

儲藏溫度與時間對百合鱗莖

碳水化合物之影響¹

張芝蓉²、洪丞瑩³、葉育哲⁴

摘要

本試驗探討 6 個不同品種百合鱗莖，置於 3 種不同溫度下貯藏，每個月測量其可溶性糖及澱粉含量之變化。結果顯示，百合鱗莖於-1、1 和 3°C 三種溫度儲藏，不同品種隨儲藏時間增加，其可溶性糖含量增加時，澱粉含量下降。參試 6 個品種百合鱗莖皆於儲藏 2 mon 時，可溶性糖含量達到高峰，以-1 和 1°C 儲藏時含量較高，經過儲藏後，不同品種可溶性糖含量皆會增加，最低為儲藏前的 2.78 倍，最高 4.34 倍；儲藏 2 mon 時澱粉含量最低，澱粉含量下降比率為 62.9%至 78.7%。百合鱗莖可溶性糖和澱粉含量受不同品種、儲藏溫度及儲藏時間極顯著影響，且各處理因子間具有極顯著交感效應。本研究分析結果百合鱗莖於-1 和 1°C 儲藏 2 mon 時，會有較高的可溶性糖含量，且不同品種增加的含量不同。

關鍵詞：百合、鱗莖、碳水化合物、可溶性糖、澱粉

1. 行政院農業委員會花蓮區農業改良場研究報告第 304 號。
2. 行政院農業委員會花蓮區農業改良場作物改良課助理研究員。
3. 行政院農業委員會花蓮區農業改良場作物改良課研究助理。(前任)
4. 行政院農業委員會花蓮區農業改良場作物改良課副研究員兼課長。

前言

百合為百合科百合屬 (*Lilium*) 多年生球根地下芽植物，原生地主要分佈在亞洲東部、歐洲、北美洲等北半球地區，於歐美地區百合經常作為觀賞植物，經過人工雜交而產生的新品種，百合是台灣重要的經濟切花之一，產地集中在台灣中部地區，生產切花的百合鱗莖大多數自荷蘭進口栽培。亞洲地區傳統有長年食用百合的歷史，並做為中藥材使用，百合新鮮肉質鱗莖常作為根莖類蔬菜料理使用，宜花地區長年有農民栽培有機安全的新鮮食用百合，以因應市場對於鮮食百合之需求。

植物的儲藏器官放置於低溫下，通常會誘導低溫糖化作用 (low temperature sweetening)，此現象常見於重要糧食作物馬鈴薯低溫儲藏時發生，馬鈴薯塊莖於長期低溫儲藏的代謝穩定性是國際上重要的育種目標之一，可以延長儲藏時間，為確保對產業的不間斷全年供應，馬鈴薯需要儲藏在低於 8°C 以下冷藏。於低溫下可以減少馬鈴薯感染細菌軟腐病，減少水分和乾物質損失，還能防止馬鈴薯發芽 (Ali *et al.*, 2016)。Sowokinos (2001) 報告指出馬鈴薯低溫糖化是常見的現象，低溫儲存會導致還原糖增加，當馬鈴薯加工成油炸食品時，造成加工薯片褐化。

食用百合自田間採收後需經過一個月的低溫糖化作用，部分澱粉會轉為可溶性糖，以確保食用百合品質與口感 (張, 2022)。報告指出低溫糖化作用也會發生在百合屬的植物，百合鱗莖主要的碳水化合物儲藏型態是澱粉，Stuart (1952) 發現百合鱗莖儲藏在 0°C 時會快速水解非可溶性碳水化合物，導致還原糖葡萄糖、果糖等和蔗糖的累積，0°C 下水解活性比在 10°C 時高。Miller 和 Langhans (1990) 報告也發現鐵砲百合有低溫糖化的現象，將鐵砲百合於 -1°C 和 4.5°C 下長時間儲藏，其可溶性糖會增加，而澱粉含量會下降，其中置於 -1°C 下的百合鱗莖可溶性糖較 4.5°C 有明顯的增加量。

