

# 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) 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. 出口貨物品質重點.....	2
II. 概述 .....	4
III. 品質測試結果 .....	5
A. 分級因子	
B. 水分	
C. 化學組成	
D. 物理因子	
E. 黴菌毒素	
IV. 美國玉米出口體系 .....	16
A. 美國出口流程	
B. 品質對玉米市場之影響	
C. 美國政府的檢驗與分級	
V. 調查和統計分析方法 .....	18
A. 概觀	
B. 調查設計與採樣	
C. 統計分析	
VI. 檢測分析方法 .....	22
A. 玉米分級因子	
B. 水分	
C. 化學組成	
D. 物理因子	
E. 黴菌毒素	

VII.分級標準和單位換算 .....	30
美國穀物協會聯繫資訊 .....	31

# 穀物協會的問候

美國穀物協會很高興發表2014/2015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2014/2015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份報告有關2014/2015年收成的玉米品質報告當中的第二本報告。本協會於2014年12月出版的美國玉米收穫時之品質報告2014/2015，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。

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。我們致力於成爲一個可信賴的夥伴，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2014/2015與出口時之品質報告2014/2015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，  
葛瑞榮 (Ron Gray)  
美國穀物協會理事長  
2015年4月

---

# I.本出口時之品質報告的重點

2014/15的玉米品質皆高於或等於美國第二級的分級標準，水份含量等於以前的年度紀錄，化學及物理的性狀，2014/15出口玉米粗脂肪含量較高，而粗蛋白與澱粉含量與2013/2014相似。相較於2013/2014出口玉米，其物理性之破碎率較低，顆粒較大，真實密度較大。此外黃麴毒素及嘔吐毒素陽性檢出率非常低，亦即，此二出口貨物中此二毒素量不高。值得注意的2014/2015出口貨品早期樣品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 (57.5英磅/英斗，74.0公斤/百公升) 其品質優良，低於前3年的平均容重量，且約85%樣品的容重量高於美國一級玉米的標準。
- 破碎粒和夾雜物(3.0%)低於美國二級玉米的上限，但高於2012/13，2013/14年及3年平均。預期將會隨著從玉米收穫時經銷售管道而出口的過程由0.8%增至3.0%。
- 總損害粒(2.3%)如所預期在倉儲和運輸的過程有增加的趨勢，且較去年及過去3年度平均為高。
- 2014/15年的平均含水量(14.5%)略等於去年，但較3年平均高。

## 化學成份：

- 平均蛋白質含量(8.6%)等同於2013/2014年的(8.6%)，低於2012/2013年(9.2%)與3年平均(8.8%)的數據。
- 澱粉含量(73.7%)等於去年，低於3年平均(73.8%)。
- 油含量(3.9%)高於2013/2014年的樣品(3.7%)與3年平均(3.7%)。
- 由於從各不同水準來源收集時，其穀粒的均勻度較佳，在出口時，其蛋白質，澱粉及油的差異的範圍與標準偏差的偏離範圍較收穫時窄且較低。這是可以預期的結果。

## 物理屬性：

- 出口樣品具有高胴裂率(14%)比前二年底，但較3年平均(12%)高。在2014/2015樣品中多數胴裂率較2013/2014樣品胴裂率少20%，會使得在後續處理之破碎率降低。
- 2014/15年的穀粒體積及100顆穀粒的重量較2013/2014及3年平均為高，顯示2014/15年的出口玉米較前幾年為大。
- 平均穀粒體積及100顆穀粒的重量在2014/15年，前兩年及3年顯示，由太平洋 西北ECA(Pacific Northwest ECA)較從灣區與南部鐵路ECAs (Gulf and Southern Rail ECAs)產的小。
- 2014/15年的穀粒真實密度 (1.295公克/立方公分)較2013/2014年的穀粒真實密度(1.287公克/立方公分)高，非常接近3年平均。
- 2013/14年的完整穀粒為88.4%，非常接近2013/2014年的數據(88.6%)及3年平均(88.7%)。
- 角質胚乳為(82%)與2013/2014(82%)相同但低於3年平均(84%)。真實密度與角質胚乳測試指出玉米硬度不變亦或略高於去年。

