統の異なるサッカロマイセス・セレビシエ3株〔IFO 10217(配列番号17)、IFO 10055(配列番号18)、IFO 1998(配列番号19)〕でそれぞれ差異が明確である(図3参照)ことから、本方法は菌種サッカロマイセス・セレビシエの系統分類に適用することができた。また、一連の本方法による1菌株について塩基配列解析のための所要時間は4日間であった。

【0018】

【実施例】以下、本発明を実施例により具体的に説明する。但し、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

1. 供試菌体

サッカロマイセス・セレビシエ(*Saccharomyces cerevisiae*)の基準株である IFO 10217株 (= ATCC 18824 = NCYC505 = JAM 14383 = JCM 7255 = CBS 1171)、*S. cerevisiae* IFO 10055(Basonym *S. acetii* IFO 10055T)(T; 基準株)及び*S. cerevisiae* IFO 1998(Basonym *S. oleaginosus* IFO 1998T)を供試した。

【0019】2. 培養方法

各供試菌株を、2.5mlのGlyYP (Glycerol 2%, Yeast extract 0.5%, Peptone 1%)培地に於て30、1~2日間、振とうによる前培養を行い、その全量を50mlのGlyYP培地に添加し30、2日間振とうによる培養を行った。

【0020】3. 全DNAの抽出・精製法

PCR法により、酵母ミトコンドリアDNAの増幅が可能となるような酵母全DNAの抽出・精製法として改良酢酸カリウム法を用いた。主として小川やFoxに記載の方法を参考に、下記のように行った。

【0021】前述の方法により培養した各供試菌体を、5000g、5分間の遠心分離した。沈殿した菌体を一度滅菌蒸留水にて洗浄した(湿重0.1g~2gの菌体を得られた)。約1gの菌体に、1mlの25mM EDTA/50mMリソチアミン/50mM Tris-HCl/pH 7.5と10μlの2-メルカプトエタノールを加え、さらにチモラーゼ60,000を300ユニット(約5mg)加え37、10分間加温して、細胞壁を溶解した。次に、1mlの80mM EDTA/1% SDS/0.2M Tris HCl/pH 9.5を加え、65、3分間加熱することにより、溶菌した。さらに、溶菌液量の1/4量に当たる700μlの5M酢酸カリウムを加え、ミトコンドリアDNAの分断が起らないように緩やかに攪拌しよく混合した後、1時間水中に置い

た。冷却後、10,000g、10分間遠心分離し、DNAを含む上清をピペットにて採取した。その上清に、等量の2-プロパノールを加え、ゆっくり攪拌しながら析出するDNAを滅菌済み白金耳などで取り上げた。そのDNAを800μlのTE(1mM EDTA/10mM Tris-HCl/pH 7.4)へよく溶解し、10,000g、15分間の遠心分離により沈殿した不溶物を除去し、上清のみを採取した。その上清に25μlのRNase A液(10 mg/ul)及び10μlのRNase T1(0.5 U/ul)を加え、37、20分間の保温により、共存するRNAを分解した。この粗DNA溶液に、等量の2-プロパノールを加え、緩やかに攪拌しながら、析出したDNAを取り上げて、400μlのTEへ溶解した。そのDNA溶液に、等量のフェノール/クロロホルム/水(25:24:1)液を加え、ゆっくりよく混合した後、5000rpm、5分間の遠心分離により、DNA層、凝固蛋白質層、フェノール層に分離した。DNA層のみを取り、同様のフェノール処理をもう一度行った。次に、分離し採取したDNA液へ、等量のクロロホルムを加え、ゆっくりよく混合した後、5000rpm、5分間の遠心分離により、DNA液層とクロロホルム層に分離した。DNA液層のみを取り、同様のクロロホルム処理をもう一度行った。得られた精製DNA液へ、2倍量の冷エタノールを加え、ゆっくり混合して、析出したDNAを5000rpm、5秒間の遠心分離により沈殿させた。沈殿した精製DNAのみを取り、乾燥し、-20にて保存した。

【0022】4. Mt-21SrDNAのPCR用プライマーの設計

酵母ミトコンドリアDNAは、A(アデニン)とT(チミン)が圧倒的に多く、繰り返し配列が多いため、G(グアニン)とC(シトシン)が適度に混在する特異的な配列を、適当な間隔毎に見いだすのは極めて難しかった。結局、GとCが比較的多く、比較的特異性も高い配列で、PCR用プライマーとして利用できたものを、図2に示した。これらのプライマーは、DNA sequencer 377(PE-ABI社製)による塩基配列決定の便宜に合わせて、7分割して570塩基から870塩基のDNAのPCRを行うよう設計したものである。また、ミトコンドリアDNAの塩基配列には繰り返し配列が多いため、いくつかのプライマーの3'末端の4~6塩基が、標的領域とは別の領域とも一致する配列になることが避けられなかった。しかし、その後の検討により塩基配列の決定は可能であったこと、また他に適当なプライマー設定可能配列が見当たらなかったことなどから、最終的に図2に示したプライマーを設計し、採用することとした。

【0023】5. Mt-21SrDNA(ミトコンドリア21SリボゾームRNA遺伝子)のPCRによる増幅
各供試菌の精製全DNAを鋳型とし、図2に示したPCR用プライマーのFプライマーとRプライマーの各々の組合せを用いてMt-21SrDNAを増幅した。

【0024】すなわち、AmpliTaQ DNA polymerase(Perkin-Elmer社製)を用いて所定の反応条件に従い、10

倍濃度Buffer原液所定量およびサンプル精製全DNA 0.01~0.001 µg/µl、AmpliAq polymerase 0.05 units/µl、dNTP 0.2mM、各々の Primer 0.3 pmol/µl、MgCl 3 mM となるように反応液50 µlを調整した。この反応液50 µlをガラスキャピラリーへ封入し、1605型 Air Thermo-Cycler(アイダホテクノロジー社製)を用いて、500塩基から900塩基の長さのDNA用に指定されているPCR温度条件にて、45回のPCRを行った。すなわち、最初に94 45秒間加熱し、次に94 10秒間、55 15秒間、72 25秒間の温度サイクルを45回繰り返した。反応終了後にPCR産物DNAを、セントリコン100(アミコン社製)にて精製した。このPCR産物は、1%アガロース電気泳動により、純度を確認した(図1参照)。

【0025】6. PCR産物の塩基配列の決定法
PCR産物DNA約10~30ngを用いてPE-ABI(パーキンエルマー・アプライドバイオシステムズ)社製の Big dye terminator sequencing kit 及びPCRに使用したプライマーにてダイデオキシ反応後、DNA sequencer 377(PE-ABI社製)により塩基配列を決定した。7本のPCR産物DNAは全て2重鎖DNAであるが、7本全てについて、PCR用のFプライマー及びRプライマー並びに図2おける()内に記述した塩基配列決定専用プライマーを用いて、2重鎖DNAの主鎖及び相補鎖の配列を決定し、それら両鎖の配列が一致することを確認した。

【0026】得られた塩基配列データの確認、連結、及び検索などは、コンピューターソフトのDNASIS(日立ソフト社製)を用いておこなった。この方法により決定したサッカロマイセス・セレピシエ IF0 10217のミトコンドリア21SリボソームRNAの塩基配列を配列番号17に、サッカロマイセス・セレピシエ IF0 10055のミトコンドリア21SリボソームRNAの塩基配列を配列番号18に、サッカロマイセス・セレピシエ IF0 1998のミトコンドリア21SリボソームRNAの塩基配列を配列番号19にそれぞれ示す。

【0027】7. サッカロマイセス・セレピシエ IF0 1

0217、サッカロマイセス・セレピシエ IF0 10055、及びサッカロマイセス・セレピシエ IF0 1998の各ミトコンドリア21SリボソームRNAの塩基配列を用いたサッカロマイセス・セレピシエ菌株の系統分類

上述したように決定された配列番号17、配列番号18及び配列番号19を比較した結果を図3に示す。なお、図3において、網掛けの部分は、IF0 10217、IF0 10055及びIF0 1998のうち2菌株以上で塩基配列が一致している部分を示している。この図3に示した並列配列表における3菌株間の転移型と転換型との弛緩塩基数を数え、木村資生が提唱した下記式により各々の間の進化距離(Knuc)を算出した。

$$【0028】Knuc = -1/2 \text{Log}_e[(1-2P-Q)(1-2Q)^{1/2}]$$

(式中、Pは転移型の置換の割合であり、Qは転換型の置換の割合である。)

そして、算出した進化距離(Knuc)からUPGMA(Unweighted pair-group method with arithmetic mean)にて系統樹を作製した。これら3菌株の系統関係を表す統計樹を図4に示す。この図4から、IF0 10055とIF0 1998とが最も近縁であり、次にIF0 10217が近縁であることがわかる。なお、図4において、各々の具体的な系統距離は、菌株から菌株までの横棒の長さの和で読みとることができる。

