

研究報告第 395 號

ISSN 0253 - 9039

中華民國七十四年三月

冷藏對加工馬鈴薯品質的影響

Effect of Cold Storage on the Processing Quality of Potatoes

陳如茵 錢明賽

Ru-Yin Chen and Ming-Sai Liu.



食品工業發展研究所

中華民國 臺灣省 新竹市

8712273



TS215
089

TS215
069



冷藏對加工馬鈴薯品質的影響

陳如茵 錢明賽

發行人：馬 保 之
出版者：食品工業發展研究所
新竹市食品路 233 號
電話：(035)223191~6 六線
郵政劃撥帳戶第 0015310-1 號食品工業月刊社
印刷者：易明企業有限公司
新竹市南城街 22 號
電話：(035)231328

行政院新聞局出版事業登記證：局版臺誌字第一三九八號
中華民國七十四年 三 月 印 行

冷藏對加工馬鈴薯品質的影響

陳如茵 錢明賽

目 錄

一、摘要	1
二、前言	2
三、實驗材料及方法	2
四、結果與討論	4
五、結論	20
六、英文摘要	21
七、參考文獻	22

Effect of Cold Storage on the Processing Quality of Potatoes

Ru-Yin Chen and Ming-Sai Liu.

Contents

1 、 Abstract	1
2 、 Introduction	2
3 、 Materials and Methods.....	2
4 、 Results and Discussion	4
5 、 Conclusion	20
6 、 Summary (In English).....	21
7 、 References	22

冷藏對加工馬鈴薯品質的影響

Effect of Cold Storage on the Processing Quality of Potatoes

陳如茵 錢明賽

Ru Yin Chen and Ming Sai Liu.

摘 要

目前台灣常用之馬鈴薯品種，大葉、五峯三號及卡地娜，供鮮銷用者，儲存於 2℃，85% RH，可週年供應市場；儲存於 5℃，期限較短。

低溫冷藏之馬鈴薯薯塊、還原醣及總醣含量皆會提高，若冷藏後移至常溫下放置，則含量會回降，冷藏期愈長，回降愈慢。

卡地娜以 17.5 ~ 20 kr，大葉以 10 ~ 12.5 kr，五峯三號以 12.5 kr 之 γ -ray 照射後，儲存於 10℃，85% RH 之冷藏庫，皆能有效抑芽，供週年儲存，其醣類含量低、硬度、維生素丙及重量等之改變較小。

這三個品種，醣類之分佈皆以莖端 (Stem end) 含量較高，五峯三號及卡地娜之酚類化合物以莖端分佈較高。五峯三號之多元酚氧化酶自莖端向芽端遞減。

計劃編號：84 C 470

補助單位：行政院農業發展委員會 73 農建—2.1—產—119

研究報告：第 395 號

提出日期：中華民國七十四年三月

研究人員：陳如茵——食品工業發展研究所食品科學組副研究員

錢明賽——食品工業發展研究所食品科學組研究員

前言

台灣馬鈴薯的生產，雖集中在11月至翌年4月，但2℃低溫冷藏，足以週年供應台灣之鮮銷市場（陳等，1984）。目前台灣三個推廣品種——卡地娜、大葉、五峯三號，以五峯三號之儲存力最差。是否2℃為此三品種最佳儲存溫度，值得考慮。

馬鈴薯用於加工時，其還原醣含量不宜高。還原醣促使梅納反應（Maillard reaction），極不利加工品質。然低溫儲存會使薯塊還原醣含量增加，加工前予以適當之回溫（reconditioning），還原醣含量可回降（Pressey & shaw, 1966）。若在10℃以上之溫度儲存，不會有還原醣增加之現象，但發芽情形嚴重，使儲存期限縮短。歐美諸國利用 γ -ray照射處理或使用化學葯劑抑制馬鈴薯發芽已多年，在台灣若能加以配合應用，應能改善加工原料的品質。

本計劃之目的，乃欲了解此三個推廣品種對低溫儲存性的差異；低溫儲存後不同期限之回溫（reconditioning）對薯塊內醣類之影響，以及各品種最宜之照射劑量。此外，薯塊內化學成份之分佈情形亦討論之。

實驗材料與方法

實驗方式

1. 低溫（5℃）儲存

卡地娜（Cardinal）、大葉（Kennebec）、五峯三號（Wu-Foon # 3）三個推廣品種，自1984年4月3日從豐原地區收穫後，隨即運入本所5℃冷藏庫，逐月調查其失重率、發芽率及醣類含量變化。

