

糧食貯藏的科學管理

忻介六 著

一九五〇年九月出版

序

今年三月中央政務院發佈關於「統一公糧收支保管調度的決定」，對於公糧保管，特別指出：「……應特別注意防虫，防霉，防盜，防特與防火，提倡科學保管方法，……」可見人民政府對於公糧科學保管方法的重視，而華東區糧食局對於此項工作進行尤為積極，著者十餘年來在江西及重慶時期曾研究及提倡此項工作，二月前蒙該局負責這方面工作的亢若梁同志驟然來訪，索閱關於糧食貯藏保管方法方面的參考材料，深受感動，感覺在國內尚無此項有系統的書籍，故特不揣鄙陋，重新整理舊有發表文字，並參酌最近國內外材料，抽暇編述本書，或可聊供各地糧政工作同志的參考，但是掛漏謬誤之處，在所難免，是則有望於海內賢達及讀者之指正，與夫著者日後之修正也。

析介六識

1950年7月7日深夜於上海

目 錄

序

第一章	概況	1
第二章	中國糧食貯藏的歷史	3
第三章	中國固有的糧食貯藏方法	7
第四章	糧食品質在貯藏期中的變化	9
第一節	溫度與糧食貯藏的關係	9
第二節	糧食含水量與貯藏的關係	18
第三節	糧食的千粒重及容積重與貯藏的關係	21
第四節	米的吸收能力及吸水膨脹能力與貯藏的關係	23
第五節	米的剛性及碾磨虧耗與貯藏的關係	24
第六節	米的餵飲增量，飯的食味及糊的粘性與貯藏的關係	25
第七節	米的發芽力與貯藏的關係	27
第九節	米穀的酵素活力與貯藏的關係	28
第八節	糙米的維他命B與貯藏的關係	29
第五章	糧食的密閉貯藏	30

第六章	糧食的包裝與堆積方法.....	34
第七章	糧食及倉庫的乾燥.....	39
第一節	稻穀的乾燥.....	39
第二節	糙米的乾燥.....	44
第八章	糧食貯藏的科學管理	54
第一節	糧倉的合理修建.....	54
第二節	糧倉的科學管理.....	66
第九章	糧倉中的害虫鼠類及微菌的防治	73
第一節	糧倉害虫的種類和防治.....	73
第二節	鼠類的防治.....	84
第三節	微菌的種類和防治.....	88
第十章	參攷文獻.....	93

第一章

概 說

糧食貯藏在軍事上有重大的意義，在安定糧價調節民食上亦極為重要。而為完成軍事上及調節民食上的任務，實以糧食能安全貯藏為先決條件。而從糧食增產一點來說，若糧食能安全貯藏，防止糧食受害虫微生物鼠害及變質霉爛等的損失，則此安全貯藏的結果與所謂增加糧食生產的結果相同。

糧食在貯藏期內的損失可分為受害虫及鼠類的侵害而發生的數量上的損失（量的損失），與由微生物發熱及霉爛等糧食品質劣變所引起的品質上的損失（質的損失）的二種。糧食在貯藏期內美國每年受害虫的損失，據 R. T. Cotton 及 N. E. Good 兩氏報告，至少在三億美元以上。日本每年損失據日本農務省報告為二百萬石。我國每年損失據民國十一年農商部統計為一萬萬元。以上僅就『量的損失』而言，在實際上『質的損失』較『量的損失』尤為嚴重，日本人估計日本每年糧食貯藏期內所受的損失，約糙米三百萬石，約佔全國稻穀年產量六千萬石的百分之五。我國產稻穀及小麥數量，據前中央農業實驗所一九三五年的估計，每年約稻穀為八萬七千萬市担，小麥為四萬萬市担，貯藏管理方法及倉庫建築既不如日本，損失率當必更大。就是退一步依照年產稻穀八萬萬市担，小麥四萬萬市担，損失百分之五計算，年約損失稻穀四千萬市担，小麥二千萬市担。所以假若能够用科學的管理方法來防止這個糧食在貯藏期內的六千萬市担的損失，就是等於增加六千萬市担的生產量，這個六千萬市担的數量實可抵消從前我國每年輸入洋米及洋麥的數量的大部份，就可知道這對於國計

