

茶樹育種方向及分子育種應用

引言人：林順福
臺灣大學農藝學系副教授

1

大綱

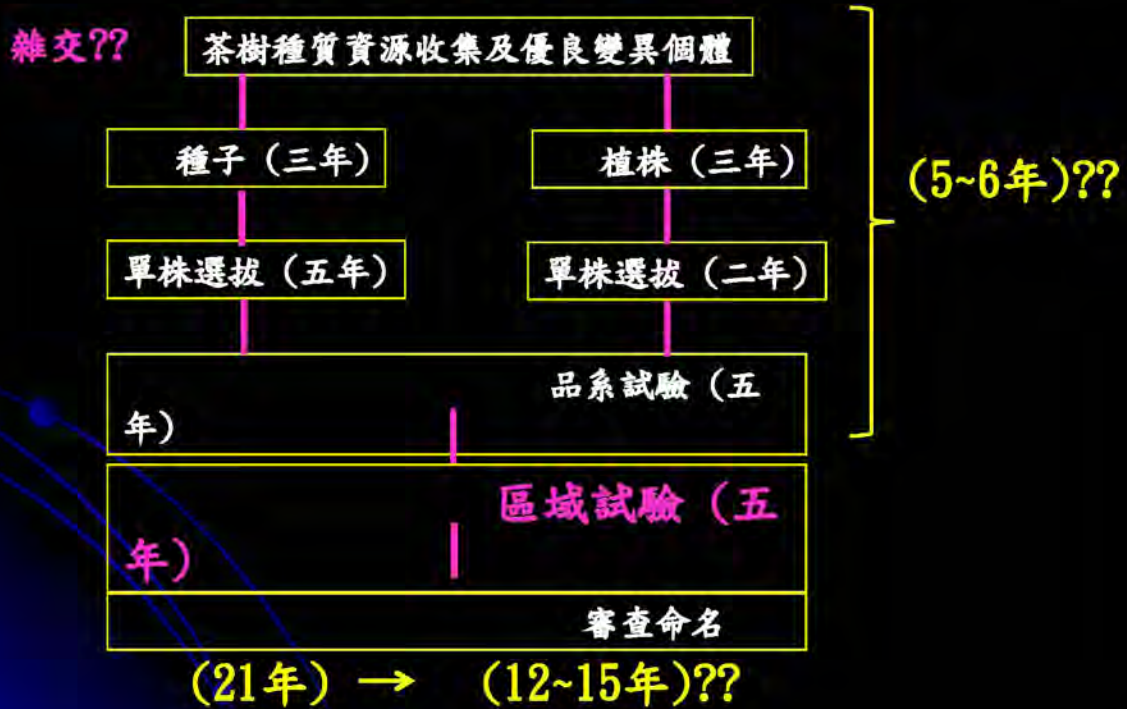
- 一、茶樹育種之主要困難
- 二、茶樹分子育種之發展近況
- 三、未來可能發展之方向
- 四、問題討論

2

早期育種 流程最短時間35年

早期平均育種時間40年

台灣茶樹育種流程



3

一、茶樹育種之主要困難(問題)

生育特性 --- 茶樹為多年生木本植物，由種子再繁殖下一代種子需4~5年。需3~4年才可採茶菁，以評估品質與產量等重要性狀，10年產量才達穩定。品系試驗或區域試驗均需要5~6年時間。

