

利用省電燈泡與間歇照明 節省菊花電照用電

台中區農業改良場 / 許謙信

菊花為短日植物，商業栽培上以夜間電照的方式維持插穗母株之頂芽為營養生長，在切花栽培之前期亦以電照抑制開花，達到延長切花花莖之目的，同時可以調節產期。菊花電照之成本每公頃達4萬元以上，約佔菊花非勞力生產成本之18%，若以台灣菊花栽培面積多達1,500公頃以上，則每年耗費之電費成本至少高達6千萬元。

利用夜間電照方式影響植物之開花，為菊花商業栽培經常之管理技術，同時在很多植物上亦有廣泛研究。本文試驗嘗試利用省電燈泡及間歇照明二項方法，節省電照成本。對於不同光源之有效性，國外多有研究結果。然而，近年廣泛利用於公共場所及家庭照明之省電燈泡，是否適用於菊花電照，是本文討論的重點之一。間歇照明為歐美慣行之電照節省能源方法，唯在台灣及日本應用較不普遍，對於此一技術之利用方法及其限制，亦為本文介紹之重點。

利用不同材料與方法

電照處理方式採用三種燈泡，一為菊花產區慣行之100w白熾鎢絲燈泡，另外採用二種省電燈泡，分別為20w及

21w，同期間之用電量預估約為100w白熾鎢絲燈泡之1/5（如圖）。此三種燈泡，均試驗連續電照及間歇電照二種方式。試驗共六種處理，為二種電照方式及三種燈泡之組合。連續電照法之電照時間為夜間10時至隔日凌晨2時，共4小時，間歇電照法電照之時段與連續電照法相同，但是以每半個小時為一循環，共8個循環，每一循環只電照10分，熄電20分，週而復始，用電量預估為連續電照法之1/3。

考慮不同電照區之相互影響，每一處理僅試驗一區，共六區。每區種植三畦，畦寬為1.3公尺（含畦溝），不同區間相隔一空畦，並以黑色雜草抑制蓆於



三種參試燈泡。自左而右分別為100W鎢絲燈泡及20W, 21W省電燈泡

燈泡高度往下遮光1.2公尺，防止不同區間之光線互相干擾。每區內燈泡架設採雙行，行距2.6公尺，架設於左右畦上正中，雙行燈間尚有一畦，每行內之燈距為5公尺，燈泡高度180公分。每品種於兩燈間種植三畦。

產生不同的結果

表一為種植前單一燈泡架設於田間180公分高，畦面與燈泡正下方不同水平距離之照度。三種燈泡量測之照度分佈，各有不同。100W鎢絲燈泡，燈下之照度最高達80Lux以上，而21W省電燈泡略少於50Lux，20W省電燈泡僅有約20Lux。相反的在較遠之距離，如燈下2公尺或2.5公尺處，三者之差距少，21W省電燈泡之照度更高於100W鎢絲燈泡。不同燈泡之照度分佈可能與燈泡之形狀或光質有關。

將三種燈泡依種植需要架設為行距2.6公尺，燈距5.0公尺之長方形，量測燈行及矩形中間行畦面與燈泡不同水平距離點之照度，結果如表二。於燈下之照度因尚接受其他三個燈泡之側光，較

表一 三種類型燈泡距單一燈泡不同水平距離之量測照度

量測點與燈泡之水平距離	照度(Lux)		
	100W鎢絲燈	21W省電燈泡	20W省電燈泡
0(公分)	83.7±2.1	47.4±3.0	20.3±1.4
50	46.1±0.6	43.6±1.1	21.4±1.3
100	27.4±0.1	29.0±1.3	17.6±0.9
150	13.6±0.2	17.9±1.6	12.6±0.4
200	8.2±1.1	12.3±0.1	8.3±0.8
250	5.1±0.6	7.2±0.2	6.0±0.1

單一燈泡略有提高。其他各量測點理論上為四個燈泡與點之間在不同距離下照度之總和。接近長方形中心點之照度，100W鎢絲燈約15.2Lux。21W省電燈泡為19.8，20W省電燈泡為16.0。本試驗各處理均只架設二排燈泡，燈行下接近二燈中點之畦面照度略低於矩形中心之照度。

