

# 2013/14年美國玉米出口時之品質報告

文化大學 林慧生教授 譯

## 誌謝

製作一份範圍和寬度這麼廣的報告，以及必須在最短的時間之內完成，需要許多個人和組織的參與。美國穀物協會感謝Centrec 顧問公司的Sharon Bard 博士以及Chris Schroeder 先生在製作這份報告過程中的督促和協調。他們有顧問公司內部的人員跟協助收集數據、分析與撰寫報告的外部團隊專家們的支援。這些外部團隊專家包括Lowell Hill博士、Marvin Paulsen博士與 Tom Whitaker博士。並由伊利諾州作物改進協會 (the Illinois Crop Improvement Association) 的特性保存穀物實驗室(Identity Preserved Grain Laboratory) 以及尚佩恩-丹維爾穀物檢查所(Champaign-Danville Grain Inspection, CDGI) 針對所收集的玉米樣品進行檢測。

我們特別要感謝隸屬美國農業部穀物檢查、屠宰場與牲畜圍欄管理局(U.S. Department of Agriculture's Grain Inspection, Packers and Stockyards Administration) 的聯邦穀物檢查服務處(Federal Grain Inspection Service, FGIS) 所提供無可取代的服務。FGIS提供出口玉米的樣品及其分級與黃麴毒素的檢測結果。FGIS的國際事務辦公室協調取樣的流程。本報告即是依據FGIS的現場工作人員與華盛頓州農業廳收集和提交的樣品撰寫而成。感謝他們在百忙之中抽出時間為我們所做的貢獻。

## 目錄

穀物協會的問候	2
I 本報告之重點	2
II 說明	4
III 品質檢測之結果	5
IV 美國玉米出口體系	16
V 調查和統計分析方法	18
VI 檢測分析方法	22

## 穀物協會的問候

美國穀物協會很高興發表2013/14行銷年度(marketing year)的美國玉米出口時之品質報告，作為對外國買家及其他有關團體的一種服務。

玉米品質對玉米價值鏈中之相關利益關係者包括種子公司、生產者、貿易商、加工業者、運輸業者及使用者是非常重視關心的課題。美國玉米出口時之品質報告是針對美國出口的黃玉米品質，於國際船運的裝貨點採樣，所做的客觀調查。這是本協會新出版二本有關2013年收成的玉米品質報告當中的第二本報告。本協會於2013年12月出版的美國玉米收穫時之品質報告，是調查在農場內新收穫玉米的品質。玉米收穫時之品質報告及出口時之品質報告在採用透明且前後一致的方法下，提供了有關在當前的行銷年度內美國玉米品質的可靠資訊。

2013/14年美國玉米收穫時之品質報告與2013/2014出口時之品質報告，將接續成為與2011年創刊同一系列的第三本年度報告。當這些利益關係者對報告內所呈現的資訊以及美國玉米市場體系在年度之間所發生的變異越來越熟悉時，本協會預期這些報告對此等利益關係者的價值將隨著時間而變得越來越有用。

對玉米價值鏈上包括種子公司、玉米種植者、貿易業者、搬運者、託運者、加工業者及終端使用者等每一個利益關係者而言，品質是他們最為關切的重點。除了及早提供各項分級標準項目與含水量之相關資訊(聯邦穀物檢查服務處每年皆有報告)外，這些報告尚提供之前未曾被揭露的有關品質性狀的其他資訊。

美國穀物協會基於透過貿易致力提昇全球食品安全和相互經濟利益之原則，承諾繼續擴大出口。我們致力於成為一個可信賴的夥伴，以及作為美國生產者和國際購買者之間的一座橋樑，而提供可靠與及時的資訊正是該項努力的基礎。我們相信我們的國際夥伴將會發現美國玉米收穫時之品質報告與出口時之品質報告的內容豐富且很實用，也歡迎使用者批評指教或提問。

真誠的祝福，

夏福

美國穀物協會理事長

2014年4月

# I. 本報告之重點

2013/14的玉米品質皆高於美國第二級的分級標準，此外黃麴毒素及嘔吐毒素含量檢驗結果是非常的低，水份含量高於以前的年度紀錄，化學及物理的性狀與2011/12出口玉米相似，但比2012/13年為低。值得注意的品質屬性項目包括如下：

## 分級項目及水份：

- 2013/14年的平均容重量 (57.3英磅/英斗，73.8公斤/百公升) 低於前兩年的平均容重量，且約83%樣品的容重量均美國一級玉米的標準。
- 破碎粒和夾雜物(2.9%)低於美國二級玉米的標準上限但高於2012/13年的數據(2.7%)。預期將會隨著玉米從收穫時的0.9%及經銷售管道的過程而提高。
- 總損害粒(1.7%)如所預期在倉儲和運輸的過程有增加的趨勢，但較2012/13年出口時的數據(2.0%)為高。
- 2013/14年的平均含水量較前二年為高，2013玉米收穫的水份亦較2012及2011高，意即2013收穫的玉米需要較多的人工乾燥處理。

## 化學成份：

- 2013/14年的蛋白質含量8.6%(乾基) 顯著低於2012/13年的9.2%(乾基)。蛋白質含量趨於正常較接近2011/12年的8.7%。
- 2013/14年的澱粉含量(73.7%乾基)高於2012/13年的數據(73.5%乾基)。低於2011/12(74.1%)澱粉含量隨著蛋白質含量呈現逆向之變動。
- 油含量(3.7%乾基)與2012/13年的樣品相同但高於2011/12年(3.6%)。
- 出口玉米樣品的蛋白質、澱粉和油含量，其變動範圍及標準偏差均低於收穫時之玉米樣品。主要是由於集中混合來自不同地區的收穫玉米，並經調整以符合購買者需求的指定等級界限。

## 物理屬性：

- 出口樣品具有高胴裂率(16%)比前二年高出20%主要是由於較多乾燥處理，但大多數樣品其值低於20%在後續處理應盡力降低期發生率。
- 2013/14年的穀粒體積及100顆穀粒的重量較2012/2013及2011/12年為低，顯示2013/14年的出口穀粒較前二年為小。
- 顯著地低於2012/13年的穀粒真實密度 (1.297 公克/立方公分)2013/14年的穀粒真實密度為(1.287公克/立方公分)。
- 2013/14年的完整穀粒為88.6%，顯著低於2012/13年的數據(89.9%)。
- 2013/2014角質胚乳為82%低於2012/13年出口樣品角質胚乳的85%。

## 黴菌毒素:

- 所有出口樣品之黃麴毒素檢測值均低於FDA所規定的管制等級20 ppb，樣本檢驗低於5ppb黃麴毒素的比例顯著低於前二年。
- 100%出口玉米檢測嘔吐毒素(DON)檢測值均低於FDA所規定的建議等級(雞和牛為10 ppm、豬和其地動物為5 ppm)。約95%樣本DON檢測值低於5ppm與2012/2013相似但高於2011/2012。

## II.說明

玉米品質對外國買者及玉米價值鏈上的所有利益關係者決定買賣合約及加工玉米適合作為食品、飼料或工業等何種用途是非常重要的。美國穀物協會2013/14年出口時之玉米品質報告提供美國黃玉米在出口時的一份正確且無偏差的資訊。這本出口時之玉米品質報告所提供之檢測結果，正是依據美國政府認可的採樣和查驗程序，收集來自這些於海運或鐵路運輸方式出口時接受查驗的樣品。

這份出口報告是基於412個取自主要出口地區之美國黃玉米樣品的分析結果。當出口的玉米經過美國農業部穀物檢查、屠宰場與牲畜圍欄管理局(GIPSA)所屬的聯邦穀物檢查服務處(FGIS)執行的標準聯邦查驗及分級流程時予以取樣。樣品檢測結果以美國總計的方式呈現。此外又將在12個州的抽樣點依據玉米出口的路線分成3個集團，我們稱為「出口匯集區(Export Catchment Areas, ECAs)」。這3個 ECAs是依3條主要玉米出口市場的通路而加以區分如下：

- 1.灣區(Gulf)ECA：通常經由美國灣區海港出口玉米的地區所組成，
- 2.太平洋西北(PNW) ECA：包括透過太平洋西北和加州港口出口玉米的地區所組成，和
- 3.南方鐵路ECA：包括一般以鐵路貨運出口玉米到墨西哥的地區所組成。

另將樣品檢測結果以「合約等級」加以分類概述(如「美國2級或更好」和「美國3級或更好」)，以便顯示實際檢測的品質與這二個等級規範之間的差異。

美國穀物協會在2013年12月出版的2013/14美國玉米收穫時之品質報告，是一本檢測玉米進入美國銷售系統時的品質之相關報告。2013/2014收穫時之品質報告必須與2013/2014出口時之品質報告同步仔細研讀，才能瞭解由收穫至出口其間玉米品質的變化。在「玉米出口體系」這一章節將會探討玉米由田間至海運貨輪或鐵路貨運的品質變化。

2013/14年出口時之玉米品質報告是一系列行銷年度初期出口的美國玉米品質調查年報的第三本報告。本協會可依據這三本報告得到有關出口初期美國玉米品質的初步結果。此外外國購買者及其他利益關係者基於生長、乾燥、裝卸、倉儲及運輸因素對玉米品質影響的模式可建立跨年期品質比較及評估基準。

## II.說明

這本報告提供每一個檢測品質項目詳細的資料，包括平均值、標準偏差以及分布狀況。便在「品質檢測結果」這一章節概述下列的品質項目：

- 分級項目：容重量，破碎粒和夾雜物(BCFM)，總損害，以及受熱變質
- 含水量
- 化學組成：蛋白質、澱粉及油含量
- 物理項目：胴裂、胴裂指數、100顆穀粒的重量，穀粒體積、穀粒真實的密度、完整穀粒和角質胚乳
- 黴菌毒素：黃麴毒素與嘔吐毒素

爲了 2013/14 年出口時之玉米品質報告，FGIS 於 2013 年 12 月至 2014 年 3 月收集樣品，以產生美國總計平均與各出口匯集區(ECAs)的統計上的有效結果。其目的在於採集到足夠數量的樣品數以便在 95%的信賴區間達到最多±10%的相對誤差(Relative ME)範圍，估計出口玉米的品質，這是這一類生物數據的合理目標。