性狀評估 --- 品質性狀不易評估（不易標準化），品質及產量等性狀易受環境影響，尤其是遺傳與環境交感效應（G x E）影響育種選拔。

遺傳分析 --- 茶樹具有自交不親合性，為高度異交及高度異結合基因型，不易進行重要性狀遺傳分析及育種選拔：

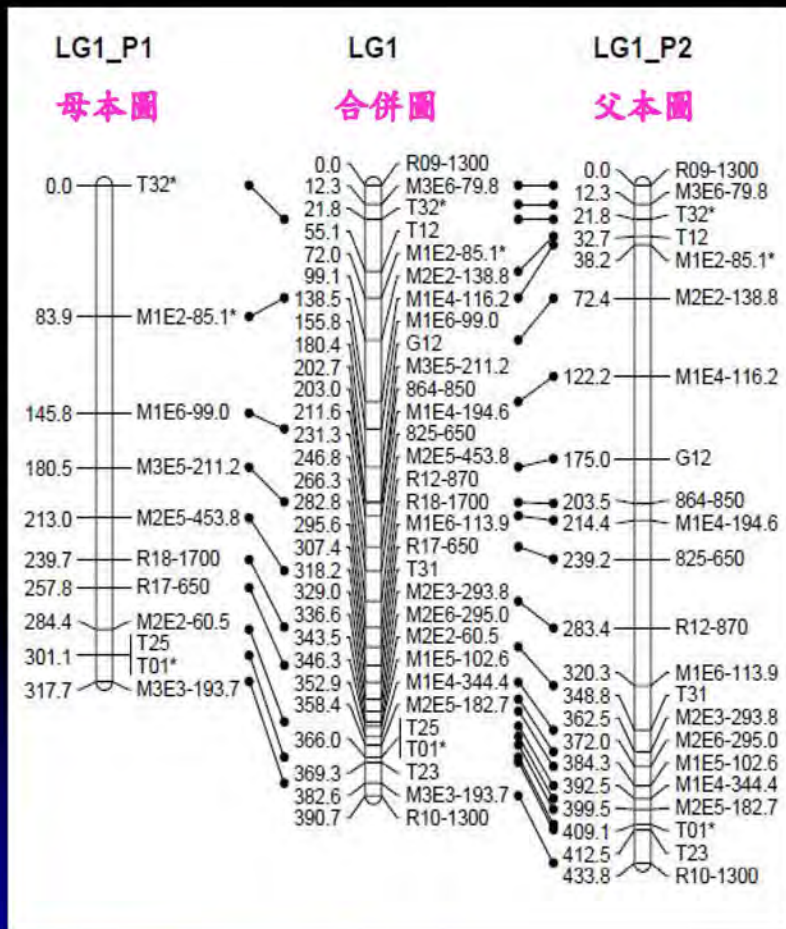
(1) 雜交親本多非同結合基因型

$(A1 \times A2) \times (A3 \times A4) = A1A3, A1A4, A2A3, A2A4$ (基因型/外表型種類?)

(2) 無法進行自交（不親合）後裔檢定，無法區分AA與Aa 個體。

(3) 建立連鎖圖譜及進行 分子輔助選種 (MAS) 均困難：

母系連鎖圖譜、父系連鎖圖譜、合併連鎖圖譜



(Hu et al., 2013)

茶樹品種育成數 (國家級)

中國	80個	2012年之前
印度	263個	2012年之前
日本	60個	2012年之前
肯亞	45個	2012年之前
斯里蘭卡	64個	2012年之前
台灣	22個	2014年之前

中國人工雜交育成茶樹品種: **22.2%** (2002年之前)。 (Chen et al., 2007)

日本最主要栽培品種 - 藪北(Yabukita): (Taniguchi, 2014)

