

# 茶樹基因的登錄、查詢與現況 (簡報)

胡智益<sup>1</sup> 林順福<sup>2</sup> 蔡右任<sup>3</sup>

## 摘 要

本文提供簡易基因的查詢及登錄方式，並簡單介紹目前茶樹已登錄於國際基因庫的基因類型，以提供研究參考之用。另提供由茶業改良場文山分場及台灣大學農藝學系合作完成發表的 15 個茶樹及近緣種原之葉綠體與粒線體部分序列，可做為探討台灣重要茶樹種原之親緣關係、品種鑑定及達成追蹤親本之利用。

關鍵字：茶樹、基因登錄、基因查詢、基因序列、葉綠體序列、粒線體序列

從 1953 年 Watson 與 Crick 發現 DNA 的構造開始，生物學的研究範疇邁進另一個嶄新的里程碑，短短的 50 年間，分子生物學快速進展，其中 DNA 序列的定序及生物資訊學的發展，讓大家均能共享資源，而這些資源的分享均可從大家公認的入口網站查詢，目前全球三大基因庫為美國國家生物技術資訊中心 (National Center for Biotechnology Information, NCBI) (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>)、歐洲分子生物資訊 (European Molecular Biology Laboratory, EMBL) (<http://www.embl.org/>) 及日本國家遺傳研究所 (DNA Data Bank of Japan, DDBJ) (<http://www.ddbj.nig.ac.jp/>)。三大基因庫資料儲存格式與分類的註解略有不同，但都定期更新相互交換資料 (王等, 2002)，因此，要查詢基因資料，只需要在一個資料庫查詢即可，不需要每個資料庫查詢，可減少人力及時間浪費。

基因的查詢以 NCBI 為例，若已知 DNA 或氨基酸序列，即可透過 BLAST 網站 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast/>) 搜尋；若欲查詢某物種資料或特定區域序列 (基因名稱)，可透過主網站 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) 搜尋。NCBI 顯示的基因格式如圖一，登錄的每一段基因序列都有一個由基因庫提供的代碼 (如 AY741451) 及基本資料 (序列長度、登錄日期及序列定義)，可供免費查詢。其後所顯示的資料為物種分類、查詢資料、序列特徵及詳細序列。若此序列為轉譯區序列，則可由序列特徵中的『CDS (coding region)』選項點入，觀察氨基酸序列在此段基因序列分布之情形 (圖二)。

基因的登錄在三大基因庫都有自己登錄的方式，以 NCBI 為例，提供兩種方式。第一種方式適用於登錄少數基因序列，或未完成基因註解 (annotation)，可採用『BankIt (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BankIt/>)』提供經由網際網路登錄基因。第二種方式適用於登錄多數或

- 
1. 行政院農業委員會茶業改良場文山分場 助理研究員。台灣 台北縣。
  2. 國立台灣大學農藝學系 助理教授。台灣 台北市。
  3. 行政院農業委員會茶業改良場文山分場 副研究員兼分場長。台灣 台北縣。

複雜的基因序列 (如突變序列、親緣及族群研究等序列), 且事先利用基因工具完成基因註解的基因序列, 可透過下載『Sequin軟體 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Sequin/index.html>)』, 並經由個人電腦 (Mac、PC及UNIX均可) 完成登錄基因的格式後, 再以電子郵件送回NCBI工作人員來完成登錄。

