

# 草莓花芽分化之促進與抑制法

李 窓 明

桃園區農業改良場

## 摘 要

草莓屬於先短日照再長日照開花型 (SLD) 植物，花芽分化受日長與溫度所影響，草莓產期可藉著花芽分化的促進與抑制而調節，促進方法有高冷地育苗、短日處理等 10 種方法，抑制花芽分化則有長日處理、生長抑制劑應用及強制休眠等三種方法。此外，覆蓋對草莓亦有促進花芽分化及增產之效果。

## 前 言

本省草莓於民國 23 年，曾在陽明山高冷地帶作有計畫的引種試作，民國 37 年，前臺北區農業改良場再引進福羽品種，蘆洲農友亦引進 Marshall 品種，至民國 49 年金山農場從事大規模草莓栽培，乃引起本省草莓栽培熱潮。草莓栽培品種幾經更替，目前之推廣品種為春香種，全省栽培面積約 350 ~ 400 公頃左右，主要產區為苗栗縣大湖鄉。

草莓定植適期為 9 月下旬~10 月上旬，於 10 月下旬~11 月上旬即開始開花，12 月上旬即可採收果實，初期由於溫度低，果實碩大，但是初期產量低，3 月份以後至 5 月中旬，為盛產期，尤其在 4 月下旬至 5 月上旬更是結實纍纍，然而，此期間由於溫度高果實成熟快，果實均為中小果，鮮果比例少，價格低落。

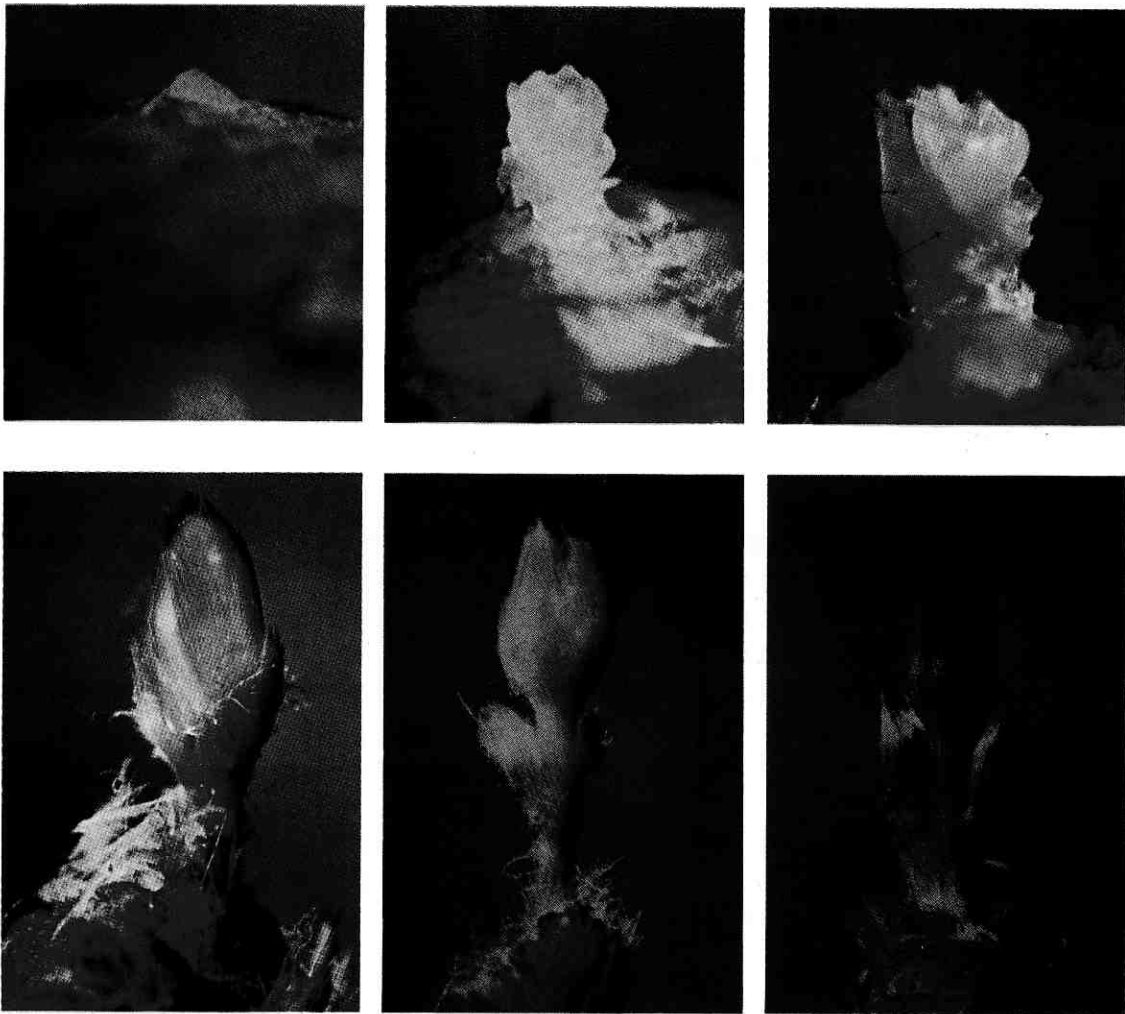
因此，如何提早草莓採收期，提高早期產量，在草莓栽培上頗為重要，有鑑於此，本場自 72 年度開始即著手進行初步的觀察試驗，惟目前尚無具體報告。本篇係筆者搜集國內外文獻，針對草莓花芽分化之促進與抑制，藉以供調節草莓產期之參攷。

