

# 白米之包裝與貯藏新技術的發展研究

## DEVELOPMENT OF NEW PACKAGING AND STORAGE TECHNIQUES FOR REFINED RICE

戴志成 方登禮 傅遠鴻 盧滿美



### 食品工業發展研究所

研究報告第一一四號 (食品工程之8)

中華民國六十七年二月印行



# 白米之包裝與貯藏新技術的發展研究

## Development of New Packaging and Storage Techniques for Refined Rice

### 目 錄

|                 |    |
|-----------------|----|
| 一、摘要            | 3  |
| 二、前言            | 4  |
| 三、實驗材料與方法       | 4  |
| (一)實驗材料         | 4  |
| 1 包裝材料          | 5  |
| 2 原料            | 5  |
| (二)實驗方法         | 5  |
| 1 包裝材料特性試驗      | 5  |
| 2 包裝方法與包裝過程     | 7  |
| (三)不同貯藏條件適合性之比較 | 7  |
| (四)品質檢查方法       | 7  |
| 四、結果與討論         | 9  |
| (一)包裝材料特性       | 9  |
| (二)包裝方法適合性      | 10 |
| (三)不同貯藏條件適合性之比較 | 10 |
| (四)貯藏期間水分含量之變化  | 12 |
| (五)脂肪與脂肪酸度之變化   | 14 |
| (六)白米外觀         | 18 |
| (七)熟飯官能品評       | 22 |
| (八)熟飯之物理性質      | 22 |
| 五、結論            | 22 |
| 六、英文摘要          | 26 |
| 七、參考文獻          | 27 |



# 白米之包裝與貯藏新技術的發展研究

## Development of New Packaging and Storage Techniques for Refined Rice

戴志成 方登禮 傅遠鴻 盧滿美

### 一、摘 要

本實驗藉適當的包裝材料，利用新的包裝技術，使僅能保存一個月的白米，延長其儲存時間至一年半以上。

適合白米包裝的柔軟性包裝材料，不但具有防止水蒸汽及氣體透過，而且還特別具有機械強度大之條件。包裝材料的厚度往往會影響包裝材料特性之好壞，特別在機械強度方面。在本實驗中採用三種積層材料：NYLON6/PE(113.2 $\mu$ )，PET/PE(98.9 $\mu$ )及PET/CPP(68.3 $\mu$ )，其中以NYLON6/PE之機械強度為最好，PET/CPP較差。不過，上列包裝材料的厚度對白米包裝都不理想，最理想之厚度應為138 $\mu$ 以上(由國外重包裝袋經初步實驗證明其物理及化學性質較上列材料佳)。在化學特性方面，這三種材料彼此並無顯著差異，同時對白米包裝與貯藏影響不大，因此這三種材料比較適於白米之包裝。再者，五十加侖鐵桶，因質硬且可密封，也適合作白米充氣包裝容器。

採用三種新包裝方法：真空包裝、充氮氣及二氧化碳包裝。其中充填二氧化碳包裝者，由於二氧化碳會被白米吸收，形成真空狀態，與真空包裝一樣。經包裝好的白米分別置於高

---

研究計畫：76E164

補助單位：農復會77ARDP-5.1-A-255

研究報告：第114號(食品工程之8)

提出日期：民國六十六年十月廿九日

研究人員：戴志成—食品工業發展研究所食品工程組助理工程師

方登禮—食品工業發展研究所食品工程組副工程師

傅遠鴻—食品工業發展研究所食品化學組副研究員

盧滿美—食品工業發展研究所食品工程組技術員

溫高濕（38℃, 90% RH），室溫（17—30℃，65~85% RH），常溫（25℃，55~65% RH）及低溫（10—12℃，75~85% RH）下貯藏試驗，以比較白米貯藏期間之品質變化。經一年半之試驗，發現以低溫貯藏之白米品質變化最少，常溫及室溫也不大，高溫高濕變化最大，且貯藏二個月後，米質劣變。

以真空包裝的白米分別在室溫、常溫、低溫中已貯藏一年，而以充氮氣及充二氧化碳者在常溫、低溫下放置一年半，白米的外觀色澤均無明顯的差異，水份含量隨貯藏環境不同而略有增減，脂肪稍微減少，脂肪酸度變化雖較大，但將白米煮成熟飯，就飯的色澤、組織及風味予以品評，發現其品質與新米煮成之熟飯並無太大差別，均可以接受。以五十加侖鉄桶充二氧化碳包裝之白米的品質變化更小。假如能夠採用厚度達138 $\mu$ 以上之上列三種包裝材料，白米的品質更能保持不變。

## 二、前 言

稻米為亞洲國家許多人民的主食，且已有悠久的歷史。世界人口逐年增加，對糧食的需求日增，目前，每一國家無不盡力研究糧食的增產。然而，由於農作物的生產，在先天上受到季節性變化的影響及耕地面積的限制，故儘管投下可觀的人力與財力，所能提高的糧食產量仍非常有限。同時在糧食收成以後，如何有效地保存，却容易被忽略。由於不能有效的保存而導致糧食的損失，數量相當可觀，足可抵消增產的努力。故如何研究糧食的有效地長久貯藏，實為當務之急。

本省稻米，連年豐收，各地農會倉庫都有穀倉為滿之患，倉儲問題日益嚴重。由於本省地處亞熱帶，氣候悶熱潮濕，因此稻米不易長期保存。如將稻穀碾成白米，僅放置一個多月，便開始蟲蛀發霉變質。本省習慣上以稻穀儲存，但稻穀存糧，體積較白米約大一倍，若將稻穀碾成白米，以有效的新包裝技術，使白米之貯藏時間延長，而且能保持品質不變，又可直接銷售到消費者家中，特別是軍公教眷屬配糧或部隊用糧，以三個月或半年，甚至一年一次配送，以分散儲存的方法，即可解決倉儲不足之困擾，同時減少作業手續，節省人力與財力。為達此目標，本所在農復會支持下，兩年來致力於新包裝技術的研究，以解決白米之貯藏問題，將白米的貯藏時間由一個多月延至一年以上。