## 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。出口樣本檢驗低於5ppb黃麴毒素的比例高於2012/2013，但此比例又較2013/2014低。
- 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(豬和其他動物為5 ppm、雞和牛為10 ppm)。約95%樣本檢測值低於0.5ppm。DON與2013/2014相似但低於2011/2012。

## II. 調查概述

玉米品質對外國買者及玉米價值鏈上的所有利益關係者在決定買賣合約時及加工玉米適合作為食品、飼料或產業等何種用途是非常重要的。美國穀物協會2014/2015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。這本出口時之黃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411個取自主要出口地區進行美國農業部(USDA)穀物檢查與分級程序之美國黃玉米樣品的分析結果。出口的玉米經由聯邦穀物檢查服務處(FGIS)或領有執照的督察於執行標準聯邦查驗及分級流程時取樣。樣品檢測結果報告於美國總計水準(US Aggregate)以及標記為「出口匯集區(Export Catchment Areas, ECAs) 3個 ECAs公告。這3個 ECAs由以下3個玉米出口的通路進入出口市場：

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：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。

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、標準偏差以及三ECA區之分布狀況。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DON。



太平洋西北

南方鐵路

灣區

本報告所採用的檢驗細節與分析方法在「實驗分析方法」部份提供。在2014/2015出口貨物中新增者為過去三年度(2011/2012, 2012/2013及2013/2014)品質因子之平均以及標準偏差。這些平均為匯整全美三個年度並且和過去三年度平均(3YA) 相呼應。

### *2012/13年 美國玉米出口時之品質報告計畫小組*

爲了 2014/2015 年出口時之玉米品質報告，FGIS 與境內辦公室在 2015 年 1-3 月收集樣品，以產生美國總計平均與各出口匯集區(ECA<sub>s</sub>)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」。

2014/2015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四本報告。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。此外四年來所收集的資料可提供外國購買者及其他利益關係者逐年基於生長、乾燥、裝卸、倉儲及運輸因素對玉米品質影響的模式並可建立跨年期品質比較及評估基準。

這本出口之玉米品質報告爲貿易年度早期統計資料，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。這本報告並未對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做解釋。許多影響品質的因素和分級一樣皆可以在合約中明白敘述。此外，本報告不針對氣候、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做解釋。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。

美國穀物協會在2014年12月出版的2014/2015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。2014/2015收穫時之品質報告必須與2014/2015出口時之品質報告同步對照研讀，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。



# III. 玉米品質概述

## A. 分級項目

美國USDA的 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49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

- 平均的美國合計測試重量（57.5 磅/bu）是較2013/2014(57.3 磅/bu) 高，比 3YA（57.7 磅/bu）低，並在美國 1 號等級玉黍蜀（56 磅/bu）以上。
- 平均的美國合計夾雜物 BCFM（3.0%）比在前幾年中的還要高。然而，大約 45% 的出口樣本在美國 2 號等級標準之下（3%）。
- 平均的美國合計總數損害（2.3%），與熱損害（0.0%）在美國 1 號等級的限制標準以下。
- 對於玉黍蜀的測試重量、總損害和熱損害平均裝載為美國 2 號 o/b或美國 3 號 o/b 契約較美國 1 號等級好。
- 夾雜物(BCFM)的平均在美國 2 號 o/b 的等級限制和美國 3 號 o/b 契約低。
- 平均的美國合計水分含量（14.5%）是與 2013/2014相同但是比 3YA（14.3%）高。
- 2014/2015出口玉米樣品含水量超過14.5%的樣品比例比2013/2014年度為少。表示在出口到國際市場的玉米樣品中具安全運輸的滿意水準的比去年多。