百合採收後可以長時間儲藏及運輸，因此利於供應不同地區的需求，在儲藏、販售及運輸期間，其採收後的生理代謝活性會改變，而影響百合產品的品質。低溫儲藏可以顯著提升食用百合口感，與其碳水化合物的變化有關，低溫下食用百合鱗莖的澱粉分解，而蔗糖進行累積增加，經過冷藏 60 天後，蔗糖累積達到最高，澱粉含量較低，其蔗糖含量的變化伴隨著酵素的改變，包含蔗糖磷酸合成酶和蔗糖合成酶的活性增加 (Yu *et al.*, 2022)。

新鮮的食用百合於儲藏期間經常會出現鱗莖褐化、養分流失及次級代謝物轉化的情形，影響食用百合的食用性、藥用和商業價值，褐變反應可分為酵素性褐變和非酵素性褐變，其中酵素性褐變多由酚氧化酶催化組織中酚類化合物被氧化為黑色素所致 (Aydin *et al.*, 2015)，Zhao (2021) 等人將食用百合置於 25、4、-20°C 黑暗中和 25°C 光照下儲藏 30 天，其酚氧化酶活性隨著儲存時間和溫度的升高而增加，觀察食用百合鱗莖褐變的情形，結果低溫下 4 和 -20°C 食用百合褐化的情形不明顯，高溫下 25°C 有明顯褐變，而光照下高溫的環境更促使食用百合嚴重褐化。

本研究主要是探討不同品種百合，在不同溫度儲藏期間，鱗莖碳水化合物的變化。

材料與方法

一、試驗材料與方法

自荷蘭進口 6 個品種百合，鱗莖週徑為 14-16 cm，並進行品種編號 L10904、L10906、L10909、L10924、L10926 及 L10929，於花蓮農改場內的西區-10 試驗田間露地有機栽培，田間生長約 5 mon 後，自田間採收百合地下部鱗莖，去除表面泥土、枯葉及根部，於陰涼處進行癒傷處理 5 d 後，選擇週徑為 24-26 公分的百合鱗莖，參考張（2022）之方式以白報紙包裹百合，外面包裝塑膠袋，再放入冷藏庫儲藏，放置於不同溫度-1、1°C 和 3°C 儲藏 3 mon，於儲藏前和低溫儲藏後每個月取出百合鱗莖，進行全可溶性糖及澱粉分析，每袋 10 顆，每重複 1 袋，共 3 重複。

二、調查及分析項目

本研究參考陳（2019）的試驗檢定法，於每個月採樣時取每重複各 1 個食用百合，將整個鱗莖的鱗片撥下以清水沖洗乾淨，洗淨後放入網袋中，置於 1% HCl 中浸泡 30 s，再用去離子水清洗三次。洗淨後放入牛皮紙袋，置於烘箱（CDV-452）中，以 100°C 殺菁 1 h，停止其生化反應，再將溫度調整至 70°C 烘乾 48 h 以上。接著將烘乾的全部鱗片以磨粉機磨成粉狀，裝入 50 ml 之離心管中，置於乾燥環境下保存備用。

將乾燥鱗片粉末精秤 0.1 g，倒入 50 ml 離心管中，加入 10 ml 去離子水後於 30°C 水浴震盪 3 h，用離心機（Beckman Coulter™ Allegra X-30R, U.S.A.）以 4,000 rpm 在室溫下離心 10 min，以濾紙過濾取上層液作糖類分析，下層沉澱物再以 4,000 rpm 於室溫下離心 10 min 後烘乾做澱粉分析。本測定法參考紀與李（2004）的試驗檢定法，以 2 $\mu\text{mole}\cdot\text{mL}^{-1}$ D-glucose 為標準液。

1. 全可溶性糖測定

取上層液 0.1 ml 加入 9.9 ml 去離子水稀釋，再取上述稀釋液 1 ml 加入 1 ml 去離子水混合，加入 0.1 ml liquid phenol 及 6 ml 濃硫酸，震盪均勻後靜置 30 min，以分光光度計（BioTek® EPOCH2NSC, U.S.A.）測量 490 nm 之吸光值，再以標準曲線得到算式，將吸光值帶入算式換算濃度（ $\mu\text{mole}/\text{ml}$ ），再以公式計算：測得濃度 \times 樣品稀釋倍數 $\times 10 \times 180 /$ 樣品乾重 (g) $\times 10^{-4}$ ，單位為 mg/g DW。