## 三、實驗材料與方法

### (一)實驗材料

#### 1.包裝材料

##### (1)PET/ CPP

##### (2)PET/PE (M.D)

- (3) K Type Cellophane / P E
- (4) Nylon 6 / P E
- (5) P. T Cellophane / P E
- (6) M. T Cellophane / P E / C P P
- (7) M. T Cellophane / P E
- (8) 五十加侖鉄桶

## 2 原料

- (1) 市售普通蓬萊米
- (2) 市售台南五號蓬萊米

## (二) 實驗方法

### 1 包裝材料特性試驗

本實驗所設計之各種塑膠包裝膜料，就下列各性質進行檢查。試驗方法多採用 American Society for Testing & Materials ( 簡稱 A. S. T. M ) 之實驗標準。

| 項目   | 名稱                                        | 標準                                          |
|------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|
| (1)  | 平均厚度 ( Thickness )                        | A. S. T. M D 374                            |
| (2)  | 透明度 ( Clarity )                           |                                             |
| (3)  | 拉張強度 ( Tensile Strength )                 | A. S. T. M 882                              |
| (4)  | 伸長度 ( Elongation )                        | A. S. T. M 828                              |
| (5)  | 撕裂強度 ( Tear Strength )                    | A. S. T. M D <sup>689</sup> <sub>1922</sub> |
| (6)  | 衝擊強度 ( Impact Strength )                  | Spencer Test                                |
| (7)  | 脹破強度 ( Bursting Strength )                | A. S. T. M D 774                            |
| (8)  | 耐折強度 ( Fold Endurance )                   | A. S. T. M D 2176                           |
| (9)  | 彎曲度 ( Stiffness )                         | Handle-0-Meter                              |
| (10) | 封口條件 ( Seal Condition )                   | TAPPI 517                                   |
| (11) | 封口強度 ( Seal Strength )                    | TAPPI 518                                   |
| (12) | 氣體透過速率 ( Gas Transmission Rate )          | A. S. T. M D 1434                           |
| (13) | 水蒸汽透過速率 ( Water Vapor Transmission Rate ) | A. S. T. M E 96                             |

其重要性如下述：

- (1) 厚度：其數值幾乎與包裝材料所有之性質皆有密切關係。
- (2) 透明度：能透視包裝內之商品可收到吸引顧客的效果。
- (3) 拉張強度：若材料用於負載較重之袋子 ( Heavy-duty-bags ) 其拉張強度之數值具重要意義。

(4)伸張度：材料在其破裂前能忍受之最大力量（ Energy），表示具有較佳之強韌性（ Toughness ）。

(5)撕裂強度：在高度包裝機械操作下，要求有較高的撕裂強度；但爲了顧客撕開取食容易，則可採用撕裂強度較低的材料，或在撕裂強度高的材料輔設一撕裂缺口。

(6)衝擊強度：此實驗可表示材料能忍受衝擊之強度（ Dynamic Strength ），如包裝落地撞擊，不會破損之強度。

(7)脹破強度：其實驗值顯示包裝材料之耐脹破性。

(8)耐折強度：其值表示材料之耐久性（ Durability ）。

(9)彎曲度：當材料在機械上操作時，其本身之柔軟性（ Softness）或彎曲（ Limpness ）很重要，硬挺之材料對某些食品之包裝有其需要。

(10)封口條件：此條件包括溫度，壓力與時間等之試驗，其數值對高速包裝機械之操作非常重要。

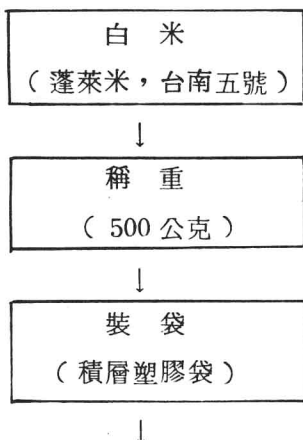
(11)封口強度：封口強度與包裝袋內食品儲藏之安全期有絕對的關係，爲決定包裝完整性（ Integrity ）之主要因素。

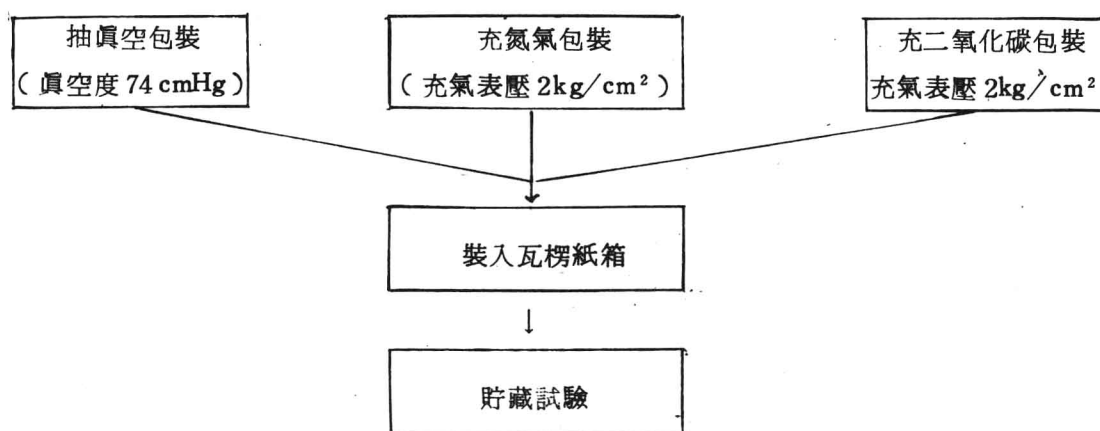
(12)氣體透過速率：當材料應用在真空和充氣包裝，或用來包裝易氧化和有呼吸現象的新鮮食品時，此因素是非常重要的。