2. 冷藏後回溫（reconditioning）處理

馬鈴薯於低溫（5℃）冷藏4、5及9個月時分別出庫至常溫下放置不同時間，觀察其醣類之變化。

3. 照射配合中溫（10℃）儲存

馬鈴薯由田間收穫並於常溫（約15℃，85～90%RH）癒傷（curing）15天後，利用 Co^{60} γ -ray照射處理（照射工作委託化工所同位素研究室進行）。1982年3月收穫之卡地娜及大葉兩品種曾經7.5 kr及10 kr照射處理。1983年3月，卡地娜之處理劑量改為12.5 kr，15.0 kr，17.5 kr，及20 kr；大葉品種以10 kr及12.5 kr處理；五峯三號則以7.5 kr，10 kr，及12.5 kr處理。照射處理後之馬鈴薯，亦於常溫（約15℃，85～90%RH）癒傷10天後，放入10℃，80%RH之冷藏庫儲存。然後，逐月調查其儲存狀況（發芽率、腐爛率、失重率、醣類、Vit C之變化）、並了解其加工性狀。

4. 馬鈴薯成份分析及其分布

將馬鈴薯自莖端 (stem end) 至芽端 (bud end) , 分成五部份 (如圖 1) , 分析
逐部醣類及酚類化合物等之含量分佈。

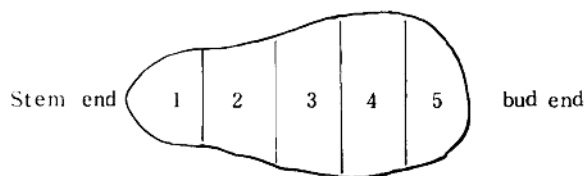


圖 1. 馬鈴薯薯塊逐部分析之部位圖

Sampling position of potato for analysis.

分析方法

1. 發芽率及腐爛率

每箱發芽或腐爛的個數 / 每箱總數 $\times 100 \%$

供調查各項皆取四箱平均之。

2. 失重率

(每箱原重 — 儲存後重量) / 每箱原重 $\times 100 \%$

各取 4 箱平均之。

3. 薯塊硬度測定

利用 penetrometer FT 327 測定儲存後薯塊硬度。

4. 醣類測定

參考陳之方法 (1984)。

5. 維生素丙之測定

參考傅等方法 (1983)。

6. 酚類測定

參考 Walter & Purcell 之方法 (1980)。

7. 黑變測定

參考 Walter & Purcell 之方法 (1980)。

8. 水煮黑變之測定 (after-cooking darkening)

削皮馬鈴薯於水溶液內煮至沸騰後 30 分鐘，取出冷卻 1 小時後，將之磨成薯泥，以
Hunter-lab Color / difference Meter D 25-2 測定色調——其中 L 為亮度。

9. 馬鈴薯片色澤測定

將馬鈴薯切成截而約 1cm^2 之長條，於 140°C 油溫下炸 3 分鐘，隨後以 180°C 油溫炸 1 分鐘，冷卻

後以 Hunter-lab Color / difference Meter D 25-2 測定色調 L (亮度)、a (“+” 表示紅色度, “-” 表藍色度)、及 b (“+” 表黃色度, “-” 表綠色度) 值。

10. 過氧化酵素及多元酚氧化酵素之測定

參考陳等方法 (1983)。

結果與討論

1. 低溫 (5℃) 儲存

現行台灣商業化馬鈴薯冷藏, 大多採用 2℃。於堆積通風狀況正常下, 足以週年供應市場。三品種中, 除五峯三號外, 腐爛率皆很低。馬鈴薯品種間對溫度反應差異很大, 較低的溫度會導致寒害或甚凍傷 (Smith, 1978), 一般推薦的儲存溫度為 4℃~5℃ (Lutz & Hardenbury, 1968)。因此, 五峯三號品種以 2℃ 儲存, 是否因寒害而導致較高之腐爛率, 值得研究。故本年度試以 5℃ 儲存, 圖(2)及表(1)分別為於 5℃ 及 2℃ 儲存之馬鈴薯, 其失重及發芽率之差異。在 5℃ 儲存時卡地娜的芽眼顯然比 2℃ 時活動較快; 大葉品種儲存 8~9 個月時, 芽的活動特別旺; 五峯三號之芽, 雖早在儲存 5 個月時即已抽長, 但儲存後期反呈現黑死現象, 因此後期失重率反停滯。整體而言, 5℃ 儲存導致較高之失重, 此與發芽有密切關係。本年度 5℃ 儲存者, 腐爛率顯得很低。由於去年度原料收穫期正逢久雨而今年度則較乾旱, 因此在此不擬比較腐爛率差異。至於醱類, 5℃ 及 2℃ 之低溫, 皆使含量顯著增加, 但 5℃ 儲存者似乎比 2℃ 者略低些 (比較圖 8 及陳等 (1984) 圖 5)。

