

# 2014/2015美國玉米收穫時之品質報告

## 美國飼料穀物協會

### 誌謝

製作一份範圍這麼寬且涵蓋這麼廣的報告，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以及協助收集數據、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Tom Whitaker博士、Lowell Hill博士、Marvin Paulsen博士與Fred Below博士。此外也要感謝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Champaign-Danville Grain Inspection (CDGI) 提供玉米品質檢測的服務。

最後，如果沒有遍佈美國各地的鄉村穀倉的周詳服務和及時的參與，這份報告將不可能面世。我們感激他們在非常繁忙的玉米採收期間花費時間和心血收集和提供玉米樣品。

# 目錄

穀物協會的問候.....

## I. 本收穫品質報告的重點

## II. 簡介

## III. 品質檢驗的結果

### A. 分級項目

### B. 水分

### C. 化學組成

### D. 物理項目

### E. 黴菌毒素

## IV. 作物和天氣

### A. 種植和初期生長時期之狀況---春季(三月--五月)

### B. 授粉期和穀粒充實期之狀況---夏季(六月--八月)

### C. 收穫期之狀況---夏季(八月--十月之後)

### D. 2014、2013及2012玉米收穫的比較及3年的平均

## V. 美國玉米生產，使用和展望

### A. 美國玉米生產

### B. 美國玉米使用情形和最終庫存

### C. 展望

## VI. 調查和統計分析方法

### A. 概述

### B. 調查設計和抽樣

### C. 統計分析

## VII. 測試分析方法

### A. 玉米分級項目

- B. 水分
- C. 化學組成
- D. 物理項目
- E. 黴菌毒素檢測

## VIII. 美國玉米分級規格與單位換算

# 穀物協會的問候

美國穀物協會樂於提供新出爐的2014/15年美國玉米收穫時之品質報告，是此一系列的第四本。

玉米品質之準確與及時的訊息有助於購買者做決策、增加對於市場的供應能力與可信賴性的信心、與協助全球各國經由國際貿易達到糧食安全的目標。本協會希望這一份收穫時之品質報告能就最新年度的美國玉米品質提供透明的觀點。

2014年春天美國玉米帶(Corn Belt)天氣又冷又濕，導至玉米播種和收穫稍有延後，已致於這本2014/15年度美國玉米收穫時之品質報告也稍有延後。但很幸運的美國大部分地區玉米的生長情形都很理想。美國玉米的生產將是連續第二年的大豐收。

跟前面幾本美國玉米收穫時之品質報告一樣，2014/15年度美國玉米收穫時之品質報告係針對近期收穫美國玉米的品質，於進入國際行銷管道之前，先以與前幾年一致的方法評析，以便與前幾年的品質互作比較。

美國玉米買方所看到的品質會再受到後續搬運、混合、或貯存環境等等因素的影響。本協會的另一本品質報告，2014/15年度美國玉米出口時之品質報告，將針對美國出口的玉米品質，於國際船運的裝貨點採樣，預定於2015年4月出版。

美國穀物協會致力於經由國際貿易促進全球糧食安全與買賣雙方的共同經濟利益。本協會的願景是開發穀物市場、促進全球貿易、與改善人類生活，身為國際上玉米買方與全球最大且最精緻的農業生產與出口系統的橋樑，本協會提供這一份報告當做是基於上述願景提供給全球夥伴的服務。

真誠的祝福

葛禮朗 (Ron Gray)  
美國穀物協會理事長  
2014年12月

## I. 本收穫品質報告的重點

由於大部分的玉米帶有較低溫的夏天延遲播種及收穫，使得2014年美國收成的玉米水份含量較2012年高但較2013年為低，但整體而言，2014年玉米有較佳的品質且較高的產量，事實上破了歷史紀錄而且最終收成玉米的整體品質卻相當良好。

2014年美國收穫的玉米樣品檢測結果，約88%的玉米屬於品質分級項目第二級或更好。2014年所生產的玉米正帶著下列特性進入銷售市場。

### 分級項目及水份含量：

- 容重57.6英磅/英斗(74.2公斤/百公升)，有77.4%的樣品高於第一級的標準，有94.7%的樣品高於二級玉米容重的底限，其值低於2013年及三年的平均，顯示充實飽滿、成熟的穀粒。
- 低水平的破裂玉米與夾雜物(0.8%)，有96.2%的樣品低於第一級玉米標準。
- 顯著偏高的總損害率(1.7%)相較於前些年，同時分佈也較大，但94.8%樣品仍然低於第二級玉米。損害率較高的樣品需要特別的處理以避免劣變。
- 由穀倉取得的樣品平均水分為16.6%，比2013低但較3年平均為高，僅少數的樣品水份高於17%，意即胴裂的發生較2013少，需要比2013年較好的乾燥及貯存的處理。

### 化學成分：

- 平均蛋白質含量(8.5%乾基)相對低於2013、2012年及三年平均。
- 平均澱粉含量(73.5%乾基)與2013年同，高於3年平均值，顯示充實良好和成熟度佳的穀粒，有利於濕磨加工業者。
- 3.8%(乾基)平均油含量高於2013與2012及3年平均。

\*3YA：2011/12，2012/2013及2013/2014三年平均值

### 物理項目：

- 胴裂(壓裂紋)率(8%)及指數(20.2)，低於2013但高於3年平均，顯示有79.3%樣品低於10%，比去年略低。
- 穀粒體積(0.27cm<sup>3</sup>)相當穩定，與2013、2012及3年平均相同。
- 平均真實密度(true density)1.259g/cm<sup>3</sup>。角質(硬質)胚乳及容重顯示2014的玉米粒較軟，但仍然很適合乾磨加工，30.2%的樣品高於1.275的密度，62.1%的玉米高於80%的角質胚乳量，48.0%玉米容重高於58 lb/bu。
- 完整穀粒(93.6%)比2013年的略高但接近3年平均。

### 黴菌毒素：

- 2014年的黃麴毒素(aflatoxins)很顯著低於2012年的發生率，其檢測結果約100%的玉米低於美國食品藥物管理局(U.S. Food and Drug Administration, FDA)的黃麴毒素管制界限(action level)20 ppb。
- 100%玉米樣品的嘔吐毒素(DON or vomitoxin)檢測結果低於FDA的嘔吐毒素諮詢界限(advisory level)(豬和其他動物為5 ppm，雞與牛為10 ppm)(2013及2012年亦為100%)。但在玉米樣品2014年其測定值高於2013及2012年。

## II. 調查概述

美國穀物協會「2014/15年玉米收穫品質報告」是爲了幫助外國的購買者，瞭解作爲商品的美國黃玉米，在其進入銷售管道時的最初品質。這是第四次於收穫時針對美國玉米品質所進行的調查。由這4年的調查結果，本會將可在氣候及生長條件對於剛從田裡收穫的玉米品質之影響方面，得到一些初步的結論。儘管在2014年的生長季節許多玉米產區冷及濕，2014年夏天要較一般爲冷，成熟期也較平均延後一週，收穫期也較延遲，2012年爲較早播種、乾旱、早熟及收穫，因此收穫的品質自然也有所不同。2014年玉米有較高的產率、低蛋白質、高澱粉含量，同時比2012年有較高的水分及較高的總損穀粒，胴裂近似但略低於2013年，真實密度、角質胚乳及容重皆低於前3年平均，顯示2014玉米穀粒質地較軟，而2014年之BCFM也較低，三年的玉米是有些微差異，但整體言之，2014年的玉米品質仍然是很好的。59%的玉米樣品符合第一級且88%符合第二級或更好的標準，至於有較高的水份與總損害穀粒的樣品，必須在貯存等的處理過程要非常謹慎以確保出口的品質。

本協會特別指出這四年的數據只是開始爲評估影響玉米品質之趨勢及項目打下基礎。當本協會累積這些報告幾年之後，收穫品質報告的價值將會持續增加，因爲外國的購買者將能透過不同年度的報告，看出生長環境因素對玉米品質影響的模式。

這本2014/15年收穫品質報告是基於629個作爲商品的美國黃玉米樣品的分析結果。這些樣品是來自生產並且出口黃商品玉米最多的12個州。所收集的樣品取自鄉村穀倉，其目的在於對剛進入市場通路起始點的玉米品質進行評估，並且可提供關於不同產區玉米品質特性差異化最具代表性的資訊。

另又將在12個州的抽樣點依據玉米出口的路線分成3個集團，我們稱爲「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
3. 南方鐵路ECA：包括以鐵路貨運出口玉米到墨西哥的地區所組成。