民生是如何重要了。（歷年來我國洋米入口數量最多年份爲一九三五年，曾達¹2,093,903噸，上海洋米入口數量最多年份爲一九四九年，竟達5,521,504石

•)

第二章

中國糧食貯藏的歷史

人類自有農業，耕種五穀以來，就知道年歲有豐歉，而想貯藏豐年剩餘的糧食，以備荒年的不足，就是糧食貯藏是與人類之有農業同時開始的。但是由政府的力量有組織的貯藏糧食而有歷史可考證的，則是春秋時代的事了。茲略述我國歷代糧食貯藏制度的大概如下：

(一) 春秋的時候，管仲倡議「輕重斂散」之說，其要點：

「歲適美，則市糶無予（是說無法賣出），而狗彘食人食，歲適凶，市糶釜十鎰，而道有饑民。……夫民有餘則輕之，故人君歛之以輕，民不足則重之，故人君散之以重。」

這個辦法就是人君穀賤時買進，穀貴時賣出，人君有十倍之利，因之國家儲藏既富，人民耕耘的費用以及糧食都可得之於君，富商大賈不得豪奪人民，這就是使利益不歸於商賈，而歸之於人君，且由於輕斂重散的運用，使糧食沒有很貴和很賤的事，得到「準平」的效用。

所以管仲立說的目的，一半在調節民食，一半在藉此營利。

(二) 魏國的宰相李悝也有觀年歲豐歉，由官糶糶之說。

「糶甚貴傷人，甚賤傷農。人傷則離散，農傷則國貧，故甚貴與甚賤，其傷一也。善為國者，使人無傷，而農益勤。」（見杜佑，通典食典食貨第十二輕重及馬端臨，文獻通考市糶考二。）

其辦法是看熟餓的大小，以定糶糶的多寡，就是：

『善平糶者，必謹觀歲有上中下熟，……大熟則上糶三合一，中熟則糶二，下熟則糶一，使人適足，價平則止。小飢則發小熟之所歛，中飢則發中熟之所歛，大飢則發大熟之所歛而糶之。』

這個辦法的目的是專在平準糧價，調節民食，與管仲的兼有藉此營利的目的比較起來，妥善得多了。這個辦法的效果，據史書所載：『雖遇饑饉水旱，糶不貴而人不散，行之魏國，國以富強。』

(三)漢宣帝的時候，數年豐收，糧價大跌，穀賤傷農，成為當時嚴重的問題，所以大司農中丞耿壽昌除奏請糶三輔，弘農，河東，上黨及太原郡穀以供京師外，『又令邊郡皆築倉，以穀賤時增其價而糶以利農，穀貴時減價而糶，名曰常平倉，民便之。』這就是後代常平倉的開始。到元帝的時代，天下大飢，大亂，常平倉因之而廢止。以後歷三國，兩晉及南北朝，常平倉興廢無常。

(四)隋代文帝開皇五年工部尚書長孫操鑒於民食的重要，奏請設立義倉，這是義倉制度的開始。其辦法是：令諸州百姓及軍人勸課，當社共立義倉。於收穫之日，依其所得，勸課出粟及麥，於當社造倉貯藏，即委社司執帳檢校，每年收積勿損敗。其目的是遇荒歉的年歲，當社有饑饉者，即以此穀賑給。所以義倉與常平倉完全不同，常平倉是以糶糴的方法，調節民食，平準糧價，而義倉則是以賑給的方法，救濟貧苦的人民。常平倉是官辦，其糧食是由國家經費購買，而且都設置於州郡，但是義倉則是地方人士管理，其糧食由勸募而來，而且都設置於鄉閭。