有關茶樹基因的研究腳步較緩慢, 但最近包括日本、中國大陸、韓國及印度等各國已經有不少成果發表。主要發表的基因方向有三: 一、為與茶葉香氣、滋味重要相關成份基因, 如兒茶素及類黃酮素合成相關基因 (chalcone synthase, CHS; dihydroflavonol 4-reductase, DFR; phenylalanine ammonia-lyase, PAL; flavanone 3-hydroxylase, F3H; anthocyanidin synthase, ANS; anthocyanidin reductase, LAR; trans-cinnamate 4-hydroxylase, C4H)、咖啡因生成相關基因 (caffeine synthase, CS; S-adenosylmethionine synthase, SAM)、茶胺酸及氨基酸合成相關基因 (glutamine synthetase) 及香氣前驅物合成相關基因 (beta-primeverosidase; beta-1,3-glucanase)。二、與茶樹生長及生理相關的基因, 如抗氧化及逆境相關基因 (polyphenol oxidase, PPO; violaxanthin de-epoxidase, VDE; HSP70; Cu/Zn superoxide dismutase, SOD; catalase)、葉綠體光合作用之相關基因 (ribulose-1,5-bisphosphate-carboxylase, rbcL)。三、以茶樹品種分群分類、分子標誌為目的之DNA序列, 如核糖體RNA相關基因 (5S, 18S, 26S, 16S ribosomal RNA gene及intergenic spacer)、微衛星體 (microsatellite) DNA、葉綠體基因、及粒線體基因等 ([www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov); 趙等人, 2003)。目前茶業改良場文山分場與台灣大學農藝學系合作已完成的茶樹的葉綠體及粒線體部分序列 (表一) (胡, 2004), 可提供茶樹品種鑑定、種原遺傳歧異性分析及追蹤品種親本之利用。此外, 南韓Park等 (2004) 利用suppression subtractive hybridization (SSH) 技術, 即採用反轉錄聚合酵素擴增反應 (RT-PCR) 比較茶樹嫩葉及成熟葉的表現序列之差異, 並透過基因庫比對, 藉以探討茶樹葉片成熟時, 其二次代謝物相關基因表現的差異; 作者由兩處理差異的序列中得到 588 條cDNA及EST片段, 亦可提供未來茶樹生理及代謝反應研究之參考。

由於目前 DNA 定序技術提升, 無論是定序長度或準確度都比以往精確, 相關的分析技術成熟, 商業化的普遍設立, 分子生物定序公司林立, 定序費用已相當低廉 (定序一樣品約新台幣 300~500 元不等), 故發展以 DNA 序列為主的分生技術已成趨勢。茶樹在台灣是一個相當重要的作物, 若能利用分生技術結合生物資訊, 俾能提升研究層次, 以趕上其它國家的腳步, 邁向國際水準。

