

短日、遮光、斷根處理對草莓植株生育、 開花期與產量之影響

李 憲 明

桃園區農業改良場

摘 要

本試驗繼續探討春香品種於假植育苗期進行短日、遮光及斷根等處理，對草莓植株生育、開花期及產量之影響。處理間的植株生育差異不顯著。處理苗於 11 月 1~8 日開始開花，12 月 7 日開始採收，分別較對照區提早 14~21 天及 14 天。12~2 月之早期產量較對照區顯著提高 12~30%，但是總產量處理苗與對照區則差異不顯著。

前 言

草莓於低溫短日條件下花芽形成，花芽分化後高溫長日則促進其後之發育^(3,4,5,10,11,13,14,15,17,18,22)。溫度與日長對草莓花芽分化有極密切的關係；溫度 5 至 12°C 之間不受日照長短的影響也可引起花芽形成，溫度在 10 至 25°C 時，花芽形成則受日長影響，但品種間有所差異，溫度 25°C 以上時，則無論日長長短均無法花芽分化^(1,5,7)。Darrow 及 Waldo 兩氏指出當溫度高於 15.6°C 時，須有 10 小時左右之短日照條件才會花芽分化⁽¹³⁾，Hartmann 氏⁽¹⁷⁾試驗結果指出，溫度 15.6°C 時，即使是長日狀態仍能形成花芽，但是溫度升高至 21°C 時，長日狀態下則不能花芽分化，而上野氏⁽⁴⁾則謂草莓在 20°C 之情況下屬於中性，花芽分化不受日長影響。

至於短日處理須多少時間始有效果，一般學者試驗結果，11~14 小時之短日處理 20~30 個週期即有效果^(5,8,9,10,11,12,15,18)，Jonkers 氏⁽¹⁹⁾謂 8 小時之短日僅 14~18 個處理週期即可促使草莓花芽分化，處理週期比上述者為少。

利用栽培管理技術如移植、遮光、摘葉、高冷地育苗等方法，亦可促使草莓花芽分化^(1,5,6,7,8,9,20)。

本省目前推廣之春香品種，溫度在 24°C 以下即可花芽分化，根據觀察結果，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，夜間溫度在 24°C 以下。為使花芽分化期提早，利用高海拔地區的 8~9 月間雖然日照仍長，但溫度已下降，已具有提早花芽分化的條件。

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。初期產量較少而果實碩大，3 月份以後至 5 月中旬為盛產期，此期間由於溫度高，果實成熟快，均為中小果，大果比例少。最近觀光草莓盛行，同時早期之大果價格高，因此，如何提早草莓花芽分化期及採收期，提高早期鮮果產量等技術，在草莓栽培上頗為重要。有鑑於此，本試驗即採用上述短日、遮光、斷根等前人試驗結果，探討在本省之可行性，以期能實用化，經上年度初步試驗結果，幼苗經短日、遮光及斷根等處理，可提早開花結果期，並可顯著提高早期產量，本年度繼續探討其穩定性與效果。

材料與方法

(一)供試品種：春香

(二)處理方法：幼苗於74年8月7日假植，於大湖鄉陳森郎農友處，行株距 12 cm×12 cm，以下列方法處理；

(1)短日處理：自8月31日至9月19日處理20天，每日上午8時至下午5時照光，其餘時間以銀黑色塑膠布覆蓋。

(2)遮光：以60%黑色寒冷紗遮光，自8月15日至9月19日處理35天。

(3)斷根：8月31日處理，即定植前20天斷根。

(4)短日+遮光

(5)短日+斷根

(6)遮光+斷根

(7)短日+遮光+斷根

(8)高冷地育苗：大湖鄉海拔600 m，假植50天。

(9)一般平地苗(c.k.)