其後義倉制度屢有變遷，終致變人民的自由捐助為賦稅，並將當社置倉移設於州縣，並由官吏管理，使義倉的真面目完全傷失。

(五)唐代的倉儲制度是常平倉與義倉並行，而且義倉的辦法與隋代的不同，就是義倉的糧食是用賦稅的方法收集，而於賑給之外，並以借貸的方式，供給種子。其詳細辦法是：

『畝稅二升，粟麥秬稻，隨土地所宜。寬鄉畝以所種，狹鄉據青苗簿而督之，田耗十四者免其半，耗十七者皆免之。商賈無地者，以其戶爲九等，出粟自五石至於五斗爲差，下下戶及災瘡不取焉。歲不登，則以賑民；或貸爲種子，至秋而償。』（見馬端臨：文獻通考，市糴考二）

（六）宋代的倉儲制度除義倉與常平倉外，又有朱熹所行的社倉。

南宋孝宗乾道四年，朱熹的故鄉建寧飢饉，熹乃請於建寧府，向常平倉借米六百石，舉行賑貸。貸者夏受粟於倉，至多加二計息償還。以後逐年舉行，年歲不佳，減其息的一半，大饑則全免之。如此舉行十四年，所得息米以建築倉庫。除以原米償還建寧府倉外，尚餘米三千一百石，即成爲社倉，不再收息，每石祇收耗米三升，因此朱熹故鄉四十五里的地方，雖遇凶年，人不闕食。至淳熙八年，孝宗依朱熹的建議將他手創的社倉辦法，推廣於各州，由州縣支出常平倉的糧食作爲社倉的倉本，由本鄉耆老主持辦理，州縣官吏不得干涉。

（七）元代倉儲係義倉與常平倉平行。

（八）明代倉儲制度可分爲預備倉，社倉及常平倉三種。預備倉等於官辦義倉的性質，並無特點。至於社倉及常平倉以汪道亨所主辦者頗多特點。

汪氏所辦社倉，其倉穀的來源於「本穀」、「義穀」及「息穀」外，加「罰穀」一項，就是對於鄉間犯法及有訟事時收取罰穀，所以社倉兼有司法的作用。此外除舉辦社學外並對鄉間貧窮無告及無力舉行婚喪大事者，予以賑卹，所以這種社倉又兼辦教育及救濟事業。

明代汪道亨所辦常平倉的散穀辦法與歷代常平倉辦法不同，歷代常平倉是祇在饑饉之年，減價而糶，赤貧的人民仍不能享受其利益，但他的辦法，是准許貧民出價糶買，對赤貧者則賑給之。至於商賈富家，希圖營利者，則嚴禁其糶買。

（九）清代倉儲制度亦有義倉社倉與常平倉之分，設於城鎮者稱爲義倉，設

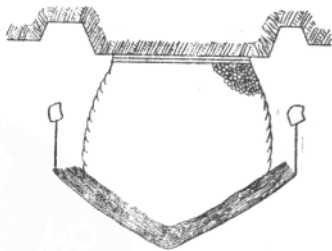
於鄉鎮者稱為社倉，實質上並無區別。清代的常平倉與義倉辦法與前各代大同小異，惟對監督管理較為嚴格而已。及至清代末季，儲政弛廢，民國以來內戰相繼，尤多被各地軍閥挪用，民國十七年內政部頒布義倉管理規則，整理各地倉儲，據內政部發表截止二十一年年底止，全國各地積穀總計二百三十餘萬石，穀款五十萬元，又錢十七餘萬串。其後抗日戰起，各地積穀皆被移作軍用，蕩然無存矣。

第三章

中國固有的糧食貯藏方法

研究糧食合理的貯藏方法之前，實有敘述我國原有貯藏方法之必要。我國各地一般貯藏稻穀及小麥在北方用野外堆積的方法，其法即於屋傍將地面作成稍高的圓形，周圍稍低使成溝渠。在此稍高的地面鋪以高粱或稻草作成座盤，更以高粱或稻草織帶造成圍壁，稻穀或小麥即散放於其中。稻穀或小麥於放入前先在日光下充分乾燥。稻穀堆積愈高則高粱帶亦重疊愈高。待稻穀或小麥堆積完了後，鋪高粱或稻草於其上，並築成如屋頂狀，再用石塊自頂上垂下為錘。周圍高粱或稻草織成帶之闊度為 25—30 公分。此種穀堆之縱斷面下部細小，中部膨大，上部又稍細小，其形狀恰如罐鼓（如第 1 圖）。