## 內 容

### (一)溫度與日長<sup>(2,4,5,6,7,8,9,17)</sup>

草莓屬於先短日照再長日照開花型 (SLD) 植物，低溫短日能促進花芽形成，高溫長日則促進其後之發育，溫度與日長對草莓花芽分化有極密切的關係，謹以下二表說明之，在溫度 5°C 以下，則植株進入休眠狀態，溫度 5 ~ 10 至 12°C 時花芽分化形成不受日長的影響，呈中日性狀態，溫度在 10 ~ 12°C 與 25°C 之間，花芽形成則受日長的影響，品種間有所差異，溫度 25°C 以上時，則無論日長長短均無法花芽分化。有省目前推廣之春香品種，溫度在 24°C 以下時即可花芽分化，一般平地花芽分化期在 9 月底~10 月初，此時日照時數已縮短至 13 小時以下，夜間溫度也在 24°C 以下，因此進入花芽分化期，若是在海拔較高之冷涼地區，8 ~ 9 月雖然日照較長但溫度已下降，故植株可較平地提早花芽分化。

草莓花芽分化之過程：如圖 1 ~ 6 所示，當外界溫度及日長適合其花芽分化的條件時，生長點則開始肥大凸起進入花芽分化期，最先為萼片形成，然後為花瓣、雄蕊順序形成，一番花先形成，其兩側再形成二番花，兩個二番花的兩側再形成三番花，如此順序分化下去。



1	2	3
4	5	6

圖 1、花芽未分化期

Fig. 1. Undifferentiated bud

圖 2、頂花之萼片形成初期，二番花之花芽分化初期

Fig. 2. Beginning of calyx of primary flower bud and secondary flower bud.

圖 3、萼片形成期

Fig. 3. Formation of calyx.

圖 4、花瓣形成期

Fig. 4. Formation of petal

圖 5、雄蕊形成期

Fig. 5. Formation of stamen.

圖 6、二番花、三番花

Fig. 6. Secondary and tertiary flower bud.

表 1. 草莓花芽分化與溫度、日長之關係(一) (本多 1979 原圖)  
 Table 1. Temperature and day-length affecting the differentiation of flower bud in strawberry (I) (Redrawn from Honda 1979)

低温反應 Low temp. dependand reaction	中温反應 Median temp. dependand reaction	高温反應 High temp. dependand reaction
-2		
-5 — 0 — 5	10 — 15 — 20 — 25	30 — 35 — 40 — 45°C
花芽分化停止 (休眠) Dormancy	花芽形成受日長條件所控制 (8~12小時)，品種間有差異 (12~13.5小時) Flower bud formation controlled by day-length (8~12 hrs), different responses among varieties (12~13.5 hrs.)	日長沒有影響，且不形成花芽分化 Unaffected by day-length, no flower bud differentiation
花芽形成與日長無關 Flower bud formation independant on day-length		

表 2. 草莓花芽分化與溫度、日長之關係(二) (香川 1972 原圖)  
 Table 2. Temperature and day-length affecting the differentiation of flower bud in strawberry (II) (Redrawn from kagawa 1972)

0	5	10	15	20	25	30°C
← 休眠 Dormancy	花芽分化與日長無關 Flower bud differentiation in dependant on day-length	花芽分化受日長條件所影響 14°C, 12h 完全分化 14°C, 16h 不完全分化 17°C, 16h 花芽不分化 17~24°C, 12h 以下之日長花芽分化，溫度高則分化所需日數長，品種間之表現有差別。 Flower bud differentiation affected by day-length 14°C, 12h complete differentiation 14°C, 16h incomplete differentiation 17°C, 16h undifferentiation 17~24°C, daylength less than 12h, the flower bud differentiation needs more days in high temperature condition, different responses among varieties.				與日長無關，且花芽不分化。 Unaffected by day-length, no flower bud differentiation.