### 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。

#### 結果

- 平均美國合計測試重量（57.5 磅/bu 或者 74.0 公斤/hl）是比較高的超過 2013/2014(57.3 磅/bu)，但是比2012/2013(58.1 磅/bu) 和 3YA（57.7 磅/bu）低。然而，平均美國合計測試重量仍超過美國 1 號等級（56.0 磅/bu）的標準。
- 與 2013/2014(0.87%)和 3YA（0.75%）相較，由較高的標準偏差（0.90%）所顯示出，2014/2015 出口樣本的變異比在前幾年中還要更大，值的範圍也是超過 2012/2013，但較 2013/2014少。
- 所有樣本將近 85% 的測試重量是達到或者超過美國 1 號等級（56 磅/bu）的下限，而 98.0%超過美國 2 號等級（54 磅/bu）的下限。
- 在輸出的測試重量幾乎是相同於在收穫（57.6 磅/bu 或 74.2 公斤/hl）。測試方面的改變收穫和輸出之間的重量通常已經非常小。
- 2014/2015 出口樣本的變異性（0.90%）少於2014 收穫樣品（1.34%）。因為玉黍蜀在市場通路中移動時被混合，測試重量可能有一些改變，但是它也變得更均一，標準偏差比較小且最大值、最小值之間的範圍較小。
- 與太平洋的西北 ECA（55.4 磅/bu）的樣本相較。測試重量在灣區（58.0 磅/bu）和南方鐵路（58.0 磅/bu） ECAs 的樣本中比較高，變異較低。

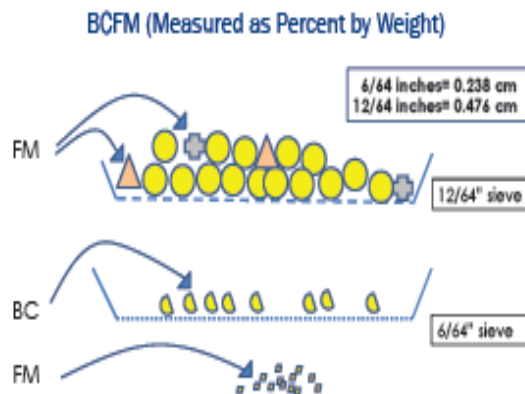
- 玉黍蜀的平均測試重量當契約為美國 2 級 o/b (57.5 磅/bu) 時，比為美國 3 級 o/b (57.4 磅/bu) 被裝載的契約還要略微高些。這兩個契約的個別平均都超出美國 1 級的標準之上。

## 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。



## 結果

- 2014/15年美國出口玉米總計的破碎粒和夾雜物為3.0%處於美國2級玉米的上限。高於2013/2014的2.9%與2012/13年的2.7%，以及3YA 的2.9%。
- 2014/2015 的輸出樣品 (0.65% 的標準偏差)變異大約與2013/2014(0.65%)相同，但是低於2012/2013(0.68%) 和 3YA (0.66%)。
- 在輸出玉米樣本的 破碎粒和夾雜物中 45.3% 的樣本達到或低於美國 2 號等級 (3%)，85.0% 達到或低於為美國 3 號等級 (4%)限制以下。
- 如預期，平均的破碎粒和夾雜物(BCFM)在輸出時 (3.0%)比在收穫 (0.8%) 還要高。這增加與前幾年一致，而且造成破碎及胴裂破壞增加的原因最可能是經由乾燥處理衝擊造成的。
- 在輸出時的破碎粒和夾雜物(BCFM) 在南方鐵路 ECA 為 (1.8%) 中比在灣區 (3.1%) 或太平洋西北ECAs的 (3.6%) 為低。
- 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。全美平均破碎粒和夾雜物(BCFM)美國 2 號 o/b 裝載契約為2.7%，美國 3 號 o/b 裝載契約則是 3.6%。通常抵達輸出點的玉黍蜀已經是混合許多來源以符合合約等級的限制。在輸出點的卸載和裝載程序被設計將每個因素都能趨近到但是仍然符合美國 2 號和美國 3 號等級的每個因素限制的範圍內。所以，預期 BCFM美國 2 號 o/b 破碎粒和夾雜物比例相對較3 號 o/b 玉黍蜀低。