【0029】

【発明の効果】本発明の方法は、高価な機器である超遠心分離機を必要とせず、また制限酵素処理も必要とせず、さらに所要時間も従来法に比して1/2から1/4程度に短縮化できるものであるから、本発明の塩基配列決定法は簡易でかつ迅速な優れた方法である。また、サッカロマイセス・セレピシエのMt-21SrRNAは菌株による変異が大きいためこれらの塩基配列を用いてサッカロマイセス・セレピシエの菌株の系統分類を行うことができた。

【0030】

【配列表】

SEQUENCE LISTING

<;110>; Director-general of National Food Research Institute, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

<;120>; Rapid sequencing Method for mitochondrial 21S ribosomal RNA gene of the yeast

<;130>; P00-153

<;140>;

<;141>;

<;160>; 20

<;170>; PatentIn Ver. 2.0

<;210>; 1

<;211>; 27

<;212>; DNA

<;213>; Artificial Sequence

<;220>;
 <;223>; Description of Artificial Sequence:primer
 <;400>; 1
 caaaatagtc cgaccgaagg agatgag 27
 <;210>; 2
 <;211>; 27
 <;212>; DNA
 <;213>; Artificial Sequence
 <;220>;
 <;223>; Description of Artificial Sequence:primer
 <;400>; 2
 cttgctgacc cattatacaa aaggtag 27
 <;210>; 3
 <;211>; 24
 <;212>; DNA
 <;213>; Artificial Sequence
 <;220>;
 <;223>; Description of Artificial Sequence:primer
 <;400>; 3
 agatttaaag agataatcat ggag 24
 <;210>; 4
 <;211>; 20
 <;212>; DNA
 <;213>; Artificial Sequence
 <;220>;
 <;223>; Description of Artificial Sequence:primer
 <;400>; 4
 atagaaaacc agctatctgc 20
 <;210>; 5
 <;211>; 18
 <;212>; DNA
 <;213>; Artificial Sequence
 <;220>;
 <;223>; Description of Artificial Sequence:primer
 <;400>; 5
 gtaccttttg tataatgg 18
 <;210>; 6
 <;211>; 20
 <;212>; DNA
 <;213>; Artificial Sequence
 <;220>;
 <;223>; Description of Artificial Sequence:primer
 <;400>; 6
 cgttactcat gtcagcattc 20
 <;210>; 7
 <;211>; 22
 <;212>; DNA
 <;213>; Artificial Sequence
 <;220>;

<;223>; Description of Artificial Sequence:primer
 <;400>; 7
 atgaacatgt aacaatgcac tg 22
 <;210>; 8
 <;211>; 26
 <;212>; DNA
 <;213>; Artificial Sequence
 <;220>;
 <;223>; Description of Artificial Sequence:primer
 <;400>; 8
 ctaacttatg agctatcttt gccgag 26
 <;210>; 9
 <;211>; 29
 <;212>; DNA
 <;213>; Artificial Sequence
 <;220>;
 <;223>; Description of Artificial Sequence:primer
 <;400>; 9
 caggatgta agtagagaat atgaagtg 29
 <;210>; 10
 <;211>; 27
 <;212>; DNA
 <;213>; Artificial Sequence
 <;220>;
 <;223>; Description of Artificial Sequence:primer
 <;400>; 10
 ctgataatga cgccccatca aaactac 27
 <;210>; 11
 <;211>; 28
 <;212>; DNA
 <;213>; Artificial Sequence
 <;220>;
 <;223>; Description of Artificial Sequence:primer
 <;400>; 11
 agtgaagatg ctatgtacct tcagcaag 28
 <;210>; 12
 <;211>; 25
 <;212>; DNA
 <;213>; Artificial Sequence
 <;220>;
 <;223>; Description of Artificial Sequence:primer
 <;400>; 12
 caatctctaa ttgtagttt tgatg 25
 <;210>; 13
 <;211>; 31
 <;212>; DNA
 <;213>; Artificial Sequence
 <;220>;
 <;223>; Description of Artificial Sequence:primer
 <;400>; 13

ctagcgtaac ttttattcgt tatcaataac c 31
 <;210>; 14
 <;211>; 27
 <;212>; DNA
 <;213>; Artificial Sequence

<;220>;
 <;223>; Description of Artificial Sequence:primer
 <;400>; 14
 cgagtgaac aagtacgtaa gtatgcc 27
 <;210>; 15
 <;211>; 27
 <;212>; DNA
 <;213>; Artificial Sequence

<;220>;
 <;223>; Description of Artificial Sequence:primer
 <;400>; 15
 taagctmtgt ttgmcacctc gatgtcg 27
 <;210>; 16
 <;211>; 27
 <;212>; DNA
 <;213>; Artificial Sequence

<;220>;
 <;223>; Description of Artificial Sequence:primer
 <;400>; 16
 ataaagggtg gaaccaatcc cgcaagg 27
 <;210>; 17
 <;211>; 3315
 <;212>; DNA
 <;213>; *Saccharomyces cerevisiae*
 <;400>; 17

tagtaaaaag tagaataata gatttgaat atttattata tagatttaa gagataatca 60
 tggagtataa aaattaaatt taataaattt aatataacta ttaatagaat taggttacta 120
 ataaattaat aacaattaat tttaaaacct aaaggtaaac ctttatatta ataattgttt 180
 ttttttaatt tttataatta agaataatta ttaataataa taaactaagt gaactgaaac 240
 atctaagtaa cttaggata ataaatcaac agagatatta tgagtattgg tgagagaaaa 300
 taataaagggt ctaataagta ttatgtgaaa aaaatgtaag aaaataggat aacaaattct 360
 aagactaaat actattaata agtatagtaa gtaccgtaag ggaaaatag aaaatgatta 420
 ttttataagc aatcatgaat atattatatt atattaatga tgtacctttt gtataatggg 480
 tcagcaagta attaatatta gtaaaacaat aagtataaaa taaatagaat aatatatata 540
 tataaaaaaa tatattaaa tatttaatta atattaattg acccgaaagc aaacgatcta 600
 actatgataa gatggataaa cgatcgaaca ggttgatgtt gcaatatcat ctgattaatt 660
 gtggttagta gtgaaagaca aatctggttt gcagatagct ggttttctat gaaatatatg 720
 taagtatagc ctttataaat aataattatt atataatatt atattaatat tatataaaga 780
 atggtacagc aattaaata tattagggaa ctattaaagt tttattaata atattaaatc 840
 tcgaaatatt taattatata taataaagag tcagattatg tgcgataagg taataatct 900
 aaagggaaac agcccagatt aagatataaa gttcctaata aataataagt gaataaata 960
 ttaaaatatt ataataat cagttaatgg gtttgacaat aaccattttt taatgaacat 1020
 gtaacaatgc actgatttat aataataaaa aaaaaataat atttaaaatc aatatatata 1080
 atatttgta atagataata tacggatctt aataataaga attatttaatt tcctaatatg 1140

gaatattata tttttataat aataataaga atataaatac tgaatatcta aatattatta 1200
 ttactttttt ttaataataa taatatggta atagaacatt taatgataat atatatagtt 1260
 tattaattaa tatatgtatt aattaaatag agaatgctga catgagtaac gaaaaaaagg 1320
 tataaacctt ttcacctaaa acataagggt taactataaa agtacggccc ctaattaaat 1380
 tatataagaa tataaatata ttttaagatgg gataatctat attaataaaa atttatctta 1440
 aaatatatat attattaata attatattaa ttaattaata atatatataa ttatatata 1500
 tattatattt ttatatataa tatatataat ataaactaat aaagatcagg aaataattaa 1560
 tgtataccgt aatgtagacc gactcaggta tgtaagtaga gaatatgaag gtgaattaga 1620
 taattaaagg gaaggaactc ggcaagata gctcataagt tagtcaataa agagtaataa 1680
 gaacaaagtt gtacaactgt ttactaaaaa caccgcactt tgcagaaacg ataagtttaa 1740
 gtataagggt tgaactctgc tccatgctta atatatataa aaaattattt aacgataatt 1800
 ttattaaatt taggtaaata gcagccttat tatgagggtt ataagttagc gaaattcctt 1860
 ggccataat tgggtcccg catgaatgac gtaatgatac aacaactgtc tccccttaa 1920
 gctaagtga attgaaatcg tagtgaagat gctatgtacc ttacgcaaga cggaaagacc 1980
 ctatgcagct ttactgtaat tagatagatc gaattattgt ttattatatt cagcatatta 2040
 agtaatccta ttattaggtt attgtttaga tattaatgag atacttatta taatataatg 2100
 ataattctaa tcttataaat aattattatt attattatta ataataataa tatgcttca 2160
 agcatagtg taaaacatat ttatatgata atcactttac ttaatagata taattcttaa 2220
 gtaatatata atatatatta tatatatatt atatatataa taagagacaa tctctaattg 2280
 gtagtttga tggggcgta ttatcagcaa aagtatctga ataagtccat aaataaata 2340
 ataaaattat tgaataaaaa aaataatata tattatata attaatata aattgaaata 2400
 tgtttatata aatttatatt tattgaatat attttagtaa tagataaaaa tatgtacagt 2460
 aaaattgtaa ggaaaacaat aataactttc tcctctctcg gtgggggttc acacctattt 2520
 ttaatagggt tgaaccctc ttcgggggtc cggttccctt tccgggtcccg gaacttaa 2580
 aaaaatggaa agaattaaat taatataatg gtataactgt gcgataattg taacacaaac 2640
 gagtgaacaa agtacgtaag tatggcataa tgaacaaata acactgattg taaaggttat 2700
 tgataacgaa taaaagttac gctagggata acagggtaat ataacgaaag agtagatatt 2760
 gtaagttatg tttgccacct cgatgtcgac tcaacatttc ctcttgggtg taaaagctaa 2820
 gaagggttg actgttcgta aattaaatg ttacgtgagt tgggttaa 2880
 tcagtatggt tcctatctgc tgaaggaaat attatcaaat taaatctcat tatttagtgc 2940
 caaggacct aatgaatcaa cccatgggtt atctattgat aataatataa tatattta 3000
 aaaaataata ctttattaat atattatcta tattagttaa tattttaatt atatatatc 3060
 atagtagata agctaagttg ataataataa aatattgaat acatattaa tatgaagttg 3120
 ttttaataag ataattaaat tgataatttt atactaaaat taataattat aggttttata 3180
 tattatttat aataaataa aatataataa taataattat tattattatt aataaaaaaa 3240
 atattaatta taatattaat aaaactaa tttatcagtt atctatataa tatctaactc 3300
 attattctat atact 3315