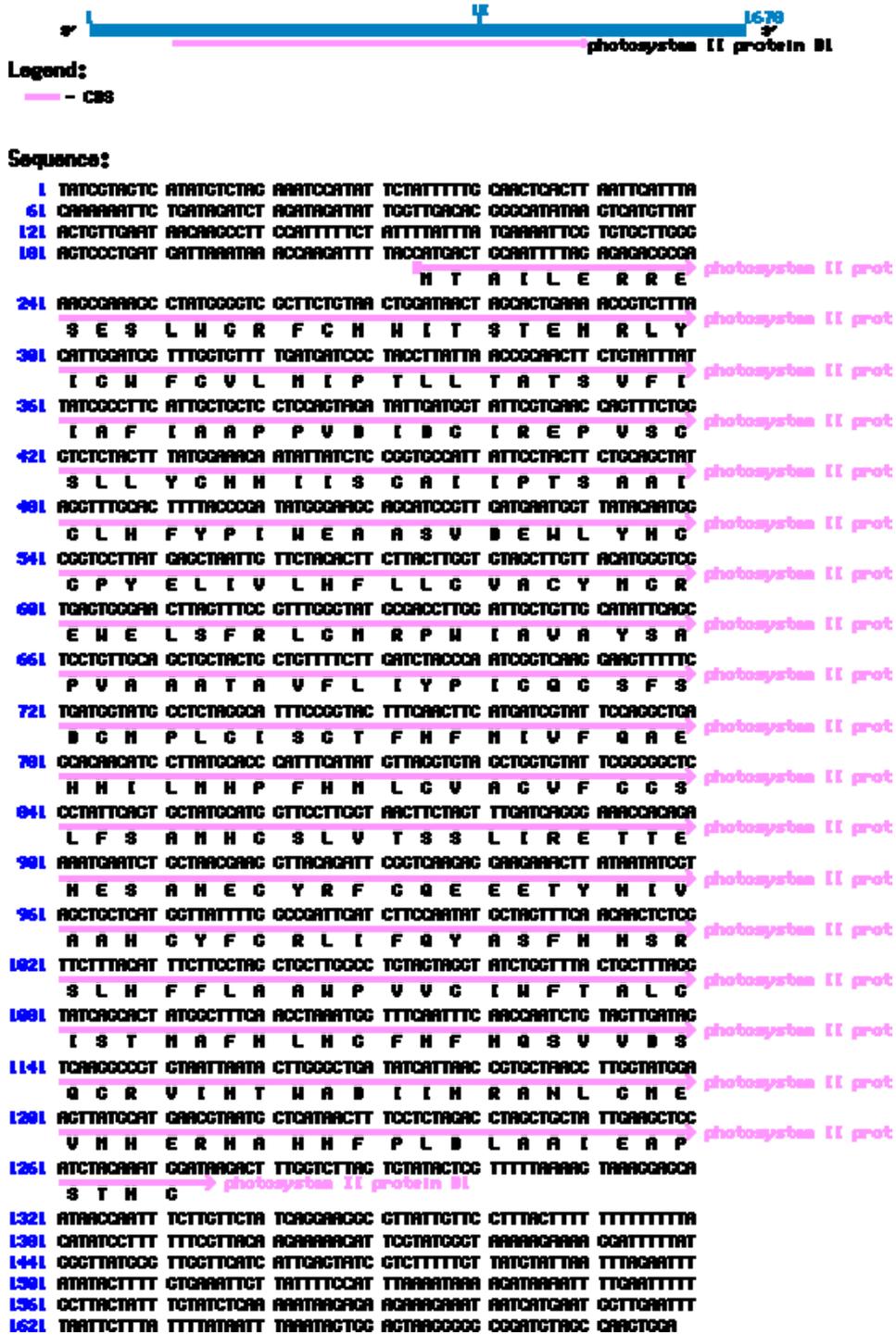
## 參考文獻

1. 王政光、李慶孝、洪小方、張弘志、張芸潔、賴志河. 2002. 生物資訊. 九洲出版社. pp. 149-206. Arthur M. L.原著. 2002。
2. 胡智益. 2004. 台灣茶樹種原葉部性狀及 DNA 序列變異之探討. 國立台灣大學碩士論文。
3. 趙麗萍、陳亮、高其康. 2003. 茶樹基因克隆、遺傳轉化研究進展及 EST 在茶樹功能基因研究中的應用前景. 第三屆海峽兩岸茶業學術研討會論文集. pp. 292-300。
4. DNA Data Bank of Japan (<http://www.ddbj.nig.ac.jp/>).
5. European Molecular Biology Laboratory (<http://www.embl.org/>).
6. National Center for Biotechnology Information (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>), (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast/>), (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BankIt/>), (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Sequin/index.html>).
7. Park, J. S, J. B. Kim, B. S. Hahn, K. H. Kim, S. H. Ha, J. B. Kim, Y. H. Kim. 2004 EST analysis of genes involved in secondary metabolism in *Camellia sinensis* (tea), using suppression subtractive hybridization. *Plant Science* 166: 953-961.

□1: [AY741451](#). Reports *Camellia sinensis*...[gi:53854378]