1908年選育, 1970年廣泛種植, 現佔全國**76%**面積及多數新品種之雜交親本, 病害及蟲害嚴重。

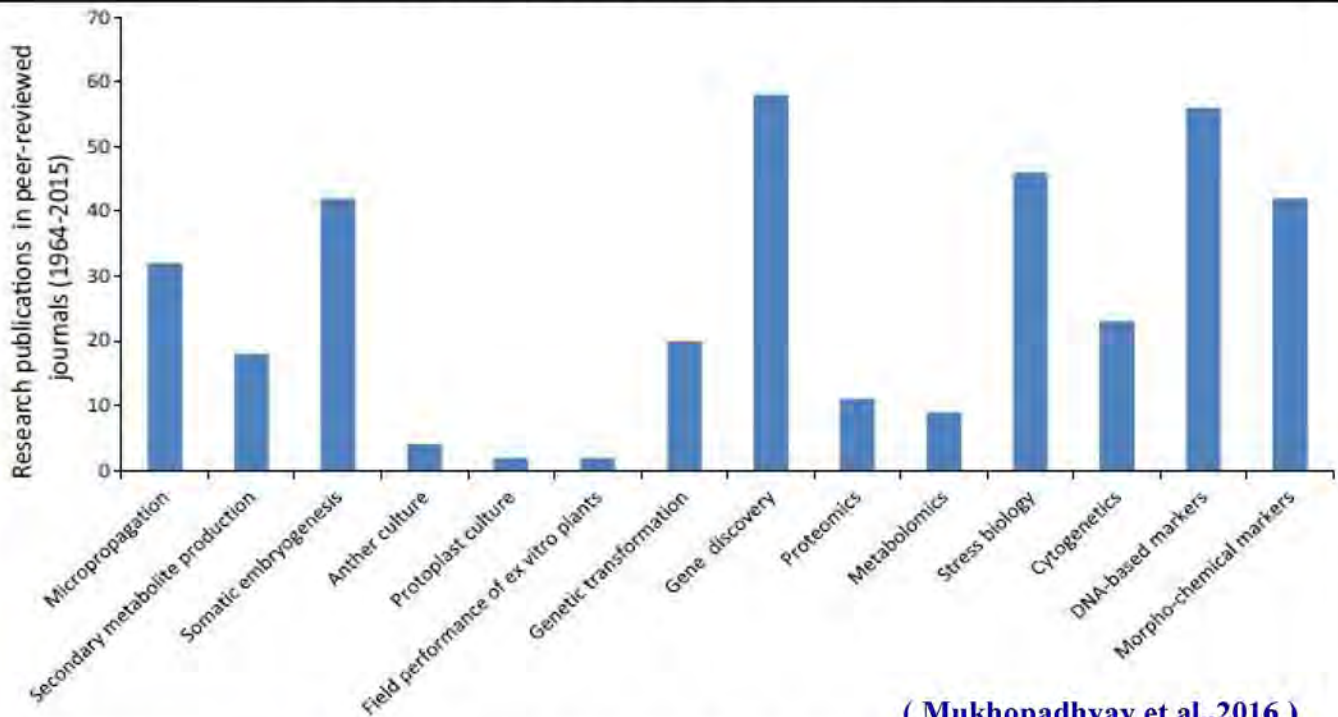
台灣育成茶樹品種: (1969年至2014年)

人工雜交育成佔**81.8%** (18/22), 9.1%(OP後代選拔), 9.1%(茶園單株選拔)。
親本多重複使用: 台茶12號(3), 青心烏龍(3), Kyang(3), Jaipuri(3) - -。

(2012年各國開始普遍採用人工雜交育種)

二、茶樹分子育種之發展近況

生物技術應用在茶樹之研究 (近50年)



(Mukhopadhyay et al.,2016)

Relative extent of information available on studies carried out in different areas of tea biotechnology

茶樹分子育種之發展近況

(一)種原評估及利用

以ISSR分析中國、日本、肯亞茶樹品種之遺傳歧異性 (Yao et al., 2008)

以SSR分析茶樹種原之平均異結合基因型比例為51.3% (Tan et al., 2015)

(二)品種鑑定及混茶品種鑑別

以STS及CAPS進行品種鑑定及混茶品種鑑別 (Hu et al., 2014)

(三)連鎖圖譜之建立

建立最高密度之分子標誌連鎖圖譜 (Hu et al., 2013)

建立高密度SSR分子標誌連鎖圖 (Taniguchi et al., 2012; Ma et al., 2014)

(四)重要性狀基因定位及遺傳分析

茶樹產量基因分析- $G \times E$ ** -- 肯亞 (Kamunya et al., 2010)