(13)水汽透過速率：對於藉包裝防止吸水或失水之內容物，水汽透過速率之防止是很重要的。

## 2 包裝方法與包裝過程

(1)塑膠袋包裝：將每包 500 公克的白米裝入塑膠袋內，利用西德製自動真空充氣封口機（ Vacuum Packaging Machine Top-Vac Super Model ArJO12-6）分別以抽真空、充氮氣及充二氧化碳等三種方法進行包裝。其包裝過程如下：





(2)五十加侖桶裝：將白米裝滿桶內，先行抽真空，繼充二氧化碳或氮氣，迅予封蓋密閉。  
 50加侖鐵桶約可盛裝 200 公斤白米。

#### ㄅ不同貯藏條件適合性之比較

將包裝好之白米放入瓦楞紙箱中，並分別置於下列各種不同溫濕度條件下貯藏，每隔二個月抽樣作米質檢查一次。

- (1)常溫：25℃，55～65 % RH
- (2)室溫：17～30℃，65～85 % RH
- (3)低溫：10～12℃，75～85 % RH
- (4)高溫高濕：38℃，90 % RH

#### ㄆ品質檢查方法

1 水份 (Moisture)：AOAC, Methods of Analysis, (1975) 取樣品 10g 於 105℃ 乾燥至恆量。

$$\text{水份}(\%) = \frac{\text{水份}}{\text{樣品重}} \times 100$$

2 脂肪 (Fat)：AOAC, Methods of Analysis, (1975) 取乾燥過之樣品 5g 用 Soxhlet 裝置抽出脂肪。(溶媒為乙醚)

3 脂肪酸度 (Fat Acidity)：AOAC, Methods of Analysis, (1975) 對 100g 樣品所消耗的 KOH 的 mg 數，稱為脂肪酸度 (mgKOH/100g)

#### 【分析法】

試藥：0.0178 N KOH 標準溶液 (1ml = 1mg KOH)

粉碎樣品 10g ± 0.01g + benzene 50ml → 三角瓶 → 攪拌 30min → 過濾 → 取過濾液 25ml + 酒精 25ml + 酚酞指示劑 5 滴 → 以 0.00178 N KOH 溶液滴定之 (V ml)

$$\text{脂肪酸度} = V \text{ ml} \times \frac{1}{10} \times \frac{50}{25} \times 100$$



#### 4. 顏色

使用 Hunter Lab color difference meter ( Model D25 Hunter Association Laboratory Fairfax Va. L.S.A. ) 測定米外部之顏色，以 Hunter Lab Standard No.2231 (  $L_L = 92.9$   $a_L = -0.5$   $b_L = -0.4$  ) 標準，測定 L.a.b. 值。

#### 5. 熟飯品評方法：

- (1) 熟飯炊煮條件：白米 300 公克，水 450 毫升加入大同電鍋中，外鍋加水 150 毫升，約 30min 熟飯完成。
- (2) 品評人員：為本所對食品品評具有經驗的同仁 12 人所組成。
- (3) 品評標準：為 10 分制，10 ~ 9 分最喜歡，8 ~ 7 喜歡，6 ~ 5 可以接受，4 分以下不能接受。將品評人員所評分數求平均值。
- (4) 品評項目：熟飯之顏色、風味及組織之品評。

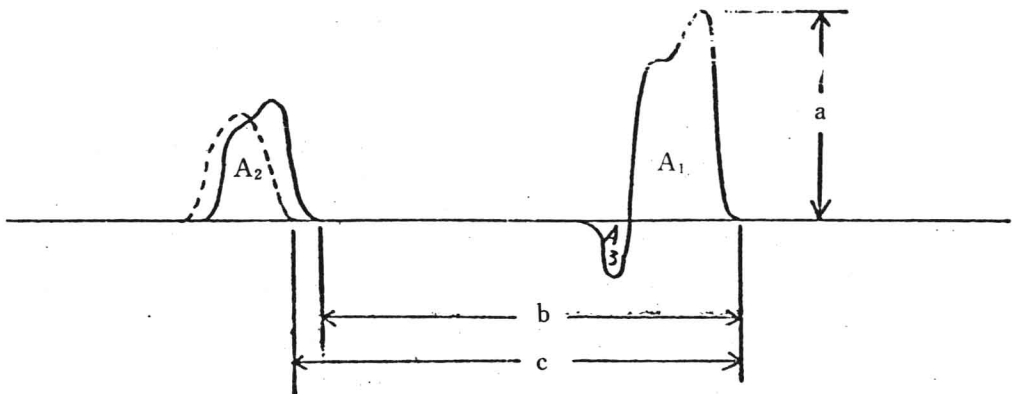
#### 6. 熟飯之物理性質測定：

- (1) 熟飯炊煮條件與上項方法相同。
- (2) 儀器：使用日本 Zenken Texturometer GTX - 2
- (3) 測定條件：用高度 18mm 樣品盛裝於直徑 70mm 的杯式 ( Cup ) 托盤 ( platform ) 上，在室溫 ( 約 24℃ ) 下測定。咀嚼頭 ( plunger ) 直徑 18mm Chart，速度 750 mm/min，Bite 以低速 6 次/min，運轉電壓控制 1 伏特，每樣品測定 6 次以上，求其平均值。
- (4) 物理性質之表示方法：下圖表示使用 Texturometer 測定所得之典型曲線，曲線由右至左，面積  $A_1$ ，表示 First Chew， $A_2$  表示 Second Chew，各物理性質之數值由下式計算之：

硬度 ( Hardness ) = a 值 ( kgw / v )

凝聚度 ( Cohesiveness ) =  $A_2 / A_1$

彈性 ( Springiness ) =  $C$  [ 標準值 ( Standard Value ) ] -  $b$  [ 測定值 measurement ( mm ) ]



粘度 ( Adhesiveness ) =  $A_3$  值 - Value (  $\text{cm}^2$  )