表 3. 短日處理與高冷地育苗對花芽分化及產量之影響

Table 3. Short day treatment and seedlings cultured in cool high land affecting flower bud differentiation and yield in strawberry

育苗方法 Treatment	花芽分化期 Date of differentiation	收穫始期 Date of first harvestion	早期產量 Early yield kg/a	總產量 Total yield kg/a	指數 Index %
平地短日 Low land with short day treatment	17 Sept.	2 Dec.	81.0	283.1	100
1000m 育苗 1000m, Seedling	3 Sept.	12 Nov.	112.8	337.8	119.8
1000m 短日 1000m with short day treatment	30 Aug.	7 Nov.	132.9	395.8	139.8
800m 育苗 800m, Seedling	10 Sept.	23 Nov.	83.0	285.6	100.9
800m 短日 800m with short day treatment	5 Sept.	15 Nov.	104.2	339.5	119.9

(熊本縣農試八代支場 Yashiro Branch, Kumamoto Agri. Res. Sta. )

## (二)花芽分化促進法

1. 移植<sup>(7,8,9)</sup>

植株移植時根會被切斷，發育延遲，植株營養生長被抑制，轉變為生殖生長，促進花芽分化，但是，在花芽分化期移植，則花芽分化數減少，發育受阻害；移植次數多時，雖花芽分化早，但植株生育不良，葉數變少，總產量降低。

2. 摘葉<sup>(8,9)</sup>

摘葉可除去葉片中的抑制物質，促進植株花芽分化，但是，若摘葉過度則會發生反效果，花芽發育不良，花數少，產量降低。

3. 養分<sup>(7,8,9)</sup>

在肥沃的土壤育苗則苗生育旺盛，花芽分化遲，瘠地育苗則幼苗小但分化早。植株營養生長抑制則可提早花芽分化。

4. 冷藏<sup>(3,5,6,7,8,9)</sup>

低温處理促進花芽分化有如下數種：

(1) 9°C 左右處理 10~15 日。

(2) 10°C，濕度 60~70%，照光 8 小時，處理 10 日。

品種間處理方法概述如下：

紅鶴 10~12.5°C，處理 10 日。

福羽 6~14°C，處理 6~9 日，18°C 則所需日數較長。

春香 8~12°C，以 12°C 較佳，處理日數為 9~13 日，以 13 日最安定。

寶交早生 10±2°C，處理 10~15 日。

5. 高冷地育苗<sup>(3,5,6,7,8,9,17)</sup>

高冷地育苗可促進草莓花芽分化，育苗期間感應低温約 1 個月的時間即已足夠，待確定花芽分化

表 4. 短日、斷根、遮光、氮肥對花芽分化影響

Table 4. Effects of short-day, root-pruning, shading and nitrogen fertilizing on flower bud differentiation in strawberry

處 理 別 Treatment	鏡 檢 日 期 Date of observation					
	10, Sept.	15, Sept.	20, Sept.	25, Sept.	30, Sept.	5, Oct.
遮光 (8/15~9/10 黑色寒冷紗) Shading (15, Aug.~10, Sept. with black net)	×△	△×	△	△	○△	○
短日 (8/24~9/8 銀色塑膠布覆蓋) Short-day (24, Aug.~8, Sept. covered with silver plastic film)	△	○△	○	○	○	○
斷根 (8/20) Root-pruning (20, Aug.)	△×	△	○△	○	○	○
遮光+短日 Shading+short-day	△×	○	○	○	○	○
遮光+斷根 Shading+root-pruning	△	○△	○	○	○	○
遮光+短日+斷根 Shading+short-day+root-pruning	△	○	○	○	○	○
基肥+斷根 Base fertilizing+root-pruning	×	×△	△	△○	△	○
基肥 (1 kg/a) Base fertilizing	×	×	×	×	△○	○
遮光+短日+基肥+斷根 Shading+short-day+base fertilizing+root-pruning	×	△	○△	○	○	○
無處理 Check	×	×	△	△○	○	○

(1) 野菜試驗場久留米支場 Kurume Branch, Vegetable Res. Sta.