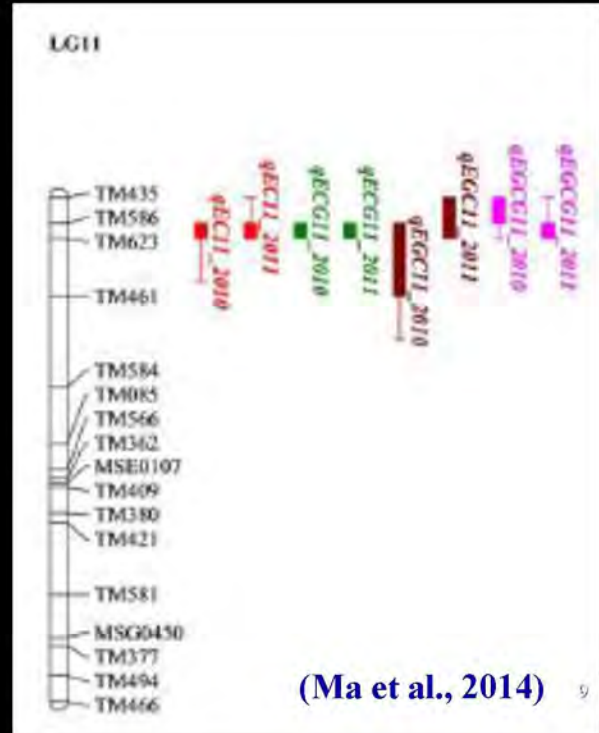
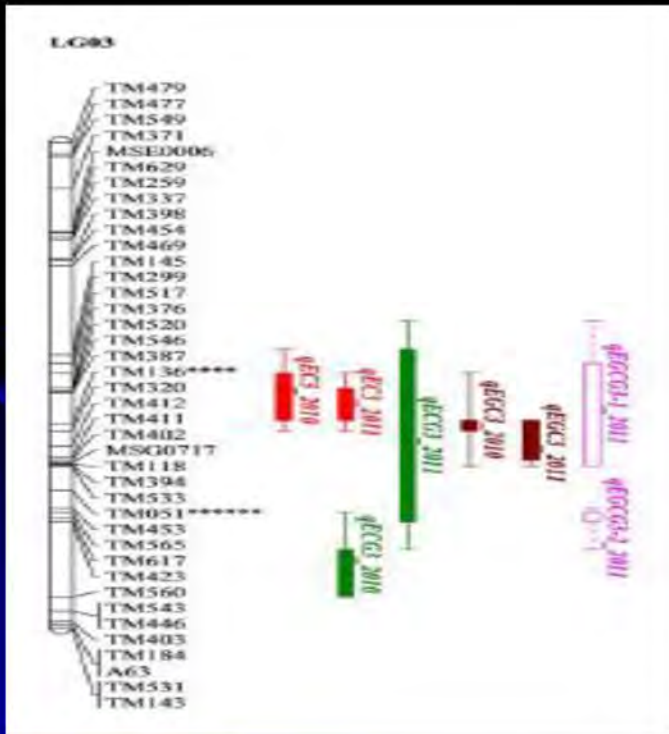
茶樹兒茶素含量之基因定位 -- 9/25 基因 -- 中國 (Ma et al., 2014)

耐旱種原相關之ISSR分子標誌篩選 -- 印度 (Das et al., 2016)

耐旱種原相關之EST-SSR分子標誌篩選 -- 肯亞 (Mutai et al., 2016)

茶樹兒茶素含量之QTL定位

2年調查 9/25 QTL (LG3、LG11、LG12、LG15)



(Ma et al., 2014)

(五) 分子標誌輔助選種(MAS)及全基因體選種(GS)

利用分子標誌選拔抗茶餅病品系 -- 斯里蘭卡 (Mewan et al., 2007)

利用SSR分子標誌選育2個耐旱品種 -- 肯亞 (Mutai et al., 2016)



(六) 基因轉殖 中度旱害

日本 茶樹之基因轉殖 (Matsumoto and Fukui, 1998)