由今年 5℃ 儲存與去年 2℃ 儲存相較, 2℃ 較能有效抑制芽的活動, 亦易達到週年儲存之目的, 5℃ 之儲存顯然效果差些。

表 1. 儲存於 2℃ 及 5℃ 馬鈴薯發芽情況 (%)

Table 1. Sprouting percentage of potatoes during storage at 2°C and 5°C.

儲存月數 Storage Month		卡地娜 Cardinal		大葉 Kennebec		五峯三號 Wu-Poon#3	
		2°C	5°C	2°C	5°C	2°C	5°C
1	A	3.25	0	0	0	0	0
	B	0	0	0	0	0	0
2	A	3.14	47.62	0	0	0	0
	B	0	0	0	0	0	0
3	A	12.05	88.49	0	0	0	68.95
	B	0	0	0	0	0	0
4	A	76.41	0	0	0	4.44	100
	B	0	100	0	0	0	0
5	A	98.68	0	10.93	97.53	74.79	0
	B	0	100	0	0	0	100
6	A	100	0	57.83	100	81.17	0
	B	0	100	0	0	0	100
7	A	100	0	67.54	100	87.12	0
	B	0	100	0	0	0	100
8	A	100	0	93.43	0	93.81	0
	B	0	100	0	100	0	100
9	A	100	0	98.40	0	100	0
	B	0	100	0	100	0	100

A : 芽點 B : 芽點抽長

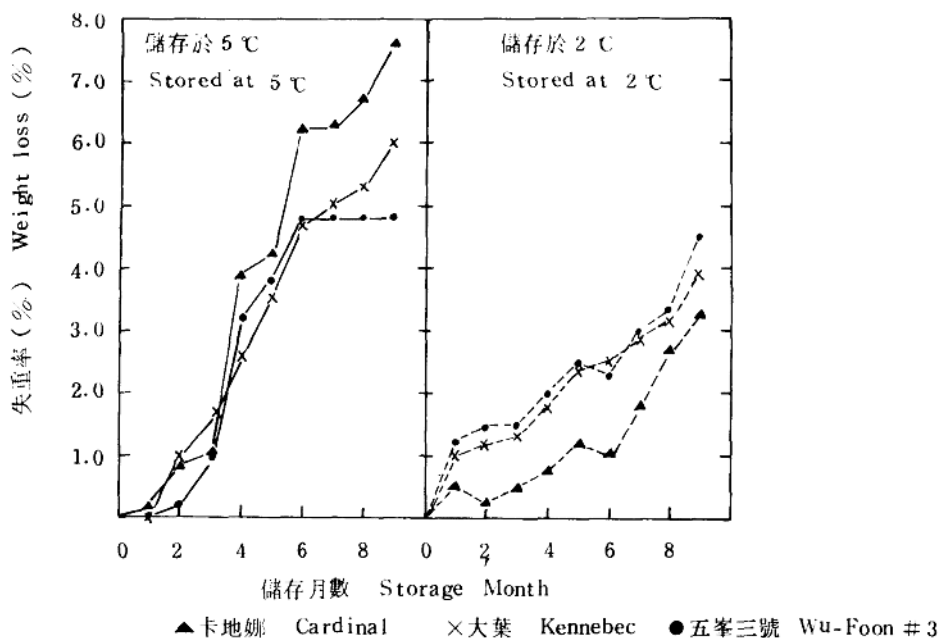


圖 2. 馬鈴薯 (卡地娜、大葉、及五峯三號三品種) 儲存於 2°C 及 5°C 之失重率

Fig. 2. The weight loss (%) of potatoes during storage at 2°C, 5°C, RH 85~90%.