## 四、結果與討論

### (一)包裝材料特性

本實驗採用各種包裝材料而設計了七種積層包裝材料，並經十二項物理與化學特性試驗，而選用機械強度極佳，與適合用在真空與充氣包裝食米之材料計有 PET/PE, PET/CPP 及 NY6/PE 等三種材料，今將此三種材料之各項主要特性分述如下：

1. 厚度：此三種材料之主要成份 PET ( polyester )、CPP ( Cast poly-propylene ) 及 Nylon 6，目前均仰賴國外進口，故厚度無法符合設計之要求，且 PET/CPP 之總厚度僅有  $68.3\mu$ ，食米施以真空包裝時，米之表面某一尖銳菱角易將包裝袋穿破。但 NY6/PE (  $113\mu$  ) 與 PET/PE (  $98\mu$  ) 此兩種較厚的材料則不易穿破。經由所收集各種厚度材料試驗結果顯示，該材料之總厚度應在  $138\mu$  以上，才合適。
2. 透明度：所採用三種材料的透明度的優劣順序為：PET/CPP > PET/PE > NY6/PE。透明度較佳之包裝材料能增加食米外觀效率，能吸引顧客之購買欲。
3. 拉張強度：三種積層袋中，以使用 NY6/PE 袋之抗拉張性最好，PET/CPP 次之，PET/PE 稍小，同一種材料，其橫斷方向 ( Transverse Direction ) 之抗拉張性比順機械方向 ( Machine Direction ) 高，亦表示順機械方向受拉張易斷。
4. 伸長率：三種包裝袋之伸長率之情形比較跟上述優劣順序相同。
5. 撕裂強度：因 PE 及 CPP 兩膜料之撕裂強度較高，故三種包裝材料中依次為 PET/CPP > PET/PE > NY6/PE。
6. 衝擊強度：其衝擊強度依次為 NY6/PE > PET/PE > PET/CPP。
7. 脹破強度：以 NY6/PE 為最大，PET/PE M.D 為次之，PET/CPP 最小。
8. 耐折強度：三種積層材料之耐久性非常好，耐折次數都超過 20,000 次以上。
9. 彎曲度：因單層膜料之 polyester 之彎曲度為最低，又 PE M.D 較 CPP 高，三層積層材料中，以 NY6/PE 最大，其次為 PET/PE M.D，以 PET/CPP 為最低。
10. 封口強度與封口條件：為試驗時間對封口強度變化程度，吾人依照 TAPPI 517 方法在封口一天後，十天後，及三個月後，各進行一次試驗其強度以觀其變化，採用七種溫度，二種壓力，二種時間 ( 250, 260, 270, 290, 300, 320, 350 °F ; 30、40psi ¼ 秒 ) 組合成二十八個封口條件，從中求出最好之封口條件。經實驗結果，以十天後與三個月後之封口強度並未有顯著變化，若以十天後之實驗結果為準，三種積層袋，其最優封口條件如下表：

|   | 材料項目<br>Film types | 封口條件<br>Seal Condition |     |     | 封口強度<br>Seal Strength ( g/mm ) |
|---|--------------------|------------------------|-----|-----|--------------------------------|
|   |                    | °F                     | psi | sec |                                |
| 1 | PET/CPP            | 350                    | 30  | ¼   | 177.06                         |
| 2 | PET/PE M.D         | 350                    | 40  | ¼   | 233.46                         |
| 3 | NY6/PE             | 320                    | 40  | ¼   | 212                            |

上列三種材料中，②③項之積層袋之內層都為PE，故其封口強度很好，符合本實驗之要求，但①項積層之內層為CPP，故封口強度較差。

11.氣體透過速率：三種包裝材料之防氧氣及二氧化碳透過性尚佳，其氧氣透過速率在  $0.8 \sim 7 \text{ cc/m}^2$  (24hrs. 1 atm 23°C, 0% R.H.) 之間，均適合用來作真空或充氣之包裝袋。

12.水汽透過速率：此三種材料之防水蒸汽透過性，以PET/CPP及PET/PE M.D.較佳，其水蒸汽透過速率，在  $14 \sim 24 \text{ (gm/m}^2 \cdot 24\text{hrs., at } 37.8^\circ\text{C, } 90\% \text{ R.H.)}$  之間，而NY6/PE因其中NYLon6具親水性，故其水蒸汽透過速率較高 ( $20 \sim 30 \text{ gm/m}^2 \cdot 24\text{hrs. 1 atm at } 37.8^\circ\text{C, } 90\% \text{ R.H.}$ )，不過，其與PE積層對米包裝之吸水或失水影響不大。諸積層塑膠包裝材料的特性列於表一。

#### (二)包裝方法適合性：

本實驗所採用白米新包裝方法分別為真空、充二氧化碳及充氮氣等三種。在這三種包裝方法中，經過一年以上的貯藏試驗，其結果得知，它們對米的品質並沒有很明顯的差別。僅從包裝體積論，真空包裝可使白米與塑膠袋緊密接觸，因此可得到結實的包裝，減少水汽移動，防止白米在袋內移動；充二氧化碳的方法是先將塑膠袋內之空氣利用真空充氣封口機，將其抽出，繼將二氧化碳充入隨即密封。由於白米能將二氧化碳氣體吸收，故經包裝後約24小時，二氧化碳便完全被吸收，整個包裝袋與白米呈現緊貼現象，形狀與真空包裝相似。如果希望整個包裝袋呈一定的形狀時，可以在二氧化碳還未被完全吸收之前，將整個包裝袋放進經設計之模型中，使它逐漸緊縮成所希望形狀。此種包裝方法與真空包裝方法一樣，不但能減少包裝袋佔有的體積，而且對運輸、貯藏及攜帶都較便利。

另外對於充氮氣包裝方法，因為氮氣不會被吸收，且包裝袋內部份容積被氮氣所佔有，既減少容量，也增加體積，同時也增加運輸、貯藏及攜帶不便。

對於一般包裝 (air packaging) 白米的方法，僅能作短期貯藏，在貯藏六個月以後，白米便漸漸開始有蟲蛀及異味發生，同時白米之脂肪與脂肪酸變化也較大。因此，白米之長期貯藏不宜採用一般包裝的方法。