LOCUS	AY741451	1678 bp	DNA	linear	PLN 15-NOV-2004	登錄序列的基本資料
DEFINITION	Camellia sinensis var. assamica cultivar TTES No. 18 photosystem II protein D1 gene, complete cds; chloroplast.					(包括序列代碼、序列長度、登錄日期及序列定義)
ACCESSION	AY741451					
VERSION	AY741451.1 GI:53854378					
KEYWORDS	.					
SOURCE	chloroplast <i>Camellia sinensis</i> var. <i>assamica</i>					登錄序列之物種分類
ORGANISM	<a href="#">Camellia sinensis var. assamica</a> Eukaryota; Viridiplantae; Streptophyta; Embryophyta; Tracheophyta; Spermatophyta; Magnoliophyta; eudicotyledons; core eudicots; asterids; Ericales; Theaceae; <i>Camellia</i> .					
REFERENCE	1 (bases 1 to 1678)					
AUTHORS	Hu,C.Y. and Lin,S.F.					
TITLE	Studies on the Variations in Leaf Characters and DNA Sequences of Tea Germplasm in Taiwan					登錄序列所參考之資料
JOURNAL	Thesis (2004) National Taiwan University, No.1, Sec. 4, Roosevelt Rd., Da-an District, Taipei, Taiwan, ROC					
REFERENCE	2 (bases 1 to 1678)					
AUTHORS	Hu,C.Y., Tsai,Y.Z. and Lin,S.F.					
TITLE	Direct Submission					
JOURNAL	Submitted (03-SEP-2004) Tea Agronomy Section, Wunshan Branch, Tea Research and Extension Station, No. 12, Sec. 5, Beiyi Rd., Sindian City, Taipei, Taiwan 231, ROC					
FEATURES	Location/Qualifiers					
source	1..1678 /organism="Camellia sinensis var. assamica" /organelle="plastid:chloroplast" /mol_type="genomic DNA" /variety="assamica" /cultivar="TTES No. 18" /specimen_voucher="00326045 (National Plant Genetic Resources Center, ROC)" /db_xref="taxon:261999" /note="amplified using trnK and trnH primers"					登錄序列的特徵 (包括詳細物種資料、DNA 序列轉譯成氨基酸序列等)
CDS	215..1276 /codon_start=1 /transl_table=11 /product="photosystem II protein D1" /protein_id="AAU95571_1" /db_xref="GI:53854379" /translation="MTAILRRESESLWGRFCNWIITSTENRLYIGWFGVLMIPDLLTATSVMIFIAIAPPVDIDGIREPVSGSLLYGNNIISGAIIP TSAAIGLHFYPIWEAASVDEWLYNGGPVELIVLHFLLVACVMGREWELSPRLGMRPWIAVAYSAPVAATAVFLIYPICQGSFSDGMPLGISGTFNFMIVFOAEHNLMLHFPFMDLWAGVFGGSLFSAMHGSLVTSSLIRETTENESANEGYRFGQEEETYNIVAAHGYPGRLLIFQYASFNNSRSLHFFLAWPVVGIWFTALGISDMAFNLNGFNFNQSVVDVSGQRVINTWADIIINRANLQMEVMHLENAHNFPLDLAAIEAPSTNG"					
ORIGIN	1 tatcgtatgc atatgtctagc aaatccatat tctatttttg caactcactt aattcattta 61 caaaaaattc tgaatagatct agatagatat tggttgacac gggcatataa gtcatgttat 121 actgttgaat aacaagcctt ccatttttct attttattta tgaaaattcg tgtccttggg 181 agtccctgat gatataataa accaagattt taCCatgact gcaattttag agagacgcga 241 aagcgaaggc ctatggggtc gcttctgtaa ctggataact agcactgaaa accgtcttta 301 catggatgg tttgggttt tgaatgacc taccttatta accgcaactt ctgtatttat 361 tatgccttc attcctgctc ctccagtaga tattgatggt attcgtgaac cagtttcttg 421 gtctctactt tatgaaaca atattatctc cgggtccatt attcctactt ctgcagctat 481 aggtttgcac ttttaaccga tatgggaagc agcatccgtt gatgaatggt tatacaatgg 541 cggctcttat gagctaattg ttctacactt cttaacttgg ttagcttggc acatgggtcg 601 ttagtgggaa cttagtttcc gtttgggtat gcgaccttgg attcgtgtg catattcagc 661 tcttgttga cgtcctactg ctgttttctt gactaccca atcggctcaag gaagttttc 721 tgaatgatg cctctaggca ttccggctac tttaaccttc atgatcgtat tccaggctga 781 gcacaacatc cttatgcacc ctttcatat gttagggtga gctgggtgat tccgcggctc 841 cctattcagt gctatgcagt gttccttggg aacttctagt ttgatcaggg aaaccacaga 901 aaatgaatct gctaaccgag gttacagatt cggtaacagag gaagaaactt ataatactgt 961 agctgcctcat ggttattttg gccgattgat cttccaatat gctagtttca acaactctcg 1021 tctttacat tcttctctag ctgcttggcc tgtagttagt atctggttta ctgctttagg 1081 tatcagcact atggctttca acctaaatgg ttccaattc aaccaatctg tagttgatg 1141 tcaaggccgt gtaatttaata ctgggcctga tatcattaac cgtcctaacc ttggtatgta 1201 agttatgcat gaacgtaag ctcataactt tctctagac ctgctgcta ttgagctcc 1261 atctcaaaat ggaataagact ttggtcttag tgtatactcg tttttaaaag taaaggagca 1321 ataaccaatt tctgtttcta tcaggaaggc gttattgttc ctttactttt ttttttttta 1381 catactcttt tttctttaca agaaaaagat tctgtatggg taaagaaaaa ggtattttat 1441 ggtttatggg ttgcttcatc attgagtac gctttttgt tatgtattaa tttagaattt 1501 atatactttt gtgaaattgt tattttccat ttaaaaaaaa agataaaatt ttgaattttt 1561 gcttactatt tgtattctaa aaataagaga agaaagaaat aatcatgaat ggttgaaatt 1621 taattcttta ttttaaat taatatagg agtaaggggg cggatgtagc caagtggg					登錄之 DNA 詳細序列
//						