有關統計採樣和分析方法的細節詳列於「調查和統計分析方法」這本出口實之玉米品質報告無法預測任何一批貨品或一批玉米在裝船之後或抵達目的地的實際品質，對於價值鏈上的每一位參與者而言，最重要的事要瞭解合約上的需求及應負的責任。這本報告並未解釋收穫時品質報告與出口時品質報告之間各項品質因素改變的原因。氣候、遺傳性狀以及穀物乾燥及搬運等因素均以複雜的方式影響品質的改變。所採用的輸送方法和採樣方法皆可顯著的影響一批玉米樣品的檢測結果。

# III.品質檢測之結果

## A.分級項目

美國FGIS已經制定檢測玉米品質的等級、定義和標準。用來區分等級的屬性包括容重量，受熱變質，總損害，以及破碎粒和夾雜物(BCFM)。在本報告第47頁有提供「美國官方玉米分級與分級規定」的表格。

### 分級項目與含水量概述

- 出口時的玉米品質很好，其平均值一般而言皆高於美國分級標準第2級及合約規範第3級。
- 出口時的品質均一性如預期高於收穫時。
- 2013/2014出口玉米所有品質平均值皆低於2012/2013，但在總損害及雜物上與2011/2012相似甚至還好些。
- 容重量平均值57.3英磅/英斗低於前二年 (73.8公斤/百公升)。
- 出口時約65%的樣品的夾雜物(BCFM)等於或低於其各自之第2級分級標準。
- 總損害和受熱變質遠低於所指定裝運之第1級分級標準。
- 含水量由收穫到出口這段期間降低，因此提升了貯存的安定性，也符合出口時合約的規範。
- 含水量超過14.5%的樣品比例比前二年為高。

# III.品質檢測之結果

## 1.容重量(TEST WEIGHT)

容重量(每單位容積重量) 是一個容積密度的度量標準，並且經常被視為玉米品質的一個總體指標，也可作為鹼性炊煮和乾磨加工有關胚乳硬度的規格。容重量反映穀粒硬度及成熟度。容重量主要受到玉米穀粒架構來自於遺傳方面的影響。不過容重量也會受含水量、乾燥方式、對穀粒物理性的損害(毀壞的穀粒和磨損表面)、樣品中的夾雜物、穀粒大小、生長期間的緊迫以及微生物的損害等因素之影響。在港口高容重量一般而言代表高品質、高百分比的角質(或硬質)胚乳和完整、乾淨的玉米。

### 重點摘要

- 美國總計的平均容重量 57.3英磅/英斗(73.8公斤/百公升)但皆超過1級玉米容重量56.0英磅/英斗的下限。超過83%的樣品高於或等於1級玉米容重量的下限的(56英磅/英斗)。有95.8%樣品高於或等於2級(54.0磅/英斗)，只有4.1%樣品是低於2級玉米容量標準。
- 玉米出口時之容重量較在玉米收穫時之58.8英磅為低，這是由於較高的破碎粒和夾雜物、較低的含水量以及較高的總損害。
- 2013/2014年期出口時之玉米樣品其變異性較前二年為高，因為有較高的標準偏差及較大幅度異變的最高和最低檢測值。

- 2013/2014年期出口樣品測定值小於收穫時之樣品，當玉米進入銷售管道時，容重量會有少許變化趨於一致，標準偏差及最高值和最低值間差距會變小。
- 出口玉米樣品容重量573英鎊/英斗小於收穫時樣品57.9英鎊/英斗，過去幾年皆一樣非常一致。
- 灣區ECA及南方鐵路ECA樣品的平均容重量皆顯著較高分別為(57.9英鎊/英斗)及(57.8英鎊/英斗)，且其變異性小於來自太平洋西北ECA的樣品55.0英鎊/英斗。

## III.品質檢測之結果

### 2.破碎粒和夾雜物(BCFM)

破碎粒和夾雜物(BCFM) 是一個可供作為飼料和加工用之完整、乾淨的玉米數量的指標。當玉米在進入銷售管道時，會歷經每一次裝卸與搬運的影響，導致玉米破碎粒的增加。因此大多數在港口的玉米，其破碎粒和夾雜物的平均數會高於鄉村穀倉的玉米的平均數。

破碎粒(BC) 被定義為小到足以通過一個12/64英寸的篩子，和大到不能通過一個6/64英寸的篩子。

夾雜物(FM) 被定義為任何非玉米的碎片，大到不能透過一個12/64英寸的篩子，和小到得足以透過一個6/64英寸的篩子。

右圖顯示美國玉米分級標準中，量測破碎粒和夾雜物的方式。

#### 重點摘要

- 2013/14年美國出口玉米總計的破碎粒和夾雜物為2.9%顯著高於2012/2013的2.7%但低於2011/12年的3.0%。在總計和所有ECAs破碎粒和夾雜物之平均值均低於美國2級玉米的上限3.0%。
- 出口的樣品非常乾淨，有65.3%等於或低於美國2級玉米的上限3.0%。或是95.2%等於或低於美國3級玉米的上限(4%)。
- 2013/2014出口玉米樣品(0.65%標準偏差)與2012/2013年(0.68%)2011/2012年(0.64%)近似。
- 到達港口端的玉米都是混合不同來源的玉米並經調整以符合指定等級的界限，此由破碎粒和夾雜物在「美國2級或以上」玉米樣品之2.8%與「美國3級或以上」玉米樣品之3.0%可看出。破碎粒和夾雜物在每一等級的美國總計都低於各該合約等級的界限。
- 出口玉米的破碎粒及夾雜物(BCFM)為2.9%較收穫時(0.9%)高，導致在乾燥、運輸處理時增加其顆粒的破碎和胴裂。
- 在出口端的破碎粒和夾雜物，南方鐵路ECA(2.7%)皆較灣區或太平洋西北ECA(2.9%)為低。

## III.品質檢測之結果

### 3.總損害(TOTAL DAMAGE)

總損害穀粒是視覺可見的損壞穀粒及其碎片所占的百分比，包括熱損害、霜損壞、昆蟲危害、發芽、病變、天氣損壞、地面損壞、胚芽損壞和黴菌損壞。大多數損害導致不同程度的變色或者在穀粒質地方面產生變化。損害不包括外表正常的穀類碎片。黴菌損害通常與高含水量和在生長和/或倉儲過程中之高溫有關。受到黴菌損害以及後續可能產生的黴菌毒素，是最被重視的損害因素。黴菌損害也有可能因高含水量和高溫而在收穫之前和在運交之前的暫存期間發生。

低總損害率的玉米較高總損害率的玉米更有可能在抵達目的地時維持良好的狀態。高總損害率的玉米於運送期間有增加含水量及微生物活動的潛在可能性。

#### 重點摘要

- 2013/14年美國出口玉米總計的總損害率為1.7%低於2012/13年的2.0%，但仍低於美國1級玉米3.0%的上限。由標準偏差和變動範圍可看出其變異性增大。
- 2013年平均總損害率由玉米收穫時之0.9%顯著增加至2013/14年玉米出口時之1.7%，但仍低於美國1級玉米的上限。
- 出口玉米的87.1%的樣品其總損害率在3%或以下，符合美國1級玉米總損害率的上限標準。只有1.5%的樣品高於美國2級玉米總損害率的上限
- 2013/2014出口玉米檢測值變異比2012/2013小，因標準偏差分別為1.10%及1.24%，檢測最大值及最小值差距分別為0.0%~7.0%及0.0%~9.1%，但是2013/2014的玉米總損害值與2011/2012相似。
- 總損害穀粒在合約為美國3級玉米者(1.8%)比合約為美國2級玉米者(1.7%)略高。
- 灣區ECA的出口總損害率最高(1.9%)比太平洋西北區的0.9%及南方鐵路的1.6%為高，同時也是由收穫時0.9%至出口期間的1.9%增加最多的ECA。
- 總損害率低於各該合約等級的規定。

## III.品質檢測之結果

### 4.受熱變質(HEAT DAMAGE, HD)

美國的分級標準是將受熱變質(HD) 由總損害分出來並且單獨列出各級玉米的上限。微生物在溫暖潮濕的穀物裡活動或者在乾燥時使用過高的溫度均可造成受熱變質。低受熱變質率顯示玉米運抵港口前儲存的濕度及溫度很適當。

#### 重點摘要



- 僅有少數受熱變質的樣品，顯示玉米通過市場銷售管道時，有良好的乾燥與倉儲管理。

## III.品質檢測之結果

### B.含水量(MOISTURE)

雖然含水量會標示於官方所核發的分級證書中，但並不以含水量來決定該樣品之分級。含水量通常由買方於合約中指定，與分級無關。含水量影響玉米出售和購買時的乾物質含量。此外一批玉米的平均含水量及其變異性會影響運抵目的地時的玉米品質。玉米在海上運輸期間，是貯放在幾乎密閉的船艙內，很少有散裝貨輪於運送途中有能力在玉米穀粒堆中通氣。此一缺乏通氣有利於形成局部高濕度的區塊，易於引發微生物的活動。另外玉米穀粒堆內溫度的差異也會造成濕氣的移動，結果形成溫暖潮濕的空氣在冷涼的穀粒堆表面、船艙的內壁或艙口的下方凝結成水滴，會導致發生霉爛或熱點(hot spots)。熱點是指局部小範圍的玉米其含水量和溫度不正常地高於整批玉米的平均值。因此在運送途中各小批(sublots) 玉米含水量之一致性及平均含水量低於14.5%對減少熱點形成的風險是非常重要的。

#### 重點摘要

- 美國總計玉米含水量平均值為14.5%顯著高於前二年。
- 大約47.9%的出口玉米樣品含水量超過14.5%相較於2012/2013和2011/2012分別為19%及25%
- 約有52.2%的樣品其含水量低於或等於14.5%。
- 2013/2014含水量的標準偏差為0.32%，低於2012/2013的（0.43%），意即2013/2014的玉米含水量品質比較一致，但比2011/2012的0.29%較為高。
- 美國總計玉米含水量由玉米收穫時至玉米出口時是減低的，主要是由於玉米在收穫之後進入銷售管道期間，歷經乾燥和水分調整。
- 2013/2014在各ECA之間其平均玉米含水量南方鐵路ECA顯著比其他二區為高。

## III.品質檢測之結果

### C.化學組成

玉米與營養價值相關的主要組成分為蛋白質、澱粉和油，顯然這營養價值是使用者非常關注的成分，可供飼養家畜和家禽使用，也可提供濕磨及其他玉米加工業者使用。這些組成分的相對價值隨著玉米的用途而異。一般而言玉米蛋白質的含量與澱粉的含量呈現負相關---也就是若一方含量較多則表示另一方會減少。與很多物理性狀不同，化學組成不會在運輸及貯存期間產生顯著的改變。