#### (三)不同貯藏條件適合性之比較

表一 積層塑膠包裝材料特性

Table 1. Properties of packaging laminates.

| 積層材料種類                                       |                 | PET/CPP                   | PET/PE(M.D)               | NYLON6/PE                 |
|----------------------------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 積層材料特性                                       |                 |                           |                           |                           |
| 平均厚度 ( $10^{-6}\text{m}$ )                   |                 | 68.3 $\mu$                | 98.9 $\mu$                | 113.2 $\mu$               |
| 透明度                                          |                 | 透 明                       | 半 透 明                     | 半 透 明                     |
| 拉張強度 ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ )             | M.D             | 308.13                    | 226.81                    | > 331.92                  |
|                                              | T.D             | 345.95                    | 236.44                    | > 360.65                  |
| 伸長度 ( % )                                    | M.D             | 99.16                     | 54.84                     | > 41.16                   |
|                                              | T.D             | 112.85                    | 100.66                    | > 43.03                   |
| 撕裂強度 ( $\text{mg}$ )                         | M.D             | > 108.00                  | > 84.00                   | > 76.00                   |
|                                              | T.D             | > 55.67                   | > 79.20                   | > 91.20                   |
| 衝擊強度 ( $\text{Kg}-\text{cm}$ )               |                 | > 7.00-10.00              | > 10.00-12.20             | > 13.00                   |
| 脹破強度 ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ )             |                 | 2.60                      | 3.31                      | > 3.35                    |
|                                              |                 | ※( 2.60 mil )             | ( 3.38 mil )              | ( 4.53 mil )              |
| 耐折強度                                         |                 | > 20,000(700g)            | > 20,000(700g)            | > 20,000(700g)            |
| 彎曲度 ( $\text{gm}$ )                          | M.D             | 232.00                    | 772.00                    | 1,032.00                  |
|                                              | T.D             | 512.00                    | 742.00                    | N.D.                      |
|                                              |                 | 40 psi $\frac{1}{4}$ sec. | 40 psi $\frac{1}{4}$ sec. | 40 psi $\frac{1}{4}$ sec. |
| 封口條件                                         |                 | 250-320 °F                | 250-320 °F                | 250-320 °F                |
| 氣體透過速率                                       | CO <sub>2</sub> | 43.41-49.22               | 13.75-20.80               | 30.35-36.10               |
| ( $\text{CC}/\text{m}^2$ 24hrs atm At 23°C,  |                 |                           |                           |                           |
| 0%RH )                                       | O <sub>2</sub>  | 0.84-2.65                 | 0.92-6.93                 | 1.77-5.77                 |
| 水蒸汽透過速率                                      |                 |                           |                           |                           |
| ( $\text{gm}/\text{m}^2$ 24hrs atm At 37.8°C |                 |                           |                           |                           |
| 90 % RH )                                    |                 | 24.00-24.60               | 13.82-21.54               | 25.07-30.95               |
| 封口強度 ( $\text{g}/\text{mm}$ )                |                 | 177.06                    | 233.46                    | 212.00                    |

※測定脹破強度時之平均厚度

§ 測定耐折強度時之負荷重量

將各種包裝方法包好之白米放入瓦楞紙箱中，並分別置於常溫（25℃，55~65% RH）、室溫（17~30℃，65~85% RH）、低溫（10~12℃，65~85% RH）及高溫高濕（38℃ 90% RH）下貯藏一年以上，經檢查白米的品質結果（見下列米品質變化圖表）顯示，以低溫貯藏之白米品質變化最少；常溫及室溫也很小；高溫高濕者變化最大，且貯藏二個月時間，便開始長霉，有異味而米質劣變。就經濟性來說，以室溫貯藏較為合適，因為不需要特別設備，也節省貯藏費用。同時，可將白米貯藏期自一個多月延長至一年以上，保持米質良好。低溫與常溫貯藏雖能保持良好米質，但是它們之設備費與貯藏期間之維護費用較高，頗不合算。

#### 四貯藏期間水份含量的變化

白米在貯藏中之水份是隨環境條件不同而變化，即是置於濕度高低不同的地方，則有吸收水份與放出水份現象發生，直至白米水份與該環境之濕度達到平衡為止，如果採用防水蒸汽透過性佳之包裝材料就不會有上列情況發生。同時白米貯藏效率與水活性（water activity）有密切關係，其水活性過高則不易貯藏，最好在 0.60 ~ 0.64 時較易貯藏。

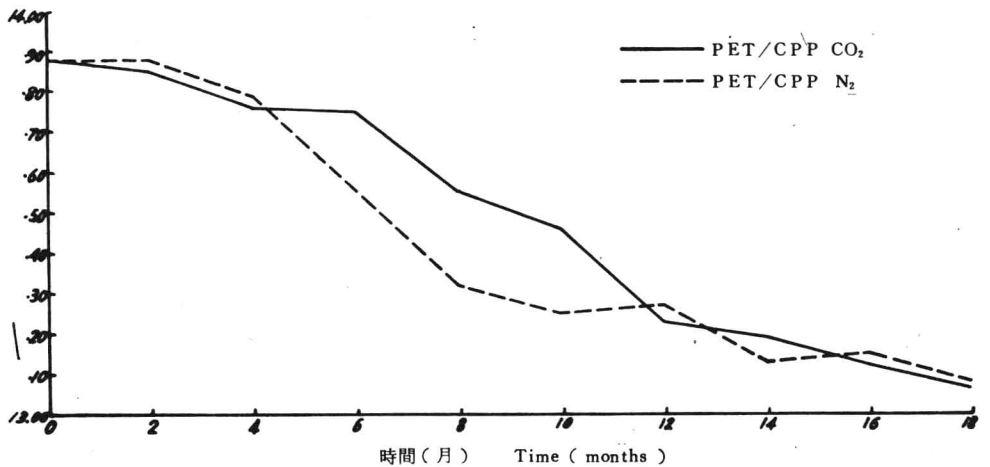


圖 1 精白米（普通蓬萊米）在常溫貯藏中水份的變化（以 PET/CPP 袋包裝）

Fig. 1. Moisture changes in milled rice after storage at ordinary temp.