2. 澱粉測定

沉澱物於烘箱中以 70°C 烘乾 8 h 以上，加入 2 ml 去離子水，置於沸水中隔水加熱 15 min，取出後以碎冰迅速冷卻，加 2 ml 9.2 N HClO₄ 震盪 15 min，加 6 ml 去離子水，用離心機（centrifuge, Beckman Coulter™ Allegra X-30R, U.S.A.）以 4,000 rpm 在室溫下離心 10 min，取上層液 1 ml 加 3 ml 去離子水稀釋，稀釋液 0.1 ml 加 1.9 ml 去離子水、0.1 ml liquid phenol 及 6 ml 濃硫酸，混和均勻後靜置 30 min，以分光光度計測量 490 nm 之吸光值，再以標準曲線得到算式，將吸光值帶入算式換算濃度（ $\mu\text{mole}/\text{ml}$ ），再以公式計算：

測得濃度 \times 樣品稀釋倍數 $\times 10 \times 180 /$ 樣品乾重 (g) $\times 10^{-4}$ ，單位為 mg/g DW。

3. 統計分析

試驗結果以 SPSS 套裝軟體 12.5 版 ANOVA（Analysis of variance）進行變方分析（ $\alpha=0.05$ ），以 Fisher's LSD 比較各處理間平均值之差異顯著性。品種（C）、貯藏時間（S）及溫度（T）處理以三因子試驗檢定各因子之效應，以及二因子與三因子間交感作用，並以 SigmaPlot® 10 進行折線圖與標準差統計製圖。

結 果

參試 6 個百合品種，於低溫儲藏前進行可溶性糖含量分析，不同品種間具顯著差異，以 L10929 可溶性糖含量最高為 28.7 mg/g，其次為 L10904 和 L10909 各為 26.7 和 27.9 mg/g，而 L10906、L10924 和 L10926 含量較低為 21.6、21.8 和 21.2 mg/g，不同品種於不同儲藏溫度及時間都具有差異性（表一）。

6 個品種鱗莖於-1、1 和 3°C三種溫度儲藏下，隨著儲藏時間可溶性糖含量開始增加，以儲藏 2 mon 時有最高的可溶性糖含量（圖一），不同品種可溶性糖含量具顯著差異。儲藏 1 mon 時 L10904、L10906、L10909、L10924、L10926 和 L10929 可溶性糖含量分別增加 6.74、70.37、41.94、47.25、46.23 和 61.32%；儲藏 2 mon 時可溶性糖含量最高，分別增加為儲藏前的 2.78、4.34、3.40、3.85、3.80 和 3.31 倍，其中以儲藏於 1°C的 L10906 最高可達 4 倍，儲藏 3 mon 時可溶性糖含量下降，但仍高於儲藏前分析含量。

每個月測量不同品種鱗莖可溶性糖含量，以-1 和 1°C儲藏的含量較高，表二顯示儲藏 3 mon 時-1°C下 L10904、L10909、L10924 和 L10926 可溶性糖含量為 43.9、75.5、42.6 和 56.2 mg/g 顯著高於其他溫度，而 L10906 和 L10929 於 1°C時可溶性糖含量 61.4 和 65.2 mg/g 較高。

於低溫儲藏前測量不同百合品種澱粉含量具有顯著差異性，表一以 L10909 澱粉含量最高為 251.1 mg/g，其次 L10929 為 225.8 mg/g，L10904、L10906 和 L10924 含量較低為 162.9、174.3 和 163.3 mg/g，而 L10926 最低為 141.0 mg/g，不同品種於不同儲藏溫度及時間之澱粉含量都具有差異性（圖一）。

不同溫度下百合鱗莖以儲藏 2 mon 時澱粉含量最低（圖一），不同品種含量具顯著差異，儲藏 2 mon 時 L10904、L10906、L10909、L10924、L10926 及 L10929 最低的澱粉含量下降 78.7、62.9、71.6、75.1、70.0 和 71.0%。以儲藏於 1°C的 L10904 澱粉含量最低為 34.7 mg/g。

儲藏 3 mon 時百合鱗莖澱粉含量提升，以 1°C儲藏的澱粉含量較高，表二顯示儲藏 3 mon 時 1°C下 L10904、L10906、L10909 和 L10924 澱粉含量為 266.0、227.6、240.1 和 272.6 mg/g 顯著高於其他溫度，而 L10926 和 L10929 於 3°C和-1°C時澱粉含量為 266.7 和 208.9 mg/g 較高。