2. 冷藏後回溫 (reconditioning) 處理

馬鈴薯低溫冷藏，會促使醣類含量增加，但如果於常溫下放置一段時間，醣類之含量又會回降。圖(3)及圖(4)分別為儲存不同時期後，移於常溫下放置一段時間，其還原醣及總醣含量之變化。當儲存時間愈短，回溫後醣類降得愈快。儲存 9 個月後，回溫 4 週，只有大葉品種還原醣含量低於 0.4%，但仍比儲存 4 個月及 5 個月者高。卡地娜則約為 0.5%，五峯三號約 0.95%。然儲存 4 個月及 5 個月時，回溫 3 週後，大葉及五峯三號品種之還原醣已低於 0.4%，適於炸片之條件。表 2 為馬鈴薯低溫冷藏 4 個月後經不同時間之回溫 (reconditioning)，其製成之薯條顏色，並與 CIPC 5000 ppm 處理、10°C 儲存及 γ -ray 處理，10°C 儲存之比較。回溫顯然改善了加工後之色澤，回溫期較長，效果比較明顯，當回溫 3 週時，其薯條顏色與經 5000 ppm CIPC 處理並儲存 10°C 者相似。因此低溫儲存後之回溫處理，是改進加工品質的方法之一，但儲存期之長短，似乎關係著回溫效果，及回溫後之品質。此外，回溫期間產生之發芽及萎縮現象，是施行此方法之一大阻礙，出庫後施以 CIPC 或 MENA 等發芽抑制劑，或可補此缺憾，但仍需繼續探討。

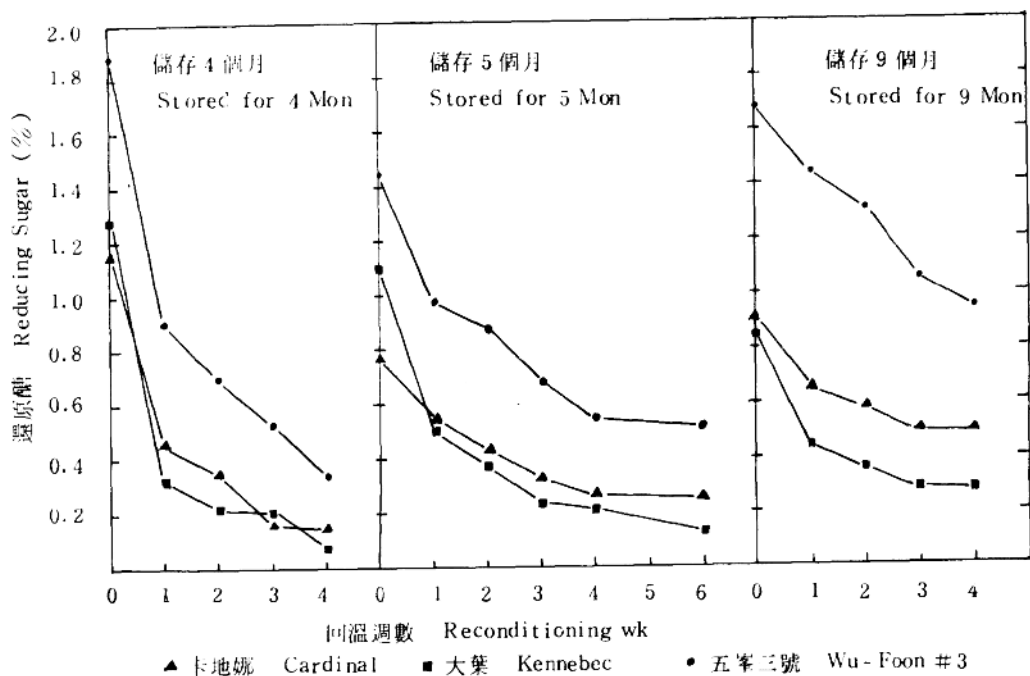


圖 3. 馬鈴薯於 5°C 分別儲存 4、5、9 個月後，移於常溫下，還原糖含量之變化

Fig. 3. The change of reducing sugar content of potatoes during reconditioning at ambient temperature after storage at 5°C for 4, 5, and 9 months.