關於此種稻穀及小麥之貯藏方法為我國特有，德國 W. Wagner 氏對此有詳細的記載，見『中國農業』（Die Chinesische Landwirtschaft）第 279 頁。我國北方因空氣乾燥而氣溫較低，所以野外堆積不但沒有多大危險，且因所收藏糧食的含水份量為 17 至 18%，由其自然乾燥的結果實較貯藏於完全的倉庫中為佳。然有時亦有變質之虞，



第 1 圖 中國野外堆積穀堆的縱斷面
（據 Wagner 氏）

且有被竊盜及火災的危險，故仍以貯藏於倉庫中爲最佳。

我國南方貯藏稻穀及小麥均堆積於房屋的一隅或倉庫中，鮮有野外堆積的，蓋南方空氣潮溼而多雨，多以闊約四五寸的竹筴的長圓席於房屋之一隅圍成較堆，即所謂圍堆法。較富有而貯量較多的農家則用板倉，即在房屋內用木板隔成小室即廩，將糧食倒入，散堆於板倉中。大量貯藏稻穀及小麥多用此種板倉，鮮有用麻袋包裝而貯藏者。

但貯藏白米除少部有用板倉散堆者外，大都用麻袋包裝，堆積於倉庫中。然農家小量的白米亦常於房屋一角使用圓席圍堆。

農民貯藏糧食的種子則常用酒甕等小口的瓦器，加以封閉後保藏，以避免害虫鼠類的侵害，這個方法實與現今最新的密閉貯藏法的原理相同。

第四章

糧食品質在貯藏期中的變化

以過去方法貯藏糧食，其品質在貯藏期間內總不免發生變化，全國糧食每年不僅受數量上極大的損失，即品質上的損失亦實不少。所以研究糧食的貯藏，由合由的貯藏方法以消滅此種損失，實與增加糧食生產有同等重要的意義。

貯藏稻穀對於害虫及黴菌類較貯藏糙米及白米為安全，所以我國自古貯藏糧食即貯藏稻穀而不貯糙米或白米。但在今日精密研究糧食品質變化時，不是僅專指虫害及黴菌的侵蝕而言，應進而研究其生氣(即發芽力)的有無，營養素酵素以及維他命 B 等的有無損失，以及食味的有否變化等，始知稻穀亦決非能安全貯藏，故就糧食內容的變化而言，貯藏稻穀與貯藏白米實五十步與百步之間而已。故今日欲言糧食的合理貯藏方法，決不能以稻穀貯藏為滿足。

欲施行糧食貯藏的科學管理方法，必需先明瞭糧食在貯藏期內品質變化的情形，茲特摘錄東西學者及作者研究結果，以示糧食在貯藏期內品質變化的一般。

第一節 溫度與糧食貯藏的關係

糧食貯藏中最可厭者莫如其溫度的上昇，蓋溫度的上昇即表示糧食品質的發生變化。而糧食溫度的上昇雖主由於氣溫的上昇，然亦大受糧食呼吸作用，發酵腐敗，及附着於糧食的黴菌與害虫呼吸的作用所生熱力的影響。故糧食的溫度常隨季節，一日中的時刻，倉庫構造，糧食含水量，品質，堆積數量與

狀態，及害虫霉菌等條件而變化。

由倉庫的構造及位置，倉庫內的溫度即生差異，而袋裝米的溫度亦因此不同。故建築倉庫必需選擇高燥的地方，倉庫位置東西長而南北短，周圍多植樹木，特別注意於遮斷西方日光，屋頂及牆壁宜厚，門窗須向北，屋頂須高且須伸出屋外甚長，以防夏季熱度自外部侵入倉內。且屋頂須二層，以防屋頂上的熱氣傳入倉庫內，並能使由屋頂上所熱的空氣易於外出。倉庫內空氣受外氣溫度及溼度影響的程度由倉庫的構造而有差異及遲速，即板倉受外氣影響最甚，竹壁倉（竹壁上塗泥者）次之，水泥倉土倉及磚倉影響最少。外氣的最高溫度達於倉庫內的時間，板倉約在二小時之後，竹壁倉在三小時之後，磚倉在四小時之後。其最高溫以在板倉中為最高，竹壁倉較板倉低一二度，磚倉約低三四度。