## 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。黴菌損害也有可能會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。

## 結果

- 平均的美國合計總損害為 (2.3%) 是皆超過2013/2014(1.7%)，2012/2013(2.0%)，和 3YA (1.8%)，但是仍然在美國 1 號等級限制 3.0% 以下。
- 在 2014/2015 出口樣本的變異較2013/2014 和 2012/2013皆低，恰如其比較低的標準偏差值 (0.92% 與 1.10% 和 1.24% 相較，依序) 以及相似或者比較嚴格的範圍 (7.0% 與 7.0% 和 9.1% 相較，分別地) 所示。
- 出口玉米抽樣調查，69.6%的玉米達總損害小於或等於3.0%，符合美國 1 號等級之標準。將近 98% 的樣本總損害率低於美國 2 號等級 (5.0%) 的限制。
- 總損害平均水準在市場通路是會增高的，從地區水準的1.7%增加到輸出集貨區的2.3%。這增加趨勢顯示儘管玉黍蜀在各區最初的水分含量與和儲藏期間和在運輸期間保存狀態皆屬良好，玉黍蜀品質達到各等級限制標準。這顯示出市場通路的良好管理實務。
- 太平洋西北ECA的總損害率為 (0.4%)，與灣區 (2.8%) 和南方鐵路 (2.7%) ECAs比較，相對較低。
- 南方鐵路 ECA 的總損害在收穫與輸出之間的增加超過另兩個 ECAs 的 (1.3%-2.7%)。太平洋的西北 ECA 的總損害變異最小 (0.0%)在前幾年中已經是如此。在收穫時比較低的溼度和氣溫可能是這一 ECA 中的總損害增率加最小的典型的部分的解釋。
- 依合約裝載的美國 2 號 o/b及美國 3 號 o/b總損害率二者皆為2.3%。

## 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。

## 結果

- 2014/2015年在整個的出口樣本中只有兩個樣本顯示熱變質。這數字也在前幾年美國 1 號等級的標準極限以下，顯示了玉黍蜀市場通路乾燥與倉儲的良好管理。

## 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。

## 結果

- 美國合計水分含量，平均14.5%，相同於 2013/2014但較2012/2013(14.2%)和 3YA (14.3%) 高。
- 水分含量變異在2014/2015(標準偏差0.32%) 和 2013/2014(0.32%)樣本之中是相似的，但是較 2012/2013(0.43%) 和 3YA (0.35%)低。
- 2014/2015出口抽樣調查，有39.6%樣品水分含量在14.5%以上，而相較，在 2013/2014 年為48% 在，2012/2013 年的19%。多數輸出抽樣調查 (60.3%) 有 14.5% 的水分含量或以下。
- 平均的水分含量在收穫與輸出 期間降低 (從 16.6% 到 14.5%) 且隨樣本數增加而漸趨一致。可見於由於收穫的標準偏差 (1.84%)因為烘乾穩定與混合後成為市場混合通路中比較低的標準偏差 (0.32%)。
- 在2014/2015南方鐵路 ECA輸出樣本的平均水分 (14.8%) 比從灣區 (14.5%) 和西北太平洋的 (14.4%) ECAs 還要高。
- 水分含量不是一個決定等級的因素。然而，以美國 2 號 o/b (14.4%)契約裝載的玉米較美國 3 號 o/b (14.6%)，它的水分含量低了少許。水分含量標準偏差對美國 2 號 o/b (0.27%)比美國 3 號 o/b (0.32%)低，顯示出美國 2 號 o/b較美國 3 號 o/b一致性更好且較沒有產生水分聚集機會的潛在因素。