## 摘要：化學組成

- 2013/14年出口玉米樣品及2013年收穫玉米樣品的平均蛋白質含量較2012/13年出口玉米樣品和2012收穫玉米樣品顯著為低。然而其值是非常接近。2011/2012出口及2011年收穫玉米樣品蛋白質含量是正常應有的數值。
- 2013/14年出口玉米樣品及2013收穫玉米樣品的平均澱粉含量呈現與蛋白質相反的結果比2012/2013年出口及2012年收穫玉米樣品的澱粉含量為高。
- 2013/14年出口玉米樣品的平均含油量為3.7%，與2012/13年出口及2013年收穫玉米樣品的含油量相同。
- 太平洋西北 ECA 在 2013/2014 出口及 2013 收穫玉米樣品的平均蛋白質含量顯著低於灣區 ECA 和南方鐵路 ECA 玉米樣品的平均蛋白質含量。
- 出口玉米樣品的蛋白質、澱粉和油含量，其變動範圍及標準偏差均低於收穫時之玉米樣品。主要是由於集中混合來自不同地區的收穫玉米，並經調整以符合購買者需求的指定等級界限。

# III.品質檢測之結果

## 1.蛋白質

蛋白質對於飼養家畜禽非常重要。它有助於提昇飼養效率並且提供必需的含硫胺基酸。蛋白質含量通常與澱粉含量為負相關。這裡的結果是以乾基表示。

### 重點摘要

- 2013/14年出口玉米樣品之美國總計的平均蛋白質含量為8.6%，顯著低於2012/13年出口玉米樣品之9.2%與2011/2012年(8.7%)相似。
- 出口樣品之美國總計的蛋白質含量與收穫時(8.7%)相似，但出口樣品之蛋白質含量(標準偏差0.30%)較收穫時之樣品(標準偏差0.66%)更具有一致性。
- 2013/14年出口玉米有18.2%的樣品蛋白質含量高於或等於9%，與2011/2012年相似，但低於2012/13年出口玉米有67.0%的樣品蛋白質含量高於或等於9.0%。
- 太平洋西北ECA的玉米蛋白質含量平均數(9.3%)高於灣區(8.5%)和南方鐵路(8.4%)ECAs的玉米蛋白質含量平均數。
- 在合約指定裝載「美國2級或以上」玉米樣品的蛋白質含量平均為8.7%，稍高於「美國3級或以上」玉米樣品的8.4%。所有三個出口匯集區皆再合約指定裝載”美國2級或以上”只有灣區 ECA有合約裝載”美國3級或以上”，其玉米樣品的蛋白質平均含量分別為8.5%及8.4%。

## III.品質檢測之結果

### 2.澱粉

澱粉對使用玉米的濕磨業者和以乾磨生產酒精的製造商而言是一個重要的項目。高澱粉含量經常表現出好的穀粒成熟度/飽滿度和相當高的穀粒密度。澱粉含量通常與蛋白質含量為負相關。這裡的結果是以乾基表示。

#### 重點摘要

- 2013/2014出口玉米樣品之美國總計的平均澱粉含量為73.7%稍高於2012/2013的73.5%，低於2011/12年出口玉米樣品之74.1%。
- 2013/2014年有33.3%的玉米樣品澱粉含量等於或高於74.0%高於2012/2013年的(20%)及低於2012/2013年的(60.3%)。
- 出口樣品之美國總計的澱粉含量(73.7%)較收穫時(73.5%)為高，但出口樣品之澱粉含量(標準偏差0.51%)較收穫時之樣品(標準偏差0.65%)稍低，顯示其更具有一致性。
- 灣區及南方鐵路的玉米樣品澱粉含量平均數(皆為73.8%)高於太平洋西北的玉米樣品(73.4%)。而澱粉含量通常與蛋白質含量為負相關。
- 灣區在合約指定裝載「美國2級或以上」玉米樣品的澱粉含量平均為73.8%，與「美國3級或以上」玉米樣品的73.8%相同。

## III.品質檢測之結果

### 3.油

油是家禽和家畜飼料配方的必要組成分。它提供熱能，使脂溶性的維生素能被利用，並且提供某些必需的脂肪酸。油也是玉米濕磨和乾磨的重要副產品。這裡的結果是以乾基表示。

#### 重點摘要

- 2013/14年出口玉米樣品的平均油含量為3.7%與2012/2013相同，高於2011/12年出口玉米樣品之3.6%。
- 出口樣品之美國總計的油含量(3.7%)與收穫時相同，但出口樣品之油含量(標準偏差0.22%)較收穫時之樣品(標準偏差0.34%)稍低，顯示其更具有一致性。
- 灣區、太平洋西北和南方鐵路ECAs的玉米油含量平均數分別為3.8%、3.5%及3.9%，太平洋西北區在2013年收穫樣品的含油量最低。
- 2013/14年出口玉米有52.4%的樣品油含量高於3.75%，相較於2012/2013年的(39.0%)及2011/12年出口玉米只有(23.3%)。

- 灣區在合約指定裝載「美國2級或以上」玉米樣品的油含量與「美國3級或以上」的玉米油含量相同其平均數皆為3.8%。

## III.品質檢測之結果

### D.物理項目

另有一些品質特性會影響玉米的加工利用性、可貯存性以及耐搬運的能力。玉米的穀粒胴裂、穀粒重量、穀粒體積、穀粒真實的密度、完整穀粒和角質胚乳等物理項目受到遺傳、生長和搬運等條件之影響。玉米穀粒由胚、尖冠(tip cap)、種皮以及胚乳等4個部分組成。胚乳大約占穀粒82%，是由軟質(也稱為粉狀的或不透明的)和角質(也稱為硬質或玻璃狀的)二種類型的胚乳所組成，如右圖所示。胚乳主要含有澱粉和蛋白質，而胚含有油和一些蛋白質，種皮和尖冠則主要是纖維。

#### 重點摘要

- 2013/14年出口樣品美國總計玉米的胴裂百分比(16%)高於前二年，主要是額外的乾燥。但是出口玉米的70.9%胴裂低於20%，應特別注意應降低後續所處理的破損。
- 2013/2014年出口玉米樣品的42.5%胴裂指數低於40，2012/2013年為82%，結果顯示2013/2014年玉米胴裂的情形為2012/2013年的2倍至3倍之多。
- 2013/2014年完整穀粒有88.6%比2012/2013年的89.9%為少
- 2013/2014年穀粒真實密度及容重量顯著低於2012/2013年。
- 2013/2014年角質胚乳(82%)低於2012/2013年的(85%)及2011/2012年的(84%)意即今年的穀粒比前二年軟質。
- 2013/14年出口玉米樣品的100顆穀粒的重量和穀粒體積均顯著低於2012/2013及2011/12年出口玉米樣品，顯示2013/14年出口玉米有較小的穀粒。
- 平均出口玉米樣品的100顆穀粒重量級穀粒真實密度言之，太平洋西北區的樣品較小，也就是其顆粒及真實密度較其他二區樣品小。

## III.品質檢測之結果

### 1.胴裂(STRESS CRACKS)與胴裂指數(STRESS CRACKS INDEX, SCI)

胴裂是在一顆玉米穀粒角質(硬質)胚乳內部的裂紋。一顆胴裂穀粒的種皮通常不會損壞，因此穀粒的外表即使有胴裂但可能乍看之下似乎未受影響。

在穀粒的角質(硬質)胚乳內大的水分梯度和溫度梯度所形成的壓力增加，是造成胴裂的原因。這就像將小冰塊放入微溫的飲料時，出現於內部的裂縫。在穀粒的柔軟、粉狀的胚乳，其內部的壓力不會增加得像在角質(硬質)胚乳裡一樣大；因此，玉米含有高百分比的角質(硬質)胚乳較含有低百分比者更易產生胴裂。高胴裂對玉米在各種用途上的影響包括：

總體而言：在搬運時易增加玉米破裂的情況，導致玉米的破損，使加工業者需要增加將其清除的操作，以及可能被降低等級/價值。

濕磨：因為澱粉和蛋白質更難被分開而導致澱粉產出量降低。胴裂也可能改變浸泡的需求。

乾磨：降低大的粗碾薄片(很多乾磨廠商的主要產品)的產出量。

鹼性烹煮：不均勻的吸水性導致過度焙煮或焙煮不足，影響製程的均衡。

高溫乾燥是導致胴裂發生最普遍的原因。生長環境條件大大影響對人工乾燥的需求程度，因此導致不同地區的胴裂發生率有極大的變異。當玉米流經市場銷售管道時，有些已有胴裂的穀粒斷裂，因而增加破損玉米的比例。與此同時，在搬運的過程中，穀粒和穀粒之間或穀粒與金屬之間的相互撞擊，又會使穀粒產生新的胴裂。因此之故，玉米在流經市場銷售管道的過程中，穀粒的胴裂百分比不會維持不變。

胴裂的檢測包括胴裂百分比(至少有一道裂紋的穀粒的百分比) (Stress Crack Percent, SC%) 以及胴裂指數(Stress Crack Index, SCI) 也就是一道、二道及多道胴裂的加權平均數。胴裂百分比只顯示發生胴裂的穀粒數，而胴裂指數則顯示胴裂的嚴重程度。例如一半穀粒只有單道胴裂，SC%是50而SCI也是50(50x1)。然而，如果一半穀粒都是多道胴裂，顯示在搬運時會成爲嚴重的問題，但SC%仍是50，而SCI則變成是250(50x5)。越低的胴裂百分比(SC%)和胴裂指數(SCI) 通常是越好。多道胴裂對品質的危害較單道胴裂更大。

### 重點摘要

- 2013/14年出口樣品美國總計玉米的胴裂百分比爲16.0%，很顯著高於2012/13年出口玉米樣品之9.0%。
- 出口時樣品之美國總計玉米胴裂百分比(16%)高於2013年收穫時玉米樣品之9%，相同情況在2012年出口及2011年收穫玉米時，主要是收穫後玉米在流經市場銷售管道時各項處理過程所造成出口玉米樣品胴裂數之增加。
- 胴裂百分比分布於0%到49%的範圍內，標準偏差爲7%。
- 胴裂百分比分布顯示出口時有29.1%的樣品高於20%的胴裂在前二年分別是9%和7%，大約54.6%的玉米樣品胴裂超過15%，2012/2013爲(16%)及2011/2012年爲(19%)。意即2013/2014年玉米胴裂數目高於前二年，但70.9%的玉米樣品仍然低於20%，應努力減少在搬運過程中導致玉米胴裂數的增加。
- 在灣區、太平洋西北區及南方鐵路區ECA的玉米胴裂數分別爲16%、18%及16%。
- 各區的標準偏差相同，皆爲7.0%。
- 在灣區ECA合約指定裝載「美國2級或以上」的美國總計胴裂數爲15%，低於「美國3級或以上」的18%，而破碎粒和夾雜物高胴裂的3級爲3.0%亦較2級2.8%爲高。