樣品檢測結果以美國總計與各別ECAs的方式呈現，以顯示關於玉米品質在地區性方面之差異化。

在收穫時所調查的玉米品質特性，將成爲最終到達海外用戶門口的玉米品質之基礎。當玉米進入美國國內銷售系統時，將會與來自其他地點的玉米混在一起，匯集到卡車、駁船和火車，並且歷經幾次的儲存與裝卸。因此，玉米的品質狀態從進入第一個銷售點到出口穀倉都持續不斷在改變。有鑑於此，這本2014/15品質報告必須與隨後將在2015年初出版的美國穀物協會「2014/15年美國玉米出口時之品質報告」(U.S. Grains Council Corn Export Cargo Quality Report 2014/15)同步仔細研讀。通常出口玉米的品質是由買賣雙方所簽訂的合約決定，買方可以自由協商對他們而言認爲重要的品質項目。

這本報告提供各項品質項目檢測之詳細資訊，包括所有樣品總計與各別ECAs的平均值及標準偏差。在「品質檢測結果」的章節中有下列品質項目的摘要：

- 分級項目：容重、破損粒和夾雜物、總損害率及熱損害
- 水分含量
- 化學組成：蛋白質、澱粉及油
- 物理項目：胴裂(壓裂紋)百分比/指數、100顆穀粒的重量、穀粒體積、穀粒真實的密度、完整穀粒及角質(硬質)胚乳
- 黴菌毒素：黃麴毒素及嘔吐毒素

此外本收穫品質報告亦包括簡要描述美國農作物和天氣狀況、美國玉米生產、使用和展望；以及詳細說明調查和統計分析方法與測試分析方法。

這一份報告另包括了三年(2011/12、2012/13、2013/14)玉米的檢測品質項目的平均值及標準偏差，樣品資料含蓋所有樣品總計及各別ECAs的平均值及標準偏差，以” 3YA” 表示之。

---

# III 品質檢驗的結果

## A. 分級項目

美國農業部穀物檢驗局(FGIS)已經制定檢測玉米品質的很多項目的等級、定義和標準。用來區分等級的屬性包括容重，受熱變質，總損害，以及破損粒和夾雜物。玉米分級和分級的條件以摘要方式列於「分級標準和單位換算」的本報告的章節中。

### 分級項目和水分摘要

#### 重點

- 雖然 2014 年的平均容重 (57.6lb/bu 或 74.2kg/hl) 是低於 2013、2012 及三年平均，但仍然高於第 1 級的標準 (56lb/bu 或 72.08kg/hl)。
- 在三個玉米出口之匯集區的平均容重均高於第 1 級標準。
- 2014 年的 BCFM (0.8%) 比 2013 年及 3 年平均 (0.9%) 為低，低於第 1 級玉米的值 2%，亦即在搬運及貯存期間其篩選清理及貯存期間之通風可減少，因而利於確保品質。
- 幾乎所有(98.4%)玉米樣品的 BCFM 等於或低於達到第 2 級玉米標準的 3%。
- 三個出口匯集區的玉米 BCFM、BC 及 FM 稍有不同。
- 2014 年玉米的總破損為 1.7%高於前幾年，可能由於延遲收穫但仍低於第 1 級的標準，83.8%的玉米樣品含有或低於 3%的破損穀粒，亦即今年的玉米品質良好、貯存佳。
- 相對比較寬廣分佈約 5.3%樣品超過 5%的總破損，在未來乾燥及貯存上需要特別分開處理。
- 灣區 ECA 的總破損最高達 2.2%，太平洋西北區最低為 0.4%。2014、2013 及 2012 3 年灣區皆比另外兩區高，而 2014 年主要是因為灣區收穫前的天候，導致延遲收穫以及無法在田間進行貯存運送前的乾燥處理。
- 沒有任何熱破損的案例報告。
- 在鄉間穀倉約 88.2%的樣品皆為第 2 級或高於第 2 級的玉米，其間他們議價或折讓皆是以第 2 級為標準，但在爾後的搬運、乾燥及貯存處理有可能會降低其品質。
- 2014 年玉米樣品水份含量 (16.6%) 顯著低於 2013 年 (17.3%)，高於 2012 年和 3 年的平均，較高水份含量玉米，如 37.5%玉米樣品含量超過 17%在處理過程如乾燥、貯存需要特別注意分開處理。
- 灣區玉米水份含量在 2014、2013、2012 和 3 年平均皆高於其他兩區。
- 水份含量較高的玉米在乾燥、貯存需特別分開處理，在乾燥時也要特別留意，因為會導致胴裂的形成。



# III 品質檢驗的結果

## 1. 容重(TEST WEIGHT)

容重(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。高容重玉米使用的存儲空間將較相同重量的低容重玉米為少。容重主要受到玉米穀粒結構來自於遺傳方面的影響。不過容重也會受含水量、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。從農場運送玉米到交貨地點並在那裡進行抽樣及檢測時，在含水量相同的條件下，高容重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。容重與真實密度有非常高的相關，並且反映出穀粒硬度和成熟度。

### 重點

- 2014年美國總計的平均容重為 57.6英磅/英斗(74.2kg/百公升)，相較於2013年57.9英磅(74.5公斤/百公升)及2012年58.8英磅/英斗(75.6公斤/百公升)，低於3年的平均值58.2英磅/英斗(75.0公斤/百公升)代表總體而言品質良好，並且在超過1級玉米容重的下限(56英磅/英斗)。
- 2014年穀物容重較一致，其標準偏差為1.34英磅/英斗比2013年的1.51英磅/英斗為低。玉米樣品間之差距2014年較2013年、2012年較小，分別為10.6英磅/英斗及12.0、13.1英磅/英斗。
- 在所有ECAS當中，2014年所有樣品的容重值均超過1級玉米容重的下限，其中以灣區和南方鐵路ECAs 最高，分別為57.8及58.0英磅/英斗。
- 有94.7%以上的樣品容重超過美國2級玉米容重的下限，有77.4%以上的樣品容重超過美國1級玉米容重的下限(56英磅/英斗)。相較2013年分別為93%及81.5%。
- 容重最低為太平洋西北ECA，但樣品保有最大的變異標準偏差為1.36英磅/英斗，而灣區及南方鐵路ECAs 分別為1.34及1.30英磅/英斗。

# III 品質檢驗的結果

## 2. 破損粒和夾雜物(BCFM)

破損粒和夾雜物(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。較低的BCFM百分比代表樣品中有較少的夾雜物和/或較少的破損穀粒。在農場取得的樣品其BCFM一般較高，此乃歸因於聯合收穫機的調控和/或雜草種子。BCFM量會因乾燥、處理過程及較高的胴裂而增加。

破損粒(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。

### 重點

- 2014年美國總計的平均BCFM為0.8%，略少於2013年的0.9%和3年的平均(0.9%)但仍然高於第一級玉米的標準。
- 美國總計的 BCFM值分布較一致，2014年BCFM標準偏差為0.50%，低於3年的平均0.60%。
- 太平洋西北ECA的BCFM比其他ECA稍高(0.9%)
- 美國總計的BCFM值有96.2%的樣品分布低於第一級的最大值，在小於或等於2%的範圍。而2013及2012年分別為93%和95%。
- 3個玉米出口滙集區的BCFM變異在0.2%以內，分別與美國總計BCFM平均值間差異都很小，

---

### 3.破損粒(BC)

破損粒依據穀粒大小來分級。

破損粒(BC) 較完整穀粒易遭受黴菌及昆蟲損壞，並較易在搬運和加工的過程中造成問題。當不去攪動貯存桶內的玉米時，破損粒傾向於停留在貯存桶的中心，而完整穀粒易受引力作用而可能移動到外圍邊緣。這個現象在穀物業界被稱為出料中心線(SPOUTLINE)。大多數(如果不是全部)的SPOUTLINE可以透由從貯存桶的中心拖出穀類而被除去。

#### 重點

- 2014年美國總計的平均破損率值為0.6%，近似或低於2013、2012及3年的平均(0.7%)。如此低的水平將有利於玉米在進入銷售管道時的搬運和貯存。
- 2014玉米較2013及2012年一致，其標準偏差為0.36%，2013及2012BC的標準偏差分別為0.46%及0.42%。最大值與最小值差距2014年亦較2013及2012年小。
- 美國總計的破損率值的分布有44.4%小於0.5%的破損粒，有86.4%小於1.0%的破損粒。意即其破損率比前2年為低。
- 右圖列出破損粒占破損粒和夾雜物的百分比，顯示幾乎所有樣品3年的BCFM主要都是由破損粒所組成。
- 3個玉米出口滙集區彼此間的破損粒相差少於0.1%。

---

#### 4. 夾雜物(FM)

夾雜物(FM) 的重要性在於它幾乎沒有供作飼料或加工利用的價值，但因它的含水量普遍比玉米高，因此在貯存期間可能導致玉米品質惡化。夾雜物也有助於SPOUTLINE的形成，並且比破損粒更為嚴重，因為夾雜物如上所述有更高的含水量。