(三)田間設計：逢機完全區集設計，四重複，小區面積 1.2 m×4 m，行株距 40 cm×30 cm。

(四)定植日期：處理苗：74年9月21日

高冷地苗及一般苗：74年9月30日

(五)試驗地點及農戶：大湖鄉陳森郎農友。

結果與討論

本試驗所需幼苗於74年8月7日假植，8月31日至9月19日短日處理20天，8月15日至9月19日遮光處理35天，8月31日進行斷根處理，於9月21日定植；8月7日假植後隨即遭遇連續豪雨，因此，幼苗生育不甚健壯，8月31日欲行斷根時，根部發育差，斷根距離較近，約離幼苗2~3公分而已。高冷地苗係於大湖鄉東興育苗班假植育苗，該處海拔為600 m，假植育苗期50天，對照苗為以直接法培育之幼苗，兩者於9月30日定植。

植株生育於75年2月21日及4月15日調查每小區調查5株平均之，果實糖度係以手持測糖器於3月13日測定，每小區測定5個果實。其結果如表1所示，茲就短日、遮光及斷根等處理對草莓植株生育、果實糖度及開花期等影響分述如下：

(一)植株生育：

1. 株高：植株高度於2月21日調查時，平均在 15.0 cm~16.1 cm，處理間差異不顯著，4月15日調查時，平均株高在 20.6 cm~23.7 cm，處理間差異亦不顯著，此結果與上年度之試驗結果一致，幼苗期短日、遮光及斷根等處理對植株高度無顯著影響⁽²⁾。
2. 株寬：2月21日調查時，平均株寬為 29.6 cm~31.4 cm，4月15日調查時為 31.6 cm~35.5 cm，兩次調查結果，處理間差異不顯著，此結果亦與上年度者相似⁽²⁾。
3. 葉數：二次葉數調查結果，第一次調查時每株平均葉數為 13.8 枚~18.7 枚，差異不顯著，但4月15日調查時平均為 28.1 枚~35.6 枚，處理間差異顯著，與上年度調查結果有所差異⁽²⁾，此可能係田間管理之摘除葉片作業程度的不同有以致之。
4. 中間小葉面積：葉面積係以 L1-COR L1-3000。葉面積測定器測定，第一次2月21日調查時平均為 25.7 cm²~30.3 cm²，第二次調查時平均為 42.9 cm²~51.1 cm²，兩次調查結果，處理間差異均為不顯著。

綜合兩年試驗結果，草莓幼苗經短日、遮光及斷根等處理後，對採收期間植株之生育似無顯著之

表 1. 短日、遮光、斷根處理對植株生育、果實糖度及開花期之影響

Table 1. Effects of short day, shading and root pruning on plant size, fruit sugar content and flowering date of strawberry.

處理別 Treatments	株高 (cm) Plant height		株寬 (cm) Plant width		葉數 No. of leaf		中間小葉面積 (cm ²) Leaf area of middle leaflet		糖度 Sugar content	開花期 Flowering date
	2/21	4/15	2/21	4/15	2/21	4/15	2/21	4/15		
短日 Short day (S.D.)	16.1 ^{a*}	22.6 ^a	30.5 ^a	35.4 ^a	16.1 ^a	34.5 ^a	29.6 ^a	47.7 ^a	11.0 ^a	Nov. 8
遮光 Shading (S.)	15.7 ^a	23.1 ^a	31.2 ^a	35.1 ^a	17.2 ^a	35.6 ^a	28.7 ^a	42.9 ^a	10.6 ^a	Nov. 6
斷根 Root pruning (R)	15.7 ^a	21.0 ^a	29.8 ^a	31.6 ^a	15.7 ^a	28.1 ^c	28.9 ^a	48.4 ^a	10.5 ^a	Nov. 1
短日+遮光 S.D.+S	15.9 ^a	22.8 ^a	30.9 ^a	34.2 ^a	18.7 ^a	32.7 ^{a,b,c}	30.3 ^a	46.2 ^a	11.0 ^a	Nov. 4
短日+斷根 S.D.+R	15.5 ^a	21.9 ^a	31.3 ^a	33.4 ^a	17.8 ^a	34.5 ^a	29.1 ^a	46.0 ^a	11.1 ^a	Nov. 6
遮光+斷根 S.+R.	15.1 ^a	23.7 ^a	31.0 ^a	35.5 ^a	18.5 ^a	34.6 ^a	26.5 ^a	45.9 ^a	10.5 ^a	Nov. 3
短日+遮光+斷根 S.D.+S.+R.	16.0 ^a	22.7 ^a	31.4 ^a	34.2 ^a	16.6 ^a	31.2 ^{a,b,c}	29.3 ^a	51.1 ^a	10.4 ^a	Nov. 7
高冷地育苗 High land runner plant	15.5 ^a	20.6 ^a	31.1 ^a	32.6 ^a	18.6 ^a	33.3 ^{a,b}	25.7 ^a	43.6 ^a	10.7 ^a	Oct. 31
一般苗 (C.K.)	15.0 ^a	20.6 ^a	29.6 ^a	32.6 ^a	13.8 ^a	29.2 ^{b,c}	28.5 ^a	44.2 ^a	10.2 ^a	Nov. 22