## III.品質檢測之結果

### 重點摘要

- 2013/2014年玉米出口胴裂指數平均爲46.1顯著高於2012/2013年的25.9，
- 胴裂指數分布於0到176，期標準差爲24.9。
- 出口指數要比收穫的樣品指數(22.8)爲高。

- 南方鐵路ECA的胴裂指數為(41.3)，低於灣區的(47.2)及太平洋西北區ECA的(45.3)。
- 灣區、太平洋西北及南方鐵路ECAs胴裂指數的標準偏差是近似的，分別為26.4、21.7、21.3。
- 2013/2014年出口玉米樣品的42.5%，其胴裂指數小於40，而2012/2013年為82%，意即，2013/2014年的玉米樣品比2012/2013年有較多道的胴裂數。
- 在灣區ECA合約指定裝載”美國2級或以上”的美國玉米樣品胴裂指數是41.9，顯著低於”美國3級或以上”的54.9。因此，灣區ECA玉米樣品胴裂百分比及指數在合約指定裝載”美國2級或以上”的皆要比3級者為低。

## III.品質檢測之結果

### 2.100顆穀粒的重量(100-KERNEL WEIGHT)

當100顆穀粒的重量(100-k重量)增加時，表示穀粒較大。穀粒大小影響乾燥速率，當穀粒較大時，體積與面積的比例就會增加。導致乾燥變得較慢，大而整齊一致的穀粒在乾磨通常能產出更多的大型粗碾碎片，同時含有較多角質(硬質)胚乳的品種具有較大的穀粒重量。

#### 重點摘要

- 出口玉米樣品美國總計100顆穀粒的重量平均為34.95公克，分布於25.13到41.86公克/ 100顆穀粒的範圍內重量顯然要低於2012/2013年的35.86公克。
- 出口玉米樣品100顆穀粒的重量比2013年收穫時重，過去三年亦然。
- 2013/2014年出口玉米樣品要比較2013年收穫玉米樣品更加整齊一致，意即其樣品分布更接近，且標準偏亦較小。
- 均為34.95公克，分布於25.13到41.86公克/ 100顆穀粒的範圍內重量顯然要低於2012/2013年的35.86公克。
- 太平洋西北ECA的100顆穀粒的重量平均為28.94 公克，低於灣區36.26公克及南方鐵路ECAs 36.91公克在過去二年情況相同。
- 2013/14年有70%的出口樣品其100顆穀粒重量為34.0克或者更大，顯著低於2012/13年出口玉米樣品之76%。

## III.品質檢測之結果

### 3.穀粒體積(KERNEL VOLUME)

穀粒體積以立方公分表示 ( $\text{cm}^3$ ) 經常揭露出生長的環境條件。如果環境條件是乾燥的，穀粒可能比一般平均為小。另外，小穀粒可能導致加工業者增加在清洗時的損失以及得到較高的纖維產出量。

### 重點摘要

- 2013/14年出口樣品美國總計玉米的穀粒體積平均為0.27 立方公分，低於2012/13年出口玉米樣品之0.28立方公分。與2013年收穫玉米的值相似。
- 2013/2014年的分布範圍0.20到0.32 $\text{cm}^3$ 。
- 標準偏差為0.02 $\text{cm}^3$ ，出口時之樣品分佈範圍較2013年收穫時之樣品為小。
- 如同過去二年一樣出口玉米樣品太平洋西北ECA的穀粒體積最小(0.23立方公分)，低於灣區0.28  $\text{cm}^3$ 及南方鐵路ECAs(0.29立方公分)。平均穀粒體積在收穫期，太平洋西北區小於2013年及2011年其他二區ECAs的數值。
- 2013/2014年大約72.6%出口樣品其穀粒體積大於或等於0.26立方公分在2012/2013年為77%。

## III.品質檢測之結果

### 4.穀粒真實的密度(KERNEL TRUE DENSITY)

穀粒真實密度是以樣品中100顆穀粒的重量除以該100顆穀粒的體積來計算，以公克/立方公分表示。真實密度是與穀粒硬度有關的指標，對鹼性加工處理和乾磨業有用。真實密度可能受玉米雜交種的遺傳性狀和生長環境的影響。高密度的玉米在搬運操作過程中通常較低密度玉米不易破損，但是如果使用高溫乾燥，則高密度的玉米發生胴裂的風險較高。真實密度超過1.30公克/立方公分將是硬度非常合乎乾磨和鹼性加工處理需要的硬粒玉米。真實密度接近或低於1.275公克/立方公分的玉米傾向於較為柔軟，但是適合濕磨和供作飼料使用。

### 重點摘要

- 2013/14年出口樣品美國總計玉米的穀粒真實密度平均為1.287公克/立方公分，顯著低於2012/13年出口玉米樣品之1.297公克/立方公分。
- 2013/2014出口時樣品之美國總計玉米的平均穀粒真實密度高於2013年收穫時玉米樣品之1.258公克/立方公分前二年亦同。此一提升之原因，一部分的原因是100顆玉米穀粒重較高。
- 78.4%出口玉米樣品穀粒真實密度大於或等於1.275公克/立方公分，高於2012/13年出口玉米樣品之95%。
- 2013/2014年的玉米樣品的100顆的穀粒重與穀粒真實密度有正相關 (0.76)。
- 三年來在所有ECAs之間，皆以太平洋西北ECA出口玉米樣品平均穀粒真實密度及100顆玉米樣品穀粒重為最低。灣區及南方鐵路ECAs玉米樣品穀粒密度顯著大於太平洋西北ECA。



## III.品質檢測之結果

### 5.完整穀粒(WHOLE KERNELS)

雖然由名字聯想到完整穀粒與破碎粒和夾雜物(BCFM)之間的一些相反的關係，但是與進行破碎粒和夾雜物檢測所得的玉米破碎粒(BC)的部分相較，完整穀粒檢測傳達不同的資訊。破碎粒僅僅從材料的大小來確定。完整穀粒，正如名字暗示的，是在樣品中具有完整種皮之穀粒的百分比。

玉米穀粒的外表完整有兩個關鍵原因非常重要。首先，它在鹼性烹煮操作時會影響吸水性。穀粒表面有刻痕或裂縫時，允許水分進入穀粒所需的時間會比完整無缺的穀粒迅速。在烹煮期間吸收太多水會導致昂貴的停工時間和/或沒達到規格需求的產品。其次，一顆完整無缺的穀粒對於所有必須被儲存或者搬運處理的玉米都非常重要。完整無缺的穀粒在貯存時較不易受到黴菌危害，並且在搬運過程中較不易破損。一些公司除簽約的金額之外，甚至為高於指定完整穀粒標準的玉米付額外費用。

#### 重點摘要

- 出口玉米美國總計完整穀粒百分比平均為88.6%，低於2012/13年出口玉米樣品之89.9%。
- 出口時樣品之美國總計玉米的平均完整穀粒百分比低於收穫時玉米樣品之92.4%。
- 2013/2014年出口玉米樣品完整穀粒變異較大分為70.4~97.6%，標準偏差是4.6%，而2013年收穫時分佈為73.6~99.6%標準偏差是3.7%。
- 灣區、太平洋西北區和南方鐵路區平均完整穀粒百分比之間沒有顯著的差異，分別為88.5%，89.3%和87.8%。
- 有(43.7%)的出口玉米樣品其完整穀粒大於90%，低於2012/13年出口玉米樣品之52%。
- 在合約指定裝載「美國2級或以上」的完整穀粒百分比為88.0%，實質上低於「美國3級或以上」的完整穀粒百分比89.6%。

## III.品質檢測之結果

### 6.角質(硬質) 胚乳 (HORNEOUS ENDOSPERM)

角質(硬質) 胚乳檢測是計算角質(硬質) 胚乳的百分比，分布於70%到100%的範圍內。角質(硬質) 胚乳與柔軟胚乳的含量差距越大，玉米穀粒被認為越堅硬。硬度之重要性取決於加工利用的類型；在乾磨時需要硬粒玉米以產出較多的大型粗碾薄片，而鹼性烹煮則需要中等至中高硬度的玉米，中等至軟質玉米適合濕磨和飼料用。

硬度一向與穀粒破裂的可能性、飼料利用與飼料效率和澱粉可消化率相關聯。作為總體硬度的檢驗，角質(硬質) 胚乳的檢測值並沒有好壞之分；只有不同的終端用戶各有其特別偏愛的範圍。許多乾磨和鹼性烹煮業者喜愛大

於90%的角質(硬質) 胚乳，而濕磨和養殖業者通常想要角質(硬質) 胚乳在70%和85%之間的玉米。不過，在用戶偏愛中當然有例外。

### 重點摘要

- 出口玉米樣品美國總計角質(硬質) 胚乳百分比平均為82%，於低2012/13年出口玉米樣品之85%。
- 出口玉米樣品分布的範圍在75%到94%，與2013年收穫玉米樣品相比，有較狹幅的分布範圍及較小的標準偏差。
- 三個ECAs的平均角質(硬質) 胚乳百分比皆以太平洋西北區最低79%，其他二區皆為83%。
- 在合約指定裝載「美國2級或以上」的角質(硬質) 胚乳百分比(82%)低於「美國3級或以上」的角質(硬質) 胚乳百分比(84%)。
- 79.1%的出口玉米樣品其角質(硬質) 胚乳百分比大於80%，低於2012/2013年的99%玉米樣品。

## III.品質檢測之結果

### E.黴菌毒素 (MYCOTOXINS)

黴菌毒素是在穀類裡自然發生的真菌所產生的有毒化合物。當攝取較高的含量時，黴菌毒素可能引起動物和人類的疾病。雖然已經在玉米穀粒裡發現幾種黴菌毒素，但黃麴毒素和去氧雪腐鐮刀菌烯醇(deoxynivalenol，DON又稱嘔吐毒素 vomitoxin)被認為是兩種最重要的黴菌毒素。

當美國穀物商嚴格執行防範運送和銷售任何含有高量黴菌毒素的貨品。玉米價值鏈上的每一個利益關係者(包括種子公司、玉米種植者、貿易業者、搬運者以及美國玉米出口的客户)，都有興趣想了解黴菌毒素的感染如何受到生長狀況以及後續當穀粒進入美國出口體系所歷經倉儲、乾燥、裝卸及運輸等操作之影響。