##### 重點

- 2014年美國總計的平均 FM值為0.2%，與2013及2011及2012年以及3年平均相同。
- 有94.4%的樣品其夾雜物低於0.5%，略高於2013但與2012年近似。
- 2014年美國總計樣品之間的變異性標準偏差為0.19%，小於2013的0.23%及2012的0.18%和3年的平均0.20%。
- 所有 ECAs平均 FM值為0.2%。

## 5. 總損害穀粒(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、磨擦損壞、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高溫在生長和/或倉貯過程中有關。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。

### 重點

- 2014年美國總計樣品的平均總損害穀粒值為1.7%，雖遠高於2013年及3年平均0.9%，但仍低於第一級的3%標準，可能是由於延遲收穫所致。
- 2014年美國總計樣品的總損害穀粒標準偏差為1.36%，較高於3年平均0.84，其最小值與最大值之差距，2014年17.3%而2013及2012年分別為13.6%及12.7%。顯示其樣品之間的整齊度低於2013及2012年。
- 美國總計樣品的總損害穀粒之分布，其中83.8%的樣品有小於或等於3.0%的總損害穀粒，94.8%的樣品有小於5.0%的總損害穀粒。
- 灣區、太平洋西北和南方鐵路ECAs的平均總損害穀粒值分別是2.2%，0.4% 和1.3%，以太平洋西北值最低，均遠低於美國第一級玉米的上限3%，灣區有玉米平均水份含量16.9%及最高玉米樣品水份29.9%可能是灣區玉米有最高總損害穀粒的影響因素，而該區又由於多雨的天候導致在農場無法作好預先乾燥的處理所致。
- 3個玉米出口匯集區的玉米平均總損害穀粒值低於第一級玉米3%的標準，但部份樣品高於17.3%則需要謹慎的處理，以避免過程中品質的惡化。

---

## 6. 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。受熱變質很少存在於收穫時直接從農場運回的玉米。

### 重點

- 與2013及2012年的結果相同，沒有檢測到任何受熱變質的樣品。
- 沒有發現受熱變質的原因，可能一部分是由於經過少量的乾燥前處理再直接從農場運送到穀倉的新鮮樣品。

---

## B.水分

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等級。含水量影響玉米出售和購買時的乾物質含量。含水量也是在乾燥時可能需要的一項指標，暗示可以貯存的期間，並且會影響容重。在收穫時高的含水量會增加收穫和乾燥操作流程穀粒的損害，並且所需增加的乾燥量將影響胴裂(壓裂紋)、破損和發芽。極其潮濕的穀粒可能引發在後續貯存或者運輸期間的黴菌損壞。在玉米生長季節的氣候，會影響產量及穀粒的發育，而穀粒收穫時的含水量，主要取決於收穫時機的選擇與收穫當時的氣候條件。

### 重點

- 2014年玉米含水量為16.6%顯著低於2013年的17.3%，但高於2012年(15.3%)及3年的平均16.0%。
- 2014年美國總計含水量的標準偏差1.84%，低於2013的2.24%但與3年平均近似，表示收穫時玉米含水量分佈範圍變異較2013年小。
- 美國總計有30.6%的樣品含水量為15%或更低，大多數穀倉以含水量為15%為基礎來計算折扣，此一含水量也被認為在寒冷的冬天適合短時期貯存。2014年只有12.4%的樣品而2013年及2012年分別有10.0%及31.7%樣品水分含量為14%或更低，通常認為14%含水量即使沒有再加以乾燥，在貯存和運輸時都很安全，2014年樣品37.5%水分高於17%，而2013為48%、2012年為22%，故2014年玉米需要比2012、2011年較嚴謹的乾燥處理。
- 2014年灣區ECA、太平洋西北ECA和南方鐵路ECAs的含水量平均值分別是16.9%、16.1%和16.0%。
- 在過去2年以及3年平均3個ECAs當中，皆以灣區ECA的含水量平均值為最高。主要是因為天候而不必提供較多的運輸前的乾燥處理。





---

## C.化學組成

化學組成非常重要，因為蛋白質，澱粉和油等玉米主要的組成分是產業終端使用者最重視的。化學組成並非正式的分級項目，但可提供與營養價值有關的附加資訊供飼養家畜和家禽使用，化學組成也可提供濕磨及其他玉米加工業者有用的資訊。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。

---

### 化學組成摘要

---

#### 重點

- 2014年平均蛋白質（8.5%乾基）比3年平均（8.9%）低，但產量卻高於前三年，在2014年氮肥分配至更多的玉米粒中，因此2014年玉米蛋白質含量比2013年（8.7%）及乾旱的2012年（9.4%）要低。
- 2014年玉米樣品澱粉含量（73.5%乾基）高於3年平均（73.3%），亦即2014年玉米有較充實的玉米穀粒，較利於玉米濕加工。
- 2014年玉米樣品油含量（3.8%乾基）高於2013、2012或3年平均（3.7%）。
- 2014年的玉米樣品化學成份比前二年一致性高，因為2014年的玉米樣品蛋白質、澱粉及油的成份分析標準偏差較小。
- 2014年灣區的玉米蛋白質含量最低（8.4%），澱粉最高（73.6%），油含量也最高（3.8%）。以3年平均數值來比較，灣區蛋白質也是最低（8.9%），太平洋西北區澱粉最高（73.3%）。

#### 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氨基酸。可提升飼料利用率，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

- 2014年美國總計的蛋白質平均為8.5%顯著低於2013年的8.7%，及2012年的9.4%和3年平均8.9%。
- 樣品蛋白質含量分布於6.4%到11.3%間，其標準偏差為0.55%，低於2013年0.66%及2012年的0.66%和3年平均0.64%。蛋白質含量範圍（自6.4%到11.3%）比2013年（6.5到13.3%）和2012年（7.0到12.4%）為低。
- 56.8%樣品蛋白質含量分布為8.0%到8.99%，21.2%玉米為9.0以上，以及22.0%的玉米蛋白質分布在8%以下。2014年分佈在高蛋白質含量的樣品數比2013、2012年為低。
- 預計將運往灣區、太平洋西北和南方鐵路ECAs的玉米蛋白質含量平均值分別是8.4%，8.7%和8.6%。灣區玉米蛋白質含量與2013、2012及3年平均比較2014年最低。

- 過去4年的記錄，檢測玉米的12州中有11州的結果顯示玉米平均產量與蛋白質含量為負相關，亦即產量提升，蛋白質含量則下降。

## 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成份。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

- 2014年美國總計的澱粉平均與2013年相同為73.5%，顯著高於2012年的73.0%，亦高於3年的平均73.3%。標準偏差為0.63%比2013年(0.65%)、2012年(0.67%)及3年平均(0.65%)為低。
- 澱粉含量分布於71.7%到76.1%的範圍內，比2013年的(71.1到75.9%)及2012年的(70.6到75.6%)為高。
- 21.5%的樣品澱粉含量分布於70.0%到72.99%之間，51.8%分布於73.0%到73.99%之間，26.6%大於或等於74.0%，澱粉的測驗結果近似2013年。
- 預計將運往灣區、太平洋西北和南方鐵路ECAs的玉米澱粉含量平均值分別是73.6%，73.4%和73.4%。以灣區玉米的澱粉含量在2014、2013和2012最高，相反的過去三年灣區玉米蛋白質也是最低的。
- 資料顯示玉米最重要二項成份澱粉和蛋白質含量呈負相關(-0.61)。

## 3.油

---

油是家禽和家畜飼料配方的必要成分。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

- 2014美國總計的油平均為3.8%高於2013、2012及3年平均，其標準偏差為0.31%低於2013及2012年0.34%和3年平均的0.33%
- 2014年油含量分布於2.8%到5.0%的範圍，2013年為2.0到5.0%，2012年為1.7到5.5%。
- 49.1%的樣品油含量分布小於或等於3.74%，40.5%分布於3.75%到4.24%之間，10.3%分布在4.25%或以上，顯示2014年玉米含油量較高。
- 預計將運往灣區、太平洋西北和南方鐵路ECAs的玉米油含量平均值分別是3.8%，3.6%和3.7%。因此，灣區及南方鐵路ECAs的玉米含油量在2014、2013及三年平均皆高於太平洋西北之玉米。

## D.物理項目

另有一些不歸屬於分級或化學組成但與品質特性有關的檢測項目。這些檢測項目可提供關於玉米各種用途的加工利用性，以及可貯存性和搬運時造成破損的潛在可能性等附加資訊。玉米的加工利用性、可貯存性以及耐搬運的能力受玉米的形態學或組成部分的影響。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%，是由鬆軟(也稱為粉狀的或不透明的)和角質(也稱為硬質的或玻璃狀的)二種類型的胚乳所組成。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。