<;210>; 18

<;211>; 3272

<;212>; DNA

<;213>; *Saccharomyces cerevisiae*

<;400>; 18

tagtaaaaag tagaataata ggtttgaat atttattata tagatttaa gagataatca 60
 tggagtataa aaattaaatt taataaattt aatataacta ttaatagaat taggttacta 120
 ataaatfaat aacaattaa tttaaaacct aaaggtaaac ctttatatta ataatgtttt 180
 tttttatttt tataattaa aataattatt aataataata aactaagtga actgaaacat 240
 ctaagtaact taaggataat aaatcaacag agatattatg agtatgggtg agagaaaata 300
 ataaagggtc aataagttat atgtgaaaaa atgtaagaa aataggataa caaattctaa 360
 gactaaatac tattaataag tatagtaagt accgtaaggg aaagtatgaa aatgattatt 420
 ttataagcaa tcatgaatat attatattat attaatgatg taccttttgt ataatgggtc 480

agcaagtaat taatattagt aaaacaataa gttataaata aatagaataa tatatatata 540
 taaaaaata tattaaaata ttttaattaat attaattgac ccgaaagcaa acgatctaac 600
 tatgataaga tggataaacg atcgaacagg ttgatgttg aatatcatct gattaattgt 660
 ggtagtagt gaaagacaaa tctggtttgc agatagctgg ttttctatga aatataatgta 720
 agtatagcct ttataaataa taattattat ataataattat ataaatatta tataaagaat 780
 ggtacagcaa ttaatatata ttagggaact attaaagttt tattaataat attaaatctc 840
 gaaatattta attatatata ataaagagtc agattatgtg cgataaggta aataatctaa 900
 agggaaacag cccagattaa gatataaagt tcctaataaa taataagtga aataaatatt 960
 aaaatattat aatataatca gttaatgggt ttgacaataa ccatttttta atgaacatgt 1020
 aacaatgcac tgatttataa taaataaaaa aaaataatat ttaaatcaa atatatatat 1080
 atttgttaat agataatata cggatcttaa taataagaat tatttaattc ctaatatgga 1140
 atattatatt tttataataa taataaaaa ataaactctg aatatctaaa tattattatt 1200
 actttttttt taataataat aatatggtaa tagaacattt aatgataata tatattagtt 1260
 attaaattaat atagtatta attaaataga gaatgctgac atgagtaacg aaaaaagggt 1320
 ataacctttt tcacctaaaa cataaggttt aactataaaa gtacggcccc taattaatt 1380
 atataagaat ataaatata ttaagatggg ataactata ttaataaaaa ttatcttaa 1440
 aatatatata ttataataa ttatatattat taattaataa tatatataat tatattatat 1500
 attatatttt tatatataat atatatataa taaactaata aagatcagga aataattaat 1560
 gtataccgta atgtagaccg actcaggat gtaagtagag aatatgaagg tgaattagat 1620
 aattaaaggg aaggaactcg gcaaagatag ctcataagtt agtcaataaa gagtaataag 1680
 aacaaagttg tacaactgtt tactaaaaac accgcacttt gcagaaacga taagtttaag 1740
 tataagggtg gaactctgct ccatgcttaa tatataaata aaattattta acgataattt 1800
 tattaatttt agttaaatag cagccttatt atgagggtta taatgtagcg aaattccttg 1860
 gcctataatt gaggtcccgc atgaatgacg taatgataca acaactgtct cccctttaag 1920
 ctaagtgaat ttgaaatcgt agtgaagatg ctatgtacct tcagcaagac ggaagaccc 1980
 tatgcagctt tactgtaatt agatagatcg aattattggt tattatattc agcatatata 2040
 gtaatcctat tattaggtaa tcgtttagat attaatgaga tacttattat aatataatga 2100
 taattctaatt ctataaata attattatta ttattattaa taataataat atgctttcaa 2160
 gcatagtgat aaaacatatt tatatgataa tcactttact taatagatat aattcttaag 2220
 taatatataa tatatattat atatatatta tatataatat aagagacaat ctctaattgg 2280
 tagttttgat gggcggtcat tatcagcaaa agtatctgaa taagtcata aataaatata 2340
 taaattattt gaataaaaa aataatata attatatata ttaattataa atgaaatat 2400
 gtttatataa atttatattt attgaatata ttttagtaat agataaaaa atgtacagta 2460
 aaattgtaag gaaaacaata ataactttct cctctctcgg tgggggttca cacctatttt 2520
 taatagggtg gaaccctcc ttaaaaaata aaaatggaaa gaattaaatt aatataatgg 2580
 tataactgtg cgataattgt aacacaaacg agtgaacaa gtacgtaagt atggcataat 2640
 gaacaaataa cactgattgt aaaggttatt gataacgaat aaaagttacg ctagggataa 2700
 cagggttaata taacgaaaga gtagatattg taagttatgt ttgccacctc gatgtcgact 2760
 caacatttcc tcttggttgt aaaagctaag aagggttga ctgttcgtca attaaatgt 2820
 tacgtgagtt gggtaaaata cgatgtgaat cagtatggtt cctatctgct gaaggaata 2880
 ttatcaaatt aaatctcatt attagtacgc aaggaccata atgaatcaac ccatggtgta 2940
 tctattgata ataataat atatttaata aaaataatac tttattaaata tattatctat 3000
 attagtttat attttaatta tatattatca tagtagataa gctaagttga taataataa 3060
 atattgaata catattaat atgaagttgt ttaataaga taattaatct gataatttta 3120
 tactaaaatt aataattata ggttttatat attatttata aatataatata aataattatt 3180
 attattaata aaaaaaata ttaattataa tattaataaa atactaattt atcagttatc 3240
 tatataatat ctaacttatt attctatata ct 3272