* : 鄧肯氏多變域顯著性測驗，同行英文字母相同者差異性不顯著 (P = 0.05)
Mean separation in columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

影響。

(一)糖度：

果實糖度於3月13日測定，平均為10.2~11.1%，以短日配合斷根處理較高，短日處理及短日配合遮光處理次之，對照區較低，唯處理間差異不顯著，此結果與上年度同時期調查成績略有差異⁽²⁾，如平均果實糖度略高，處理間糖度高低順序不同，但是經變方分析結果，處理間差異則均為不顯著。

(二)開花始期：

根據調查結果，高冷地育苗處理於74年10月31日最早開花，其次為斷根處理11月1日開花，遮光配合斷根處理11月3日開花，短日配合斷根處理於次日隨之開花，其他處理於11月6~8日開花，而對照區遲至11月22日才開花，比高冷地育苗處理慢約22天開花，比短日、遮光及斷根等處理區亦遲約14~21天，此結果與上年度者相似⁽²⁾。

草莓於低溫短日條件下花芽分化^(3,4,5,10,11,13,14,15,17,18,22)，溫度高時須有短日才能形成花芽^(13,17)，短日處理期間則須14~18個週期，甚至20~30個週期才有效果^(5,8,9,10,11,12,15,18,19)。本試驗於8月31日至9月19日進行短日處理20個週期，可提早開花，與前人研究結果相符。寒冷紗遮光，可降低氣溫及地溫，促進花芽分化，處理期間約20~30日即有效果^(5,6,7,8)，本年度幼苗自8月15日至9月19日處理35天，亦有達到促進植株花芽分化的效果。斷根促使植株發育延遲，營養生長受到抑制而轉變為生殖生長，促進花芽分化^(5,6,7,8)。高冷地育苗可提早開花採收期，在國內或國外草莓育苗已實際推廣應用。由本試驗結果觀之，不論高冷地苗或短日、遮光與斷根等處理，均可提早開花結果。

表 2. 短日、遮光、斷根處理對草莓早期(12月至2月)產量之影響

Table 2. Effects of short day, shading and root pruning on early (Dec.-Feb.) yield of strawberry (Block unit: 4.8 m²)

處理別 Treatments	果數 Number	重量(g) Weight	平均果重(g) Weight per single fruit	10a產量(kg) Yield per 10a	指數 Index	順位 Order
短日 S.D.	183.4	2,057.3 ^{b*}	11.2	428.6	126.5	3
遮光 S.	162.4	1,914.1 ^{b°}	11.8	398.8	117.7	6
斷根 R.	182.0	2,036.6 ^b	11.2	424.3	125.3	4
短日+遮光 S.D.+S.	156.6	1,847.0 ^{b°}	11.8	384.8	113.6	7
短日+斷根 S.D.+R.	181.1	2,004.8 ^{b°}	11.1	417.7	123.3	5
遮光+斷根 S.+R.	193.6	2,112.4 ^b	10.9	440.1	129.9	2
短日+遮光+斷根 S.D.+S.+R.	158.8	1,823.8 ^{b°}	11.5	380.0	112.2	8
高冷地育苗 High land runner plant	231.8	2,543.8 ^a	11.0	530.0	156.5	1
一般苗 (C.K.)	130.8	1,625.6 [°]	12.4	338.7	100.0	9

*：鄧肯氏多變域顯著性測驗，同行英文字母相同者差異性不顯著 (P=0.05)

Mean separation in columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

四、產量：

本試驗短日、遮光、斷根等 7 處理及高冷地育苗區於74年12月 7 日開始採收調查，而對照區則遲至12月21日才開始採收，處理苗與高冷地苗比一般苗提早約14天，此結果與上年度之試驗結果相似，唯採收期比上年度稍遲，且處理區較對照區提早採收的日數亦較少⁽²⁾。