( 25 °C , 55 ~ 65 % RH ) ( packaged in PET / CPP bags )



由圖 1 至 5 所示，白米所用各種包裝材料及不同包裝方法置於不同條件下貯藏，水份之變化情形，在於濕度高的地方，其水分隨貯藏時間而輕微增加，但於低濕度下則稍減少，同時所用之包裝材料及方法彼此差異不大。雖然白米含水份在貯藏前後有輕微增加或減少，但都沒有顯著差別，若白米沒有包裝，將其置於不同的溫濕度下，則白米貯藏前後之水份變化極大，例如於低溫 $5^{\circ}\text{C}$ ， $50\% \text{ RH}$  下保存 90 天後，其水份從 $16\%$ 減少至 $11\%$ ，減少了 $5\%$ （日本食糧研究所）。於空氣中一年後，其水份從 $10.4\%$ 增加到 $13.1\%$ ，增加了 $2.7\%$ （Food Technology March 1972）。

白米採用 PET/CPP 袋以充填二氧化碳與充填氮氣兩種包裝方法，經過一年半置於各種不同溫濕度條件下貯藏試驗，其水份含量變化之結果置於常溫（ $25^{\circ}\text{C}$ ， $55 \sim 65\% \text{ RH}$ ）下貯藏，由圖 1 知前者僅減少 $0.82\%$ ，後者減少 $0.8\%$ ，而置於低溫（ $10 \sim 12^{\circ}\text{C}$ ， $75 \sim 85\% \text{ RH}$ ）下，則分別增加了 $0.54\%$ 及 $0.6\%$ （圖 2），高溫高濕（ $38^{\circ}\text{C}$   $90\% \text{ RH}$ ）下，僅貯存二個月水份就分別增加了 $0.4\%$ 及 $0.43\%$ ，同時已生霉及有異味發生。採用 50 加侖鐵桶，以充填二氧化碳包裝，於室溫（ $17 \sim 30^{\circ}\text{C}$ ， $65 \sim 85\% \text{ RH}$ ）下一年，其水份變化極少（由圖 2 示之）。

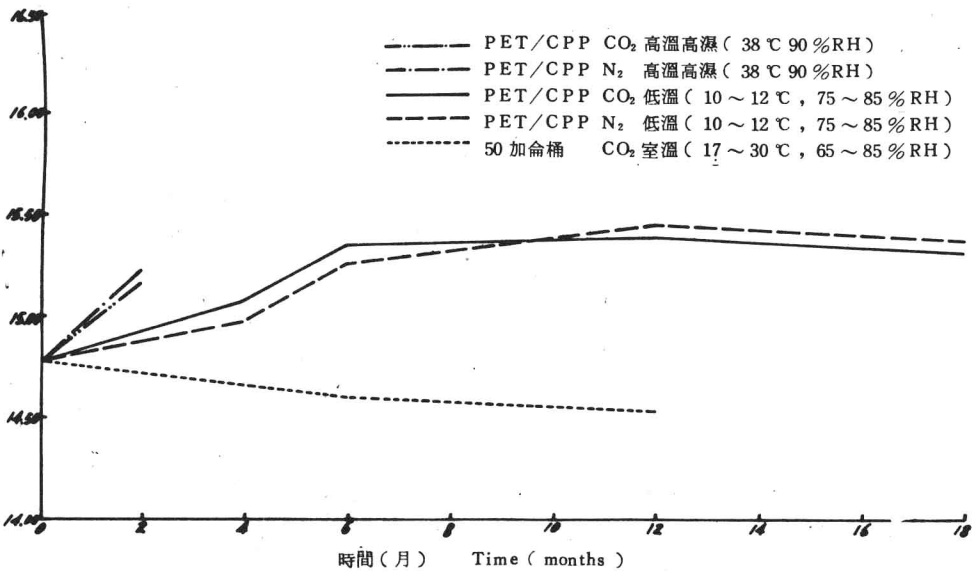


圖 2 精白米（台南五號新竹地區）在各種不同條件下貯藏水分的變化（以 PET/CPP 袋及鐵桶包裝）

Fig 2 Moisture changes in milled rice after storage at difference storage conditions (packaged in PET/CPP bags and iron containers)

用PET/PE(M.D)與NY6/PE袋以充填二氧化碳與真空包裝方法的白米經一年貯藏試驗之結果，其水份含量變化於常溫下（由圖3示）平均減少了0.37%，而室溫與低溫下變化極少（圖4與5）。但是用NY6/PE袋以一般包裝白米分別置於常溫、室溫八個月及低溫一年之貯藏試驗，其水分含量變化之結果（圖3、4、5）較充填二氧化碳及真空包裝稍大。

#### (五)脂肪與脂肪酸度之變化

糙米含脂肪約2%，白米含1%左右，胚芽約含20%。從糙米碾成白米時，其脂肪隨而損失，碾米越白或時間越長，則脂肪的損失愈多，例如：碾白率10%之白米其脂肪為1.86%，80%者為0.65%，100%者約為0.46%以下。在不同品種與不同地區所生產之白米，其所含之脂肪多寡，也有所不同，同時脂肪酸度也有上列同樣情況產生，一般白米含脂肪酸度大約20mg KOH/100g左右。

白米在貯藏期間內由於其本身消化、呼吸及氧化等之作用，往往會發生若干化學變化，對於白米品質之改變有重大影響，特別是白米之脂肪會自動酸化而生成脂肪酸度，因此脂肪隨白米保存日數增加而慢慢減少，脂肪酸度則慢慢增加。鑑於上項因素，在本計劃中設計了幾種氧氣透過性較小之積層包裝袋，且充填惰性氣體（二氧化碳或氮氣），或真空包裝，使白米在貯藏期內停止氧化而形成冬眠狀態，儘量防止其脂肪與脂肪酸度之變化，而保持其品質良好。