除了生長和搬運的條件影響玉米品質之外，下列檢測反映出玉米穀粒內在的本質。

## 物理項目摘要

### 重點

- 2014年胴裂(壓裂紋)及SCI皆較2013年低，但比3年平均為高，顯示胴裂仍然是較低的，是可接受的而且與2013年近似或低些。
- 2014年穀粒重量34.03公克高於2013年33.41公克及3年平均33.69公克，但低於乾旱的2012年的34.53公克。平均體積與2013，2012、2013年平均( $0.27\text{cm}^3$ )近似。2013年角質(硬質)胚乳百分比及穀粒真實密度及容重皆較2012及2011為低。
- 2014年角質硬質胚乳百分比為82%表示玉米硬度與2013年相同，但不及2012年的85%與過去三年的平均值84%，但此商品相對而言仍然夠硬。
- 完整穀粒百分比93.6%雖較2012年(92.4%)為高，與過去三年的平均值之93.5%近似，但與配合較低的胴裂(壓裂紋)百分比(4%)，顯示其具有可貯存性，並可降低運交過程中的破損。
- 在ECAs中南方鐵路的SCI在2014，2013、2012或3年平均中皆最低。
- 太平洋西北在2014、2013或3年平均中有最低的平均穀粒體積及重量、真實密度及容重。
- 2014年穀粒真實密度是 $1.259\text{g/cm}^3$ ，近似2013年的 $1.258$ 與過去三年的平均值的 $1.267$ ，但低於2012年的 $1.276$ 。
- 2014年完整穀粒為93.6%，比2013年(92.4%)高，接近3年平均的93.5%。
- 2014年硬質胚乳有82%，與2013年同，顯著低於2012年之85%及3年平均84%，亦即2014年穀粒硬質與2013年同，但較2012年為軟。
- 多次調查，穀粒體積不論何種天候都維持相對穩定。

### 1.胴裂(壓裂紋)(STRESS CRACKS)

胴裂(壓裂紋)是在一顆玉米穀粒角質(硬質)胚乳內部的裂縫。一顆胴裂(壓裂紋)穀粒的種皮通常不會損壞，因此穀粒的外表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(壓裂紋)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(壓裂紋)。一顆穀粒可能有一、二或多道裂紋。高溫乾燥是造成胴裂(壓裂紋)最通常的原因。高胴裂(壓裂紋)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：**

因為澱粉和蛋白質不易被分開而導致澱粉產出量降低。 胴裂(壓裂紋)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，造成加工流程不平衡。

生長環境條件大大影響穀物的成熟度、收穫的時間以及對人工乾燥的需求程度，因此導致不同地區的胴裂(壓裂紋)發生率有極大的變異。例如晚熟及因雨或低溫延遲種植導致晚收，都會增加對人工乾燥的需求，也因此增加胴裂(壓裂紋)發生的傾向。

胴裂(壓裂紋)的檢測包括胴裂(壓裂紋)百分比(至少有一道裂縫的穀粒的百分比) (Stress Crack Percent, SC%) 以及胴裂(壓裂紋)指數(Stress Crack Index, SCI) 也就是一道、二道及多道胴裂(壓裂紋)的加權平均值。胴裂(壓裂紋)百分比只顯示發生胴裂(壓裂紋)的穀粒數，而胴裂(壓裂紋)指數則顯示胴裂(壓裂紋)的嚴重程度。例如一半穀粒只有單道胴裂(壓裂紋)，SC%是50而SCI也是50。然而，如果一半穀粒都是多道胴裂(壓裂紋)，顯示在搬運時會成為嚴重的問題，但SC%仍是50，而 SCI則變成是250。越低的胴裂(壓裂紋)百分比(SC%)和胴裂(壓裂紋)指數(SCI) 通常是越好。在胴裂(壓裂紋)百分比(SC%)較高的年分，胴裂(壓裂紋)指數(SCI) 較有價值，因為高的胴裂(壓裂紋)指數(或許300到500)表明這個樣品有多道胴裂(壓裂紋)的穀粒百分比非常高。多道胴裂(壓裂紋)對品質的危害較單道胴裂(壓裂紋)更大。

## 重點

- 2014年總玉米胴裂平均為8%低於2013年平均9%，顯著高於2012年的4%及3年平均為6.0%。標準偏差在2014年為9%，2013年10%及3年平均6%。
- 2014年胴裂(壓裂紋)分布於0%到100%的範圍內，2013年是0%到86%，2012年為0到63%。
- 胴裂(壓裂紋)分布顯示79.3%(2013年為80.0%，2012年為90.8%)的樣品少於10%的胴裂(壓裂紋)，但9.2%樣品胴裂為等於或高於20%，低於2013年的11%但高於2012年之3%。
- 包括灣區、太平洋西北區和南方鐵路區 ECAs等全部地區的胴裂(壓裂紋)，分別平均為9%、6%及6%。

- 美國總計胴裂(壓裂紋)指數(SCI)平均值為20.2低於2013年的22.8，顯著高於2012年的9.3。2014年SCI標準偏差是27.7，2013年為35.1，三年平均為18.4。2014年的SCI的分佈範圍0到410，比2013年(0到324)和2012年(0到217)為寬。
- 88.4%的樣品胴裂(壓裂紋)指數(SCI) 低於40，高於2013年的86.0%，且有7.2%樣本SCI高於80，與2013的9.0%近似但高於2012年的2.0。SCI少於40，表明非常少穀粒有二道或多道胴裂(壓裂紋)。這是符合第一個交貨地點的正常的預期。
- 包括灣區，太平洋西北區和南方鐵路ECAs等全部地區的SCI分別平均為24.1%、12.8%及11.4%，南方鐵路ECA的胴裂在2014、2013、2012年及3年平均皆較其他之區為低，主要是由於玉米收穫前在田間即已夠乾。
- 低水準的胴裂(壓裂紋)應可顯示玉米搬運時可降低破損的比率，改進濕磨澱粉的回收，提升乾磨粗碾碎片的產出量和好的鹼性處理的能力。

## 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。大穀粒影響乾燥速率，大顆粒其體積及表面積的比例增加，乾燥速率較慢，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。含有較多角質(硬質) 胚乳的品種傾向於具有較大的穀粒重量。

### 重點

- 2014年美國總計100顆穀粒的重量平均為34.03公克，高於2013年的33.41公克，略低於2012年34.53公克，比3年平均33.69公克高，其標準偏差為2.83公克，近似2013年的2.88及3年平均2.76公克。
- 100顆穀粒的重量分布於19.70到46.30公克的範圍內，略高於2013年的(18.07到45.09公克)及2012年的17.49到45.39公克。
- 有41.2%的總計樣品其100顆穀粒重量為35.0公克或者更大，2013年為39%及2012年為48.3%。
- 100顆穀粒重量以太平洋西北區最低30.92公克，灣區為34.88克，南方鐵路區為34.47公克，2013年也是太平洋西北區最低。

## 3.穀粒體積(Kernel Volume)

穀粒體積(以立方公分表示)經常揭露出生長的环境條件。如果環境條件是乾燥的，穀粒可能比一般平均為小。如果於生長季節的晚期遭遇乾旱，穀粒的充實度可能較低。小的或是圓的穀粒較難將胚脫去。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



- 2014年美國總計穀粒體積平均為0.27立方公分，與2013年、2012年及3年平均相同，其標準偏差皆為0.02立方公分。2014年較高的穀粒體積有15.1%樣本為0.3立方公分或大些(2013年只有15%及2012年只有10.9%)。
- 灣區、太平洋西北區及南方鐵路ECAs之間穀粒體積，分別為0.28cm<sup>3</sup>、0.25cm<sup>3</sup>及0.27cm<sup>3</sup>，其中2014、2013及3年平均皆以太平洋西北區最小。

#### 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。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，作為一個硬度的相關指標，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(壓裂紋)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

- 2014年美國總計穀粒真實密度平均為1.259公克/立方公分，與2013年的1.258公克/立方公分相近，但顯著低於2012年的1.276公克/立方公分及3年平均1.267公克/立方公分。分布於1.15到1.34公克/立方公分的範圍內，其標準偏差2014、2013、2012及3年平均分別為0.020、0.021、0.017及0.019公克/立方公分，而2013、2012及3年平均穀粒真實密度分佈分別為1.157到1.326公克/立方公分，1.199到1.332公克/立方公分。
- 2014年美國總計有30.2%的樣品其穀粒真實密度等於或高於1.275公克/立方公分，低於2013年的34.0%及2012年的52.3%。一般樣品真實密度大於1.275公克/立方公分則視為硬質玉米，因此2014年與2013年相似，其收成的玉米有較柔軟的胚乳。
- 2014年穀粒容重(57.6英磅/英斗)顯著低於2013年穀粒容重(57.9英磅/英斗)及2012年的58.8英磅/英斗，圖示穀粒真實密度容重呈現正相關，相關係數為0.84。
- 2014年灣區、太平洋西北區及南區鐵路EACs分別為1.262公克/立方公分、1.246公克/立方公分及1.263公克/立方公分，其中太平洋西北區玉米真實密及容量在2014、2013及3年平均數值都是三區中最低的。