為評價這些狀況對黃麴毒素和嘔吐毒素滋生之影響，本報告總結針對出口樣品由官方聯邦穀物檢查服務處(FGIS)檢測黃麴毒素的結果，以及公正獨立單位檢測嘔吐毒素的結果，合起來作為本調查的一部分。有關本研究所採用的黴菌毒素檢測方法，在「檢測分析方法」之章節有詳細說明。

#### 1.黃麴毒素測驗結果

聯邦穀物檢查服務處(FGIS)為2013/14年出口時之品質報告所有的412個樣品進行嘔吐毒素檢測。2013/14年的檢測結果如下：

- 381個或92.5%的412個樣品的黃麴毒素含量在檢測極限之下(低於FGIS所制定之檢測極限5ppb)。92.5%是大於2012/2013年的77.8%以及2012/2013年的85.6%其出口玉米樣本。其黃麴毒素含量在檢測極限之下。
- 25個或6.1%的412個樣品的黃麴毒素含量高於或等於5 ppb，但低於FDA所制定之管制等級(action level) 10 ppb。相較少於2012/13年的出口報告中則有10.1%樣品。

- 6個或1.5%的412個樣本黃麴毒素含量高於10ppb，但小於FDA管制標準20ppb而這1.5%少於2012/2013年的12.1%及2011/2012年的6.3%。
- 100%經檢測之樣品皆低於或等於FDA所制定之管制等級20 ppb。2012/2013及2011/12年經檢測的出口樣品亦有相同的百分比。

結果指出2013玉米收穫期黴菌毒素的發生較2012及2011年少，同時在FDA檢測極限之下的玉米樣品以2013年最高，主要可能還是生長環境氣候的影響。

## III.品質檢測之結果

### 2.嘔吐毒素測驗結果

2013/14年出口時之品質報告所有的412個樣品進行嘔吐毒素檢測。檢測結果如下：

- 391個或94.9%樣品的嘔吐毒素含量低於5ppm。少於在2012/13年的出口報告中的97.5%但高於2011/2012年的84.2%樣品的嘔吐毒素含量低於5ppm。
- 21個或5.1%樣品的嘔吐毒素含量高於或等於5ppm，但低於或等於FDA所制定之建議等級 (advisory level) 5 ppm。少於2011/12年的出口報告中則有15.8%樣品但高於2012/2013年的2.5%。
- 100%經檢測之樣品皆低於或等於FDA所制定之建議等級5ppm與2013/2014及2011/12年經檢測的出口樣品亦有相同的百分比。

結果指出嘔吐毒素檢測2013年比2011年低與2012年相似，這結果在2013/2014、2012/2013及2011/2012年的收穫期都相當一致穩定。

### 3.黴菌毒素背景：一般

黴菌毒素的含量受到真菌類型以及玉米生產和儲存的环境條件之影響。因為這些差別，黴菌毒素的產生隨著整個美國玉米產地和生產年度之不同而變異。

人類和家畜對黴菌毒素產生敏感的濃度並不相同，因此FDA因應不同的用途為黃麴毒素制定管制等級(action levels)且為嘔吐毒素制定建議等級(advisory levels)。

**管制等級**具體指定明確的污染界限，若高於此界限，則FDA將依法採取管制措施。管制等級對產業而言是一個信號，如果一種毒素或者污染物被發現超過管制界限，FDA相信它有科學數據支援管制和/或法庭行動。如果進口或者國內的飼料補充物根據有效的方法分析並且發現超過適用的管制等級，他們被認為是不純，FDA會限制移動或越州交易運輸。

**建議等級**是FDA提供產業關於一種存在於食品或飼料的物質之含量規範，FDA相信此一規範能提供適當的安全幅度以保護人類和動物健康。雖然FDA

一個附加資訊來源：國家穀物及飼料協會(National Grain and Feed Association ,NGFA) 名為“FDA Regulatory Guidance for Toxins and Contaminants”的規範性文件，可在下列的網址查到：

[http://www.ngfa.org/files/misc/Guidance\\_for\\_Toxins.pdf](http://www.ngfa.org/files/misc/Guidance_for_Toxins.pdf)

## III.品質檢測之結果

### 4.黴菌毒素 背景：黃麴毒素(AFLATOXINS)

與玉米穀粒相關且最重要的黴菌毒素是黃麴毒素。有幾類黃麴毒素由不同種的Aspergillus屬真菌所產生，其中最突出的種是A. flavus。這種真菌的生長和黃麴毒素污染穀粒在收穫之前的田裡或者在貯存過程中均會發生。不過大多數與黃麴毒素相關的問題被認為是在收穫之前的污染所引起。A. flavus在炎熱與乾燥環境條件下或是在發生長時期乾旱的地方生長良好。在炎熱和乾燥等環境條件更為普遍的美國南部這可能是一個嚴重的問題。真菌通常攻擊穗上的幾個穀粒，並經常透過昆蟲造成的傷口進入穀粒。在乾旱的環境條件下，真菌也能沿著絲狀柱頭往下生長而進入個別的穀粒。

---

在食品中有4種類型黴菌毒素-毒素B1，B2，G1和G2，統稱為黴菌毒素，毒素B1是在食品及飼料中最常發現也最毒的一種，乳牛可以代謝分解為不同的型式稱為毒素M1，為在牛乳中堆積，毒素多先作用於人畜的肝臟，由於短期食用汙染高劑量的毒素或是長期食用含低劑量的毒素，會引起雞鴨的死亡，或家畜減低飼料利用生殖或人畜的免疫系統。

FDA已經在人類食品、穀類和飼料產品所含的黃麴毒素以及準備供人食用的牛奶中的黃麴毒素M1含量制定管制等級，以防範黃麴毒素含量過高 (請參閱下表)。

FDA已經針對混合稀釋處理黃麴毒素含量超過標準的玉米，制定附加的政策和法律條款。整體而言，FDA目前已不允許將含有黃麴毒素的玉米與未受污染的玉米混合，使混合後的玉米黃麴毒素含量降低到可接受的水準，而供作人類食品或動物飼料使用。

從美國出口玉米必須經過黃麴毒素檢測。除非合約允許由獨立的實驗室進行檢測，否則檢測必須由隸屬美國農業部的聯邦穀物檢查服務處(FGIS) 執行。除非符合其他嚴格的條件，否則黃麴毒素超過FDA管制等級20 ppb的玉米不能出口。因此導致在出口的穀類裡黃麴毒素的含量相對較低。

---

# III.品質檢測之結果

## 5.黴菌毒素背景：嘔吐毒素DON(DEOXYNIVALENOL) 或VOMITOXIN

嘔吐毒素是有些玉米穀物進口商關心的另一種黴菌毒素。它是由某些Fusarium屬的真菌所生產，其中最重要的是Fusarium graminearum (Gibberella zeae)，該種真菌也會引起Gibberella穗腐病(或穗赤腐病)。由於會在穗上的穀粒產生顯眼的紅色病變，因此該真菌在玉米裡可以很容易被認出。在開花期遇到暖濕的天氣，Gibberella zeae的存在將會成爲一個主要的問題。真菌沿著絲狀柱頭往下生長而進入穗裡，除產生嘔吐毒素之外，在穀粒檢查過程中，可以發現它也導致明顯的穀粒損害。嘔吐毒素和Gibberella穗腐病在北部玉米帶的幾個州內比較普遍。這可能由於在這些地區普遍種植易受這類真菌感染的早熟玉米雜交種。

嘔吐毒素受到關注主要是它可能會引起單胃動物的嘴和喉嚨發炎。因此造成的結果是動物可能拒食受嘔吐毒素污染的玉米，並且可能導致低增重，腹瀉，倦怠和腸道出血。它可能抑制免疫系統因而導致對許多傳染病的敏感性。

FDA已經發布嘔吐毒素的建議等級。對包含玉米的產品來說，其建議等級如下：

- 在豬的穀類和穀類副產物爲5 ppm，但不能使用超過他們的食糧的20%，
- 在雞和牛的穀類和穀類副產物爲10 ppm，但不能使用超過他們的食糧的50%，和
- 在其他動物的穀類和穀類副產物爲5 ppm，但不能使用超過他們的食糧的40%。

FGIS不要求銷往出口市場的玉米進行嘔吐毒素檢測，但是會應購買者的請求而執行定性或定量的嘔吐毒素檢測。

## IV美國玉米出口體系

玉米出口體系（CORN EXPORT SYSTEM）經由調查正準備裝船出口時的玉米品質，美國穀物協會2013/14年度的美國玉米出口時之品質報告先行提供有關玉米價值的資訊。玉米品質包含一系列的性狀，可加以分類如下：

- 內在品質特性---蛋白質、澱粉和油含量，硬度及密度等都是內在品質特性，對終端使用者而言也都非常重要。由於這些特性皆非眼睛所能看到的，故只能用儀器分析來檢測。
- 物理品質特性---這些特性和穀粒外在可視的外表或穀粒特徵的量測有關，包括穀粒大小、形狀、顏色、含水量、容重量、總損害和熱損害粒、破碎粒、胴裂和潛在的破裂等。當出口玉米接受美國農業部的分級鑑定時，其中許多特性都會被檢測。
- 衛生上的品質特性---這些特性顯示穀粒的潔淨度，包括是否有夾雜物、氣味、灰塵、老鼠的排泄物、昆蟲、殘餘物、黴菌感染以及無法粉碎之物。

內在品質特性顯著地受到遺傳及生長季節環境影響，然而在玉米流經銷售管道的過程中，通常於總計的層級並不會改變。另一方面，物理及衛生上的品質特性在玉米流經銷售管道的過程中會發生改變。涉及玉米行銷和配送的參與者在銷售管道的每一階段，都會採用乾燥和調節溫濕度等技術，以防止或減少物理及衛生上的品質特性流失。2012/13年玉米收穫時之品質報告在2012年收成的玉米剛要進入銷售體系時評價其品質，並就高容種量、高蛋白質、相對高的穀粒密度及低且均一的含水量等特性給予好評。玉米出口時之品質報告則提供後續乾燥、裝卸、混合、倉儲及運輸等一連串操作，直到裝上船隻準備出口，對玉米品質影響的資訊。為提供該評價的背景，下一節將描述出口的流程，玉米進入銷售體系所歷經的各項操作，以及這些操作涉及對玉米品質影響的含意。最後並回顧美國政府所提供有關查驗和分級的服務。