果實採收至75年 4 月21日止，12~2 月屬於早期產量。本試驗採收之果實均做鮮果銷售，故無加工果之分。處理間早期產量如表 2 所示，鮮果數以高冷地育苗處理最多，遮光配合斷根處理居次，短日處理又次之，對照區鮮果數最少；鮮果產量方面亦以高冷地育苗處理最高，每 10 公畝約為 530 公斤，其次為遮光配合斷根處理，產量為 440 公斤，一般苗產量最低，10 公畝產量為 339 公斤，高冷地苗約增產 56%，而處理苗約增加 12~30%。經變方分析結果，處理間產量之差異達顯著水準。本年度產量與上年度比較，處理苗區雖亦有增產效果，但比率却比上年度低，單位面積產量亦較低，同時產量高低順序與去年則略有不同。

總產量方面，果實數仍以高冷地育苗處理最多，遮光配合斷根處理居次，短日處理最少；鮮果總重量以高冷地育苗處理 1,237 公斤/10 公畝最高，增產約 28%，比其他處理顯著地增加，其次為遮光處理，10 公畝產量為 1,058 公斤，一般對照區產量最低，僅為 969 公斤。7 個幼苗處理區雖增產約 3~9%，但經變方分析結果均與對照區差異不顯著。

綜合兩年試驗結果，草莓幼苗經短日、遮光及斷根處理，可提早開花結果，顯著提高早期產量。75年夏期 7~9 月份假植育苗期間，大湖地區已有少數平地育苗農友試行斷根方法，期提早開花結果，提高早期產量，增加單位面積收益。

表 3. 短日、遮光、斷根處理對草莓總產量之影響

Table 3. Effects of short day, shading and root pruning on total yield of strawberry (Block unit: 4.8 m²)

處 理 別 Treatments	果 數 Number	重 量 (g) Weight	平均果重 (g) Weight per single fruit	15a 產量 (kg) Yield per 10a	指 數 Index	順 位 Order
短日 S.D.	392.1	4,851.1 ^{b*}	12.4	1,010.7	104.3	6
遮光 S.	541.2	5,079.9 ^b	9.4	1,058.3	109.2	2
斷根 R.	534.3	4,824.9 ^b	9.0	1,005.2	103.7	8
短日 + 遮光 S.D. + S.	513.7	4,904.1 ^b	9.6	1,021.7	105.4	5
短日 + 斷根 S.D. + R.	548.4	4,962.8 ^b	9.1	1,033.9	106.7	4
遮光 + 斷根 S. + R.	556.9	4,968.4 ^b	8.9	1,035.1	106.8	3
短日 + 遮光 + 斷根 S.D. + S. + R.	521.4	4,829.3 ^b	9.3	1,006.1	103.8	7
高冷地育苗 High land runner plant	615.9	5,940.8 ^a	9.7	1,237.7	127.7	1
一般苗 (C.K.)	491.3	4,652.4 ^b	9.5	969.3	100.0	9

*：鄧肯氏多變域顯著性測驗，同行英文字母相同者差異性不顯著 (P = 0.05)