## 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。

### 重點摘要：化學組成成份

- 2014/2015 美國合計輸出樣本平均蛋白質的濃度為 (8.6%) 與2013/2014相同，比 3YA (8.8%) 低，但是比 2014的收穫樣本 (8.5%) 高。
- 美國合計澱粉濃度是 73.7%，相同於 2013/2014(73.7%)，在 3YA (73.8%) 之下，但比 2014 的收穫樣本 (73.5%) 高。



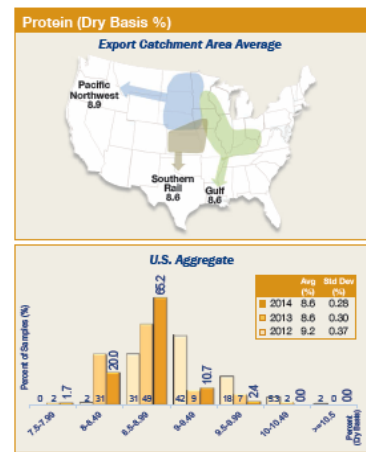
- 美國合計油濃度是 3.9%，比 2013/2014 和 3 YA（兩者皆為 3.7%）高，也高於 2014 年收穫樣本（3.8%）。
- 在 ECAs 之間，對於 2014/2015 的輸出和 2014 年的收穫樣本，太平洋西北 ECA 的平均油濃度低於另外兩 ECAs。
- 出口玉米樣品的蛋白質、澱粉和油含量，其變動範圍及標準偏差均低於收穫時之玉米樣品。主要是由於集中混合來自不同地區的收穫玉米，並經調整以符合購買者需求的指定等級界限。

## 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。

### 結果

- 平均的美國聚集蛋白質的濃度（8.6%）是與 2013/2014(8.6%) 相同，較 2012/2013(9.2%) 和 3YA（8.8%）低。
- 出口樣品之美國總計的蛋白質含量與收穫時（8.5%）還要高，而且輸出樣本（標準偏差 0.28%）比收穫樣本更更具有一致性（標準偏差 0.55%）。
- 蛋白質濃度 13.1% 分配在大於等於 9%，2013/14 年出口玉米有 18% 的樣品蛋白質含量高於或等於 9%。
- 太平洋西北 ECA 有較高的平均蛋白質的濃度（8.9%）超過墨西哥灣（8.6%）和南方鐵路（8.6%）ECAs。太平洋西北 ECA 平均的蛋白質的濃度在過去兩年 和 3YA 皆超過另外兩 ECAs。



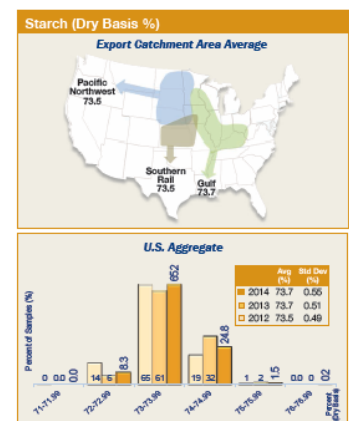
- 在合約指定裝載「美國2級或以上」玉米樣品的蛋白質含量平均為8.7%，稍高於「美國3級或以上」玉米樣品的8.6%。所有三個出口匯集區皆有合約指定裝載「美國2級或以上」只有灣區 ECA 有合約裝載「美國3級或以上」。

## 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。

### 結果

- 2014/2015 出口玉米樣品之美國總計的平均澱粉含量為 73.7% 等同於 2013/2014(73.7%) 和比 3YA（73.8%）低。
- 出口樣品之美國總計的澱粉含量(73.7%)較收穫時(73.5%)為高。



- 由於混合，2014/2015 出口樣品之澱粉含量 (標準偏差0.55%)較收穫時之樣品(標準偏差0.63%)更具有一致性。
- 2014/2015年有26.5% 的玉米樣品澱粉含量大於等於 74.0%而2013/2014為(34%)及2012/2013年為(20%)。
- 灣區ECA(73.7%)的玉米樣品澱粉含量高於太平洋西北的玉米樣品(73.5%)及南方鐵路平均數(73.5%)。
- 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73.6%，較「美國3級或以上」玉米樣品的73.8%為低。應該注意以「美國2級或以上」合約的蛋白質含量超過「美國3級或以上」，再次顯示澱粉和蛋白質之間的負相關的關係。