德國 P.Grassmann 氏曾於十三個月間就裸麥，裸麥粉，燕麥及豌豆等四種糧食以散堆及袋堆至高二米突而貯藏於冷藏庫中，使庫內溫度在普通零度以下，最高亦不過三四度，以調查冷藏與糧食品質的關係。據調查結果得知貯藏於冷藏庫中的糧食，品質毫未起任何變化，且保持其新鮮的氣味。無論其為散堆或袋堆，品質並不因堆積方法而有任何差異。貯藏於粉末中的裸麥亦毫無變化與損失，其發芽力亦較普通貯藏的裸麥減少較小。且營養力亦不受冷藏任何影響。至二米突高止，散堆與袋堆均能安全貯藏。由此實驗可知麥類可由冷藏得安全貯藏，故稻穀及糙米當亦可應用此原理。故欲建設完備的倉庫，裝置冷藏設備實亦一法也。而在北方選擇寒冷地或山腹等處以建築倉庫亦為一妥善的方法。

溫度與糧食的水分有密切的關係，故溫度愈低貯藏成績愈佳，然若水分少時即使溫度不低，亦無大妨礙。反之，若水分多時，則溫度必須充分低下。茲列舉日本近藤萬太郎氏實驗米的水分與米質及發芽力關係的結果如下：

（甲）由溫度言之，以保持米的發芽力為標準而決定米的水分時，則；

- (1) 攝氏零度時米的水分不妨達至 18%。
- (2) 攝氏 5—15 度時米的水分以至 16% 止為安全，至 18% 亦無大害。
- (3) 攝氏 20 度時米的水分以 14% 為安全。
- (4) 攝氏 25 度時米的水分若為 12% 則甚安全，即至 14% 亦尚可。
- (5) 攝氏 30 度時米的水分非低至 10—12% 不可。
- (6) 攝氏 35 度時米的水分須在 10% 以下。
- (7) 攝氏 40 度時除使米的水分在 10% 外，尚需由乾燥設備使穀物逐漸乾燥。

(乙) 由米的水分言之，以保持米的發芽力為標準而決定貯藏溫度時，則：

- (1) 米的水分在 10—12% 時須貯藏於攝氏 30 度以下。
- (2) 米的水分在 14% 時須貯藏於攝氏 30 度以下，然若於貯藏中裝設乾燥設備，則可貯藏於攝氏 30 度以下。
- (3) 米的水分在 16% 時須貯藏於攝氏 15 度以下，或置於有乾燥設備的攝氏 25 度中。
- (4) 米的水分 18% 時應貯藏於攝氏 10 度以下，若在 5 度以下則更安全。
- (5) 米的水分為 20% 時，需貯藏於零度下始可免米的變質。

以上所述係以米不自空中吸收濕氣為條件，故需將米置於密封狀態下，或濕氣不能自由侵入的倉庫中，使不增加米的水分。

貯藏中的糧食若空氣供給充分時即易發熱，若空氣供給斷絕，則可防止發熱。故糧食密閉貯藏實為防止發熱的一法。然若糧食過濕，且容器內殘留充分空氣而加以密閉，則亦不能防止發熱。若如此則寧可不密閉，俾可使水分自然發散，致糧食自然乾燥，反可防止發熱。