Mean separation in columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

參 考 文 獻

1. 李宓明 1985 草莓花芽分化之促進與抑制 (林信山編 果樹產期調節研討會專集) 臺中區農業改良場特刊第1號 p. 155-163。
2. 李宓明、吳秋芬 1985 短日、遮光、斷根處理對草莓開花期與產量之影響 中國園藝 31:232-239。
3. 湯文通 1961 作物栽培原理 國立臺灣大學農學院 356 pp.
4. 上野善和 1962 イチゴ花成と營養生長に関する研究(第一報) 定温下の日長の影響 日本園藝學會雜誌 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 誠文堂新光社 469 pp.
6. 本多藤雄 1981 これからのイチゴ栽培——經營と技術 家の光協會 271 pp.
7. 香川彰 1972 イチゴ栽培の理論と實際 誠文堂新光社 143 pp.
8. 高橋和彦 1982 農業技術大系野菜編——3. イチゴ 農山漁村文化協會。
9. 高橋和彦 1983 野菜全書イチゴ——基礎生理と應用技術 農山漁村文化協會 828 pp.
10. Austin, M. E., V. G. Shutak and E. P. Christopher. 1961. Responses of Sparkle strawberry to inductive cycles. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 77:372-375.
11. Benoit, F. 1975. Further observations on the induction of a second flowering in the strawberry cultivar Redgauntlet. Effect of the length of the dark period Agricultura, Belgium 23(1):29-35. [Horticultural Abstracts 46:3082].
12. Benoit, F. 1977. Some considerations concerning the effect of short days on Redgauntlet under glass. Fruit Belge 45(379):187-192. [Horticultural Abstracts 48:3284].
13. Darrow, G. M. 1936. Interrelation of temperature and photoperiodium in the production of fruit-buds and runners in the strawberry. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 34:36-363.
14. Downs, R. J. 1955. Differences in photoperiodic responses of everbearing and June-bearing strawberries. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 66:234-236.
15. Gosselink, J. G. 1959. The effect of photoperiod and light quality on the vegetative and reproductive growth of the strawberry. [Horticultural Abstracts 30:1814].
16. Greve, E. W. 1936. The effect of shortening the length of day on flower bud differentiation and on the chemical composition of strawberry plants grown during the normal growing season. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 34:368-371.
17. Hartmann, H. T. 1947. The influence of temperature on the photoperiodic response of several strawberry varieties grown under controlled environment conditions. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 50:243-245.
18. Il'inskij, A. A. 1960. Fruit bud formation in hybrid stawberry seedlings under different day-lengths. [Horticultural Abstracts 30:3412].
19. Jonkers, H. 1965. On the flower formation, the dormancy and the early forcing of strawberries. [Horticultural Abstracts 35:7310].
20. Naumann, W. D. 1984. Strawberry production. 8 pp. mimeographed.
21. Pringer A. A. and G. H. Scott 1964. Interrelation of photoperiod, chilling and flower-cluster and runner production by strawberries. Proc. Amer Soc. Hort. Sci. 84:295-301.
22. Scott, G. H. and G. M. Darrow 1977. Growing strawberries in the southeastern and Gulf Coast states. Farmers' Bulletin, Agri. Research Service, U. S. D. A. No. 2246, 33 pp.

討 論

林宗賢問：

本省草莓選拔與栽培中日性品種之可行性？

李宥明答：

中日性品種之草莓在高温高濕下仍能生產果實，但根據桃園場栽培調查結果，一般生產期（12月至5月）之產量遠低於春季品種，同時，在夏秋季雖可陸續開花結果，可是果實小而少，產量甚低，無推廣價值。

鄭正勇問：

要做到週年之新鮮草莓供給，似乎只有利用冷藏苗（Frigo plants）是最能夠達到目的的辦法。

李宥明答：

理論上利用冷藏苗栽培可達到週年供應新鮮草莓，但是下列數點客觀因素若無法克服，則甚難達此目標。

- (1)溫度：冷藏苗之果實採收期必須與一般栽培者之採收期錯開，方有其意義，如此，則定植期及生育期為4月至9月，此期間正值高温期，植株生長發育必受顯著的影響，果實小，經濟價值低，唯有在高海拔處栽培方可克服此困難，若平地栽培則初期須有遮陰設備，以降低溫度以利植株生長。
- (2)栽培面積與冷藏庫：栽培面積多寡影響廠商設置冷藏庫之意願，若無冷藏庫則成本將會大大提高影響推廣面積。
- (3)價格：冷藏苗之果實採收期正值本省水果充份供應之時期，價格甚難提高，將影響栽培面積之擴大。

**EFFECTS OF SHORT DAY, SHADING AND ROOT PRUNING ON
PLANT SIZE, FLOWERING AND YIELD OF STRAWBERRY**

Chuang-Ming Lee

Taoyuan District Agricultural Improvement Station

ABSTRACT

This experiment was conducted in Tafu to study the effects of short day, Shading and root pruning treated on runner plants in propagation field on plant size, flowering and yield in strawberry cv. Harunoka. The runner plants treated with short day, shading and root pruning flowered and harvested 14-21 days earlier than control after planting in the field. Early fresh fruit yield of treated runner plants were 12-30% higher than check plot significantly. But there were no difference among treatments of total yield in the whole harvesting season. The results also showed that plant size was no difference among treatments.