<;210>; 19

<;211>; 3303

<;212>; DNA

<;213>; *Saccharomyces cerevisiae*

<;400>; 19

tagtaaaaag tagaataata gatttgaaat atttattata tagatttaa gagataatca 60
 tggagtataa aaattaaatt taataaattt aatataacta ttaatagaat taggttacta 120
 ataaattaat aacaattaat tttaaacct aaaggtaaac ctttatatta ataatgtttt 180
 tttttttat ttttataatt aagaataatt attaataata ataaactaag tgaactgaaa 240
 catctaagta acttaaggat aataaatcaa cagagatatt atgagtattg gtgagagaaa 300
 ataataaagg tctaataagt attatgtgaa aaaaatgtaa gaaaatagga taacaaattc 360
 taagactaaa tactattaat aagtagtagta agtaccgtaa gggaaaatat gaaaatgatt 420
 attttataag caatcatgaa tatattatat tatattaatg atgtacctt tgtataatgg 480
 gtcagcaagt aattaatatt agtaaaaca taagttataa ataaatagaa taatatatat 540
 atataaaaa atattataaa atatttaatt aatattaatt gaccggaaag caaacgatct 600
 aactatgata agatggataa acgatcgaac aggttgatgt tgcaatatca tctgattaat 660
 tgtggttagt agtgaaagac aaatctggtt tgcagatagc tggttttcta tgaatatata 720
 gtaagtatag cttttataaa taataattat tatataatat tatattaata ttatataaag 780
 aatggtacag caattaatat atattagga actattaaag ttttattaat aatattaaat 840
 ctcgaaatat ttaattatat ataataaaga gtcagattat gtgcgataag gtaataatc 900
 taaaggaaa cagcccagat taagatataa agttcctaataaataaag tgaataaat 960
 attaaaatat tataatataa tcagttaatg ggtttgaca taaccatttt ttaatgaaca 1020
 tgtaacaatg cactgattta taataataa aaaaaataa tatttaaat caaatatata 1080
 tatatttgtt aatagataat ataccgatct taataataag aattatttaa ttccataat 1140
 ggaatattat atttttataa taataataa aatataaata ctgaatatct aaatattatt 1200
 attacttttt ttaataataa taatatgga atagaacatt taatgataat atatatagat 1260
 tattaattaa tatatgtatt aattaaatag agaatgctga catgagtaac gaaaaaagg 1320
 tataaacctt ttcacctaaa acataaggtt taactataa agtacggccc ctaattaaat 1380
 tatataagaa tataaatata ttaagatgg gataatctat attaataaaa atttatctta 1440
 aaatatatat attattaata attatattaa ttaattaata atatatataa ttatatata 1500
 tatttatatt ttatatataa tatatataat ataaactaat aaagatcagg aaataattaa 1560
 tgfataccgt aatgtagacc gactcaggta tgtaagtaga gaatatgaag gtgaattaga 1620
 taattaaagg gaaggaactc ggcaagata gctcataagt tagtcaataa agagtaataa 1680
 gaacaaagt gtacaactgt ttactaaaa caccgcact tgcagaaacg ataagtttaa 1740
 gtataagggt tgaactctgc tccatgctta atatatataa aaaattattt aacgataatt 1800
 ttattaaatt taggtaaata gcagccttat tatgagggtt ataatgtagc gaaattcctt 1860
 ggcctataat tgaggctccg catgaatgac gtaatgatac aacaactgtc tccccttaa 1920
 gctaagtga attgaaatcg tagtgaagat gctatgtacc ttacgcaaga cggaaagacc 1980
 ctatgcagct ttactgtaat tagatagatc gaattattgt ttattatatt cagcatatta 2040
 agtaatccta ttattagga atcgtttaga tattaatgag atactatta taatataatg 2100
 ataattctaa tcttataaat aattattatt attattatta ataataataa tatgcttca 2160
 agcatagtga taaaacatat ttatatgata atcactttac ttaatagata taattcttaa 2220
 gtaatatata atatatatta tatatatatt atatatataa taagagacaa tctctaattg 2280
 gtagtttga tggggcgtca ttatcagcaa aagtatctga ataagtccat aaataaatat 2340
 ataaaattat tgaataaaaa aaataatata tattatata attaattata aattgaaata 2400
 tgtttatata aatttatatt tattgaatat attttagtaa tagataaaaa tatgtacagt 2460
 aaaatgtaa ggaaaacaat aataactttc tcctctctcg gtgggggttc acacctattt 2520
 ttaatagggt tgaaccctc ttcggggttc cggttccctt tcgggtcccg gaacttaaat 2580
 aaaaatggaa agaattaaat taatataatg gtataactgt gcgataattg taacacaaac 2640
 gagtgaaca agtacgtaag tatggcataa tgaacaata acactgattg taaaggttat 2700
 tgataacgaa taaaagtac gctagggata acagggtaat ataacgaaag agtagatatt 2760
 gtaagtatg tttgccacct cgatgtcgac tcaacatttc ctcttggttg taaaagctaa 2820
 gaagggttg actgttcgtc aattaaatg ttacgtgagt tgggttaaat acgatgtgaa 2880

tcagtatggt tcctatctgc tgaaggaaat attatcaaat taaatctcat tattagtacg 2940
 caaggaccat aatgaatcaa cccatggtgt atctattgat aataatataa tatatttaaat 3000
 aaaaataata ctttattaat atattatcta tattagttaa tattttaatt atatatatc 3060
 atagtagata agctaagttg ataataaata aatattgaat acatattaaa tatgaagttg 3120
 ttttaataag ataattaatc tgataatfff atactaaaat taataattat aggttttata 3180
 tattatttat aatatataa taataattat tattattaat aaaaaaaaa ataatata 3240
 atattaataa aataactaatt tatcagttat ctatataata tctaacttat tattctatat 3300
 act 3303

<;210>; 20

<;211>; 4441

<;212>; DNA

<;213>; *Saccharomyces cerevisiae*

<;400>; 20

tagtaaaaag tagaataata gatttgaaat atttattata tagattttaa gagataatca 60
 tggagtataa taattaaatt taataaattt aatataacta ttaatagaat taggttacta 120
 ataaattaat aacaattaat tttaaaacct aaaggtaaac ctttatatta ataagtatt 180
 tttttattat ttttataata agaataatta ttaataataa taaactaagt gaactgaaac 240
 atctaagtaa cftaaggata agaaatcaac agagatatta tgagtattgg tgagagaaaa 300
 taataaaggt ctaataagta ttatgtgaaa aaaatgtaag aaaataggat aacaaattct 360
 aagactaaat actattaata agtatagtaa gtaccgtaag ggaaagtagt aaaatgatta 420
 ttttataagc aatcatgaat atattatatt atattaatga tgtacctttt gtataatggg 480
 tcagcaagta attaatatta gtaaaacaat aagttataaa taaatagaat aatatatata 540
 tataaaaaaa tatattaaaa tatttaatta atattaattg acccgaaagc aaacgatcta 600
 actatgataa gatggataaa cgatcgaaca ggttgatggt gcaatatcat ctgattaatt 660
 gtggttagta gtgaaagaca aatctggttt gcagatagct ggttttctat gaaatatatg 720
 taagtatagc ctttataaat aataattatt atataatatt atattaatat tatataaaga 780
 atggtacagc aattaatata tattagggaa ctattaaagt tttattaata atattaatc 840
 tcgaaatatt taattatata taataaagag tcagattatg tgcgataagg taaataatct 900
 aaagggaaac agcccagatt aagatataaa gttcctaata aataataagt gaaataaata 960
 ttaaaatatt ataataat cagttaatgg gtttgacaat aaccattttt taatgaacat 1020
 gtaacaatgc actgatttat aataaataa aaaaaataa atttaaaatc aatatatata 1080
 atatttgta atagataata tacggatctt aataataaga attatttaat tcctaataatg 1140
 gaatattata tttttataat aaaaatataa atactgaata tctaataatt attattactt 1200
 ttttttaaat aataataata tggtaataga acatttaagt ataatatata ttagtattata 1260
 ataatatata gtattaatta aatagagaat gctgacatga gtaacgaaaa aaaggataa 1320
 acctttcac ctaaacata aggtttaact ataaaagtac ggcccctaata taaattaata 1380
 agaatataaa tatatttaag atgggataat ctatattaat aaaaatttat cttaaaatat 1440
 atatatatt aataattata ttaatttaatt aataatata ataattatata tatatattat 1500
 atattttta tataatataa actaataaag atcaggaaat aattaatgta taccgtaatg 1560
 tagaccgact caggatgta agtagagaat atgaaggta attagataat taaagggaag 1620
 gaactcgca aagatagctc ataagtagt caataaagag taataagaac aaagttgtac 1680
 aactgtttac taaaacacc gcactttgca gaaacgataa gtttaagtat aagggtgtaa 1740
 ctctgctcca tgcttaatat ataaataaaa ttatttaacg ataatttaat taaatttagg 1800
 taaatagcag ccttattatg agggttataa ttagcgaaa ttccttgcc tataattgag 1860
 gtcccgatg aatgacgtaa tgatacaaca actgtctccc ctftaagcta agtgaaattg 1920
 aatcgtagt gaagatgcta tgtaccttca gcaagacgga aagaccctat gcagctttac 1980
 tgtaattaga tagatcgaat tattgtttat tatattcagc atattaagta atcctattat 2040
 taggtaatcg tttagatatt aatgagatc ttattataat ataataataa ttctaactct 2100
 ataaataatt attattatta ttattaataa taataatag ctttcaagca tagtgataaa 2160
 acatatttat atgataatca ctttacttaa tagatataat tcttaagtaa tatataatat 2220