### A.美國玉米出口流程

當玉米收穫之後，農民將穀物運往自己農場的穀倉、終端使用者或營業用的穀物集貨場。同時還有許多生產者將所收成的玉米拿來飼養他們的牲畜，大部分的玉米運往其他的終端使用者(飼料廠或加工廠)或鄉村穀倉、內陸集貨分場(inland subterminal)或河邊穀倉、以及港口穀倉等商用的穀物裝卸場所。鄉村穀倉通常收到最多由農民直接運交的穀物。集貨分場的穀倉(內陸或河邊)收集足夠裝滿火車或駁船之數量的穀物再往前運交下一站。這些穀倉收到的穀物有一半以上來自其他的穀倉(通常為鄉村穀倉)，並且經常位於能夠方便將散裝的穀物裝運上火車或駁船之地點。鄉村穀倉、內陸集貨分場或河邊穀倉能夠執行乾燥、清理、混合、儲存和銷售玉米等業務。較大型的內陸集貨分場或河邊穀倉提供港口穀倉打算供應外銷市場用的玉米。右方的圖表說明美國玉米預定輸往外銷市場的流程。

# IV 美國玉米出口體系

## B. 玉米銷售管道對品質的影響

當玉米流經銷售管道的過程中，儘管美國玉米產業界盡力去減低物理及衛生上的品質特性的改變，但在此一體系的某些階段，這些品質特性還是會改變。這些改變是無法避免的，因為這一方面是穀物的生物本質，另一方面是必須經由裝卸與調節溫濕度將玉米由產地運送至出口港。以下的章節將介紹在美國玉米銷售體系內種種不同的活動，以便深刻理解為何從田間運搬裝載玉米至船舶或火車上，會改變其品質特性。

### 1. 乾燥與調節溫濕度

農民經常在含水量18-30%時收穫玉米。該等含水量超過安全儲存的含水量14-15%的範圍。因此收穫時潮濕的玉米必須加以乾燥至認為適合安全儲存與運輸的低含水量。調節溫濕度是利用風扇通氣來控制溫度及濕度，此二者是監控倉儲穩定性最重要的指標。乾燥與調節溫濕度可在農場或商用的集貨場進行。玉米可利用自然風低溫乾燥系統，或利用高溫乾燥系統加以乾燥。高溫乾燥的方式經常會比低溫乾燥的方式造成更多的玉米胴裂，導致玉米在搬運時易造成破裂。但由於物流管理的考量，有時高溫乾燥成為唯一的選擇。

### 2. 倉儲與搬運

美國玉米的倉儲方式大致可分為直立金屬倉、水泥倉、平倉(在建築物內)及地面上堆置等不同的類型。地板有排孔的直立金屬倉與水泥倉是最易於管理的倉儲方式，因為它們可利用地板間或地板上的導管通氣，協助維持穀粒間均勻的氣流。平倉及地面上堆置只能於收穫量高於平常導致倉儲容量不足時，作為短暫儲存使用。因為此種類型的倉儲方式很難安裝通氣導管，故無法提供均勻的氣流。另外地面上堆置的儲存方式有時並無遮蓋，易受氣候條件的影響造成發霉的損害。

搬運的設備包括使用斗升機的垂直搬運與使用輸送帶或鏈條式輸送機(en-masse conveyors)的水平搬運。不論以何種方式搬運，都會有一些玉米發生破裂。破裂的比率因搬運設備的類型、穀粒受到衝擊力的猛烈程度、穀粒的溫度及濕度以及穀粒的胴裂與角質胚乳含量等品質項目而異。當破裂比率愈高，會產生更多的玉米細小碎片，導致較不均勻的氣流，最後造成黴菌或昆蟲為害的風險升高。

### 3. 清理

清理玉米包括除去非玉米的夾雜物，篩除皺縮的穀粒、穀粒的碎片與其他的細小物質。該項處理可降低玉米中的破碎粒與夾雜物。至於必須清理的量則以合約所定的規格為準，視潛在的破裂與初始破碎粒的百分比、以及所要的分級項目而定。只要有適當的設備，清理的操作可在銷售管道的任何階段進行。

### 4. 運送玉米

美國玉米運輸及配送系統可能是全世界最有效率的。從農民將田間所收穫的玉米用曳引機帶動的搬運車或卡車，運送到農場倉存或鄉村穀倉開始，接著以卡車或火車由內陸集貨分場或以駁船由河邊穀倉將玉米運送到下一個目的地。當抵達港口後，玉米又被裝載到海運的船舶。玉米歷經此一複雜又靈活的體系多次裝卸的結果，增加其破碎穀粒、胴裂及破裂的數量。玉米在運送階段品質的改變與在倉儲期間非常類似。造

## IV 美國玉米出口體系

成品質改變的原因包括含水量的變異(不均勻)、因溫度差異所造成的水分移動、高的濕度及溫度、黴菌滋生及昆蟲侵襲。但有些在運送階段較在倉儲期間更為盛行的原因，使得在運送期間比在固定的倉儲設施中更難控管穀物的品質。第一個原因是只有少數的運輸車輛裝置通氣設備，導致無法在運送期間針對高溫及水分移動採行矯正措施。另一個原因是在裝載駁船或船隻時，微細的物質會聚集在中央(spoutline)附近，而完整的穀粒移動到外圍邊緣，與在中心的微細的物質形成分離的現象。在到達最後的目的地之前，相同的分離現象於每一階段卸貨時都會發生。

### 5. 對玉米品質影響的含意

像蛋白質這樣的穀粒內在品質特性並不會改變。但是當玉米流經美國銷售管道時，許多不同來源的玉米會混合在一起。結果內在品質特性的平均值受到多種來源的玉米內在品質水準的影響。上述行銷與配送的各項活動均難免會改變物理及衛生上的品質特性。會受到影響的品質特性包括容重量、損害粒、破碎粒、穀粒大小、胴裂百分比、含水量及其變異、夾雜物和黴菌毒素的水準。

## C. 美國政府的查驗和分級

### 1. 目的

全球的玉米供應鏈爲了迎合終端使用者多元化的需求，需要有一套可驗證的、可預料的及一致性的監督措施。建立該等由執行標準查驗程序及分級標準所構成的監督措施是爲了提供：

1. 在穀物到達目的地之前有關穀物品質的資訊給買家，和
2. 食品和飼料安全的保護給終端使用者。

美國是被全球公認擁有由官方與產業組合而成的標準，特別應用於出口穀物，並被出口合約所引用。除少數的例外，玉米在國際貿易依等級銷售且以船舶輸送者，必須經由美國農部聯邦穀物檢查服務處(FGIS)的查驗和評級。合格的官方和私人查驗機構可允許被聯邦穀物檢查服務處指定爲官方代理人，在內陸特定的地區執行玉米查驗和評級的業務。另外聯邦穀物檢查服務處也可委派某些官方查驗單位在某些出口場所執行法定的穀物查驗和評級業務。由聯邦穀物檢查服務處的現場官員督導這些代辦單位的工作和採行的方法。

### 2. 查驗和取樣

出口裝運穀倉提供一張依照出口合約所指定玉米品質的裝貨單給聯邦穀物檢查服務處或其委派的官方查驗單位。裝貨單明確說明外國買方與美國供應商之間的合約所要求的玉米等級，加上諸如最低蛋白質含量、最高含水量等買方其他任何特別的要求。官方查驗人員要確定並驗證船上所裝載的玉米符合裝運單上面的要求。可利用獨立的實驗室進行非規定必須由聯邦穀物檢查服務處檢測的分級項目，或是在當地的聯邦穀物檢查服務處無法檢測的分級項目。



## IV 美國玉米出口體系

將「裝載的貨物(玉米)」或「一批貨物(玉米)」分成多個「小批」貨物(玉米)。從這些「小批」玉米當中以聯邦穀物檢查服務處認可之分流採樣裝置，採集具有代表性的樣品供作分級用。該裝置於最後裝運期間，由玉米的輸送流程中取樣，每500英斗(12.7公噸)增加採集一份。將同一「小批」內採集的玉米集合在一起交由合格的查驗人員評量。其結果登載於記錄簿並經統計分析後，針對每一個項目依照合約的規格決定接受或拒絕。任何一個「小批」只要有一個項目不符合要求，便要將該「小批」的玉米退回穀倉或分開給與一張證書。針對每一個接受檢測的項目，所有「小批」的平均值符合合約的規定者，會被登錄於最後的證書上。

### 3.分級

黃玉米在美國可區分為5個以數字表示的等級和等外品。每一等級都有容重量、破碎粒和夾雜物、總損害粒以及由其分出的受熱變質粒的界限。在「等級規定與換算」章節裡，將每一等級的界限以摘要的方式表列於第47頁。若有要求的話，聯邦穀物檢查服務處另外提供含水量、胴裂、蛋白質、油、黴菌毒素等其他屬性的證書。視合約規定在某些狀況下，可利用獨立的實驗室執行非官方的檢測。

由於無法同時符合每一官方等級的每一項分級項目之界限，有些項目會優於某一特定等級的界限但一定不會低於該界限。例如有一批玉米除了一個項目之外，其他所有項目皆符合於美國2級玉米的要求，該批玉米就會被評為美國3級玉米。為了容許這種彈性，因此通常會將合約訂為如「美國2級或更好」或「美國3級或更好」。允許有些項目接近或正好在該等級的界限，同時也有其他的項目優於該等級規範的要求。

# V. 調查和統計分析方法

## A. 概述

為2013/14年出口時之玉米品質報告所做的統計樣品設計和取樣流程之重點如下：

- 依照先前為2012/2013及2011/12年出口時之玉米品質報告所發展的流程，根據灣區、太平洋西北及南方鐵路等「出口匯集區(ECAs)」，我們將樣品予以分層。
- 為了在95%的信賴區間達到最多 $\pm 10\%$ 的相對誤差(Relative ME)範圍，以及確保能由各出口匯集區(ECAs)均衡取樣，我們具體指定總樣品數為430個，其中294個來自灣區、82個來自太平洋西北及54個來自南方鐵路。
- 為南方鐵路ECA所採集的樣品是由美國農業部(USDA)所屬之FGIS指定的官方機構所提供，這些機構負責經由鐵路出口至墨西哥之玉米的分級和查驗工作。灣區及太平洋西北ECAs的樣品是由FGIS派駐於各該ECAs的港口之工作人員所採集。
- 由於只有非常少數的內陸貨運能合乎採樣的準則，使南方鐵路的出口查驗無法為本報告採集到原先設定的目標樣品數。結果只能為南方鐵路ECA收集到35個樣品。品質項目的美國總計平均仍然是根據先前設定的ECA的比例加權計算的。
- 為評估樣品的統計有效性，在美國總計與3個ECA的層級，皆計算每一個品質屬性的相對誤差範圍。除了來自太平洋西北的總損害粒、胴裂百分比及胴裂指數等3個品質屬性外，與南方鐵路的破碎粒和夾雜物、總損害粒、胴裂百分比及胴裂指數等4個品質屬性外，其他品質屬性查驗結果的相對誤差範圍皆低於 $\pm 10\%$ 。