#### 5. 完整穀粒(WHOLE KERNELS)

雖然由名字聯想到完整穀粒與破損粒和夾雜物(BCFM)之間的一些關係，但是與進行破損粒和夾雜物檢測所得的玉米破損粒(BC)的部分相較，完整穀粒檢測傳達不同的資訊。破損粒僅僅從材料的大小來確定。完整穀粒，正如名字暗示的，是在樣品中檢測完整穀粒的數量。

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，比完整無缺的穀粒迅速。在烹飪期間吸收太多水分會導致昂貴的停工時間和/或沒達到規格需求的產品。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。

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。雖然硬質地的胚乳比柔軟玉米有助於保存更多的完整穀粒，但是否能夠運交完整穀粒的主要因素在於收穫期間和收穫以後的搬運。這包括從聯合收穫機的結構或配置開始，以及隨後從農場到最終用戶所需的輸送類型、次數和長度。所有隨後的搬運過程將在某種程度上產生額外的破損。在高的含水量(例如高於25%)收穫通常較在低的含水量(例如低於18%)收穫易於導致穀粒破損。

### 重點

- 2014年美國總計玉米完整穀粒百分比平均為93.6%顯著高於2013年的92.4%，但顯著低於2012年的94.4%及近似於3年平均93.5%。其標準偏差分別為2014年的3.5%低於2013年的3.7%及3年平均，近似2012年的3.4%。
- 所有樣品大於90%的完整穀粒在2014年美國總計有超過85.7%的樣品大於2013年的77%及小於2012年的89.5%。
- 灣區、太平洋西北區和南方鐵路區完整穀粒百分比平均分別為93.8%、92.5%和93.9%，所有都相對穩定，以太平洋西北區最低。
- 完整穀粒的分佈範圍2014年為63.6%到99.8%，2013年為73.6%到99.6%。2012年為68.0%到100%。

## 6.角質(硬質)胚乳 (HORNEOUS ENDOSPERM)

角質(硬質)胚乳檢測是計算角質胚乳的百分比，分布於70%到100%的範圍內。角質胚乳的含量越多，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，鹼性烹煮則需要中等至中高硬度的玉米，而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/效率和澱粉可消化率相關聯。作為總體硬度的檢驗，角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%的角質胚乳，而濕磨和養殖業者通常想要角質胚乳在70%和85%之間的玉米。不過，在用戶偏愛中當然有例外。

### 重點

- 2014年美國總計玉米角質(硬質)胚乳平均為82%，與2013年相同，低於2012年的85%及3年平均84%，但仍然算是較高的商品。2014、2013、2012及3年平均值的標準偏差相同皆為4%。
- 2014年美國總計有62.1%的玉米樣品的角質(硬質)胚乳百分比等於或大於80%、小於2013年的67%及2012年之87%。
- 角質(硬質)胚乳百分比在ECAs之間並無太大的變異(平均值介於80至83%之間)，灣區、太平洋西北區及南方鐵路區分別為82%、81%及82%。在2014、2013及3年平均皆以太平洋西北區最低。

- 太平洋西北區在2014、2013及3年平均的平均穀粒真實密度都是在三區中最低的，右圖中顯示玉米角質(硬質)胚乳，與平均穀粒真實密度具有其一致性，具有0.74的正相關係數。

---

## E. 黴菌毒素 (MYCOTOXINS)

黴菌毒素是在穀類裡自然發生的真菌所生產的有毒化合物。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。

正如2012及2013年一般，2014年收穫品質報告在本年玉米收穫時檢測樣品中是否有這兩種黴菌毒素存在。由於黴菌毒素的產生受到生長條件的影響非常大，因此收穫品質報告的目標將嚴格局限報導有關在一些樣品內發現黃麴毒素或者嘔吐毒素時的情況。報告中不會提出具體的黴菌毒素含量。

收穫品質報告有關黴菌毒素的探討，其目的不在於預測哪一類黴菌毒素或多少含量會出現在美國出口的玉米。由於美國多元的穀物銷售管道，和規範產業的各種相關法律及規定，因此在出口貨物裡檢出的黴菌毒素含量會低於在玉米剛從田間收穫時第一次可能出現的黴菌毒素含量。另外，這份報告並不暗示這次的探討將涵蓋受調查的12個州或3個ECAs所有發生黴菌毒素的實例。收穫品質報告的結果應該被視為玉米剛從田間收穫時黴菌毒素感染潛勢的一個指標。當本協會經過幾年的資料收集之後，收穫品質報告將反映出每年玉米剛收穫時在玉米裡黴菌毒素存在的逐年比較的樣式。2014/15年美國穀物協會的美國玉米出口時之品質報告將會揭露在出口點的玉米品質，將是黴菌毒素存在2014/15年美國出口玉米的一個更準確的指示。

### 1. 評價黃麴毒素和嘔吐毒素的存在

---

為了探討2014年生長環境條件對總體黃麴毒素和嘔吐毒素發展上的影響，已針對涵蓋整個抽樣地區至少25%的樣品進行加權及系統性測試，共抽取600個標的樣品檢測黃麴毒素和嘔吐毒素(相關細節請參閱「調查和統計分析方法」的章節)。

應用一個最低檢測濃度(the Limit of Detection, LOD) 作為門檻來判定黴菌毒素是否在一個樣品內出現。這份報告使用LOD為2.5 ppb (parts per billion) 的檢驗套組來檢測黃麴毒素，用於嘔吐毒素的檢驗套組其最低檢測濃度則為0.3 ppm (parts per million)。在本研究所使用的黴菌毒素檢驗方法請參閱「測試分析方法」的章節。



## 2. 黃麴毒素檢測結果

2014年總計有182個樣品，與2013年的179個樣品近似，進行黃麴毒素檢測，2014年的調查結果如下：

- 179個樣品，或所有182個樣品的98.4%，未檢測出黃麴毒素(低於2.5 ppb的 LOD)。在2013及2012年有98.3和78.0%的樣品未檢測出黃麴毒素。
- 3個樣品，或所有182個樣品的1.6%，檢測出黃麴毒素的含量高於或等於2.5 ppb的 LOD，但低於5 ppb，樣本中未檢出等於或大於5 ppb但小於10 ppb。
- 此一結果表示2014年所有檢測的182個樣品當中，有100%的樣品黃麴毒素的含量低於或等於FDA的管制界限20 ppb，相較於2013的99.4及2012年的88.1%及2011年則有97.9%的樣品低於或等於FDA的管制界限20 ppb。
- 沒有樣品，或所有182個樣品的0.0%，檢測出黃麴毒素的含量高於10 ppb，但低於20 ppb。

將2014年的調查結果和2013及2012年比較，可以看出2014黃麴毒素的發生較2012年LOD少且與2013年雷同，主要是季節天候的影響，在2012年有更多的黃麴毒素檢出在所有農業統計地區(Agricultural Statistical Districts, ASDs)之間發生。2012年比2014年及2013年有更高比例的樣品被檢測出含有黃麴毒素，可能部分要歸因於在2012年的七月至八月間，比2011年同期在同一環境條件有較低的降雨量及較高的氣溫，2014年沒有檢測的樣品超過FDA黃麴毒素標準值，而2013年有1個樣品被檢出(>1%)，2012年樣品有21個(11.9%)，2014年授粉與玉米粒生長實濕冷的天氣相較於2012年為沒有引起玉米的緊迫壓力。有關2014、2012年生長條件的更多資訊，請參閱「農作物和天氣狀況」的章節」。

## 3. 嘔吐毒素檢測結果

2014年總計有182個樣品集體進行嘔吐毒素檢測，與2013年檢測樣品數(179個相同)。2014年的調查結果如下：

- 146個樣品，或所有182個樣品的80.2%，嘔吐毒素低於0.5 ppm。
- 36個樣品，或所有182個樣品的19.8%，檢測出嘔吐毒素的含量高於或等於0.5 ppm的 LOD，但低於或等於FDA的諮詢界限(FDA advisory level) 5 ppm。
- 所有檢測的182個樣品當中，100.0%的樣品嘔吐毒素的含量低於或等於FDA的諮詢界限5 ppm。
- 2014年檢測出嘔吐毒素的含量低於或等於0.5 ppm的樣品比例低於2013(91.6%)，2012(96.0%)。

將2014年的調查結果和2013及2012年比較，顯示2014年的嘔吐毒素污染低於2013年。三年期間100%玉米其值皆等於或低於5ppm，主要是2014年的濕冷天候的原因。

## 4. 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。在有些年份，遍佈玉米生產地區的生長環境條件可能不會產生任何

高量的黴菌毒素，但在其他年份，在某一特別地區的環境條件有助於特定的黴菌毒素的產生，且其含量高到足以影響玉米供作人類和家畜的使用。人類和家畜對黴菌毒素產生敏感的濃度並不相同，因此FDA為黃麴毒素制定管制界限(action levels)且為嘔吐毒素制定諮詢界限(advisory levels)。