表三為三種不同燈泡於連續電照及間歇照明方式下之實際用電量。以100W鎢絲燈泡之用電量為基準，21W燈泡之用電量為23.3%，20W燈泡為19.3%，間歇照明雖電照時間設定為1/3，但其實際用電量略高於1/3，三種

表二 三種類型燈泡以長方形架設距燈泡不同水平距離之量測照度

量測點與燈泡之水平距離	照度(Lux)		
	100W鎢絲燈	21W省電燈泡	20W省電燈泡
燈行 0(公分)	92.7±4.9	54.6±3.0	28.0±1.1
50	51.1±1.8	51.1±0.6	29.6±1.6
100	33.9±1.9	37.0±0.2	26.1±1.0
150	20.1±1.0	25.2±2.5	20.7±0.9
200	15.7±0.5	20.6±0.8	16.7±0.0
250	14.2±0.4	18.6±0.0	15.3±0.2
中間行0(公分)	36.4±0.7	45.7±4.8	30.8±1.5
50	33.9±0.1	44.2±2.3	29.6±1.5
100	25.4±1.6	34.9±2.0	24.5±0.1
150	20.4±1.8	27.3±1.2	20.0±0.3
200	16.3±0.4	21.0±0.8	16.8±0.0
250	15.2±0.0	19.8±0.1	16.0±0.3

表三 三種類型燈泡在連續電照及間歇電照之實際用電量(度)

燈泡種類	連續電照	間歇電照
100W 鎢絲燈	204.9	77.1
21W 省電燈泡	43.8	17.1
20W 省電燈泡	39.5	14.3

→ 燈泡之間歇照明用量為連續電照之36~38%。

於連續電照及間歇電照二種方式下，測試三種燈泡，在與燈泡不同距離之照度下，調查“黃秀芳”及“金風車”二品種熄燈後之到花日數，結果如表四及表五。在連續電照組，三種燈泡各距離間，均能抑制花芽分化，唯照度較低之區間到花日數略早於照度高之區間。距離燈下2公尺以上之低照度區，省電燈泡之照度雖略高於鎢絲燈泡，但其抑制開花之效果則低於鎢絲燈。以100W鎢絲燈泡燈下為對照，二品種距離燈下200~250公分之到花日數提早約3天。而21W及20W省電燈泡距離燈下200~250公分時，與對照比較，“黃秀芳”相差約7天，“金風車”相差10~

11天。

考慮採收作業時之開花一致性，若以鎢絲燈連續燈照4小時之到花日數為基準，“黃秀芳”鎢絲燈之最低照度約為15Lux，而兩種省電燈泡之最低照度需求約為25~30Lux。“金風車”品種鎢絲燈之最低照度在15~20Lux之間，而兩種省電燈泡之最低照度需求約為30~40Lux。

在間歇電照組，100W鎢絲燈對“黃秀芳”尚能有效抑制花芽分化，唯低照度下開花略有提早。“金風車”在高照度區，有部分抑制效果，20Lux以下之低照度區則無法有效抑制花芽分化。間歇電照之最低照度需求遠較連續電照高。而21W及20W兩種省電燈泡使用間歇照明時，均無法抑制花芽分化。

表四 菊花黃秀芳品種在三種燈泡連續電照及間歇電照下熄燈後之到花日數

電照方式	燈泡種類	與燈泡之水平距離（公分）				
		0-50公分	51-100公分	101-150公分	151-200公分	201-250公分
連續電照	100W	58.0±0.0	58.0±0.0	57.3±1.1	56.0±1.7	55.0±0.0
	21W	55.0±0.0	55.0±0.0	55.0±0.0	52.0±0.0	50.7±2.3
	20W	53.0±1.7	53.0±1.7	50.7±2.3	50.7±2.3	50.7±2.3
間歇電照	100W	55.0±0.0	55.0±0.0	55.0±0.0	54.0±1.7	52.0±0.0
	21W	26.0±1.7	22.7±2.3	20.3±3.5	20.3±3.5	18.7±2.9
	20W	22.7±7.4	21.3±5.1	17.0±7.0	17.0±7.0	15.3±7.6