(2) ○：花芽形成 (萼片形成) Flower bud formation (Calyx formation),

△：肥厚期 Swollen stage

×：未分化 Undifferentiation

○△：5株中3~4株花芽形成 3~4 of 5 plants which flower bud had differentiated

△○：5株中1~2株花芽形成 1~2 of 5 plants which flower bud had differentiated.

△×：5株中3~4株肥厚期 3~4 of 5 plants which were at swollen stage.

×△：5株中1~2株肥厚期 1~2 of 5 plants which were at swollen stage.

後運至平地種植，可提早開花。通常花芽分化早一日，開花期可提早 2~3 日，收穫期提早 5~7 日，故高冷地育苗花芽分化若提早 5 日，則收穫期可提早約 1 個月左右。

一般福羽在海拔 1200~1400m 處，ワンダー在海拔 800~1000m 處，Donner 在海拔 1200~1400m 處育苗最適宜，可促進花芽分化。

6. 遮光<sup>(5,6,7,8,9)</sup>

白色 300 番或黑色 610 番寒冷紗遮光，降低氣溫及地溫，促進花芽分化，處理期間約 20~30 日。

7. 冷水育苗法<sup>(5,7)</sup>

苗床植株間鋪設灌溉管路，以井水循環灌溉，降低地溫，若配合遮光處理降低氣溫，可促進花芽分化。

8. 腋芽育苗法<sup>(7)</sup>

福羽、紅鶴品種，將花房摘除，則所長之腋芽於 4~5 月間插植於苗床育苗，效果雖比不上高冷地育苗法，但却可得到平地寒冷紗遮光育苗法的效果。

9. 生長調節劑<sup>(7,8,9)</sup>

在低溫感應期之 9 月上~中旬噴施激動素 50~100ppm 水溶液 1~2 次或 MH 50ppm 水溶液 1 次，或 PNA 500ppm 水溶液 1~2 次，均可提早花芽分化，以上生長調節劑須在經過 15°C 以下之低溫數日後散布處理為先決條件。但有相反的報告指出 GA 處理會抑制花芽分化，此乃花芽分化前外加 GA，則體內 GA 物質增加花芽分化受到抑制之故。

10. 短日處理<sup>(5,6)</sup>

照光 10 小時，以銀色或黑色塑膠布於上午 8 時打開至下午 6 時覆蓋遮光，處理期間最少 15 日，若處理 20 日效果更大，短日處理的效果，品種間有差異，促成栽培用品種效果大，半促成栽培用品種效果較差。

短日處理有促進花芽分化之效果，但若與其他方法配合使用，則效果會更顯著，謹以下兩表說明（參閱表 3、表 4）。

㊦花芽分化抑制法

1. 長日處理法<sup>(4,7)</sup>

長日處理法有二種，一種是夜間追加照明至 16 小時的明期，另一方法為中斷法，於半夜光照 1~2 小時，即可抑制花芽分化，電燈照明處理時間須在草莓花芽分化前 2~3 週開始處理。

2. 生長抑制劑<sup>(7,8,9)</sup>

花芽分化前之低溫感應期以 CCC 500ppm 水溶液葉面噴施，可使草莓花芽分化期延遲。低濃度 MH 洒布可抑制花芽分化，或以 MH 50~100ppm 水溶液葉面噴施，可使已花芽分化之花芽的發育延遲。

3. 強制休眠法<sup>(5,6,7,8,9,17)</sup>

已花芽分化植株在 0~2°C 的冷藏庫冷藏，強制休眠，延長休眠期，可冷藏約 2 年的時間，此法可調節生產期。

㊦覆蓋<sup>(1,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,18,19)</sup>

草莓畦面覆蓋塑膠布不但可保持土壤水分，提高地溫，防止雜草發生，且可使植株生育旺盛，促進花芽形成，提早開花結果，提高早期產量及總產量。

## 結 語

自數年前開始，國立臺灣大學陸續在春陽農場及梅峰農場培育高冷地健康種苗，供應平地種植，對草莓事業的發展貢獻頗鉅，民國 72 年，經由加速農建計畫補助經費，在大湖鄉東興村設立高冷地育

苗中心，培育健康種苗供應該鄉平地種植，不但植株生育旺盛，同時提早開花期，提高早期產量，效果卓著，普獲農友的佳評，高冷地育苗的效果已獲證明。

然而，調節草莓產期方面，使臺灣能週年生產草莓，我們似應從草莓花芽分化的促進與抑制等方法加強試驗研究，並配合育種、選種及四季結果種的栽培，相信在數年內必可使草莓事業更加發達狀大。