**管制界限**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。管制界限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界限，他們被認為是品質不佳，FDA會將其禁止越州交易運輸。

**諮詢界限**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保留採取依法強制執行的權利，但採取強制執行不是諮詢界限的基本目的。

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\\_Myotxins8-2011.pdf](http://www.ngfa.org/files/misc/Guidance_for_Myotxins8-2011.pdf)

## 5. 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的一個嚴重的問題。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。

黃麴毒素B1，B2，G1和G2等4類黃麴毒素被發現自然存在食品裡。這4類黃麴毒素通常被合稱為整體的黃麴毒素。黃麴毒素B1是在食品裡最常發現並且是毒性最強黃麴毒素。研究已經顯示黃麴毒素B1在動物體內是強而有力的天然致癌物，與人類癌症的發生有非常高的關聯性。另外，乳牛可將黃麴毒素代謝成不同型態的黃麴毒素，被稱為黃麴毒素M1，並累積於牛奶中。

黃麴毒素主要經由攻擊肝臟而對人類和動物產生毒性。毒性的發生可經由短期攝取非常高劑量的黃麴毒素，或長期食用低劑量黃麴毒素，而造成動物種類中最敏感的家禽和鴨子死亡。也可能導致家畜降低飼料效率或繁殖性能，並且人類和動物的免疫系統可能由於攝取黃麴毒素而受到抑制。

FDA已經在準備供人食用的牛奶中的黃麴毒素M1含量，以及人類食品、穀類和飼料產品所含的黃麴毒素含量制定管制界限，以防範黃麴毒素含量過高(請參閱下方表格)。

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驗局(USDA/GIPSA'S FEDERAL GRAIN INSPECTION SERVICE, FGIS) 執行。除非符合其他嚴格的條件，否則黃麴毒素超過FDA管制界限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。

## 6. 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，除生產嘔吐毒素之外，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。

美國食品藥物管理局 (FDA)已經發布嘔吐毒素的諮詢界限。對包含玉米的產品來說，其諮詢界限如下：

- 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%。

美國穀物檢驗局(FGIS)不要求銷往出口市場的玉米進行嘔吐毒素檢測，但是將會應購買者的請求而執行定性或定量的嘔吐毒素檢測。

## IV. 作物和天氣狀況(CROP AND WEATHER CONDITIONS)

### 重點

天氣在種植和穀粒生長扮演重要的角色，接著影響最後的穀粒產量和品質。2014年對美國玉米帶的大部分地區整體而言是非常艱困的種植年份，大多數的生長地區都歷經濕冷的天候導致延遲種植及收穫，但穀物成熟度很一致，產量也破紀錄。2014年生長季節主要的事件包括：

- 破紀錄的春季雨水及冷天氣雖延遲了種植，但5月的回溫使發芽整齊。
- 非常適宜授粉條件而後冷的夏天及雨水導至澱粉及油質的累積及蛋白質的減少。

- 延遲的種植及相對冷的夏天也延緩了玉米的成熟及收穫，此外下雨及初期下雪阻止並延緩了大部分灣區及太平洋西北區的收穫時間。
- 整體言之，較佳的授粉天候以及豐富的地下水和相對冷的夏天，導致2014年破紀錄的玉米產量。以及早期冰冷天氣影響了20%玉米產量的成熟時間，而延遲收穫則需要更多的乾燥處理和胴裂發生。

以下的段落描述2014年生長季節的氣候如何衝擊玉米帶的玉米產量和品質：

## ■ A. 種植和初期生長時期之狀況---春季(三月--五月)

### 種植初期受到寒流、雨及雪的負面影響延後種植

氣候因素影響穀粒產量和品質。主要的天氣因素包括玉米生長季節即將開始之前及整個生長期間的降雨量和溫度。這些天氣因素與玉米品種和土壤肥力相互作用，為最後的穀粒產量和品質提供動力。穀物產量是由每英畝的植物數量、每株植物的穀粒數量和每顆穀粒的重量所構成。冷或者潮濕的天氣在種植時能降低成活植物數量或阻礙植物生長，因而導致產量降低。在種植期間稍微有點乾燥反而有利，因為可促進根系向下伸長，在往後的生長季節易於吸取水分。但另一方面若在種植初期的幾週內遇到嚴重的乾旱，則會導致無根(rootless)的玉米，植株無法長出正常完整的根系，在往後的生長季節易於遭受高溫、乾旱和營養缺乏的衝擊，即使生長環境在稍後有所改善。

2014年因濕冷的春季而延後玉米的種植期，特別在灣區及太平洋西北區玉米生長區域，尤其多雨的北部幾個州，會導致生產者去種植黃豆或棄耕，大部份農民會等待至5月土壤乾燥後再種植，土壤快速回溫復原以致玉米快速早些成熟。

南方鐵路ECAs的長期的冷、乾導致其生產破歷史的記錄。

## ■ B. 授粉期和穀粒充實期之狀況---夏季(六月--八月)

濕冷的6月、7月冷是利於授粉及澱粉的堆積，但成熟會延後

玉米授粉期通常在七月間，若遇到高於平均的溫度或者缺乏雨水通常會降低穀粒的數量。影響穀物最終組成分的關鍵是在7月和8月穀粒充實期的天氣狀況。在此期間適度的雨量和低於平均的溫度，特別是夜間溫度，可促進澱粉累積並且增加產量。適度雨量也會幫助氮的攝取有助於光合成，增進蛋白質及澱粉量的累積。

2014年六月底大量雨水導致中西部玉米帶之積水，以致氮肥的流失的影響，因此降低了收穫穀粒的蛋白質含量，但多雨卻也協助了長期乾燥特別是南方鐵路區的不利玉米生長的情況。

2014年在太平洋西北及灣區ECAs由於冷、陽光照耀下授粉情況非常好，土壤水份量也很適宜生長，但7月下旬，暴風雨引起部份地區的色二孢屬 (*Diplodia*) 及赤霉 (*Gibberella*) 穗腐病，而後冷、濕天氣會促進光合作用，穀粒的澱粉累積，但雨水會移走部份土壤中的氮肥，故降低了穀粒中蛋白質含量。

在南方鐵路ECAs區，7月天氣是異常的乾冷，但土壤中的水含量有助於玉米生長，冷是有助於抑制喜歡熱乾氣候的 *Aspergillus* 黴菌的生長，當穀粒充實期，回溫至平均但仍然乾燥會導致澱粉的累積及蛋白質含量的降低。



## ■ C. 收穫期之狀況---夏季(九月--十月)

### 濕冷天氣延遲穀物的成熟及收穫

在生長季節的末期穀粒的水分降低是倚賴陽光、溫度、濕度及土壤的乾燥程度，尤其是乾旱影響為最。在生長季節即將結束時另外一項值得關注的氣象因子是接近冰點的氣溫。在穀粒充分乾燥之前遇到早期結冰會造成低產率、穀粒胴裂、容重降低，因而導致品質低落。如果收穫期較早較高水份含量的穀粒比較乾燥的穀粒容易破裂。

一般而言，80%的玉米至10月底收穫，而2014年有較冷的夏天，因而延遲了成熟，又因為接續的冷及濕的氣候導致了灣區、太平洋西北區及南方鐵路的東半部的玉米延遲收穫，圖中顯示9月中旬的初期接近冰點的氣溫在灣區北方及太平洋西北區影響少於3%穀物，然而又經歷了10月上旬很多地方有冰冷天氣及暴風雪，影響了近20%的玉米產地，在當時約30%的穀物尚未成熟至可容忍此惡劣的氣候，因此穀物產量減少、容重減少、引起了胴裂，同時需要較長的時間來進行乾燥，農民必須使用乾燥機。有些被拿去做青貯料，因而減少市場上低品質的玉米。

## ■ D. 2014、2013及2012和3年的平均玉米收穫的比較

2014年與2013年一樣冷，但雨水較多，產量破記錄。2013與2011天候相似，2012相對乾旱的氣候，2013及2011的春天都比較濕冷，2013的玉米種植較2011延遲，2012天氣較溫暖乾燥故種植比較早，2012及2011在灣區及南方鐵路EACs的夏天溫度較一般時期熱。2012年有非常嚴酷的乾旱，故玉米較早熟早收穫，其次是2011年，2013年由於濕冷天氣、延遲的種植及較冷的夏天導致其收穫時間也較遲。