圖一、NCBI 顯示的基因格式，圖內容為茶樹 (台茶 18 號) 的葉綠體基因片段  
 Fig. 1. The format of a gene shown in NCBI, and the photograph shows a chloroplast gene in TTES No.18 (tea plant)



圖二、NCBI 顯示的氨基酸格式，圖內容為茶樹（台茶 18 號）的葉綠體基因片段  
 Fig. 2. The format of amino acid shown in NCBI, and the photograph shows a chloroplast gene in TTES No.18 (tea plant)

表一、茶樹胞器的 DNA 序列

Table 1. Chloroplast and mitochondrial DNA sequences of tea plants

基因代碼	序列區域	物種品種	序列長度	基因代碼	序列區域	物種品種	序列長度
AY625295	photosystem II	台茶 12 號	1678	AY741465	photosystem II	赤芽山茶 <sup>1</sup>	1520
AY741451	protein D1	台茶 18 號	1678	AY741466	CP43 protein	細葉山茶 <sup>2</sup>	1520
AY741452	gene, complete	Shan	1685	AY741467	( <i>psbC</i> ) gene,	台茶 12 號	1520
AY741453	cds;	赤芽山茶 <sup>1</sup>	1672	AY741468	partial cds;	鐵觀音	1521
AY741454	chloroplast.	細葉山茶 <sup>2</sup>	1678	AY741469	chloroplast.	白毛猴	1521
AY741455		Burma	1678	AY741470		青心烏龍	1521
AY741456		白毛猴	1678	AY741471		青心大冇	1521
AY741457		四季春	1678	AY741472		台茶 13 號	1521
AY741458		台茶 13 號	1673	AY741473		皋盧	1521
AY741459		青心大冇	1673	AY741474		四季春	1521
AY741460		青心烏龍	1678	AY741475		香櫟	1521
AY741461		香櫟	1678	AY741476		Burma	1521
AY741462		鐵觀音	1678	AY741477		台茶 18 號	1521
AY741463		皋盧	1678	AY741478		Shan	1521
AY741464		台灣山茶	1685	AY741479		台灣山茶	1520
基因代碼	序列區域	物種品種	序列長度	基因代碼	序列區域	物種品種	序列長度
AY761236	<i>trnD-trnT</i>	台茶 12 號	475	AY761221	<i>trnD-trnT</i>	Burma	506
AY761237	intergenic	台茶 13 號	475	AY761222	intergenic	白毛猴	506
AY761238	spacer, partial	皋盧	474	AY761223	sequence;	赤芽山茶 <sup>1</sup>	502
AY761239	sequence;	鐵觀音	475	AY761224	chloroplast.	四季春	506
AY761240	chloroplast.	Burma	475	AY761225	(sequenced	皋盧	506
AY761241	(sequenced	香櫟	475	AY761226	using <i>trnD</i>	青心大冇	506
AY761242	using <i>trnT</i>	細葉山茶 <sup>2</sup>	475	AY761227	primer)	青心烏龍	506
AY761243	primer)	台茶 18 號	474	AY761228		台茶 18 號	506
AY761244		白毛猴	475	AY761229		台茶 12 號	506
AY761245		青心烏龍	475	AY761230		台灣山茶	506
AY761246		四季春	475	AY761231		香櫟	506
AY761247		青心大冇	475	AY761232		台茶 13 號	506
AY761248		赤芽山茶 <sup>1</sup>	475	AY761233		細葉山茶 <sup>2</sup>	502
AY761249		台灣山茶	474	AY761234		鐵觀音	506
AY761250		Shan	474	AY761235		Shan	506