atattttata tatattatat ataataaag agacaatctc taattggtag ttttgatggg 2280
 gcgtcattat cagcaaaagt atctgaataa gtccataaat aaatatataa aattattgaa 2340
 taaaaaaaa ataatatata ttatatatat taattataaa ttgaaatag ttatatataa 2400
 ttatatatta ttgaatataat tttagtaata gataaaaaata tgtacagtaa aattgtaagg 2460
 aaaacaataa taactttctc ctctctcggg gggggttcac acctattttt aatagggtgtg 2520
 aacccctctt cggggttccg gttccctttc ggggtcccga acttaataa aaatggaaag 2580
 aattaaatta atataatggt ataactgtgc gataattgta acacaaacga gtgaaacaag 2640
 tacgtaagta tggcataatg aacaaataac actgattgta aaggttattg ataacgaata 2700
 aaagttacgc tagggataat ttacccctt gtccattat attgaaaaat ataattattc 2760
 aattaattat ttaattgaag taaatgggt gaattgctta gatatccata tagataaaaa 2820
 taatggacaa taagcagcga agcttataac aactttcata tatgtatata tacggttata 2880
 agaacgttca acgactagat gatgagtgga gttaacaata attcatccac gagcgcccaa 2940
 tgtcgaataa ataaaatatt aaataaatat caaaggatat ataaagattt ttaataaatc 3000
 aaaaaataaa ataaaatgaa aaatatataa aaaaatcaag taataaat tt aggacctaat 3060
 tctaaattat taaaagaata taaatcacaa ttaattgaat taaatattga acaattttaa 3120
 gcaggatttg gtttaatttt aggagatgct tatattcgtg gtcgtgatga aggtaaacta 3180
 tattgtatgc aatttgagtg aaaaaataag gcatacatgg atcatgtatg ttattatata 3240
 gatcaatgag tattatcacc tcctcataaa aaagaaagag ttaatcattt aggtaattta 3300
 gtaattacct gaggagctca aacttttaa catcaagctt ttaataaat agctaactta 3360
 ttatttataa ataataaaaa acttattcct aataatttag ttgaaaatta tttaacacct 3420
 ataagtttag catattgatt tatagatgat ggaggtaaat gagattataa taaaaattct 3480
 cttaataaaa gtattgtatt aaatacacia agttttactt ttgaagaagt agaatttta 3540
 gttaaagggt taagaaataa atttcaatta aattgttatg ttaaaaataa taaaaataaa 3600
 ccaattattt atattgatc tataagttat ttaatttttt ataatttaaat taaaccttat 3660
 ttaattctc aaatgatata taaattacct aatactattt catccgaaac ttttttaaaa 3720
 taatattctt atttttattt tatgatata ttcataaata tttatttata ttaatttta 3780
 tttgataatg atatagtctg aacaatatag taatatattg aagtaattat ttaaatgtaa 3840
 ttacgataac aaaaaatttg aacagggtaa tatagcgaaa gagtagatat tgtaagctat 3900
 gtttgccacc tcgatgtcga ctcaacattt cctcttggtt gtaaaagcta agaagggttt 3960
 gactgttctg caattaaaat gttacgtgag ttgggttaa tacgatgtga atcagtagtg 4020
 ttctatctg ctgaaggaaa tattatcaaa ttaaatctca ttatttagtac gcaaggacca 4080
 taatgaatca acccatggtg tatctattga taataatata atataattta taaaaataat 4140
 actttattaa tatattatct atattagttt atattttaat tatatattat catagtagat 4200
 aagctaagtt gataataaat aaatattgaa tacatatata atataagatt gttttaataa 4260
 gataattaat ctgataattt tatactaaaa ttaataatta taggttttat atattattta 4320
 taataaata tattataata ataataatta ttattattaa taaaaaatat taattataat 4380
 atataaaaa tactaattta tcagttatct atataatata taatctatta ttctatatac 4440
 t

【 0 0 3 1 】

【配列表フリーテキスト】配列番号 1 ~ 配列番号 1 6
は、プライマーである。

【図面の簡単な説明】

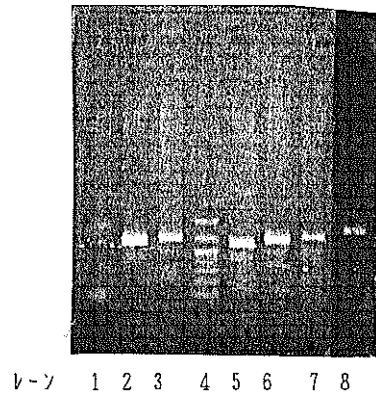
【図 1】PCR にて増幅したサッカロマイセス・セレビシエ (*Saccharomyces cerevisiae*) のミトコンドリア 2 1 S r R N A 遺伝子の電気泳動図。

【図 2】サッカロマイセス・セレビシエの M t - 2 1 S r R N A の PCR 用プライマー。

【図 3】サッカロマイセス・セレビシエ 3 株における各 M t - 2 1 S r R N A の相同性を示す図。

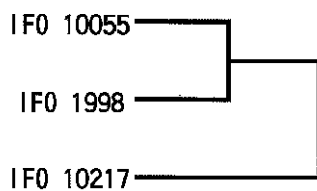
【図 4】サッカロマイセス・セレビシエ 3 株における各 M t - 2 1 S r R N A の相同性に基づいて作成した系統樹を示す図。

【図1】



PCRにて増幅した *Saccharomyces cerevisiae* の
 ミトコンドリア21SリボソームRNA遺伝子の電気泳動像
 (レーン1;-413Fと461RによるPCR産物, レーン2;64Fと960RによるPCR産物,
 レーン3;478Fと1290RによるPCR産物, レーン4;マーカー, レーン5;1048Fと1615R
 によるPCR産物, レーン6;1590Fと2258RによるPCR産物, レーン7;1945Fと
 2676RによるPCR産物, レーン8;2624Fと4457RによるPCR産物)

【図4】



(ミトコンドリア21SリボソームRNA遺伝子の塩基配列を利用して作成した)3株のサッカロミセスセレビシエの(分類体系を現わす)系統樹

【図2】

```

MT21S-I-1*)
-413F**): CAA AATAGTCCGACCGAAGGAGATGAG
461R: CTTGCTGACCCATTATACAAAAGGTAC
MT21S-I-2
64F: AGATTTAAAGAGATAATCATGGAG
690R: ATAGAAAACCCAGCTATCTGC
MT21S-II
478F: GTACCTTTTGTATAATGG
1290R: CGTTACTCATGTCAGCATTG
MT21S-III
1048F: ATGAACATGTAACAATGCACTG
1615R: CTAAC TTATGAGCTATCTTTGCCGAG
MT21S-IV
1590F: CAGGTATGTAAGTAGAGAATATGAAGGTG
2258R: CTGATAATGACGCCCATCAAACTAC
MT21S-V
1945F: AGTGAAGATGCTATGTACCTTCAGCAAG
[2289F: CAATCTCTAATTGGTAGTTTTGATG]
2676R: CTAGCGTAACTTTTATTTCGTTATCAATAACC
MT21S-VI
2624F: CGAGTGAAACAAGTACGTAAGTATGGC
[3889F: TAAGCT (A/C) TGTTTG (C/A) CACCTCGATGTGG]
4457R: ATAAAGGTGTGAACCAATCCCGCAAG

```

Saccharomyces cerevisiae Mt-21SrDNAのPCR用プライマー

*)プライマーの組合せ名, **)プライマー名, ()の座位は2塩基のミックス,
[]内のプライマーは塩基配列決定専用

【図 3】

IFO 10217	1	TACTAAAAG	AGGATATAA	GGTTGAAAT	ATTATATAA	TAGATTAAT	50
IFO 10055	1	TACTAAAAG	AGGATATAA	GGTTGAAAT	ATTATATAA	TAGATTAAT	50
IFO 1998	1	TACTAAAAG	AGGATATAA	GGTTGAAAT	ATTATATAA	TAGATTAAT	50
IFO 10217	51	GAGATAATCA	GGAGTATAA	AAATTAAT	AATAAAT	TATAAAT	100
IFO 10055	51	GAGATAATCA	GGAGTATAA	AAATTAAT	AATAAAT	TATAAAT	100
IFO 1998	51	GAGATAATCA	GGAGTATAA	AAATTAAT	AATAAAT	TATAAAT	100
IFO 10217	101	TTAATAGAA	AGGTAATAA	ATAATTAAT	AACAATAA	TTAAAT	150
IFO 10055	101	TTAATAGAA	AGGTAATAA	ATAATTAAT	AACAATAA	TTAAAT	150
IFO 1998	101	TTAATAGAA	AGGTAATAA	ATAATTAAT	AACAATAA	TTAAAT	150
IFO 10217	151	AAAGGTAAG	CTTATAATA	ATAAGTTT	TTTTT	TTTTT	200
IFO 10055	151	AAAGGTAAG	CTTATAATA	ATAAGTTT	TTTTT	TTTTT	200
IFO 1998	151	AAAGGTAAG	CTTATAATA	ATAAGTTT	TTTTT	TTTTT	200
IFO 10217	201	AACAATAAT	TTAATAATA	ATAAGTARG	GAAGTATA	TATTAAGT	250
IFO 10055	201	AACAATAAT	TTAATAATA	ATAAGTARG	GAAGTATA	TATTAAGT	250
IFO 1998	201	AACAATAAT	TTAATAATA	ATAAGTARG	GAAGTATA	TATTAAGT	250
IFO 10217	251	ACTTAAGGA	TATAAATCA	TAGATAAT	AGGATAAT	TGAGAA	300
IFO 10055	251	ACTTAAGGA	TATAAATCA	TAGATAAT	AGGATAAT	TGAGAA	300
IFO 1998	251	ACTTAAGGA	TATAAATCA	TAGATAAT	AGGATAAT	TGAGAA	300
IFO 10217	301	ATAATAAGG	CTAATAAGG	ATAAGTARG	AAAAATGAA	AAAAATGAA	350
IFO 10055	301	ATAATAAGG	CTAATAAGG	ATAAGTARG	AAAAATGAA	AAAAATGAA	350
IFO 1998	301	ATAATAAGG	CTAATAAGG	ATAAGTARG	AAAAATGAA	AAAAATGAA	350
IFO 10217	351	TAAAGAAAT	TAAAGTATA	TACATAAT	AAGTATACT	AGTACGTA	400
IFO 10055	351	TAAAGAAAT	TAAAGTATA	TACATAAT	AAGTATACT	AGTACGTA	400
IFO 1998	351	TAAAGAAAT	TAAAGTATA	TACATAAT	AAGTATACT	AGTACGTA	400
IFO 10217	401	GGCAAAAT	GAAGTATA	ATTTATAAG	CAATCATCA	TATATTAT	450
IFO 10055	401	GGCAAAAT	GAAGTATA	ATTTATAAG	CAATCATCA	TATATTAT	450
IFO 1998	401	GGCAAAAT	GAAGTATA	ATTTATAAG	CAATCATCA	TATATTAT	450
IFO 10217	451	TATATTAAAT	ATGTACTTT	TGTATAATG	TCAGCAAG	ATTATAAT	500
IFO 10055	451	TATATTAAAT	ATGTACTTT	TGTATAATG	TCAGCAAG	ATTATAAT	500
IFO 1998	451	TATATTAAAT	ATGTACTTT	TGTATAATG	TCAGCAAG	ATTATAAT	500
IFO 10217	501	ATAAAGAA	TAAAGTATA	ATAATAGAA	TAAATATAT	ATAAAGAA	550
IFO 10055	501	ATAAAGAA	TAAAGTATA	ATAATAGAA	TAAATATAT	ATAAAGAA	550
IFO 1998	501	ATAAAGAA	TAAAGTATA	ATAATAGAA	TAAATATAT	ATAAAGAA	550
IFO 10217	551	ATATTAAAT	ATATTAAAT	ATATTAAAT	GAACCGAAT	GAACCGATC	600
IFO 10055	551	ATATTAAAT	ATATTAAAT	ATATTAAAT	GAACCGAAT	GAACCGATC	600
IFO 1998	551	ATATTAAAT	ATATTAAAT	ATATTAAAT	GAACCGAAT	GAACCGATC	600
IFO 10217	601	AACATGATA	AGATCGATA	ACGATCGAA	AGGTTGATG	TGCAATATCA	650
IFO 10055	601	AACATGATA	AGATCGATA	ACGATCGAA	AGGTTGATG	TGCAATATCA	650
IFO 1998	601	AACATGATA	AGATCGATA	ACGATCGAA	AGGTTGATG	TGCAATATCA	650
IFO 10217	651	TCTGATTAAT	TGTTGTTAG	AGTGAAGAG	AAATCTCGT	TGCAGATAG	700
IFO 10055	651	TCTGATTAAT	TGTTGTTAG	AGTGAAGAG	AAATCTCGT	TGCAGATAG	700
IFO 1998	651	TCTGATTAAT	TGTTGTTAG	AGTGAAGAG	AAATCTCGT	TGCAGATAG	700