倉庫的開閉與倉庫的溫度有關。通常倉庫外的空氣較倉內空氣寒冷而水蒸氣張力小時，必須打開窗戶，導入外氣至倉內，以調換空氣。即於屋上裝置換

氣設備，由上層抽出倉內的空氣，由下部側面的窗戶使倉外空氣進入至倉內。若能以電力敏活運行排氣與吸氣更佳。反之，外氣溫暖且水蒸氣張力大時則應密閉倉庫，不使外氣侵入。溫暖的外氣含有多量水分，導入倉內時，則比較低溫的空氣接觸倉內的牆壁及地板等，使空氣的溫度下降，水分即附着於牆壁及地板等，致濕潤糧食。反之，導入寒冷而水蒸氣張力小的空氣於倉內時，倉內的空氣，糧食及牆壁地板等使新入的空氣溫暖，故能奪取其水分，倉內的糧食因此得以乾燥。通常在日出前約一小時的時候為最低溫，而水蒸氣張力亦最小。故此時宜打開倉庫的窗戶，由下部急速將寒冷而含水量少的空氣導入倉內，而由屋上將較溫暖而水分多的倉內空氣抽出，使交換倉內空氣。又一日中的最高溫在午後二時，水蒸氣張力最大的時刻亦在二時稍後至日落前二時之間，故午後密閉窗戶，不使窗外空氣進入倉內。又一年中以七八月為最高溫，而水蒸氣張力亦最大，一二月為最低溫而水蒸氣張力亦最小。故貯藏糧食夏季潤濕，在冬季乾燥。根據上述理由，晝間高溫的時候開放倉庫，夜間密閉，實為甚大錯誤，而尤以在夏季為然。故應擇快晴而空氣寒冷的夜間開放窗戶，使倉內冷卻。

糧食堆積愈多，其倉庫溫度及麻袋中糧食溫度亦愈高，而在大倉庫中袋裝糧食堆積高時，由其上中下的位置，溫度即有差異。實地測驗的結果可認有下列的事實：

(1) 倉庫溫度至倉庫上部愈形增高，因此袋裝糧食愈堆積於上部者，其溫度亦愈高。

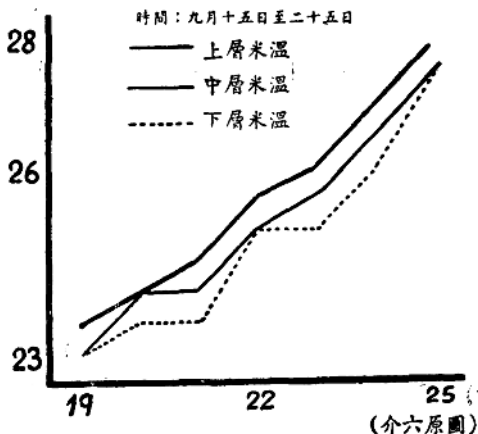
(2) 在夏季離地一尺五寸至二尺間的糧袋，其袋中糧食溫度較倉庫溫度為高，隨至中部及上部倉庫溫之上昇較糧食溫度更大，故倉庫溫度愈至上部反較袋裝糧食更高。但在冬季測定，則袋裝糧食溫度較倉庫溫度為低。

(3) 溼度愈至上部愈形減少。

又作者於民國二十六年負責管理江西省萍鄉軍米時，曾就袋裝米溫度分上中下三層予以測驗，即自最下之第一袋至第三袋為下層，第四袋至第六袋為中層，第七袋以上為上層，此三層米溫之關係如第2圖。由此圖可知上層米溫最高，中層次之，下層又次之。

由上所述可知倉溫多夏皆愈至上部而顯著上昇，故糧溫亦隨之至上部而愈高。而此上昇的比率，倉溫常較糧溫為大，故通常倉溫較糧溫為高。然在夏季堆積於倉庫下部的糧袋中的糧溫亦有較倉溫為高者。一般常認為糧袋堆積愈高，堆積於下部的糧食較在上部者更多發熱

上中下三層米溫之關係



第2圖 上中下三層米溫之關係

，而點高溫，然此種思想實屬錯誤，事實上反在上部者見顯著之高溫。倉庫上部的空氣溫度既如此高昇，故須由換氣及其他方法，以冷却上層的空氣。又倉內濕氣下部特多，愈至上部而愈漸減少，故堆積於下部的袋裝糧食吸收水分最多。因此倉庫下部的空氣務必注意常使其乾燥，實為倉庫管理中極重要的工作。