### 引用文獻

1. 李窓明、吳秋芬 1983 草莓畦面覆蓋效果之研究。中國園藝 29 (4) : 291~298。
2. 湯文通 1961 作物栽培原理。國立臺灣大學農學院 p. 356。
3. 鄭正勇 1970 草莓。臺灣農家要覽 p. 857~860。
4. 上野善和 1962 イチゴの花成と榮養生長に関する 研究第一報 定温下の日長の影響。園藝學會雜誌 31 (1) : 81~85。
5. 本多藤雄 1979 生理、生態からみた イチゴの栽培技術 p. 469 誠文堂新光社。東京。
6. 本多藤雄 1981 これからのイチゴ。p. 271 栽培=經營と技術=家の光協會。東京。
7. 香川彰 1972 イチゴ栽培の理論と實際。p. 143 誠文堂新光社。東京。
8. 高橋和彦等 1982 農業技術大系 野菜編—3, イチゴ。農山漁村文化協會(加除式)。東京。
9. 高橋和彦等 1983 野菜全書イチゴ —基礎生理と應用技術— p. 828 農山漁村文化協會。東京。
10. Anderson, H. M. and C. G. Guttridge. 1978. The performance of strawberries on polyethylene-mulched ridges in England. Horticultural Research 18 (1) : 27-39.
11. Bazzocchi, R., C. Celotti and I. Caracchi. 1969. The effects of plastic film of different colours used for the mulching of strawberries. Inf. agrar., Verona 25 : 1199 [Horticultural Abstracts 40 : 5816]
12. Bester, C. W. J. 1976. Plastic soil mulches for strawberries. Information Bulletin, Fruit and Fruit Technology Research Institute, Stellenbosch. No. 330 p.3 South Africa. [Horticultural Abstracts 47 : 10302]
13. Bruijn, J. De. 1978. Advancing the cropping of strawberries with plastic covers. Fruitteelt 68 (9) : 287-288.
14. Darrow, G.M. 1966. Strawberry culture: South Atlantic and Gulf Coast Regions. Farmers Bulletin. No. 1026 U. S. D. A. p.36.
15. Han, K. P., D. K. Lee and I. H. Kim. 1975. Studies on the dates for covering strawberries with vinyl tunnels. Research Reports of the office of Rural Development, Horticulture and Agricultural Engineering 17 : 56-61.
16. Holland, A. H., B. J. Hall and V. Voth. 1967. Strawberry production in Southern California. University of California, Agricultural Extension Service Axt-50 p.16.
17. Naumann, W. D. 1984. Strawberry production p. 8 (mimeographed).
18. Scott, D. H. and G. M. Darrow. 1972. Growing strawberries in the Southeastern and Gulf Coast, Farmers Bulletin No. 2246 U. S. D. A. p.33.
19. Song, K. W., I. C. Yu and K. Y. Kim. 1977. The effects of covering time for semi-forcing on growth and yield of strawberries (*Fragaria grandiflora* E.) Research Reports of the office of Rural Development, Horticulture and Agricultural Engineering 19 : 27-32.

## 討 論

林金和問：

1. 草莓花芽分化，需要多少時間？
2. 如何觀察草莓花芽分化？

李憲明答：

1. 從花芽分化開始至完成，即開始開花，大約須30天左右。
2. 實驗室內是以解剖顯微鏡來觀察，若生長點已變成肥大凸起，則表示已經開始花芽分化。  
田間觀察根據冠（crown）大小來判斷，若根冠細小則表示尚未分化，根冠粗壯，且已具有相當葉片時，則表示已經進入花芽分化期。

**THE ENHANCEMENT AND INHIBITION OF FLOWER BUD  
DIFFERENTIATION IN STRAWBERRY**

**Chuang-Ming Lee**

Taoyuan District Agricultural Improvement Station

**ABSTRACT**

Strawberry plant belongs to short day/long day plant, according to photoperiodic determination. Flower bud initiation is controlled by daylength and temperature. Harvest can be adjusted by means of promoting or inhibition on flower bud initiation. There are ten methods of promoting, such as propagate runner plants on high altitudes, short day treatment, ....., etc. The methods of inhibition are long day treatment, spray growth inhibitor and force to dormancy. Beyond this mulching can also promote on flower bud initiation and increase the yield.