IFO 10217	701	GGTTCCTA	GAATATAT	GTAAGTATAG	CTTTATAAA	AAATAATTAT	750
IFO 10055	701	GGTTCCTA	GAATATAT	GTAAGTATAG	CTTTATAAA	AAATAATTAT	750
IFO 1998	701	GGTTCCTA	GAATATAT	GTAAGTATAG	CTTTATAAA	AAATAATTAT	750
IFO 10217	751	ATAATAAT	TAATAAATA	TAATAAAG	AATGTTACAG	AAATTAATAT	800
IFO 10055	751	ATAATAAT	TAATAAATA	TAATAAAG	AATGTTACAG	AAATTAATAT	800
IFO 1998	751	ATAATAAT	TAATAAATA	TAATAAAG	AATGTTACAG	AAATTAATAT	800
IFO 10217	801	ATATTAGGGA	ACTATTAAAG	TTTATTAAT	AATATTAAAT	CTCGAATAT	850
IFO 10055	801	ATATTAGGGA	ACTATTAAAG	TTTATTAAT	AATATTAAAT	CTCGAATAT	850
IFO 1998	801	ATATTAGGGA	ACTATTAAAG	TTTATTAAT	AATATTAAAT	CTCGAATAT	850
IFO 10217	851	TAAATATAT	ATAATAAGA	GTGAGATTAT	GTGGATAAG	GTAAATAATC	900
IFO 10055	851	TAAATATAT	ATAATAAGA	GTGAGATTAT	GTGGATAAG	GTAAATAATC	900
IFO 1998	851	TAAATATAT	ATAATAAGA	GTGAGATTAT	GTGGATAAG	GTAAATAATC	900
IFO 10217	901	TAAAGGGA	CAGCCAGAT	TAAGATATA	AGTTCCTAAT	AAATAATTAG	950
IFO 10055	901	TAAAGGGA	CAGCCAGAT	TAAGATATA	AGTTCCTAAT	AAATAATTAG	950
IFO 1998	901	TAAAGGGA	CAGCCAGAT	TAAGATATA	AGTTCCTAAT	AAATAATTAG	950
IFO 10217	951	TAAATAAAT	ATAATAATAT	TATAATATA	TCACTTAATG	GGTTTGACAA	1000
IFO 10055	951	TAAATAAAT	ATAATAATAT	TATAATATA	TCACTTAATG	GGTTTGACAA	1000
IFO 1998	951	TAAATAAAT	ATAATAATAT	TATAATATA	TCACTTAATG	GGTTTGACAA	1000
IFO 10217	1001	TAAACATTTT	TTAATGAACA	TGTAACAATG	CACCTGATTTA	TAAATAATAA	1050
IFO 10055	1001	TAAACATTTT	TTAATGAACA	TGTAACAATG	CACCTGATTTA	TAAATAATAA	1050
IFO 1998	1001	TAAACATTTT	TTAATGAACA	TGTAACAATG	CACCTGATTTA	TAAATAATAA	1050
IFO 10217	1051	AAAAAATAA	TATTAATAAT	CAATAAATA	TATAATGCTT	AATAGATAAT	1100
IFO 10055	1051	AAAAAATAA	TATTAATAAT	CAATAAATA	TATAATGCTT	AATAGATAAT	1100
IFO 1998	1051	AAAAAATAA	TATTAATAAT	CAATAAATA	TATAATGCTT	AATAGATAAT	1100
IFO 10217	1101	ATACCGATCT	TAATAATAAG	AATTATTAA	TTCCTAATAT	GGAATAATTAT	1150
IFO 10055	1101	ATACCGATCT	TAATAATAAG	AATTATTAA	TTCCTAATAT	GGAATAATTAT	1150
IFO 1998	1101	ATACCGATCT	TAATAATAAG	AATTATTAA	TTCCTAATAT	GGAATAATTAT	1150
IFO 10217	1151	ATTTTATAA	TAATAATAAA	AATATAATA	CTGAATATCT	AAATATTATT	1200
IFO 10055	1151	ATTTTATAA	TAATAATAAA	AATATAATA	CTGAATATCT	AAATATTATT	1200
IFO 1998	1151	ATTTTATAA	TAATAATAAA	AATATAATA	CTGAATATCT	AAATATTATT	1200
IFO 10217	1201	ATTACTTTTT	TTTAAATAAT	AATAATAAGG	TAAAGAACA	TTTAAATGATA	1250
IFO 10055	1201	ATTACTTTTT	TTTAAATAAT	AATAATAAGG	TAAAGAACA	TTTAAATGATA	1250
IFO 1998	1201	ATTACTTTTT	TTTAAATAAT	AATAATAAGG	TAAAGAACA	TTTAAATGATA	1250
IFO 10217	1251	ATATATATTA	GTATTAAATT	AATATAATGTA	TAAATAAAT	AGAGAATGCT	1300
IFO 10055	1251	ATATATATTA	GTATTAAATT	AATATAATGTA	TAAATAAAT	AGAGAATGCT	1300
IFO 1998	1251	ATATATATTA	GTATTAAATT	AATATAATGTA	TAAATAAAT	AGAGAATGCT	1300
IFO 10217	1301	GACATGAGTA	ACGAAAAAAA	GGTATAAACC	TTTTACCTA	AAACATAAGG	1350
IFO 10055	1301	GACATGAGTA	ACGAAAAAAA	GGTATAAACC	TTTTACCTA	AAACATAAGG	1350
IFO 1998	1301	GACATGAGTA	ACGAAAAAAA	GGTATAAACC	TTTTACCTA	AAACATAAGG	1350
IFO 10217	1351	TTTAACTATA	AAAGTACGGC	CCCTAATTA	ATTATATAAG	AATATAAATA	1400
IFO 10055	1351	TTTAACTATA	AAAGTACGGC	CCCTAATTA	ATTATATAAG	AATATAAATA	1400
IFO 1998	1351	TTTAACTATA	AAAGTACGGC	CCCTAATTA	ATTATATAAG	AATATAAATA	1400