表二中品種、儲藏溫度及時間三個不同處理因子對百合鱗莖可溶性糖和澱粉含量之變方分析，結果顯示不同百合品種、儲藏溫度及儲藏時間極顯著影響百合鱗莖可溶性糖和澱粉含量，且各處理因子間之交感效應對於鱗莖碳水化合物含量具有極顯著影響。

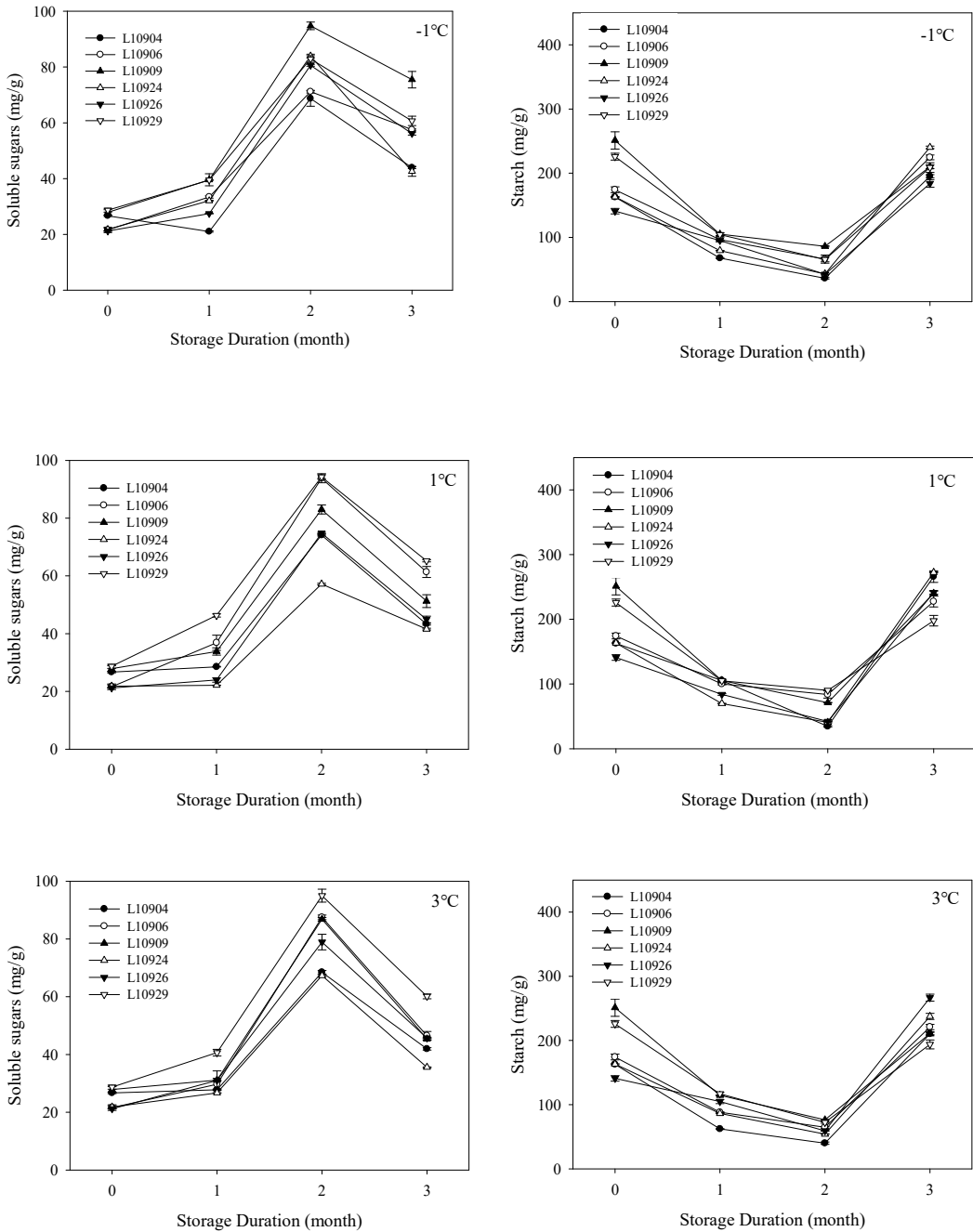
參試 6 個百合品種 L10904、L10906、L10909、L10924、L10926 及 L10929 於-1、1 和 3°C於儲藏期間，不同品種的可溶性糖和澱粉含量都有相同變化趨勢（圖一），儲藏後可溶性糖逐漸提升，1 mon 後大幅上升，而 2 mon 後時可溶性糖含量下降，相反的澱粉含量於儲藏後開始下降直到儲藏 2 mon 時，在 3 mon 時澱粉含量提升，其可溶性糖與澱粉含量變化有相反的趨勢，顯示澱粉水解後增加可溶性糖含量。