註：赤芽山茶學名為 *Camellia furfuracea*；細葉山茶為台灣常見之小果種油茶 (*Camellia tenuifolia*)；其餘為茶樹 (*Camellia sinensis*)。

(續表一)

基因代碼	序列區域	物種品種	序列長度	基因代碼	序列區域	物種品種	序列長度
AY839874	tRNA-Ser and	台茶 13 號	221	AY839889	NADH	台茶 13 號	1498
AY839875	trnS-trnfM	赤芽山茶 <sup>1</sup>	221	AY839890	dehydrogenase	Shan	1517
AY839876	intergenic	台茶 12 號	221	AY839891	1-like gene,	鐵觀音	1511
AY839877	spacer,	鐵觀音	221	AY839892	partial	台灣山茶	1511
AY839878	partial	白毛猴	221	AY839893	sequence;	四季春	1511
AY839879	sequence;	Burma	221	AY839894	mitochondrial.	青心大冇	1498
AY839880	chloroplast.	青心烏龍	221	AY839895		皋廬	1511
AY839881		香櫞	221	AY839896		台茶 18 號	1517
AY839882		皋廬	221	AY839897		細葉山茶 <sup>2</sup>	1511
AY839883		台茶 18 號	221	AY839898		青心烏龍	1511
AY839884		Shan	221	AY839899		香櫞	1511
AY839885		四季春	221	AY839900		台茶 12 號	1511
AY839886		細葉山茶 <sup>2</sup>	221	AY839901		白毛猴	1511
AY839887		青心大冇	221	AY839902		Burma	1511
AY839888		台灣山茶	221	AY839903		赤芽山茶 <sup>1</sup>	1511

基因代碼	序列區域	物種品種	序列長度	基因代碼	序列區域	物種品種	序列長度
AY839904	NADH	香櫞	652	AY839919	NADH	台茶 12 號	711
AY839905	dehydrogenase	赤芽山茶 <sup>1</sup>	658	AY839920	dehydrogenase	赤芽山茶 <sup>1</sup>	711
AY839906	1-like gene,	台茶 13 號	658	AY839921	1-like gene,	Burma	715
AY839907	partial	青心大冇	658	AY839922	partial	鐵觀音	711
AY839908	sequence;	鐵觀音	658	AY839923	sequence;	台茶 13 號	711
AY839909	mitochondrial.	台茶 12 號	658	AY839924	mitochondrial.	青心大冇	711
AY839910		四季春	652	AY839925		細葉山茶 <sup>2</sup>	711
AY839911		Shan	658	AY839926		四季春	715
AY839912		皋廬	652	AY839927		台灣山茶	711
AY839913		台灣山茶	658	AY839928		青心烏龍	715
AY839914		Burma	652	AY839929		皋廬	715
AY839915		青心烏龍	652	AY839930		Shan	711
AY839916		台茶 18 號	658	AY839931		香櫞	715
AY839917		白毛猴	652	AY839932		白毛猴	715
AY839918		細葉山茶 <sup>2</sup>	658	AY839933		台茶 18 號	711

註：赤芽山茶學名為 *Camellia furfuracea*；細葉山茶為台灣常見之小果種油茶 (*Camellia tenuifolia*)；其餘為茶樹 (*Camellia sinensis*)。

(續表一)