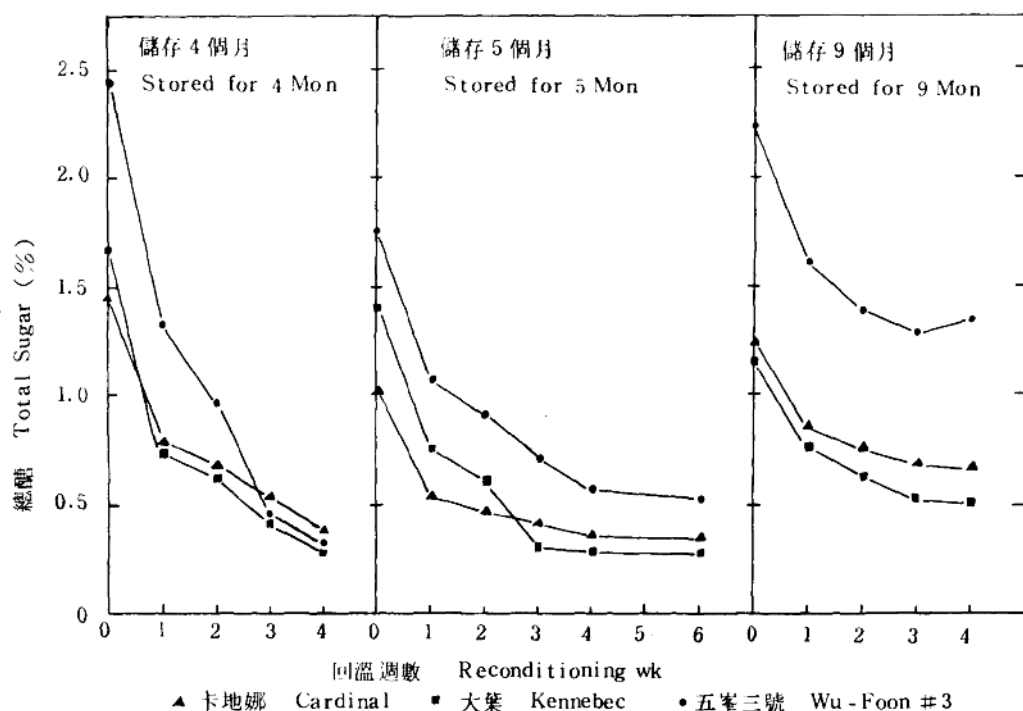


圖 4. 馬鈴薯於 5°C 分別儲存 4、5、9 個月後，移於常溫下，總糖含量之變化

Fig 4. The change of total sugar content of potatoes during reconditioning at ambient temperature after storage at 5°C for 4, 5, and 9 months.

3. 照射配合中溫 (10°C) 儲存

表(3)為馬鈴薯經 γ -ray 照射後，10°C 儲存期間發芽之情形。卡地娜以 17.5 kr 照射，儲存 9 個月時，僅有 4.01 % 之芽伸長；以 20 kr 處理，發芽情形始終維持芽點狀，效果最佳。大葉以 10 kr 及 12.5 kr 處理者，差異並不大，約儲存 6 個月，芽開始伸長，9 個月時伸長者達 20 % 左右。五峯三號以 12.5 kr 照射者，抑芽效果最佳，儲存 9 個月時僅 3.02 % 芽伸長。

表 2 不同儲存及處理條件之馬鈴薯，其製成之薯條顏色

Table 2. The color of french fry of potatoes from different storage condition.

處理	Treatment	L 值			a 值			b 值		
		Car.	Ken.	Wu.	Car.	Ken.	Wu.	Car.	Ken.	Wu.
5℃儲存4個月	4 Mon. storage at 5°C	26.70	27.18	32.50	6.70	8.85	7.20	17.45	10.60	13.88
十回溫1週	1 wkreconditioning	46.90	38.10	38.40	5.35	6.50	7.15	20.90	21.60	16.95
十回溫2週	2 wkreconditioning	46.85	40.80	40.40	3.70	6.90	6.50	22.30	21.85	17.95
十回溫3週	3 wkreconditioning	53.50	54.10	54.40	3.80	4.40	5.50	25.70	24.10	22.00
5000ppm CIPC + 10℃儲存4個月	500 ppm CIPC + 4 Mon. storage at 10°C	55.00	53.80	43.30	3.85	4.00	5.90	25.60	22.80	18.40
γ-ray + 10℃儲存4個月	γ-ray + 4 Mon. storage at 10°C	48.10	56.20	46.70	3.70	3.90	5.80	20.2	22.22	19.10

表 3. 照射馬鈴薯儲存期間之發芽情形 (%) (10℃、80% RH)

Table 3. Sprouting percentage of irradiated potatoes during storage at 10°C 80% RH.