表一、儲藏前不同品種百合鱗莖之可溶性糖和澱粉含量

Table 1. The content of soluble sugars and starch in lily bulbs of different cultivars before storage.

Cultivar	Soluble sugars (mg/g)	Starch (mg/g)
L10904	26.7b ^z	162.9c ^z
L10906	21.6c	174.3c
L10909	27.9b	251.1a
L10924	21.8c	163.3c
L10926	21.2c	141.0d
L10929	28.7ab	225.8b

^zMean between cultivars followed by the same letter are not significantly different ($p \leq 0.05$) according to Fisher's LSD.



圖一、不同品種百合鱗莖於-1, 1 or 3°C下儲藏 3 mon 之可溶性糖和澱粉含量變化
 Fig. 1. Effect of storage at -1, 1 or 3°C on the concentration of soluble sugars and starch in lily bulbs of different cultivars after three months (The bar in each panel represent the SE value).

表二、儲藏 3 mon 後溫度與時間對不同品種百合鱗莖可溶性糖和澱粉含量之影響

Table 2. Effect of storage temperature or duration on the concentration of soluble sugars and starch in lily bulbs of different cultivars after three months.

Carbohydrate	Soluble sugars (mg/g)			Starch (mg/g)		
	-1°C	1°C	3°C	-1°C	1°C	3°C
Cultivar						
L10904	43.9a ^x C ^y	43.3aC	41.9bC	195.3bD	266.0aA	210.4bC
L10906	57.6bB	61.4aA	46.5bB	224.7aB	227.6aB	220.9aC
L10909	75.5aA	51.3bB	45.4bB	210.1bC	240.1aB	210.8bC
L10924	42.6aC	41.6aC	35.6bD	240.3bA	272.6aA	237.5bB
L10926	56.2aB	44.9bC	45.7bB	184.0cE	241.4bB	266.7aA
L10929	60.7bB	65.2aA	60.1bA	208.9aCD	197.9aC	193.8aD
Cultivar (C)		***z			***	
Temperature (T)		***			***	
Storage duration (D)		***			***	
C × T		***			***	
C × D		***			***	
D × T		***			***	
C × D × T		***			***	

^z***Treatment is significant at $\alpha \leq 0.001$.

^yMeans in each temperature treatment of the content of soluble sugars or starch between different cultivars followed by the same letter is not significantly different ($p \leq 0.05$) according to Fisher's LSD.

^xMeans in each cultivar by different temperature treatments of the content of soluble sugars or starch followed by the same letter are not significantly different ($p \leq 0.05$) according to Fisher's LSD.

討 論

許多植物及其地下部器官在低溫下（如：低於 10°C）會導致澱粉轉換成蔗糖和還原糖，稱為低溫糖化（low temperature sweetening, LTS）的現象（Rees *et al.*, 1981），儘管這樣的現象已經被記錄在文獻，但發生的原因和機制尚未確定，植物在受到逆境下誘發代謝調節作用，由於酵素誘導受質反應的產物，會在亞細胞器進行質量轉移，以對抗逆境發生（Bonnier *et al.*, 1997）。已經有許多研究報導馬鈴薯置於低溫下，會促使澱粉降解，使得還原糖累積，因低溫儲存導致澱粉降解酶的活性增加，包括 α -澱粉酶、異澱粉酶、 β -澱粉酶、 α -葡萄糖苷酶和磷酸化酶，酵素活性也會影響還原糖含量（Cochrane *et al.*, 1991; Cottrell *et al.*, 1993; Claassen *et al.*, 1993; Hill *et al.*, 1996; Nielsen *et al.*, 1997）。