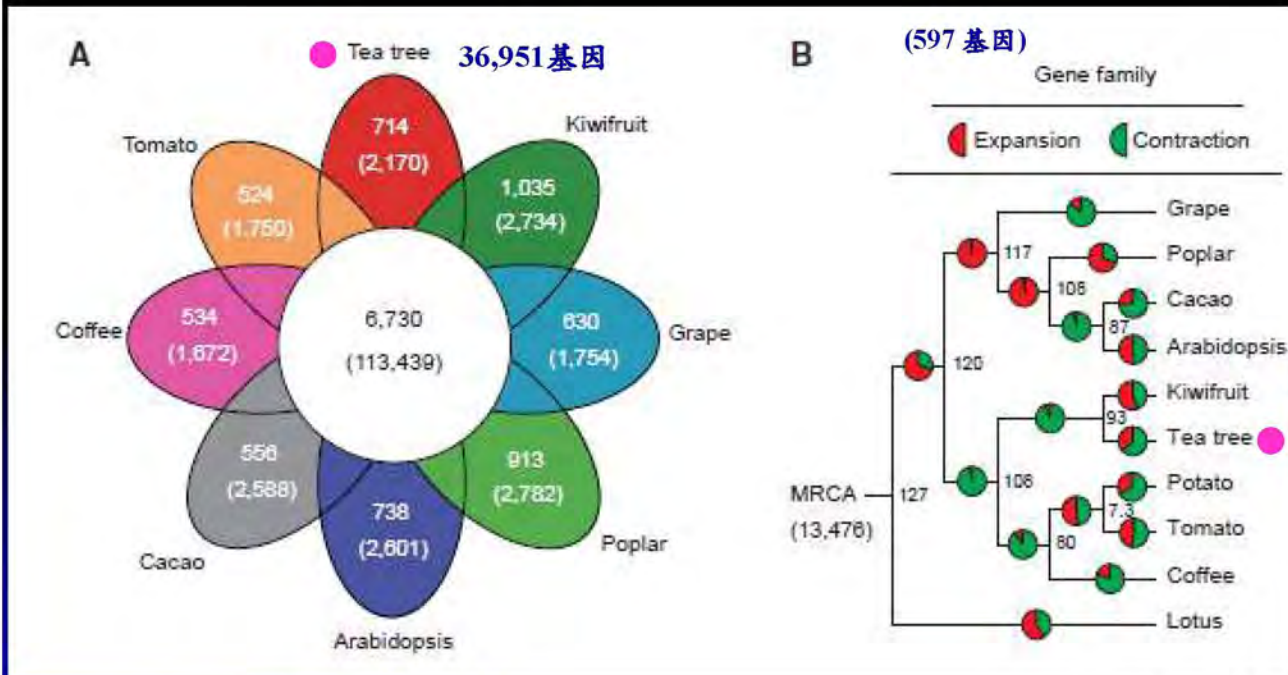
中國 Bt基因轉殖茶樹 (Luo and Liang, 2000)

印度 抗逆境基因 (Osmotin) 轉殖茶樹 (Bhattacharya et al., 2006)

(七) 全基因體定序及體學 (Omics) 之應用

茶樹全基因體解序 (3.02 Gb) 7x 水稻

大葉種 Yunkang 10 (雲抗10號) (抗病、耐熱、耐旱)