儲存月數 Storage	薯塊發芽情形(%)						Sprouting percentage of potato tubers						
	卡地娜 Cardinal						大葉 Kennebec			五峯三號 Wu-Foon #3			
	0kr	10kr	12.5kr	15.0kr	17.5kr	20.0kr	0kr	10kr	12.5kr	0kr	7.5kr	10.0kr	12.5kr
Month													
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	100	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
3	100	0	0	0	0	0	77.3	0	0	100	0	0	0
4	100	6.52	9.9	0	0	0	100	0	0	100	8.28	8.09	0
5	100	52.84	20.91	20.40	0	0	100	1.93	0	100	14.86	8.40	0
6	100	71.24	28.33	20.45	0	0	100	3.90	3.90	100	37.08	9.08	0
7	100	84.77	35.00	23.50	3.25	0	100	12.05	8.25	100	41.02	10.45	0
8	100	89.77	36.10	23.90	3.50	0	100	18.74	13.56	100	41.03	11.98	0
9	100	94.99	42.05	28.01	4.01	0	100	20.01	18.34	100	43.24	12.04	3.02

圖(5)為薯塊經不同劑量照射處理後，儲存期間之失重情形。卡地娜以 20 kr 照射者，失重最少；大葉以 10.0 kr 及 12.5 kr 兩處理差異不大，五峯三號則以 12.5 kr 照射者失重最少。失重的多少與芽的伸展有密切關係。

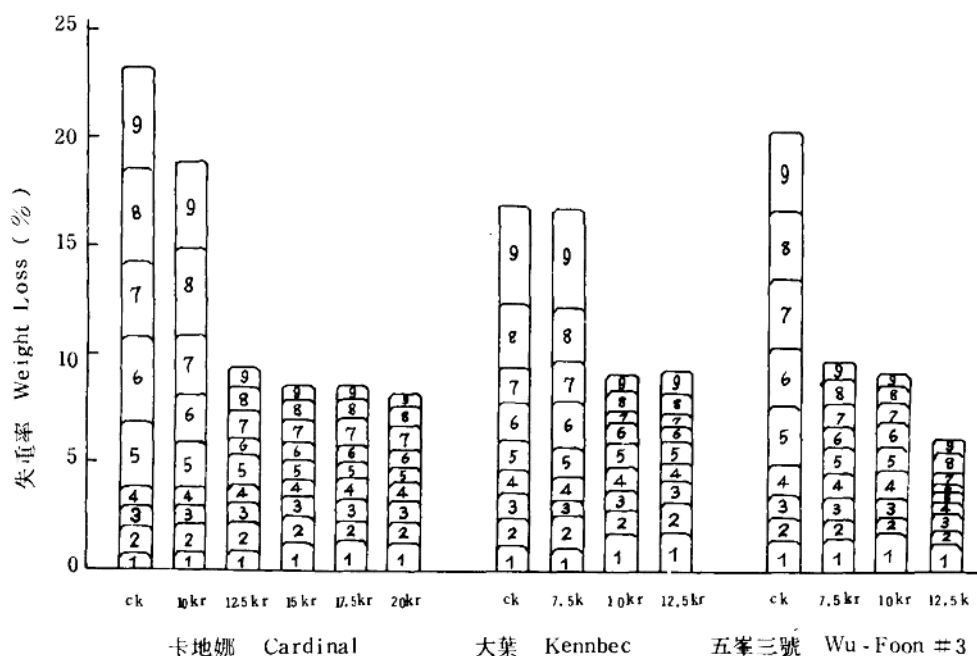


圖 5. 照射馬鈴薯儲存期間之失重率 (%) (10°C 80% RH)
Fig 5. The weight loss (%) of irradiated potatoes during storage at 10°C . 80% RH.

※ 各數字代表儲存月份

* The Arabic numerals in the Fig represent the storage month.

表(4)為照射馬鈴薯儲存 9 個月時，薯塊的萎縮率。卡地娜處理劑量愈高，萎縮率愈低；五峯三號及大葉處理間差異不大；大葉的萎縮率是三品種最高者。萎縮是因薯塊體內呼吸、蒸散作用所致，亦是影响失重率的因素之一。

表 4. 照射馬鈴薯儲存於10℃、80%RH九個月之萎縮率(%)

Table 4. The shrinkage percentage of irradiated potato stored at 10°C 80% RH for 9 months.