		1410	1420	1430	1440	1450	
IFO 10217	1401	TATTAAAGAT	GGGATAATCC	AATTAAATAA	AAATTTATTC	TAAATAATAT	1450
IFO 10055	1401	TATTAAAGAT	GGGATAATCC	AATTAAATAA	AAATTTATTC	TAAATAATAT	1450
IFO 1998	1401	TATTAAAGAT	GGGATAATCC	AATTAAATAA	AAATTTATTC	TAAATAATAT	1450
		1460	1470	1480	1490	1500	
IFO 10217	1451	ATATTATTA	TAATTATA	AATTAAATTA	TAATATATAT	AAATATATTA	1500
IFO 10055	1451	ATATTATTA	TAATTATA	AATTAAATTA	TAATATATAT	AAATATATTA	1500
IFO 1998	1451	ATATTATTA	TAATTATA	AATTAAATTA	TAATATATAT	AAATATATTA	1500
		1510	1520	1530	1540	1550	
IFO 10217	1501	TATATTATAT	TTTATATA	AATAAATAA	ATAAATAAFA	ATAAAGATCA	1550
IFO 10055	1501	TATATTATAT	TTTATATA	AATAAATAA	ATAAATAAFA	ATAAAGATCA	1550
IFO 1998	1501	TATATTATAT	TTTATATA	AATAAATAA	ATAAATAAFA	ATAAAGATCA	1550
		1560	1570	1580	1590	1600	
IFO 10217	1551	GGAAATTAAT	AATGTAATCC	GTAAATGATA	CCGACTCAGG	TATGTAAGTA	1600
IFO 10055	1551	GGAAATTAAT	AATGTAATCC	GTAAATGATA	CCGACTCAGG	TATGTAAGTA	1600
IFO 1998	1551	GGAAATTAAT	AATGTAATCC	GTAAATGATA	CCGACTCAGG	TATGTAAGTA	1600
		1610	1620	1630	1640	1650	
IFO 10217	1601	GAGAATATGA	AGGTGAATTA	GATAATTAAA	GGGAAGGAAG	TCCGCAAGA	1650
IFO 10055	1601	GAGAATATGA	AGGTGAATTA	GATAATTAAA	GGGAAGGAAG	TCCGCAAGA	1650
IFO 1998	1601	GAGAATATGA	AGGTGAATTA	GATAATTAAA	GGGAAGGAAG	TCCGCAAGA	1650
		1660	1670	1680	1690	1700	
IFO 10217	1651	TAGCTCATAA	GTAGTCAAT	AAAGAGTAAT	AAGAACAAG	TTGTACAAC	1700
IFO 10055	1651	TAGCTCATAA	GTAGTCAAT	AAAGAGTAAT	AAGAACAAG	TTGTACAAC	1700
IFO 1998	1651	TAGCTCATAA	GTAGTCAAT	AAAGAGTAAT	AAGAACAAG	TTGTACAAC	1700
		1710	1720	1730	1740	1750	
IFO 10217	1701	GTTTACTAAA	AACACCGCAC	TTTGCAGAAA	CCATAAGTIT	AAGTATAAGG	1750
IFO 10055	1701	GTTTACTAAA	AACACCGCAC	TTTGCAGAAA	CCATAAGTIT	AAGTATAAGG	1750
IFO 1998	1701	GTTTACTAAA	AACACCGCAC	TTTGCAGAAA	CCATAAGTIT	AAGTATAAGG	1750
		1760	1770	1780	1790	1800	
IFO 10217	1751	TGTGAACCTC	GCTCCATGCT	TAATATAA	ATAAAATAT	TTAACGATA	1800
IFO 10055	1751	TGTGAACCTC	GCTCCATGCT	TAATATAA	ATAAAATAT	TTAACGATA	1800
IFO 1998	1751	TGTGAACCTC	GCTCCATGCT	TAATATAA	ATAAAATAT	TTAACGATA	1800
		1810	1820	1830	1840	1850	
IFO 10217	1801	TTTATATAA	TTTAGGTA	TAGGAGCCT	ATTATGAGGG	TTATAATGTA	1850
IFO 10055	1801	TTTATATAA	TTTAGGTA	TAGGAGCCT	ATTATGAGGG	TTATAATGTA	1850
IFO 1998	1801	TTTATATAA	TTTAGGTA	TAGGAGCCT	ATTATGAGGG	TTATAATGTA	1850
		1860	1870	1880	1890	1900	
IFO 10217	1851	GCGAAATCC	TTGGCCTATA	ATTGAGGTCC	CGCATGAATG	ACGTAATGAT	1900
IFO 10055	1851	GCGAAATCC	TTGGCCTATA	ATTGAGGTCC	CGCATGAATG	ACGTAATGAT	1900
IFO 1998	1851	GCGAAATCC	TTGGCCTATA	ATTGAGGTCC	CGCATGAATG	ACGTAATGAT	1900
		1910	1920	1930	1940	1950	
IFO 10217	1901	ACAACAACCTG	TCTCCCTTT	AAGCTAAGTG	AAATTGAAAT	CGTAGTGAAG	1950
IFO 10055	1901	ACAACAACCTG	TCTCCCTTT	AAGCTAAGTG	AAATTGAAAT	CGTAGTGAAG	1950
IFO 1998	1901	ACAACAACCTG	TCTCCCTTT	AAGCTAAGTG	AAATTGAAAT	CGTAGTGAAG	1950
		1960	1970	1980	1990	2000	
IFO 10217	1951	ATGCTATGTA	CGTTCAAGCA	GACGGAAAGA	CCCTATGCAG	CITTAAGTGA	2000
IFO 10055	1951	ATGCTATGTA	CGTTCAAGCA	GACGGAAAGA	CCCTATGCAG	CITTAAGTGA	2000
IFO 1998	1951	ATGCTATGTA	CGTTCAAGCA	GACGGAAAGA	CCCTATGCAG	CITTAAGTGA	2000
		2010	2020	2030	2040	2050	
IFO 10217	2001	ATTAGATAGA	TCGAATTATT	GTTTATTATA	TTGAGCATAT	TAAGTAATCC	2050
IFO 10055	2001	ATTAGATAGA	TCGAATTATT	GTTTATTATA	TTGAGCATAT	TAAGTAATCC	2050
IFO 1998	2001	ATTAGATAGA	TCGAATTATT	GTTTATTATA	TTGAGCATAT	TAAGTAATCC	2050
		2060	2070	2080	2090	2100	
IFO 10217	2051	TATTATTAGG	TAATCGTTTA	GATATTAATG	AGATACTTAT	TATAATATA	2100
IFO 10055	2051	TATTATTAGG	TAATCGTTTA	GATATTAATG	AGATACTTAT	TATAATATA	2100
IFO 1998	2051	TATTATTAGG	TAATCGTTTA	GATATTAATG	AGATACTTAT	TATAATATA	2100