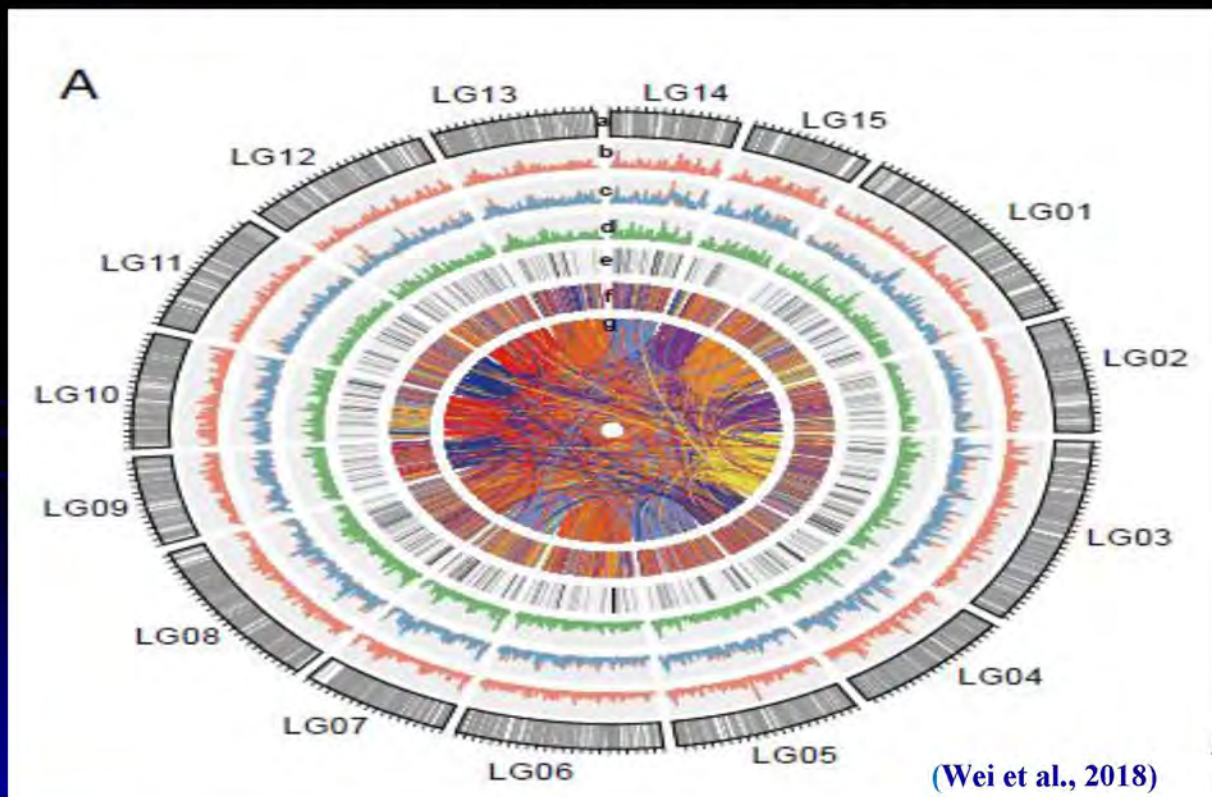
獼猴桃
藍莓
蔓越莓

(Xia et al., 2017)

11

茶樹全基因體解序 (3.14 Gb)