百合鱗莖含有澱粉粒作為儲藏器官，是提供芽和根生長的養分能量來源，轉換澱粉分解成可移動的糖類，蔗糖是百合必需和主要的碳水化合物，當百合鱗莖在低溫下儲存時，低溫糖化作用會誘導百合小鱗莖內酶的代謝活性，提升 α -澱粉酶及 β -澱粉酶基因表現量，使得澱粉分解和蔗糖積累（Shin *et al.*, 2002）。本試驗分析儲藏 1 mon 時百合可溶性糖逐漸提升至 2 mon 時達高峰，而後下降；相反的澱粉含量於儲藏後開始下降直到儲藏 2 mon 時，而後提升，其可溶性糖與澱粉含量變化有相反的模式，在許多

研究中有相同的情形 (Miller and Langhans, 1990; Shin *et al.*, 2002)，低溫時百合鱗莖澱粉降解與可溶性糖含量增加的模式和時間相互呼應。

本試驗中參試 6 個百合品種於低溫-1、1 和 3°C 儲藏期間，皆有可溶性糖含量增加和澱粉含量下降的變化趨勢，Miller 和 Langhans (1990) 將鐵砲百合放置於-1 和 4.5°C 儲藏，定期取出百合鱗莖分析，結果於-1°C 下儲藏期間，百合鱗莖澱粉含量大幅下降，而蔗糖、甘露糖、果糖和寡糖大量積累，在 4.5°C 下儲藏其鱗莖碳水化合物較無劇烈變化，相同有可溶性碳水化合物增加和澱粉含量降低的趨勢，於低溫下促使可溶性糖快速累積的情形，可能是因為植物於低溫下，為維持細胞滲透調節的穩定而形成可溶性糖，如天然抗凍劑之作用。Stuart (1952) 研究結果顯示，當百合鱗莖儲藏在 0 和 10°C，澱粉快速水解時會大量累積蔗糖和還原糖，其中百合儲藏在 10°C 會快速的誘導百合開花，鱗莖會產生大量的糖份累積，目前確定這些還原糖為葡萄糖、果糖和甘露糖。

百合冷藏適宜的儲藏庫溫度一般為 0 至-2°C，最好不要低於-4°C 易造成凍傷，冷藏庫內溫度需保持均衡及良好的氣體流動狀態。百合屬於無皮鱗莖，是由鱗片鱗莖葉片肥厚呈圓型片狀，相疊而成球形，鱗片不完全閉合，表面亦無皮膜包被，容易失水及破壞，儲藏庫相對濕度應保持在 85 至 90%，避免儲藏期間百合鱗莖的水分散失，因此冷藏庫內要保持一定的濕度 (魏等人, 2017)。百合鱗莖自田間採收後需清理鱗莖外部之泥土，去除老葉及花梗，移除受病蟲害感染的鱗莖，選擇健康者儲藏，減少病害感染擴散。鱗莖儲藏期間使用的介質材料及儲藏容器，以乾淨新製品為優先，減少病原菌感染機會，並儲藏於乾淨清潔的冷藏庫內，注重環境衛生，維持適宜的儲藏溫度及濕度，若發現儲藏期間已有感染現象，應即刻將感病的鱗莖移除冷藏庫，避免病原菌擴散 (張, 2022)。

結 論

一般食用百合自田間採收後經過 1 mon 的低溫儲藏即進行販售，儲藏一個月時雖可提高可溶性糖含量，本試驗結果建議，不同品種百合皆以-1 至 1°C 儲藏 1 mon 時百合可溶性糖逐漸提升澱粉含量下降，至 2 mon 時可誘導低溫糖化作用達到較高的可溶性糖含量，以增加百合甜度，儲藏 2 mon 後可溶性糖含量開始降低，百合甜度即開始下降，因此百合儲藏 1 mon 後即可開始進行食用，而儲藏達 2 mon 時百合具有最佳的可溶性糖度。

致 謝

本研究感謝本場史劉鴻興、江秋月、楊秀英、陳氏簪、林蔡鳳與盧伯諺於田間試驗管理之協助，以及同仁王啓正與劉啟祥給予本研究中肯的研究方向建議，文成復蒙張正及鄔家琪老師悉心斧正，謹此致謝。