		2110	2120	2130	2140	2150	
IFO 10217	2101	TGATAATTC	AATCTTATAA	ATAATATAA	TTATTATGT	TAAATAAA	2150
IFO 10055	2101	TGATAATTC	AATCTTATAA	ATAATATAA	TTATTATGT	TAAATAAA	2150
IFO 1998	2101	TGATAATTC	AATCTTATAA	ATAATATAA	TTATTATGT	TAAATAAA	2150
		2160	2170	2180	2190	2200	
IFO 10217	2151	AATAATGCTT	CAAGCATAGT	GAATAAACAT	ATTATATGA	TAAACTCTT	2200
IFO 10055	2151	AATAATGCTT	CAAGCATAGT	GAATAAACAT	ATTATATGA	TAAACTCTT	2200
IFO 1998	2151	AATAATGCTT	CAAGCATAGT	GAATAAACAT	ATTATATGA	TAAACTCTT	2200
		2210	2220	2230	2240	2250	
IFO 10217	2201	ACTTATATGA	TATAATTCCT	AAGTAATATA	TAATATATAT	TATATATATA	2250
IFO 10055	2201	ACTTATATGA	TATAATTCCT	AAGTAATATA	TAATATATAT	TATATATATA	2250
IFO 1998	2201	ACTTATATGA	TATAATTCCT	AAGTAATATA	TAATATATAT	TATATATATA	2250
		2260	2270	2280	2290	2300	
IFO 10217	2251	TTATATATAA	TATAAGAGAC	AATCTCTAAT	TGGTAGTTT	GATGGGGCT	2300
IFO 10055	2251	TTATATATAA	TATAAGAGAC	AATCTCTAAT	TGGTAGTTT	GATGGGGCT	2300
IFO 1998	2251	TTATATATAA	TATAAGAGAC	AATCTCTAAT	TGGTAGTTT	GATGGGGCT	2300
		2310	2320	2330	2340	2350	
IFO 10217	2301	CATTATCACC	AAAAGTATCT	GAATAAGTCC	ATAATATAAT	ATATAAAAT	2350
IFO 10055	2301	CATTATCACC	AAAAGTATCT	GAATAAGTCC	ATAATATAAT	ATATAAAAT	2350
IFO 1998	2301	CATTATCACC	AAAAGTATCT	GAATAAGTCC	ATAATATAAT	ATATAAAAT	2350
		2360	2370	2380	2390	2400	
IFO 10217	2351	ATTGATATAA	AAAAATAATA	TATATATAAT	ATATTATTTA	TAAATGAAA	2400
IFO 10055	2351	ATTGATATAA	AAAAATAATA	TATATATAAT	ATATTATTTA	TAAATGAAA	2400
IFO 1998	2351	ATTGATATAA	AAAAATAATA	TATATATAAT	ATATTATTTA	TAAATGAAA	2400
		2410	2420	2430	2440	2450	
IFO 10217	2401	TATGTTATAA	TAAATTTATA	TTTATTTGAA	ATATTTTAGT	AAATAGATAA	2450
IFO 10055	2401	TATGTTATAA	TAAATTTATA	TTTATTTGAA	ATATTTTAGT	AAATAGATAA	2450
IFO 1998	2401	TATGTTATAA	TAAATTTATA	TTTATTTGAA	ATATTTTAGT	AAATAGATAA	2450
		2460	2470	2480	2490	2500	
IFO 10217	2451	AATATGTACA	GTAATAATTG	AAGGAAAACA	ATAATAAGTT	TCTCCTCTCT	2500
IFO 10055	2451	AATATGTACA	GTAATAATTG	AAGGAAAACA	ATAATAAGTT	TCTCCTCTCT	2500
IFO 1998	2451	AATATGTACA	GTAATAATTG	AAGGAAAACA	ATAATAAGTT	TCTCCTCTCT	2500
		2510	2520	2530	2540	2550	
IFO 10217	2501	CGGTGGGGCT	TCACACCTAT	TTTTAATAGG	TGTGAACCCC	TC-----	2550
IFO 10055	2501	CGGTGGGGCT	TCACACCTAT	TTTTAATAGG	TGTGAACCCC	TCTTCGGGGT	2550
IFO 1998	2501	CGGTGGGGCT	TCACACCTAT	TTTTAATAGG	TGTGAACCCC	TCTTCGGGGT	2550
		2560	2570	2580	2590	2600	
IFO 10217	2551	-----	-----	-----CTTAA	AAAAATAAAA	TGGAAAGAAT	2600
IFO 10055	2551	TCCGGTCCCT	TTTCGGGTCC	CGGAACCTAA	A---TAAAA	TGGAAAGAAT	2600
IFO 1998	2551	TCCGGTCCCT	TTTCGGGTCC	CGGAACCTAA	A---TAAAA	TGGAAAGAAT	2600
		2610	2620	2630	2640	2650	
IFO 10217	2601	TAAATTAATA	TAATGGTATA	ACTGTGCGAT	AATTGTAAAC	CAAACGAGTG	2650
IFO 10055	2601	TAAATTAATA	TAATGGTATA	ACTGTGCGAT	AATTGTAAAC	CAAACGAGTG	2650
IFO 1998	2601	TAAATTAATA	TAATGGTATA	ACTGTGCGAT	AATTGTAAAC	CAAACGAGTG	2650
		2660	2670	2680	2690	2700	
IFO 10217	2651	AAACAAGTAC	GTAAGTATGG	CATAATGAAC	AAATAACACT	GATTGTAAG	2700
IFO 10055	2651	AAACAAGTAC	GTAAGTATGG	CATAATGAAC	AAATAACACT	GATTGTAAG	2700
IFO 1998	2651	AAACAAGTAC	GTAAGTATGG	CATAATGAAC	AAATAACACT	GATTGTAAG	2700
		2710	2720	2730	2740	2750	
IFO 10217	2701	GTTATTGATA	ACGAATAAAA	GTTACGCTAG	GGATAACAGG	GTAATATAAC	2750
IFO 10055	2701	GTTATTGATA	ACGAATAAAA	GTTACGCTAG	GGATAACAGG	GTAATATAAC	2750
IFO 1998	2701	GTTATTGATA	ACGAATAAAA	GTTACGCTAG	GGATAACAGG	GTAATATAAC	2750
		2760	2770	2780	2790	2800	
IFO 10217	2751	GAAAGAGTAG	ATATTGTAAG	TTATGTTTGC	CACCTCGATG	TCGACTCAAC	2800
IFO 10055	2751	GAAAGAGTAG	ATATTGTAAG	TTATGTTTGC	CACCTCGATG	TCGACTCAAC	2800
IFO 1998	2751	GAAAGAGTAG	ATATTGTAAG	TTATGTTTGC	CACCTCGATG	TCGACTCAAC	2800

		2810	2820	2830	2840	2850	
IFO 10217	2801	ATTTCTCTT	GGTTGTAATA	GCATACAGG	GTCTGACTGT	TGGTCAATTA	2850
IFO 10055	2801	ATTTCTCTT	GGTTGTAATA	GCATACAGG	GTCTGACTGT	TGGTCAATTA	2850
IFO 1998	2801	ATTTCTCTT	GGTTGTAATA	GCATACAGG	GTCTGACTGT	TGGTCAATTA	2850
		2860	2870	2880	2890	2900	
IFO 10217	2851	AAATLTAAG	TGAGTGGGC	TAAATACGAT	GTGAATCAGT	ATGGTTCCTA	2900
IFO 10055	2851	AAATLTAAG	TGAGTGGGC	TAAATACGAT	GTGAATCAGT	ATGGTTCCTA	2900
IFO 1998	2851	AAATLTAAG	TGAGTGGGC	TAAATACGAT	GTGAATCAGT	ATGGTTCCTA	2900
		2910	2920	2930	2940	2950	
IFO 10217	2901	TCTGCTGAAG	GAATATTAT	CAATTAAT	GTCAATATTA	GTACCGAAGG	2950
IFO 10055	2901	TCTGCTGAAG	GAATATTAT	CAATTAAT	GTCAATATTA	GTACCGAAGG	2950
IFO 1998	2901	TCTGCTGAAG	GAATATTAT	CAATTAAT	GTCAATATTA	GTACCGAAGG	2950
		2960	2970	2980	2990	3000	
IFO 10217	2951	ACCATAAATGA	ATCAACCCAT	GGCTATCTA	TGATAATAA	TATAATATAT	3000
IFO 10055	2951	ACCATAAATGA	ATCAACCCAT	GGCTATCTA	TGATAATAA	TATAATATAT	3000
IFO 1998	2951	ACCATAAATGA	ATCAACCCAT	GGCTATCTA	TGATAATAA	TATAATATAT	3000
		3010	3020	3030	3040	3050	
IFO 10217	3001	TAAATAAAA	TAATACCTTA	TTAATATATT	ATCTATATTA	GTATATATTT	3050
IFO 10055	3001	TAAATAAAA	TAATACCTTA	TTAATATATT	ATCTATATTA	GTATATATTT	3050
IFO 1998	3001	TAAATAAAA	TAATACCTTA	TTAATATATT	ATCTATATTA	GTATATATTT	3050
		3060	3070	3080	3090	3100	
IFO 10217	3051	TAATATATA	TTATCATAGT	ACATAAGCTA	AGTTCATAAT	AAATAAATAT	3100
IFO 10055	3051	TAATATATA	TTATCATAGT	ACATAAGCTA	AGTTCATAAT	AAATAAATAT	3100
IFO 1998	3051	TAATATATA	TTATCATAGT	ACATAAGCTA	AGTTCATAAT	AAATAAATAT	3100
		3110	3120	3130	3140	3150	
IFO 10217	3101	TGAATACATA	TTAATATATG	ACTTGTCTTA	ATAAGATAAT	TAATCTGATA	3150
IFO 10055	3101	TGAATACATA	TTAATATATG	ACTTGTCTTA	ATAAGATAAT	TAATCTGATA	3150
IFO 1998	3101	TGAATACATA	TTAATATATG	ACTTGTCTTA	ATAAGATAAT	TAATCTGATA	3150
		3160	3170	3180	3190	3200	
IFO 10217	3151	ATTTTATACT	AAAAATAATA	ATTATAGGTT	TTATATATTA	TTTATAAA--	3200
IFO 10055	3151	ATTTTATACT	AAAAATAATA	ATTATAGGTT	TTATATATTA	TTTATAAA--	3200
IFO 1998	3151	ATTTTATACT	AAAAATAATA	ATTATAGGTT	TTATATATTA	TTTATAAA--	3200
		3210	3220	3230	3240	3250	
IFO 10217	3201	-----TAT	AATA-IAATA	ATTATTATTA	TTAA---TAA	AAAAAAATAT	3250
IFO 10055	3201	AATATAATA	AATAAATAA	ATTATTATTA	TTATTAATAA	AAAAAA-TAT	3250
IFO 1998	3201	-----TAT	AATA-IAATA	ATTATTATTA	TTAA---TAA	AAAAAAATAT	3250
		3260	3270	3280	3290	3300	
IFO 10217	3251	TAATTATAAT	ATTAATAAAA	TACTAAATTA	TCAGTTAECT	ATATAAATATC	3300
IFO 10055	3251	TAATTATAAT	ATTAATAAAA	TACTAAATTA	TCAGTTAECT	ATATAAATATC	3300
IFO 1998	3251	TAATTATAAT	ATTAATAAAA	TACTAAATTA	TCAGTTAECT	ATATAAATATC	3300
		3310	3320	3330	3340	3350	
IFO 10217	3301	TAATCTATTA	TTCTATATAC	T.....	3350
IFO 10055	3301	TAATCTATTA	TTCTATATAC	T.....	3350
IFO 1998	3301	TAATCTATTA	TTCTATATAC	T.....	3350

Saccharomyces cerevisiae に属す 3 菌株のミトコンドリア
 21SリボゾームRNA遺伝子塩基配列の並列配列図
 (A; アデニン, C; シトシン, G; グアニン, T; チミン,
 Y; CまたはT, -, 塩基ナシ, 網掛け部分は2株以上
 の塩基配列が一致している)