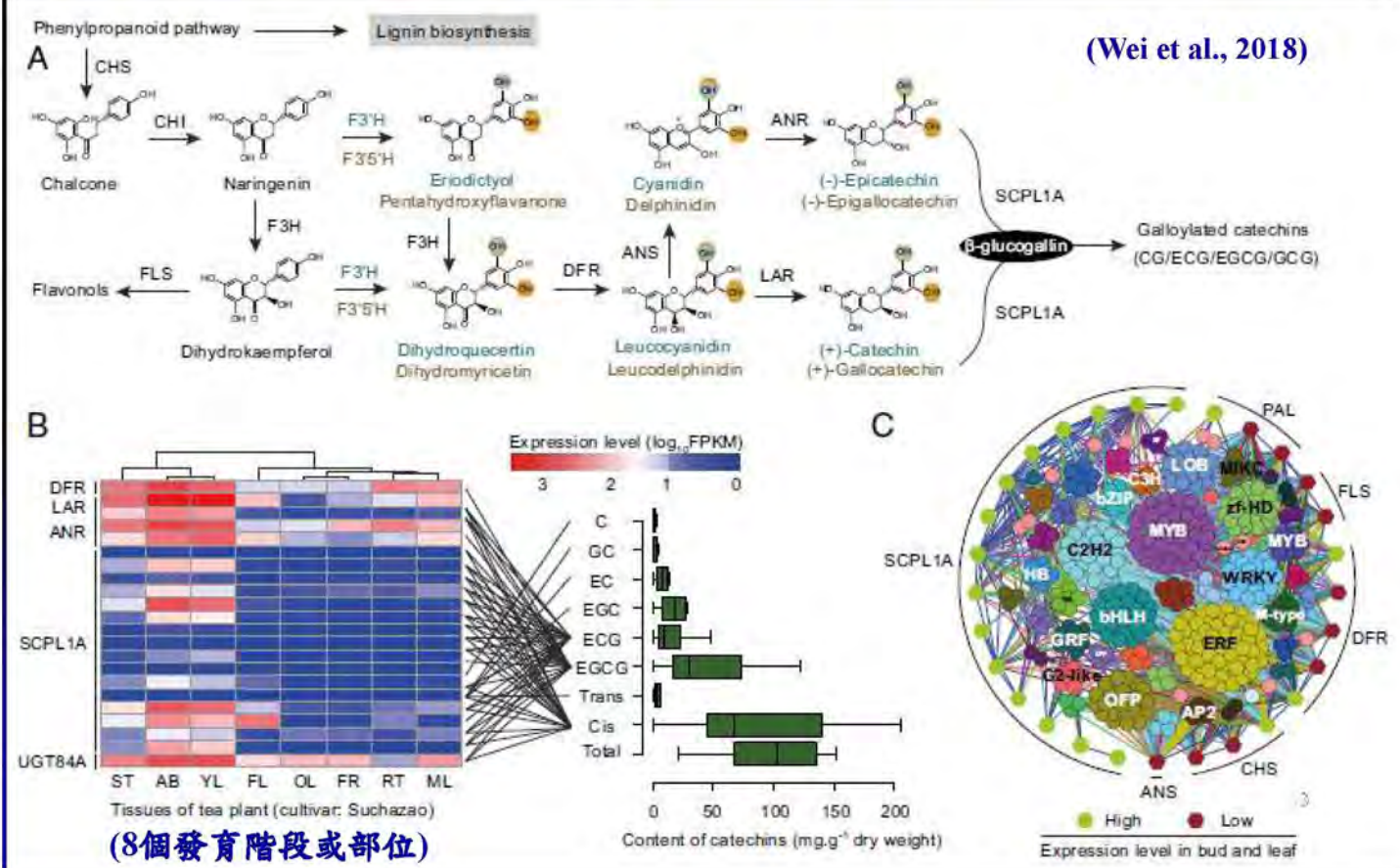
小葉種 Shuchazao (舒茶早) (高產、生長勢強、抗寒)



(Wei et al., 2018)

2

兒茶素(catechins)生合成路徑之重要基因



三、未來可能發展之方向

(一) 育種目標之訂定 -- 育種類群 (高品質、耐逆境、醫療保健 ---)

(二) 加強引種及種原評估利用 --

核心收集及稀有特性 (基因) 收集 (高品質、耐逆境)

全基因體關聯性分析 (GWAS): 異結合基因型、極端外表型

依據基因 (alleles): (A1A1, A1A2, A1A3, ---) vs (A2A2, A2A3, A2A4, A2A3, ---)

依據基因型 (genotypes): (A1A2, A1A2, A1A2, ---) vs (A2A2, A2A3, A2A4, ---)

(三) 重要性狀之遺傳研究 --

1. 充分利用全基因體定序資料
2. 連鎖圖譜與全基因體定序資料整合
3. 近緣物種基因體及基因之利用
4. 體學 (Omics) 應用於遺傳研究 (含基因定位)

(四)雜交育種效率提昇

1. 雜交親本之選擇 (組合力及細胞質遺傳)

茶樹具雜種優勢，尤其是雌親 (細胞質遺傳---葉綠體及粒線體) 影響較大。

2. 雜交及繁殖技術

嫁接技術: 同步開花授粉、種間雜交、縮短性狀評估期間、多倍體育種、
良種繁殖 ---

組織培養: 種間雜交 (胚培養)、單倍體倍加、多倍體育種 ---

3. 性狀評估 (苗期、小樣品、標準化)

4. 選拔效率 (分子輔助選種 / 基因體選種 / 體學應用)