表五 菊花金風車品種在三種燈泡連續電照及間歇電照下熄燈後之到花日數

電照方式	燈泡種類	與燈泡之水平距離（公分）				
		0-50公分	51-100公分	101-150公分	151-200公分	201-250公分
連續電照	100W	48.0±0.0	47.0±1.7	48.0±0.0	47.0±1.7	44.7±3.5
	21W	45.0±0.0	41.0±0.0	38.7±4.0	36.7±2.3	36.7±2.3
	20W	45.0±0.0	41.0±0.0	41.0±0.0	41.0±0.0	38.0±0.0
間歇電照	100W	41.0±0.0	41.0±0.0	38.0±0.0	26.0±1.7	26.0±1.7
	21W	34.0±0.0	21.3±2.3	11.3±5.1	12.3±4.0	12.3±4.0
	20W	19.0±1.7	14.7±4.0	11.3±5.1	12.3±4.0	15.7±5.1

建議事項

影響電照技術是否能有效抑制花芽分化的因子有三，一、電照光源之光質，二、電照之照度，三、電照之時間長短，間歇照明技術亦屬此一範圍。

利用電照調節植物開花成功與否和電照時之照度與光量（=照度×照明時間）有關，如何量測照度以估算各品種所需最低光量，為商業栽培時必須考慮之實務。然而，亦有學者指出，電照之需求為光量之關係，在光照强度高時電照時間較短，反之若電照時間長，光照強度可以較低。以黃秀芳品種而言，本試驗之最低照度為15Lux，較上述試驗之推薦臨界照度為低，卻仍能有效抑制開花。其可能原因為本試驗之電照時間長，而累積之光量為3360Lux·分，即使以1/3時間之間歇電照，其光量仍有1120Lux·分。表六為三種類型燈泡在連續電照及間歇電照下距離燈泡不同距離之日受光量，依據表八及表四與表五可以推測黃秀芳及金風車品種的不同電照方式及不同燈泡之光量需求。

間歇電照為歐美常用之省電方法，

表六 三種類型燈泡在連續電照及間歇電照下距離燈泡不同距離之日受光量 (Lux·分)

電照方式	燈泡種類	與燈泡之水平距離(公分)				
		50公分	100公分	150公分	200公分	250公分
連續電照	100W	8160	6000	4800	3720	3360
	21W	10560	8400	6000	4920	4440
	20W	7080	5880	4800	3960	3600
間歇電照	100W	2720	2000	1600	1240	1120
	21W	3520	2800	2000	1640	1480
	20W	2360	1960	1600	1320	1200

唯在台灣尚未廣泛應用，因為田間架設之照度低，會有發生柳芽之情形。然而間歇電照最低之需求，仍應以光量來解釋較佳。本試驗之間歇電照法，黃秀芳品種因其光量需求低，在間歇電照最低照度區下，仍能抑制開花，光量需求低於1200Lux·分。而金風車品種間歇電照臨界點在150公分處，照度約為20Lux，即臨界光量需求為1600Lux·分，而在連續電照組最低照度15Lux下受光量為3600Lux·分，達到最低光量需求，所以能有效抑制開花。若提高電燈架設密度以提高照度或增加每一循環之電照時間，達到最低光量需求，則金風車品種應亦能使用間歇電照法。當受光量瀕臨臨界值時，花芽分化能被延緩而非完全抑制。本試驗之二品種亦有類似現象，考慮商業栽培時管理之方便性與品質之穩定性，實務應用時，最低受光量應遠高於臨界點較為安全。

使用鎢絲燈及省電燈泡在低光度區之照度相似，在相同照度下，鎢絲燈抑制開花之效果較好。若欲利用省電燈泡節約能源，必須提高架設燈泡密度。間歇電照可以節省電量，唯品種間之需光

量臨界點不同，必須評估各栽培品種之最低需光量，方能正確利用間歇照明技術，及依品種提供調整照度及照明時間之方法。