基因代碼	序列區域	物種品種	序列長度	基因代碼	序列區域	物種品種	序列長度
AY845278	NADH	台茶 12 號	1422	AY845263	cytochrome	台茶 18 號	328
AY845279	dehydrogenase subunit	鐵觀音	1422	AY845264	oxidase subunit II	台灣山茶	328
AY845280	5(nad5) gene,	Burma	1427	AY845265	(cox2) gene,	台茶 12 號	328
AY845281	exon 4 and	白毛猴	1427	AY845266	partial cds;	台茶 13 號	328
AY845282	mitochondrial.	台茶 18 號	1422	AY845267	mitochondrial.	青心烏龍	328
AY845283		Shan	1422	AY845268		四季春	328
AY845284		赤芽山茶 <sup>1</sup>	1427	AY845269		白毛猴	328
AY845285		青心烏龍	1427	AY845270		香櫞	328
AY845286		香櫞	1427	AY845271		皋盧	328
AY845287		皋盧	1427	AY845272		青心大冇	328
AY845288		台茶 13 號	1427	AY845273		Burma	328
AY845289		四季春	1427	AY845274		細葉山茶 <sup>2</sup>	328
AY845290		青心大冇	1427	AY845275		鐵觀音	328
AY845291		細葉山茶 <sup>2</sup>	1421	AY845276		Shan	328
AY845292		台灣山茶	1422	AY845277		赤芽山茶 <sup>1</sup>	328

基因代碼	序列區域	物種品種	序列長度	基因代碼	序列區域	物種品種	序列長度
AY845293	NADH	台茶 13 號	919	AY845308	NADH	台茶 13 號	1570
AY845294	dehydrogenase subunit 7 (nad7)	青心大冇	919	AY845309	dehydrogenase subunit 7	青心大冇	1570
AY845295	gene, exon 1	赤芽山茶 <sup>1</sup>	919	AY845310	(nad7) gene,	赤芽山茶 <sup>1</sup>	1582
AY845296	and partial cds;	細葉山茶 <sup>2</sup>	919	AY845311	intron 2;	細葉山茶 <sup>2</sup>	1587
AY845297	mitochondrial.	白毛猴	914	AY845312	mitochondrial	台茶 12 號	1586
AY845298		青心烏龍	914	AY845313		台茶 18 號	1576
AY845299		Shan	919	AY845314		青心烏龍	1581
AY845300		香櫞	914	AY845315		Burma	1581
AY845301		Burma	914	AY845316		皋盧	1581
AY845302		四季春	914	AY845317		鐵觀音	1586
AY845303		皋盧	914	AY845318		白毛猴	1581
AY845304		鐵觀音	919	AY845319		Shan	1576
AY845305		台灣山茶	919	AY845320		四季春	1581
AY845306		台茶 12 號	919	AY845321		香櫞	1581
AY845307		台茶 18 號	919	AY845322		台灣山茶	1586

註：赤芽山茶學名為 *Camellia furfuracea*；細葉山茶為台灣常見之小果種油茶 (*Camellia tenuifolia*)；其餘為茶樹 (*Camellia sinensis*)。

# Introduction of Registration, Search and Recent Progress in Genomic Sequences of Tea Plant (*Camellia sinensis*)

Chih-Yi Hu<sup>1</sup>   Shun-Fu Lin<sup>2</sup>   You-Zenn Tsai<sup>3</sup>

## Summary

In this paper, some methods of gene examination, registration and recent progress in genomic research of tea plants are introduced. In addition, chloroplast and mitochondrial DNA sequences of 15 tea cultivars and closely related germplasm in Taiwan registered by Wunshan Branch, Tea Research and Extension Station, and Department of Agronomy, National Taiwan University are available for identification, genetic diversity study, and parent tracking of cultivars of tea plants.

**Key words:** Tea plant, *Camellia sinensis*, Gene examination, Gene registration, DNA sequence, Chloroplast sequence, Mitochondria sequence

- 
1. Assistant Agronomist, Wunshan Branch, Tea Research and Extension Station, Taiwan, R.O.C.
  2. Assistant Professor, Department of Agronomy, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.
  3. Associate Researcher and Director, Wunshan Branch, Tea Research and Extension Station, Taiwan, R.O.C.