### 3.油

油是家禽和家畜飼料配方的必要組成成分。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

- 出口玉米樣品的平均油含量為3.9%，較2013/14年平均油含量為(3.7%)高，也較3YA平均(3.7%)為高。
- 出口樣品之美國總計的油含量較2014 收穫樣本(3.8%)高，但出口樣品之油含量(標準偏差0.20%)較收穫時之樣品(標準偏差0.31%)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3.9%、3.6%和4.0%，太平洋西北ECA在這三 ECAs 中2014/2015 和 2013/2014 輸出抽樣品及 2014 收割樣本的含油量最低。
- 大約 69% 的樣本含油量至少在 3.75%，而2013/2014 年只有52% 及 2012/2013 年的 38.5%。
- 灣區在合約指定裝載「美國2級或以上」玉米樣品的油含量 (3.9%)與「美國3級或以上」的玉米油含量相同其平均數皆為 (3.8%)。

### 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

- 平均的胴裂 (14%) 是較2013/2014(16%)低，但超過 3YA (12%)；然而，多數輸出樣品 (79.1%)胴裂少於 20%，即在處理期間破壞的比率低。
- 2014/2015年出口玉米樣品的67.1%胴裂指數(SCI)低於40，2013/2014年為43%，結果顯示

2014/2015年單裂痕或多裂痕的玉米胴裂的情形較2013/2014年少。

- 2014/2015年出口玉米樣品完整穀粒有88.4%，與2013/2014 (88.6%)，和3YA (88.7%)類似。
- 2014/2015年穀粒真實密度及容重量較2013/2014年高。
- 角質胚乳(82%)與2013/2014年相同但低於3YA的(84%)
- 真實密度 (1.295 g/cm<sup>3</sup>) 是比 2013/2014(1.287 g/cm<sup>3</sup>) 和 3YA (1.291 g/cm<sup>3</sup>) 高。真實的密度和角質胚乳測試指出硬度不變或比去年些微高。
- 出口玉米樣品的100顆穀粒的重量和穀粒體積均顯著低於2013/2014及3YA高。顯示2014/15年出口玉米的穀粒較去年與3YA大。
- 太平洋西北 ECA的 平均的100顆穀粒的重量，穀粒體積和真實密度比另二個 ECAs低。顯示太平洋的西北 ECA的玉米顆粒較小和真實密度低於灣區和南方鐵路 ECAs者。

#### 4. 胴裂與胴裂指數(STRESS CRACKS)

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，顯示在搬運時會成為嚴重的問題，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。在胴裂數較多的年份則SCI愈重要因為SCI高(300-500) 顯示樣品的多道胴裂的百分比較高。多道胴裂對品質的危害較單道胴裂更大。

#### 重點摘要：胴裂

- 出口樣品美國總計玉米的胴裂百分比為14%，很顯著低於2013/2014(16%)但比3YA(12%)高。

- 出口時樣品之美國總計玉米胴裂百分比（14%），高於2014收穫時玉米樣品之（8%）。胴裂百分比範圍從 0到 40%，標準偏差7%，顯示比2014 收割樣品百分比0 至 100%，標準偏差9%更為均一。
- 輸出抽樣調查，79.1%樣品中有胴裂者少於 20% 。相較2013/2014 年只有71%。這些樣本（79.1%）有小於 20% 胴裂應該相對地在處理期間破壞的比率也低。
- 灣區，太平洋西北，和南方鐵路 ECAs的 胴裂平均依序分別是15%，12% 和 12%。南方鐵路 ECA 也為在所有 ECAs 之中的3YA胴裂最低。
- 胴裂的變異（標準的偏差）所有 ECAs 幾乎相同的（6 至 7%）。
- 胴裂的被裝載契約，美國 2 號 o/b 是 13%，比美國 3 號 o/b契約裝載的 15% 低。美國 2 號 o/b的胴裂較低與被裝載的契約的較低的 BCFM 水準（2.7%）相較美國 3 號 o/b裝載契約具有較低的 BCFM 水準（3.6%）是一致的。