## V.美國玉米生產，使用和展望(2014年收穫)

### A.美國玉米生產

#### 1.美國 平均生產和單位面積生產量

- 根據2014年美國農業部《世界農業供需評估報告》(USDA World Agricultural Supply and Demand Estimates, WASDE, report)，2014收成年份美國平均產量預計為10.9公噸/公頃(173.4英斗/英畝)，比2013 玉米產量高(0.9公噸/公頃，14.6英斗/英畝)，這是歷年來破記錄的平均產量歷史紀錄。
- 在2014年收穫的公頃數是33.6 mil. ac (83.1 mil. ac)，較2013年少1.9 mil. ac(4.6 mil. ac )，2013年是過去80年來有最大的收穫面積，2014年約為80年來的第6位，過去10年來第5高的收穫面積。
- 2014年的玉米產量預計366.0 mmt (14,407 mil. bu) 大約比2013年高12.3 mmt (482 mil. bu)，創下了歷年來最高的記錄，雖然收穫面積比2013年少，但在最重要的玉米帶幾個州有顯著的破記錄的產量。

#### 2.農業統計區(ASD)和州級的玉米生產

2014年玉米收穫品質報告所涵蓋的地區包括美國生產量最高的地區在內，這可以由顯示2014年預計各美國農業部農業統計區(USDA Agricultural Statistical District, ASD)玉米生產量的美國地圖上看出。

在玉米收穫品質報告所涵蓋的州當中，一般而言產量表現在愛俄華、伊利諾及密蘇里州2014年較2013年顯著增加。此外如 Indiana、Kansas、South Dakota 及 Wisconsin 州皆有很高的產量，Minnesota 與去年近似，只有Kentucky、Nebraska、North Dakota 和 Ohio等州玉米產量稍減少。

在美國玉米生產量的表格中，顯示各州2014年生產量與2013年生產量之間的變化狀況，以數量(百萬公噸)和百分比表示。另外尚包含有用相對的指標來表示2014年與2013年預估值之間，在種植面積和產量方面的差異。綠色柱狀(green bar)代表2014年較2013年相對增加的量，紅色柱狀(red bar)則代表2014年較2013年相對減少的量。由此可看出種植面積大致沒有改變或微幅減少，North Dakota除外減少24%的收穫量，而產量 Kansas及Minnesota州顯著增加，僅Kentucky呈微幅下降。

### B.美國玉米使用情形和最終庫存

- 從2010/2011銷售年度(Marketing Year, MY10/11)起美國玉米供作食品、種子和其他非酒精工業的使用量已經保持相當穩定了。
- 最近幾年玉米供作酒精生產，在國內玉米使用量，四年來變異不大。四年中MY12/13稍低。



- 從07/08銷售年度起美國玉米直接供作國內家畜禽配合飼料的使用量便一直下降，部分原因是美國對肉類需求減少、玉米供應吃緊並且玉米價格又屢創新高。但是玉米間接供作家畜禽使用的量卻持續增加，這是因為玉米乾酒粕(distiller's dried grains with soluble, DDGS) (一種酒精生產過程的產物) 使用於家畜禽飼糧的量持續增加。MY13/14直接以玉米供禽畜作為飼料用回升，主要是因為玉米供應充足及較低的價格。
- 玉米的出口量在09/10銷售年度之後即呈現下降之趨勢。美國出口玉米受阻於因國內強勁需求而上漲的價格以及來自全球的競爭。但MY13/14出口量幾乎是過去的各年的二倍，主要因為破紀錄的產量及較低的玉米價格。
- 在2012年由於乾旱，低生產量及需求強勁持續超過供給，致使期末庫存持續創新低。但破紀錄生產量的2013年導致期末庫存量的提升。

## C. 展望

### 1. 美國展望

- 2014年銷售年度玉米充足的供應、價格下滑導致MY13/14到MY14/15銷售年度內需供禽畜使用量上升2.4%。
- 14/15銷售年度美國玉米供作食品、種子和其他非酒精工業(FSI)的使用量與13/14銷售年度近似，主要是由於豐足供應量及較低的玉米價格。
- MY14/15用以生產玉米酒精的量與過去幾年雷同，玉米酒精的生產量會受到較低的粗製油及汽油價格的影響而降低內需及外銷的供應。
- 內需玉米的應用於禽畜飼料或加工MY14/15預估要比MY13/14高4.5%，最高的應用量在MY07/08，影響因素主要是持續的降低其他飼料的價格或飼養禽畜的時間增加。
- 美國玉米在MY14/15外銷會比去年降低9.5%，但比MY11/12、MY12/13高，而低玉米價及充足的供應量應有助於外銷的競爭力。
- 美國玉米在MY14/15期末玉米庫存量由於產量高，預估比前幾年要高38.4%。

### 2. 國際展望

#### 全球生產

- 在14/15銷售年度預期會是一個創紀錄的高產量，主要由於美國玉米破紀錄產量。
- 如與前一個銷售年度比較，蘇俄、菲律賓及幾個歐盟國家如波蘭、德國等產量增加的國家足以彌補巴西、中國和肯亞、阿根廷、烏克蘭、印度、加拿大及巴拉圭等產量減少的國家所減少的產量。

- 在14/15銷售年度除了美國的玉米出口量將會較少，全世界其他各國出口量也會比行銷年度(MY) 13/14少11%。
- 在14/15銷售年度預計南非及部分歐盟國家的玉米出口量將會增加。

#### 全球需求

- 預估14/15銷售年度全球需求量將比13/14銷售年度增加2%。
- 2014年比2013年在墨西哥、中國、巴西、蘇俄、哥倫比亞預計將逐年增加玉米使用量，但加拿大則相對會減少用量。
- 行銷年度14/15全球進口量會減少11%，主要由於歐盟將減少64%以及印尼、埃及和中國的減少。

---

## VI.調查和統計分析方法(SURVEY AND STATISTICAL ANALYSIS METHODS)

### A. 概述

---

有關2014/2015收穫報告之調查設計、取樣和統計分析，其重點如下：

- 美國穀物協會依照為前三年收穫報告所發展的方法，在占美國玉米出口99%的12個主要玉米生產州，根據農業統計地區(Agricultural Statistical Districts, ASDs)，進行等比例的分層抽樣。
- 由12個州共採集600個樣品，以便達到在95%信賴區間內，最大 $\pm 10\%$ 相對誤差範圍的目標。
- 在2014年9月20日至11月5日期間，收到總計629個鄉村穀倉由來自農場的玉米卡車上採集的未混合樣品，並進行檢測。
- 由12個州的ASDs採集調查其他品質項目的樣品中，以等比例的分層抽樣技術抽取樣品供檢測黴菌毒素用。抽樣的結果共有182個樣品用來檢測黃麴毒素及嘔吐毒素。
- 遵循為等比例的分層抽樣所建立的標準統計方法，計算美國總計和3個ECAs的加權平均值和標準偏差。
- 為評估統計的有效性，在美國總計和3個ECAs的層級均針對每一項品質屬性計算其相對誤差範圍。除了胴裂和胴裂指數這二個項目之外，其地品質項目的相對誤差範圍皆小於 $\pm 10\%$ 。雖然這二個項目的準確度低於要求，但此一相對誤差範圍並不會使預估值無效。

### B. 調查設計和抽樣

---

#### 1. 調查設計

2014/15收穫報告的目標族群為占美國玉米出口98.5%的12個主要玉米生產州所生產的黃玉米商品。在美國玉米銷售管道的第一個階段，美國穀物協會使用一種「等比例的分層隨機抽樣」(Proportionate stratified, random sampling)

技術來保證一個周全的統計抽樣。三種關鍵特性確定抽樣的技術：將要接受抽樣的族群分層，每一階層抽樣的比例以及隨機抽樣選擇的過程。

分層抽樣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(Strata)。對這項研究來說，所要調查的族群是在可能把玉米出口到外國市場的地區所生產的玉米。美國農業部(USDA)把每個州分成幾個農業統計地區(Agricultural Statistical Districts, ASDs)，並且為每個ASD估計玉米生產。利用美國農業部玉米生產數據以及由外國出口估算量，明確劃定所要調查的族群所在的12個主要玉米生產州，占美國玉米出口的99% (資料來源：美國農業部)。從那些數據中，我們計算每一個ASD占總產量和外國出口量的比例來確定其抽樣的比例，和最終從每一個ASD需採集的玉米樣品數量。由於每一個ASD在生產量和外國出口量所占的比例不同，因此為收穫品質報告採集的樣品數在各個ASD之間亦不相同。

在決定所要抽取樣品的數量之後，美國穀物協會才能在一定的準確度之上，估算各個不同品質項目的真實平均值為2014/2015收穫報告選擇的準確度是以達到在95%信賴區間內，最大 $\pm 10\%$ 相對誤差範圍為目標。對於玉米品質項目這一類生物性的數據而言， $\pm 10\%$ 相對誤差範圍是一個合理的目標。

在決定所要抽取樣品的數量以達到所要求的相對誤差範圍時，理想的作法是必須採用每一個品質項目的族群變異數(也就是玉米在收穫時該品質項目的變異性)。一個品質項目經過量測所得的水平或數值之間變異程度愈大時，要在特定的信賴區間內估算真實平均值所需的樣品數也愈多。此外各個品質項目的變異數並不相同。因此要達到同樣的準確度，各個品質項目所需的樣品數亦有所不同。