萎縮率(%)				Shrinkage percentage					
卡地娜 Cardinal				大葉 Kennebec		五峯三號 Wu-Foon#3			
12.5kr	15.0kr	17.5kr	20kr	10.0kr	12.5kr	7.5kr	10.0kr	12.5kr	
68.27	57.23	55.23	45.49	79.37	80.50	41.87	41.51	40.49	

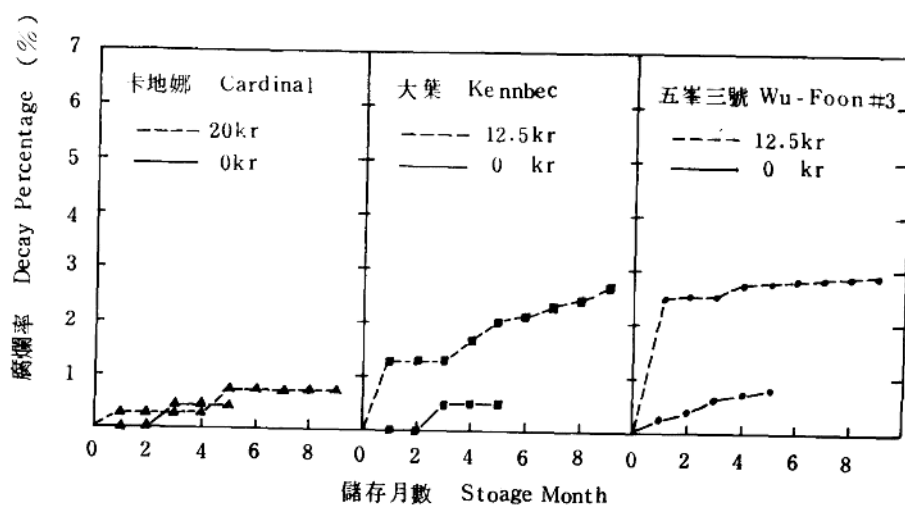


圖 6. 照射馬鈴薯儲存期間之腐爛率 (10℃、80% RH)

Fig 6. The decay percentage of irradiated potato during storage at 10°C 80% RH.

各品種經最高劑量照射其儲存期間的腐爛率如圖(6)。薯塊經 γ -ray 照射後，腐爛率都會提高，其中以卡地娜品種的腐爛率最低，5 個月以上之儲存，始終維持在 0.8 % 左右；大葉、五峯三號品種，儲存 9 個月後，約高達 2.8 % 左右。Ghanekar et al (1983) 指出，照射後之薯塊表皮 (Periderm) 之物理性較弱，且具抗病性之酚類物及 phytoalexins 的含量如 rishitin、phytoberin 亦低，因此感病率較高。

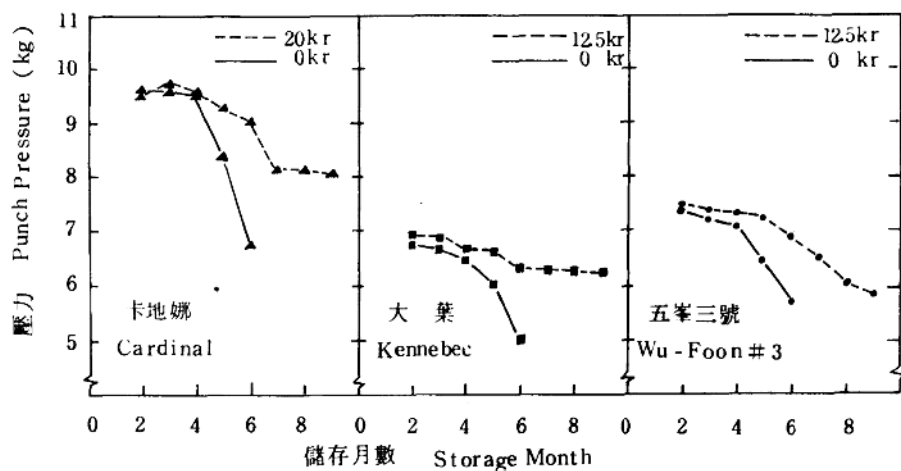


圖 7. 照射馬鈴薯儲存期間硬度之變化 (10 °C、80 % RH)

Fig 7. The change of firmness of irradiated potatoes during storage at 10 °C, 80% RH.