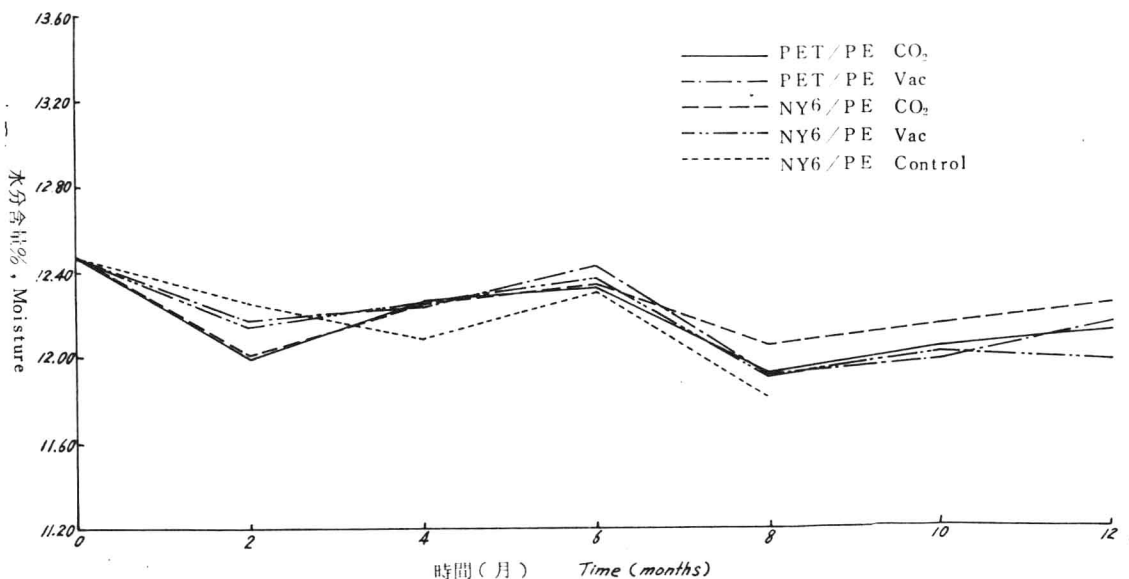


圖3. 精白米（台南五號新竹地區）在常溫（25℃，55～65%RH）貯藏中水份的變化（以PET/PE及NY6/PE袋包裝）

Fig. 3. Moisture changes in milled rice after storage at ordinary temp. (25℃, 55～65%RH) (packaged in PET/PE and NY6/PE bags)

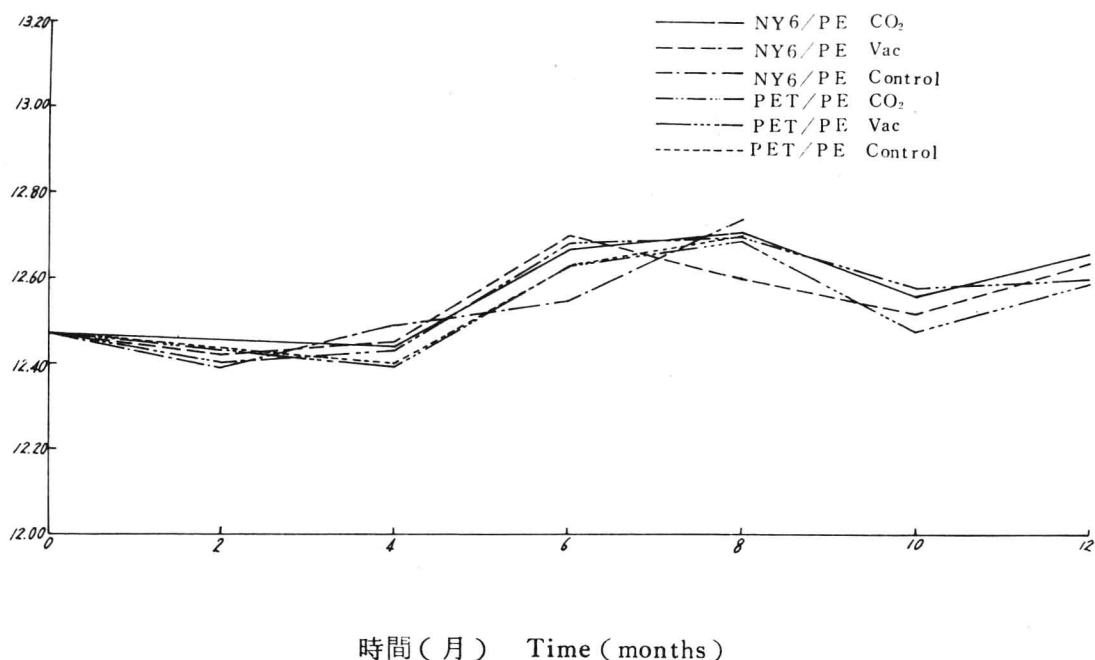


圖 4. 精白米(台南五號新竹地區)在室溫(17~30 °C, 65~85 % RH)貯藏中水分的變化(以 PET/PE 及 NY6/PE 袋包裝)

Fig. 4. Moisture change in milled rice after storage at room temp. (17~30 °C, 65~85 % RH) (packaged in PET/PE and NY6/PE bags)