由於尚未能得知今年收成玉米所要調查的17個品質項目之族群變異數，因此以從去年收穫報告估算出來的變異數來取代。利用2013/2014年的610個樣品之結果來估算14個品質項目以 $\pm 10\%$ 相對誤差範圍為目標，最後所需的樣品數及其變異數。未檢查破損粒、夾雜物和受熱變質。胴裂指數的相對誤差範圍為12%，是唯一的品質項目其美國總計的相對誤差範圍超過 $\pm 10\%$ 。根據這些數據計算出樣品數總計為600個時，美國穀物協會便能在期望的準確度之上，估算除了胴裂指數之外，其他各個不同品質性狀美國總計的真實平均值。

在玉米樣品的黴菌毒素檢測方面也和分級、含水量、化學與物理性狀的檢測一般，都是採用等比例的分層抽樣方法。除了採用相同的抽樣方法之外，在期望的準確度方面也同樣是以達到在95%信賴區間內，最大 $\pm 10\%$ 相對誤差範圍為目標。最少必須檢測總樣品數(600個)的25%才能達到所期望的準確度。換句話說，最少必須檢測179個樣品才能達到在95%信賴區間內，黃麴毒素檢測結果符合FDA管制界限20 ppb以下的受測樣品百分比，其相對誤差範圍小於或等於 $\pm 10\%$ 。此外也估算出在95%信賴區間內，嘔吐毒素檢測結果符合FDA諮詢界限5 ppm以下的受測樣品百分比，其相對誤差範圍同樣小於或等於 $\pm 10\%$ 。

## 2. 抽樣

利用郵件，傳真，電子郵件和電話等方式請求在12個州的鄉村穀倉以完成隨機選擇的程序。郵寄已支付回郵的樣品袋到同意提供2,050公克到2,250公克玉米樣品的鄉村穀倉。在他們的地區至少有30%的玉米已經被收穫時，才從鄉村穀倉(elevators)採集樣品。規定30%的收穫門檻是為了避免拿到前一期作的玉米樣品，因為農民會清理他們存放現有作物的倉庫，或拿到為了領取穀倉的獎勵金而過早收穫的新玉米樣品。當卡車由農場載運玉米至穀倉並經歷穀倉正常的檢測過程時，個別的樣品被從來自農場的卡車中抽取出來。每個穀倉為調查提供的樣品數，取決於每一個ASD所要達到目標的樣品數以及穀倉願意提供的樣品數。每個地點最多採集4個樣品。在2014年9月20日至11月5日期間，收到總計629個鄉村穀倉由來自農場的玉米卡車上採集的未混合樣品，並進行檢測。

## C. 統計分析

---

樣品分別依等級項目、化學組成和物理項目的檢測結果總結成美國總計(U.S. Aggregate)以及分別供應玉米到3個主要出口管道的3個合成集團。我們稱這3個合成集團為「出口匯集區(Export Catchment Areas, ECAs)」，並分別為其命名如下：

- 灣區(Gulf)ECA包括經由美國灣區海港出口玉米的地區所組成；
- 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
- 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。

在分析樣品檢測結果的過程中，我們遵循為「等比例的分層隨機抽樣」所建立的標準統計方法，包括加權平均值和標準偏差(在一些實例裡，農業統計地區被過度抽樣，在那些情況下，統計會依過度抽樣而調整)。除了美國總計的加權平均值和標準偏差之外，也為ECAs合成集團估算加權平均值和標準偏差。由於可以利用的運輸模式，有些地區的ECAs有重疊的情形。因此，每ECA的合成統計是根據估算流到每ECA的穀類的比例計算。這些估算是基於業界的建議以及研究穀類在美國流動所做的評估。

在某些狀況下，於一個ASD裡的鄉村穀倉會抽取過多的樣品數。這些多出來的樣品仍予以檢測以增加抽樣密度。然而美國總計及ECA的平均值仍按原來的抽樣比例加權計算。

在美國總計和3個ECAs的層級均針對每一項品質屬性計算其相對誤差範圍。除了美國總計的胴裂和灣區、太平洋西北、南方鐵路ECA的胴裂和胴裂指數等這些項目之外，其地品質項目的相對誤差範圍皆小於±10%。胴裂和胴裂指數的相對誤差範圍如下：

雖然這些項目的準確度低於要求，但此一相對誤差範圍並不會使預估值無效。在「物理項目」摘要表下方的註解中有標明此一屬性的相對誤差範圍大於±10%。

在「品質檢測結果」這一章節中，有關2014年與2013年以及2014年與2012年檢測結果之間差異的參考資料，是以95%信賴區間內的雙尾T檢定來確認其有效性。T檢定是根據2012/2013收穫報告與2014/2015收穫報告的結果以及根據2013/2014收穫報告與2014/2015收穫報告的結果加以計算。

---

## VII. 測試分析方法

玉米樣品(每一份大約2,200公克)從鄉村穀倉直接送到位於伊利諾州香檳城(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)。當樣品到達時，如果需要的話，先加以烘乾至適當的含水量，以避免在隨後的檢測期間發生霉爛。再用一台博爾納(BOERNER)分樣器分成兩份各1,100公克的子樣品。分樣器將完整的樣品分成兩份，並且要使穀粒樣品的屬性均勻分佈於兩份子樣品。其中一份子樣品被運交到香檳城-丹維爾穀物檢查所(CHAMPAIGN-DANVILLE GRAIN INSPECTION, CDGI)進行分級檢測。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所屬的聯邦穀物檢驗局(FEDERAL GRAIN INSPECTION SERVICE, FGIS)的糧食檢查手冊操作，將在以後的章節裡說明。另一份子樣品則在IPGL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已經獲得ISO/IEC 17025:2005國際標準的認證。

# 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)〕所需的穀物重量。容重量是GIPSA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. 破損粒和夾雜物(BROKEN CORN & FOREIGN MATERIAL, BCFM)

破損玉米粒和夾雜物是GIPSA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。破損粒(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是以破損玉米粒(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GIPSA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)、穗軸腐爛、過度乾燥損害的穀粒(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。

熱損害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進行目視檢查，若有發現熱損害粒，則與總損害粒分別報告。

## B. 水分

水分含量是玉米送交到穀倉時利用電子濕度計加以檢測所得的結果。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。



## 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分。對玉米來說，近紅外光分析包括油含量，蛋白質含量和澱粉含量(或是總澱粉量)。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。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

### 1.一百顆穀粒的重量，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 $1.20\text{-}1.35\text{ g}/\text{cm}^3$ 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。將光源透過硬質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。

### 3.完整穀粒/破碎和破損

---

完整穀粒的檢測是取50公克經篩選(不含BCFM)的玉米逐一檢查每一顆穀粒。除去破碎、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「破碎和破損穀粒」百分比表示。97%完整穀粒等於3%破碎和破損穀粒。

### 4.角質 胚乳百分比

---

角質(或堅硬的)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角度。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

---

在玉米裡的黴菌毒素檢測是複雜的。生產黴菌毒素的真菌經常不會均勻地生長在一個田區或是橫跨一個地區。因此，如果在玉米裡有任何黴菌毒素的存在，其檢測非常倚賴黴菌毒素的濃度和在一批玉米內的分布，不論該批玉米是由卡車或火車裝載，或是在貯存桶中。

FGIS的取樣過程，為了極小化低估或高估這真實的黴菌濃度，又因為精準的結果對出口是必須的，而2014/2015收穫品質報告的目的僅針對黴菌發生和DON頻率的評估而不是針對出口所需的黴菌毒素的含量，故IPG實驗室取樣自卡車908公克(2磅)用來磨粉供作黴菌檢測，200公克樣本做DON檢測，要揭示具體的黃麴毒素水準，使用較小的樣品量供作黃麴毒素檢測，會增加低估或高估黴菌毒素實際濃度的潛在可能性。不過，本報告只顯示黴菌毒素高於指定門檻的件數或百分比。

本研究使用於黃麴毒素分析的一個1千公克實驗室樣品，是從2千公克脫粒的調查樣品中再分出來。這個1千公克的樣品以Romer Model 2A磨粉機細磨到60-75%能通過20網眼的篩子。再從這批混合良好的粉狀材料中取出50公克供檢測用。採用EnviroLogix AQ 109 BG和AQ 254 BG檢測套組進行分析。以水(5:1)粹取嘔吐毒素，而以50%的乙醇(2:1)粹取黃麴毒素。抽出液再使用Envirologix QuickTox™側向流動免疫測定法(Lateral Flow Strips)進行分析，並以QuickScan™系統進行黃麴毒素的定量。

EnviroLogix AQ 109 BG和AQ 254 BG檢測套組分別在玉米黃麴毒素和嘔吐毒素的定量分析方面已獲得FGIS所核發的合格證書。