照射馬鈴薯儲存期間硬度之變化如圖(7)所示。馬鈴薯之硬度隨儲存時間增加而降低，照射處理較能維持薯塊之硬度。薯塊的硬度與其代謝速率、澱粉被利用之情形有密切關係。

馬鈴薯在低溫 (5 °C)、中溫 (10 °C) 及照射處理後中溫儲存 (10 °C、80 % RH)，期間還原醣及總醣之變化如圖(8)及圖(9)所示。結果顯示，10 °C 儲存之薯塊，經照射者比未照射者含量略高，但皆遠低於低溫儲存者。Hayashi & Kawashima (1983) 指出，照射促使薯塊內 phosphorylase, sucrose synthase 及 sucrose phosphate synthase 之活性顯著增加，並使照射之薯塊醣類含量提高。照射之卡地娜及大葉品種儲存 7 個月後，還原醣仍在 0.4 % 以下 (濕重為基準)，仍合乎炸薯片之條件 (Talbert & Smith, 1959)。儲存後期，還原醣、總醣含量顯著提升，此乃薯塊內醣類 Senescent Sweetening 的現象 (Burton, 1966)。

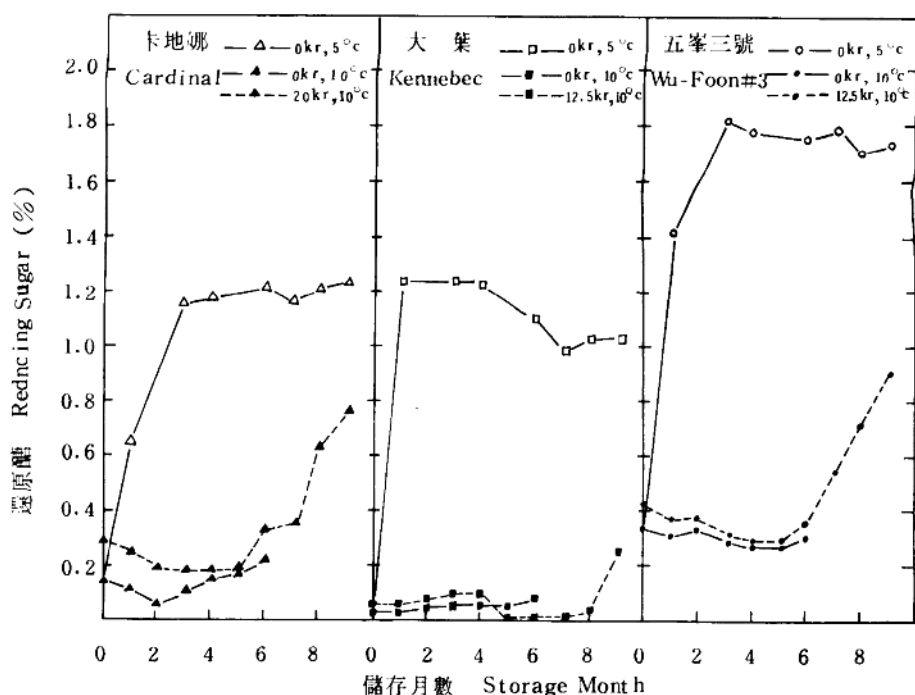


圖 8. 不同儲存溫度及照射處理對馬鈴薯儲存期間還原糖含量之影响
Fig 8. The content of reducing sugar of potatoes treated with or without irradiation during storage at 10°C or 5°C.

圖(10)為經照射之馬鈴薯，儲存期間維生素丙 (ascorbic acid) 逐月之變化。照射前期，照射之薯塊維生素丙的含量顯然比未照射者低；但儲存後期，因未照射之薯塊生理代謝強，消耗多，故照射處理維生素丙含量較高。整體而言，維生素丙含量隨儲存時期增加而不斷遞減，此與 Burton (1966) 所述者一致。

照射馬鈴薯去皮後比未照射者易發生褐變 (如圖 11)。其中過氧化酶及多元酚氧化酶活性經測定，發現過氧化酶在莖端 (Stem end) 部份之活性以照射者較高 (圖 12)，但測定整個薯塊之過氧化酶活性，照射似乎無顯著差異。多元酚氧化酶之活性，照射前後變化不大。總酚類化合物之含量變化由圖 13 可見。儲存期間酚類化合物總含量遞增，照射處理更促進累積速度，此結果與 Ghanekar (1983) 者相似。Ghanekar (1983) 進一步指出，照射使 ferulic acid 及一些未確定之酚類化合物顯著增加，但反使 total chlorogenic acid isomers 減少。