## B. 調查設計與抽樣

### 1. 調查設計

這本出口時之玉米品質報告的調查標的是來自美國12個主要玉米生產州(占年美國玉米出口的99%)的黃色商品玉米。我們使用一種「等比例的分層隨機抽樣」(proportionate stratified sampling) 技術來保證一個周全的統計抽樣。二個關鍵特性確定抽樣的技術：將要接受抽樣的族群分層以及每一亞群或階層抽樣的比例。

分層抽樣 (stratified sampling) 包含把所要調查的族群分成清楚區別的、非重疊的亞群，稱為階層。對收穫時及出口時玉米品質報告而言，12個玉米出口州區分成3個集團，我們稱為「出口匯集區(Export Catchment Areas, ECAs)」。這3個 ECAs是依3條主要玉米出口市場的通路而加以區分如下：

1. 灣區(Gulf)ECA：通常經由美國灣區海港出口玉米的地區所組成，
2. 太平洋西北(PNW) ECA：包括透過太平洋西北和加州港口出口玉米的地區所組成，和
3. 南方鐵路ECA：包括一般以鐵路貨運出口玉米到墨西哥的地區所組成。

## V. 調查和統計分析方法

利用來自FGIS出口穀物資訊系統(Export Grain Information System, EGIS)的數據，計算2010/2011及2011/2012行銷年度每一個ECA每一年出口黃玉米占該年份的比例，並將2年期的比例加以平均。以此平均出口占有率作為**抽樣比例** (sampling proportion) (每一個ECA的抽樣百分比)，最後算出每一個ECA的黃玉米**抽樣數**。3個ECA具體指定的抽樣比例如下：

設定每一個ECA內的抽樣數，便可估算每一個品質項目在某一準確度範圍內的真實平均值。為出口玉米品質報告選擇的準確度範圍是在95%的信賴區間內不大於±10%的相對誤差範圍，對這些玉米品質項目等生物性的數據而言，是一個合理的目標。

在理想的狀況下，要利用每一個品質項目的族群變異數(也就是在出口玉米品質項目的變異性) 為設定的相對誤差範圍決定抽樣數。一個品質項目其數值之間變異越大，在一定的信賴區間內需要更多的樣品數來估算真實的平均值。另外每一個品質項目的變異數都異於其他品質項目的變異數。因此在同一準確度範圍內，每一個品質項目需要有不同的樣品數。

由於我們無法得知今年出口玉米的15個品質項目其中任何一個的族群變異數，因此利用去年出口時之玉米品質報告的族群變異數來做為估算值。利用2012/2013年397個樣品的結果來計算12個品質項目的變異數和在±10%的相對誤差範圍所需的樣品數。受熱變質、100顆穀粒的重量及穀粒體積等3個品質項目並未加以檢查。根據這些數據計算，要在期望的相對誤差範圍內估算品質特性之美國總計的真實平均值，本協會所需的樣品數為430個樣品。以之前3個ECAs具體指定的抽樣比例為依據來分配上述的430個樣品，得出下列每一個ECA知採樣目標數：

### 2. 取樣

由FGIS及參與官方查驗人員執行取樣的工作，因為這是查驗服務的一部分。根據FGIS現場工作人員回報的資訊顯示，2013年收穫的玉米於2013年10月中運抵出口港，故決定取樣期間由10月下旬開始。因此FGIS於2013年10月29日發出指令信函給現場人員，灣區和太平洋西北ECAs的取樣期間由2013年11月24日開始，南方鐵路ECA的取樣期間由2013年11月11日開始。FGIS在各別ECAs的現場人員負責在他們地區督導取樣的工作分派如下：灣區---紐奧良，路易西安那州；太平洋西北---奧林匹亞，華盛頓州(華盛頓州農業廳)；以及南方鐵路---League市，德州。

在灣區和太平洋西北ECAs的港口，當船隻在裝運玉米時，由具有代表性的「小批」採集樣品，而且只從已接受黃麴毒素定量檢測的貨品中取樣。以FGIS認可之分流採樣裝置，採集樣品供作分級用。分流採樣裝置於定期的間隔，由流動的玉米中「截取」(或分流)具有代表性的部分作為樣品。在穀物裝船時，每隔數秒或每500英斗(12.7公噸)「截取」一次。頻度是由官方查驗人員所掌管的電子定時器調控，該官方查驗人員要定期檢視機械取樣器是否正常運作。

## V.調查和統計分析方法

當採樣的流程在裝運的過程中持續進行時，爲了確定品質的一致性，將「裝載的貨物(玉米)」或「一批貨物(玉米)」分成多個「小批」貨物(玉米)。「小批」的大小是由穀倉每小時的裝運速率以及船隻的裝載量所決定。

「小批」的大小介於6萬-10萬英斗之間。所有的樣品都要經過查驗，以確保整批貨品的品質是一致的。

在灣區和太平洋西北ECAs，其「小批」的取樣頻度是與去年相周，也就是於取樣期間，從當天開始由每一尾數爲0、3、5與7的「小批」取樣。

南方鐵路ECA是在內陸的穀倉取樣，利用分流採樣器具取得有代表性的樣品。每500英斗「截取」一個樣品。在100個載運黃玉米貨品之車廂所組成的列車，接受查驗輸往墨西哥時，於連續五個車廂採樣之後，將這些樣品混在一起組成一個合成樣品，以供檢驗黃麴毒素之用。

由FGIS現場人員、南方鐵路ECA參與官方查驗人員及華盛頓州農業廳人員負責採樣，每一個樣品至少採集2,700公克。樣品集合在現場辦公室之後，郵寄至伊利諾州作物改進協會 (THE ILLINOIS CROP IMPROVEMENT ASSOCIATION) 所屬的特性保存穀物實驗室 (IDENTITY PRESERVED GRAIN LABORATORY, IPGL)。有關本研究所採用的檢測方法，在「檢測分析方法」之章節有詳細說明。

當完成該區的採樣的目標數之後，太平洋西北ECA的取樣期間於2013年11月17日結束，灣區ECA則於2014年1月13日結束。南方鐵路ECA的取樣是以鐵路車廂進來的數量與以往內陸運輸的模式做爲基準。然而由於在取樣期間的內陸運輸和最近幾個行銷年度不同，結果僅有少數幾列運送出口玉米的火車。在2014年3月調整取樣基準，將不同裝載量的火車列入，以及擴大南方鐵路ECA的取樣選項。不幸的是調整取樣基準並未增加取樣的樣品數，至2014年3月21日短期間內沒有可供採樣的貨品，因此爲了及時出版出口時之玉米品質報告，南方鐵路ECA的抽樣期間便於2014年3月結束。

## V.調查和統計分析方法

### c.統計分析

有關樣品之分級項目、含水量、化學組成和物理項目檢測所得的結果，除了總結爲美國總計之外，另以3個ECAs(灣區、太平洋西北和南方鐵路)及2個「合約等級」的分類方式呈現。由於無法同時符合每一官方等級的各項品質屬性(如容重量及總損害率)之底限，有些項目會優於某一特定等級的底限但一定不會低於底限。因此通常會將合約訂爲如「美國2級或更好」，允許有些(或全部)的項目優於等級規範的要求，同時也有其他的項目接近或正好在該等級的底限。在玉米出口品質報告中有如下二個等級分類：

- 「美國2級」或「美國2級或更好」的合約具體指定玉米品質至少必須符合美國2級玉米之各項分級項目的底限，或優於美國2級玉米之各項分級項目的底限。本報告將此一分類稱爲「美國2級或以上」。
- 「美國3級」或「美國3級或更好」的合約具體指定玉米品質至少必須符合美國3級玉米之各項分級項目的底限，或優於美國3級玉米之各項分級項目的底限。本報告將此一分類稱爲「美國3級o/b」。

由於取樣的程序導致太平洋西北(在此ECA被賦予較高之取樣密度)的樣品過剩，而在南方鐵路ECA的樣品則低於目標數。但美國總計的平均及標準偏差仍依原本的取樣比例加權計算。

在美國總計及每一個ECA，接受檢測的每一個品質項目都計算相對誤差範圍。美國總計及灣區ECA其所有品質屬性查驗結果的相對誤差範圍皆低於 $\pm 10\%$ 。太平洋西北與南方鐵路的有些品質屬性查驗結果的相對誤差範圍高於 $\pm 10\%$ ，如下表所示：

雖然在這二個ECA的這些品質項目其準確度不如我們的預期，這些相對誤差範圍的水準並不會使估算值失效。品質項目的平均值是真實族群平均所能得到最無偏差的預估值。雖然它們在預估時的不確定性大於這些相對誤差範圍低於 $\pm 10\%$ 的品質項目。在摘要表格中「分級項目和含水量」以及「物理項目」的註腳代表相對誤差範圍超過 $\pm 10\%$ 的屬性。如此可以讓讀者緊記在心：以樣品平均代表真實族群平均而言，有註腳的項目其不確定性較大。

在「品質檢測結果」章節裡，提及任何的統計差異，皆經過在95%信賴區間的雙尾t-檢定的確認。t-檢定的計算是針對：

- 在2013/14年收穫時之玉米品質報告及2013/14年出口時之玉米品質報告之間項目，
- 在2013/14年出口時之玉米品質報告及2012/13年出口時之玉米品質報告之間項目，
- 在2013/14年出口時之玉米品質報告ECAs(灣區、太平洋西北與南方鐵路)之間的項目，
- 在2013/14年出口時之玉米化學及物理品質報告合約等級(「美國2級或更好」、「美國3級或更好」)之間的項目。