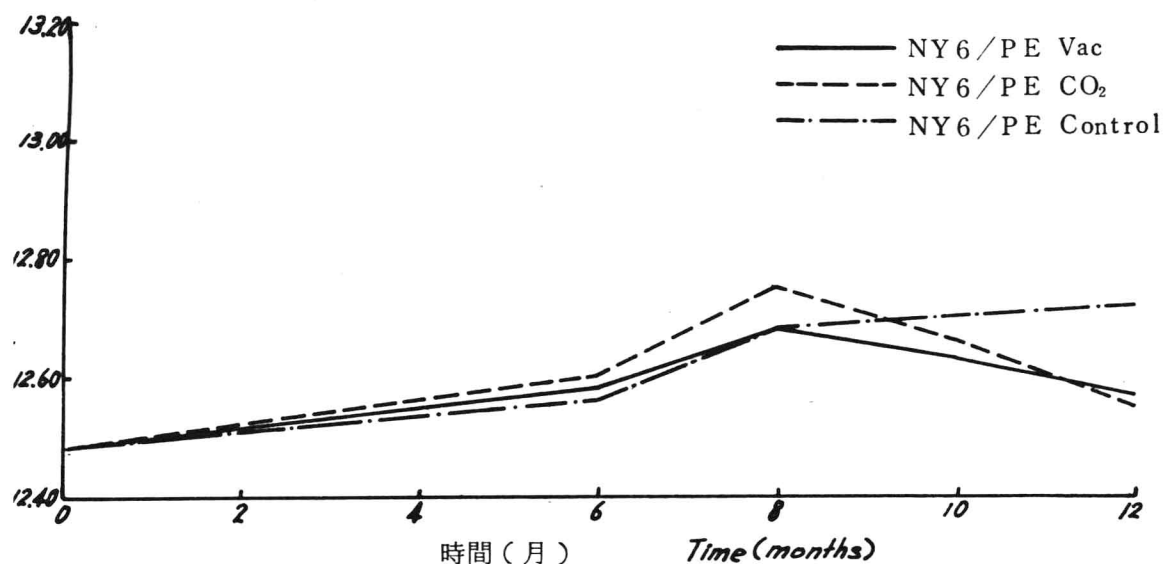


圖 5. 精白米(台南五號新竹地區)在低溫(10~12 °C, 75~85 % RH)貯藏中水分的變化(以 NY6/PE 袋包裝)

Fig. 5. Moisture change in milled rice after storage at Low temp. (10~12 °C, 75~85 % RH) (packaged in NY6/PE bag)

由表二得知，PET/ CPP袋包裝白米，且充填氮氣或二氧化碳，分別置於常溫、低溫一年半，高溫高濕二個月，及50加侖鐵桶裝白米充入二氧化碳於室溫一年之貯藏試驗，其結果顯示，於高溫高濕下之白米，其脂肪減少與脂肪酸度增加較大，且僅貯存二個月後，充氮包裝之白米，脂肪從0.48%降至0.32%，脂肪酸度從22.50 mg KOH/ 100g 增至 114.30；以充二氧化碳包裝其脂肪從0.48%降至0.30%，脂肪酸度從22.50 mg KOH/ 100g 增到 98.00；但是於低溫下貯藏之白米，其脂肪減少最小，50加侖鐵桶裝之白米次之，常溫下較多；同樣地白米在低溫下貯藏之脂肪酸度增加較少，常溫及室溫（50加侖裝）略多，不過將該米煮成熟飯，就其顏色、風味及組織予以品評，均可接受，同時就其熟飯物理性質測定跟新米比較，差異不大。

表二 精白米在貯藏期間脂肪與脂肪酸度的變化（以PET/ CPP袋包裝）  
 Table 2. Changes of fat Contents and fatty acid in during storage  
 of milled rice ( packaged PET/ CPP bags )

| 貯藏條件                                        |    | 包裝方法               | 氮 氣  |              | 二 氧 化 碳 |              |
|---------------------------------------------|----|--------------------|------|--------------|---------|--------------|
|                                             |    | 檢 查 項 目<br>貯藏時間(月) | 脂 肪  | 脂 肪 酸 度      | 脂 肪     | 脂 肪 酸 度      |
|                                             |    |                    | %    | mg KOH/ 100g | %       | mg KOH/ 100g |
| 常溫（普通蓬萊米）<br><br>( 25℃ 55 ~ 65 % RH )       | 零  | 時                  | 0.66 | 20.20        | 0.66    | 20.20        |
|                                             | 二  |                    | 0.63 | 27.50        | 0.62    | 31.20        |
|                                             | 四  |                    | 0.60 | 35.00        | 0.58    | 37.72        |
|                                             | 六  |                    | 0.53 | 43.60        | 0.54    | 44.38        |
|                                             | 八  |                    | 0.50 | —            | —       | —            |
|                                             | 十  |                    | —    | 58.40        | 0.48    | 58.30        |
|                                             | 十二 |                    | 0.46 | 65.70        | 0.43    | 63.58        |
|                                             | 十四 |                    | —    | 72.60        | —       | 69.10        |
|                                             | 十六 |                    | 0.38 | —            | 0.38    | 76.44        |
|                                             | 十八 |                    | 0.35 | 88.10        | 0.36    | 80.15        |
| 低溫（台南五號）<br>( 10 ~ 12℃<br>75 ~ 85 % RH )    | 零  | 時                  | 0.48 | 22.50        | 0.48    | 22.50        |
|                                             | 四  |                    | 0.45 | 23.34        | 0.46    | 24.34        |
|                                             | 六  |                    | 0.43 | 37.14        | 0.44    | 33.64        |
|                                             | 十二 |                    | 0.41 | 45.00        | —       | 42.17        |
|                                             | 十八 |                    | 0.40 | 51.80        | 0.43    | 53.15        |
| 室溫（50加侖鐵桶裝）<br>( 17 ~ 30℃<br>65 ~ 85 % RH ) | 零  | 時                  |      |              | 0.48    | 22.50        |
|                                             | 六  |                    |      |              | 0.45    | 47.35        |
|                                             | 十二 |                    |      |              | 0.42    | 72.17        |
| 高溫高濕<br>( 38℃ 90 % RH )                     | 零  | 時                  | 0.48 | 22.50        | 0.48    | 22.50        |
|                                             | 二  |                    | 0.32 | 114.30       | 0.30    | 98.00        |