參考文獻

1. 紀佳慧、李文汕 2004 光質處理對番茄苗株光合作用與碳水化合物之影響 興大園藝 29:11-23。
2. 張芝蓉 2022 有機食用百合採收後儲藏方式改進 花蓮區農業專訊 119:17-19。
3. 陳盈璇 2019 百合鱗片扦插繁殖之研究. 國立中興大學園藝學系碩士論文。
4. 魏麗娟、馮毓琴、李翠紅 2017 慕鈺文鮮食百合貯藏保鮮技術研究綜述 甘肅農業科技 8:83-86。
5. Ali, A., Ahmad Nasir, I., Muzaffar, A., Shahzad Iqbal, M., Qayyum Rao, A. and Husnain, T. 2016. Screening of potato germplasm resistant against low temperature sweetening. Journal of Food Quality 39:301-310.
6. Aydin, B., I. Gulcin, S.H. Alwasel. 2015. Purification and characterization of polyphenol oxidase from Hemsin Apple (*Malus communis* L.). Int. J. Food Prop. 18:2735–2745.
7. Bonnier, F.J.M., F.A. Hoekstra, C.H. Ricdevos, and J.M. Van Tuyl. 1997. Viability loss and oxidative stress in lily bulbs during long-term cold storage. Plant Sci. 122:133-140.
8. Claassen, P.A.M., M.A.W. Budde, and M.H. van Calker. 1993. Increase in phosphorylase activity during cold induced sugar accumulation in potato tubers. Potato Res. 36:205-217.
9. Cochrane, M.P., C.M. Duffers, M.J. Allison, and G.R. Mackay. 1991. Amylolytic activity in stored potato tubers. 2. The effect of low temperature storage on the activities of α - and β -amylase and α -glucosidase in potato tubers. Potato Res. 34:333-341.
10. Cottrell, J.E., C.M. Duffers, L. Paterson, G.R. Mackay, M.J. Allison, and H. Bain. 1993. The effect of storage temperature on reducing sugar concentration and the activities of three amylolytic enzymes in tubers of the cultivated potato, *Solanum tuberosum* L. Potato Res. 36:107-117.
11. Hill, L., R. Reimholz, R. Schroder, T.H. Nielsen, and M. Stitt. 1996. The onset of sucrose accumulation in cold stored potato tubers is caused by an increased rate of sucrose synthesis and coincides with low levels of hexose phosphates, an activation of sucrose phosphate synthase and the appearance of a new form of amylase. Plant Cell Environ. 19:1223-1237.
12. Miller, W.B. and R.W. Langhans. 1990. Low temperature alters carbohydrate metabolism in easter lily bulbs. HortScience 25(4):463-465.
13. Nielsen, T.H., U. Deiting, and M. Stitt. 1997. A b-amylase in potato tubers is induced by storage at low temperature. Plant Physiol. 113:503-510.
14. Rees, T., W.L. Dixon, C.J. Pollock, and F. Franks. 1981. Low temperature sweetening of higher plants. In: Friend, J., Rhodes, M.J.C. (Eds.), Recent Advances in the Biochemistry of Fruits and Vegetables. Academic Press, New York, pp. 41-61.
15. Shin. K.S., D. Chakrabarty, and K.Y. Paek. 2002. Sprouting rate, change of carbohydrate contents and related cold treatment of lily bulblets regenerated in vitro. Scientia Hort. 96:195-204.
16. Sowokinos, J.R. 2001. Biochemical and molecular control of cold-induced sweetening in potatoes. Am. J. Potato Res. 78:221-236.
17. Stuart, N.W. 1952. Effects of storage temperatures on the forcing responses of Easter lily and bulbous iris. Rpt. 13th Intl. Hort. Congr. p.515-524.
18. Yu, J., S. Xu, X. Liu, T. Li, D. Zhang, N. Teng and Z. Wu. 2022. Starch degradation and sucrose accumulation of lily bulbs after cold storage. Int. J. Mol. Sci. 23(8):4366.
19. Zhao K., Z. Xiao, J. Zeng and H. Xie. 2021. Effects of different storage conditions on the browning degree, PPO Activity, and content of chemical components in Fresh *Lilium* Bulbs (*Lilium brownii* F.E.Brown var. *viridulum* Baker). Agriculture 11:184