# VI. 檢測分析方法

美國農部所屬聯邦穀物檢查服務處(FGIS)對採自每一「小批」的樣品進行正常的查驗和檢測，並提供官方分級和黃麴毒素的結果。玉米樣品從FGIS的現場辦公室直接送到位於伊利諾州尚佩恩(Champaign)的伊利諾州作物改進協會 (the Illinois Crop Improvement Association) 所屬的特性保存穀物實驗室(Identity Preserved Grain Laboratory, IPGL) 進行化學、物理項目及嘔吐毒素之檢測。當樣品到達IPGL時，先用一台博爾納(Boerner)分樣器分成兩份子樣品。一份子樣品用來檢測嘔吐毒素。CDGI是由穀物檢查、屠宰場與牲畜圍欄管理局(GIPSA) 指派在伊利諾州中、東部提供穀物檢查的官方單位。分級檢測過程是根據GIPSA所屬的聯邦穀物檢查服務處的糧食檢查手冊操作，將在以後的章節裡說明。另一份子樣品測依據產業規範或多年來已為大家接受的分析方法，分析化學組成和其他物理項目。IPGL在許多檢測項目已經獲得ISO/IEC 17025:2005國際標準的認證。所有獲得的認證都可在以下的網站 <http://www.pjview.com/clients/pjl/viewcert.cfm?certnumber=1752> 查看。

## A. 玉米分級項目

### 1. 容重量( TEST WEIGHT)

容重量是在檢測填滿特定容積〔溫徹斯特蒲式耳(Winchester bushel) 〕 (2,150.42 立方英寸)所需的穀物重量。容重量是FGIS美國官方穀類分級標準的一部分。

檢測的流程包括將漏斗置於一個已知容積的試驗杯上方之特定高度，並把穀物透過該漏斗倒入試驗杯當中，直到穀物滿出杯外為止，再以蓋平棒(strike-off stick)蓋平後，測定留在杯內穀粒之重量。所測得之重量經換算後以傳統的美國單位〔英磅/英斗(lb/bu) 〕表示。

### 2. 破碎粒和夾雜物(Broken Corn & Foreign Material, BCFM)

破碎粒和夾雜物是FGIS美國官方穀類分級標準的一部分。

該項檢測是將玉米樣品分成可以通過12/64英寸圓孔篩的部分，以及無法通過12/64英寸圓孔篩且非屬玉米的部分。破碎粒(BC) 被定義為可以通過12/64英寸圓孔篩，但不能通過6/64英寸圓孔篩的玉米碎片。夾雜物(FM) 則被定義為可以通過6/64英寸圓孔篩的所有物質，以及所有無法通過12/64英寸圓孔篩且非屬玉米的部分。BCFM是以破碎粒(BC) 和夾雜物(FM) 占最初樣品的重量百分比表示。

### 3. 總損害粒/熱損害粒(TOTAL DAMAGE/HEAT DAMAGE)

總損害粒是FGIS美國官方穀類分級標準的一部分。

由受過適當訓練的人員針對250公克無BCFM的玉米樣品進行總損害粒的目視檢查。穀粒受損害的類型包括藍眼黴菌(blue-eye mold) 〔如在玉米中有藍色黴菌Aspergillus或Penicillium，生長時會有藍色的線產生，這種狀況叫藍眼 (blue eye) 現象〕、穗軸腐爛、乾燥機損害的穀粒(不同於熱損害的穀粒)、胚損害的穀粒、熱損害的穀粒、昆蟲蛀洞的穀粒、黴菌損害的穀粒、類似黴菌的物質、絲狀裂痕的穀粒、葉枯病引起或其他生長於表面的

黴菌、黴菌(粉紅色的內生真菌Epicoccum) 損害的穀粒以及發芽的穀粒。總損害粒是以受損害的穀粒占檢測樣品的重量百分比表示。

熱損粒是由總損害粒當中特別分出一個部分，是指玉米穀粒和穀粒的碎片受到熱損害並且產生顯著的變色。由受過適當訓練的人員針對250公克無BCFM的玉米樣品進行熱損粒的目視檢查，若有發現熱損粒，則與總損害粒分別報告。

---

## B.水分

水分含量是玉米於查驗時以電子濕度計檢測所得的結果。電子濕度計能感測到穀粒內的電流特性會隨水分含量而變化，此一特性稱為介電常數(dielectric constant)。當含水量提升時，介電常數會隨之升高。水分是以總濕重的百分比表示。

---

# VI.檢測分析方法

---

## C.化學組成

### 1.玉米之近紅外光(NIR)分析

Proximates是指穀類的主要組成成分。對玉米來說，NIR近似分析包括油含量，蛋白質含量和澱粉含量(或是總澱粉量)。玉米之近紅外光(NIR)分析或光譜儀是利用特定波長的光與樣品之間獨一的互動，並經傳統化學分析的校正，來評價樣品中的油含量，蛋白質含量和澱粉含量。這是對玉米的一種非破壞性的檢測流程。

化學組成是將400至450公克完整穀粒的樣品，放入Foss Infratec 1229 Near-Infrared Transmittance (NIT) 近紅外光分析儀內，進行蛋白質、油和澱粉檢測。NIT近紅外光分析儀需先以化學分析所得的結果進行校正，蛋白質、油和澱粉的標準偏差期望值分別是0.2%、0.3% 和0.5%左右。檢測結果是以乾基百分比(不含水的材料的%)表示。

## D.物理項目

---

### 1.100顆穀粒的重量，穀粒體積和穀粒真實的密度

100顆穀粒重量是利用精確度到小數點第4位的分析天平，稱量2重複各100顆穀粒樣品的平均重量。100顆穀粒的平均重量是以公克表示。

穀粒體積是利用氦比重瓶(helium pycnometer) 進行測定2重複樣品所取代的體積，並且以 $\text{cm}^3$ 表示。小穀粒和大穀粒玉米的每顆穀粒體積通常分別落在 $0.18\text{-}0.30\text{ cm}^3$ 的範圍內。

穀粒真實的密度是利用2重複各100顆外表完整的穀粒樣品的重量，分別除以該2重複各同樣100顆穀粒所取代的體積。各重複所得的結果再加以平均。穀粒真實的密度是以每立方公分之公克數( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) 表示。當含水量大約12到15%時，穀粒真實的密度通常落在 $1.16\text{-}1.35\text{ g}/\text{cm}^3$ 的範圍內。

---

## 2. 胴裂分析

胴裂百分比(Stress Crack Percent)的估算是利用背後有光源照射的板子來凸顯穀粒的胴裂。取100顆完整且無外部損害的穀粒作為樣品進行逐顆穀粒檢查。將光源透過硬的胚乳以檢視每顆穀粒裡的胴裂損害的嚴重性，並將穀粒分別歸類到以下4個種類：(1) 沒有胴裂；(2) 1道胴裂；(3) 2道胴裂；以及(4) 超過2道胴裂。胴裂百分比是指包含1，2 或者超過2道胴裂的全部穀粒數除以100顆穀粒。低胴裂百分比通常較佳，因為高胴裂百分比會導致搬運時產生更多的破損。如果有胴裂存在，單道胴裂比2道胴裂或者多道胴裂好。有些玉米的終端使用者會基於使用的目的而指定可接受的胴裂水準。

胴裂指數(Stress Crack Index, SCI) 是胴裂的加權平均數。該項檢測表示胴裂的嚴重程度。胴裂指數的計算方式如下：

$$\text{胴裂指數 (SCI)} = [\text{SSC} \times 1] + [\text{DSC} \times 3] + [\text{MSC} \times 5]$$

其中

*SSC*是只有一道胴裂穀粒的百分比，

*DSC*是正好有兩道胴裂穀粒的百分比，和

*MSC*是有超過兩道胴裂穀粒的百分比。

胴裂指數的範圍可從0到500，高的指數表示在一個樣品內有較多穀粒為多道胴裂，將不受大多數使用者的歡迎。

# VI. 檢測分析方法

## 3. 完整穀粒

完整穀粒的檢測是取50公克經篩選(無BCFM)的玉米逐一檢查每一顆穀粒。除去破裂、破損或者有缺口的穀粒，以及種皮顯著破損的穀粒，再稱量其餘完整穀粒的重量。其結果是以占原先50公克樣品的重量百分比表示。有一些公司進行相同的試驗，但其結果是以『破裂和破損穀粒』百分比表示。97%完整穀粒等於3%破裂和破損穀粒。

---

## 4. 角質 胚乳百分比



角質(或硬質)胚乳百分比是將20顆外部完整的穀粒放在有光源的桌子上，胚朝上，以目視方式執行檢測。評估每顆穀粒角質胚乳占穀粒總胚乳的百分比。柔軟的胚乳是不透明的，會阻擋光的穿透，而角質胚乳則是半透明的。依據標準指南評估柔軟的胚乳由穀粒的頂端向下延伸至胚的程度。以20顆外部完整的穀粒評估結果的平均值表示。角質胚乳百分比分成70-100%的等級，但是大多數穀粒角質胚乳百分比分布於70-95%的範圍內。

## E. 黴菌毒素檢測

2013/14年出口時之玉米品質報告的官方黃麴毒素檢測結果是由FGIS所提供的。根據FGIS的官方程序，一個樣品最少需要10磅的脫穗玉米供作黃麴毒素檢測。用FGIS所核可的磨粉機研磨10磅的樣品。在研磨之後，用格條(riffle)分樣器自10磅已研成粉末的樣品中取出2個500公克的樣品。再從500公克的樣品中隨機取出50公克作為檢測用之樣品。於50公克檢測用樣品加入適量的化學藥品之後，便可進行黃麴毒素的定量或定性分析。可使用下列經FGIS所核可的檢測套組進行定量分析：VICAM AflaTest™, Beacon Analytical Plate Kit, Romer Labs FluoroQuant Afla or FluoroQuant Afla IAC, Envirologix QuickTox™ for QuickScan Aflatoxin (AQ 109 BG and AQ 209 BG), Neogen Reveal Q+ for Aflatoxin, Reveal Q+ for Aflatoxin Green, or Veratox® Aflatoxin Quantitative Test, Charm Sciences ROSA® FAST, WET™, WET™ XR Aflatoxin Quantitative Test, or R-Biopharm RIDASCREEN® FAST Aflatoxin SC test or RIDA QUICK Aflatoxin RQS.

在檢測嘔吐毒素方面，則使用經 FGIS 核准的 Envirologix QuickTox™/QuickScantest method 檢測方法。大約 1,350 克的脫穗玉米樣品（取自原始樣品）以 Romer Model 2A sampling mill 磨粉機細磨到能通過 20 網眼的篩子，再取出 50 克的樣品供檢測用。接著將該樣品按照 FGIS 嘔吐毒素(Vomitoxin, DON)手冊進行處理。以 5:1 的蒸餾水將嘔吐毒素粹取出來，再利用 Envirologix AQ 254 BG test kits 檢測套組進行檢測，並以 QuickScanReader 讀出嘔吐毒素的含量。