(五)其他育種方法之應用

1. 誘變育種 (r射線誘變) - 葉片及株型

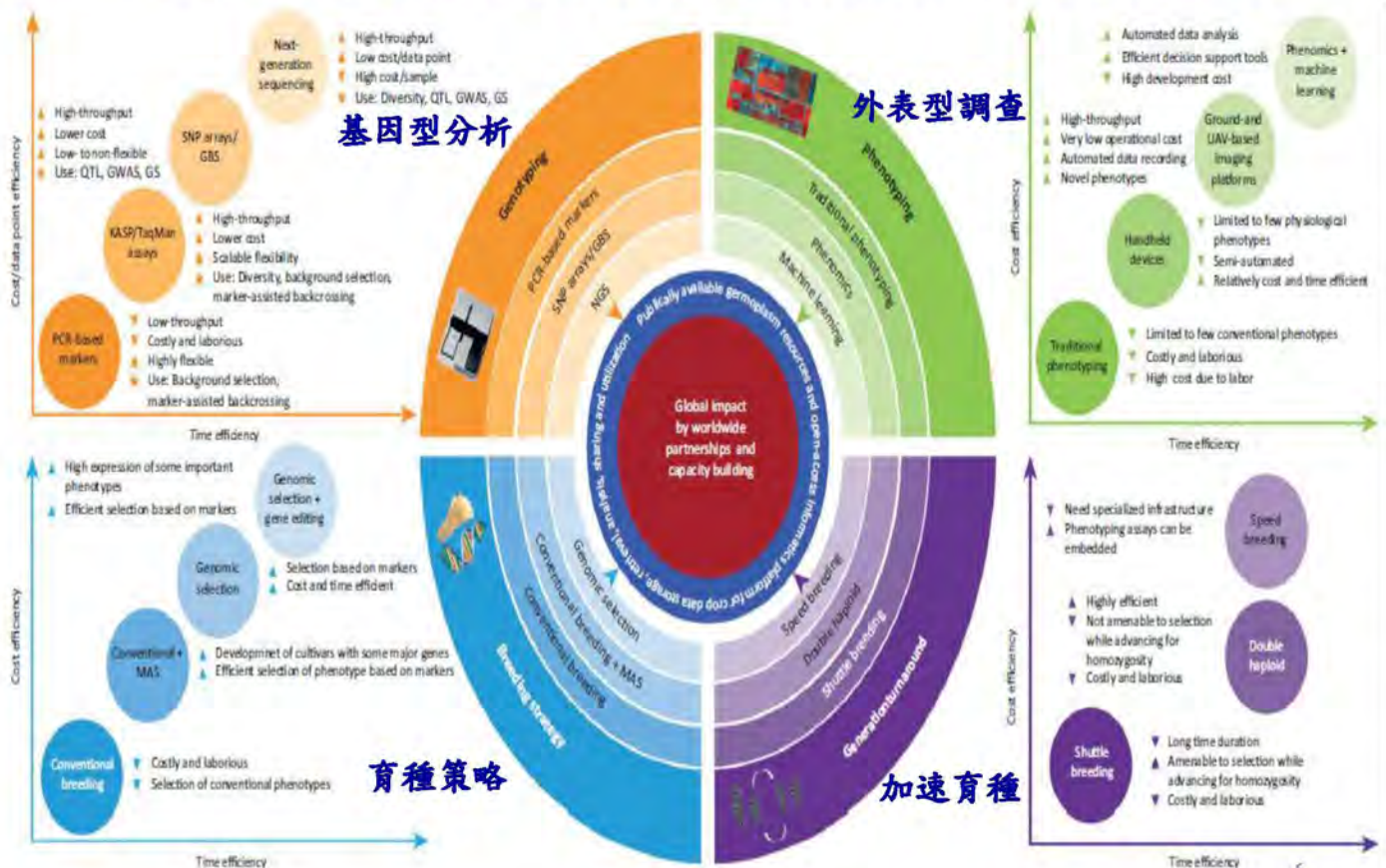
2. 多倍體育種 - 生長勢及根系

3. 種間雜交 - 逆境

4. 基因轉殖 / 基因編輯

15

整合新技術以提高作物育種效率之概念圖



(Li et al., 2018)

Trends in Plant Science

討論題綱

一、育種目標之設定

二、育種年限之縮短

三、育種技術之提昇