### 重點摘要：胴裂指數(SCI)

- 平均的美國合計胴裂指數（SCI）(33.3) 接近 3YA（34.3）但是低於 2013/2014 (46.1)。
- 胴裂指數SCI分布於0到116，其標準偏差20.4。
- 在輸出的胴裂指數 SCI 比在收穫的胴裂指數 高（20.2）。
- 與灣區（37.7）和太平洋西北的（24.4）ECAs 相較，南方鐵路 ECA有最低的 SCI（23.0）。南方鐵路 ECA 也為 3YA和2014 收割樣本最低的 SCI。呈現較低的 SCI 和胴裂百分比，可能，部份地，因為所有南方鐵路 ECA所有玉黍蜀是美國 2 號 o/b。
- 所有ECAs灣區，太平洋西北和南方鐵路的 SCI 標準偏差，依序分別地是 21.6，16.2，和 20.2。
- 在玉米出口胴裂指數 67.1% 少於 40，與 2013/2014(43%)相較，這將顯示出，玉米粒在 2014/2015 年的兩條或更多條胴裂較2013/2014 年少。
- 美國 2 號 o/b玉米出口裝載的契約胴裂指數（31.4）比美國 3 號 o/b（36.1）被還要低時。



## 5.100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36.08公克，分布於26.22到40.86公克。100顆穀粒的重量顯然高於2013/2014年的34.95 克和 3YA (35.31 克)。
- 100顆穀粒的重量是超過 2014 收穫時的玉黍蜀 (34.03 克)。在過去兩年和 3YA已見到出口玉黍蜀的100顆穀粒的重量比在收穫時平均100顆穀粒的重量高。因為100顆穀粒的重量以 100 個完整的玉米粒為基礎，在運輸過程中發生的任何破壞會使較軟或易破的較小的穀粒被剔除。
- 比較緊的範圍和比較低的標準偏差指出2014/2015 輸出樣本的均一性較2014 收穫的樣本更佳。
- 太平洋西北ECA的100顆穀粒的重量平均為31.95公克，低於灣區37.05公克及南方鐵路ECAs 37.20公克在過去二年情況相同。這三區中太平洋西北ECA 的平均100顆穀粒重量在前兩年和 3YA紀錄中最低。
- 2014/2015 輸出抽樣調查， 82.9% 100顆穀粒重量有 34.0 克或更重，指出在 2014/2015 年穀粒較前幾年的大 (在 2013/2014 年70%和在 2012/2013 年75.5%)。
- 2014/2015 輸出玉黍蜀100顆穀粒的重量和真實密度之間的有微弱的正相關 (相關係數R= 0.68)

## 6.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。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

- 平均的核心體積 ( $0.28 \text{ cm}^3$ ) 較 2013/2014 ( $0.27 \text{ cm}^3$ )，3YA ( $0.27 \text{ cm}^3$ )，和 2014 收割樣本 ( $0.27 \text{ cm}^3$ ) 高。
- 穀粒體積從0.21 到  $0.31 \text{ cm}^3$ 與 2013/2014 範圍和 3YA 範圍 ( $0.20\text{-}0.32 \text{ cm}^3$ ) 類似。
- 在 2014/2015輸出樣本中標準偏差 $0.01 \text{ cm}^3$ 比較低，而且範圍比2014 收穫樣本中較小。
- 2014/2015出口玉米樣品太平洋西北 ECA平均的穀粒體積 ( $0.25 \text{ cm}^3$ ) 小於灣區 ( $0.28 \text{ cm}^3$ ) 和南方鐵路 ( $0.29 \text{ cm}^3$ ) ECAs。太平洋的西北 ECA前兩年的和 3YA與 2014收穫樣本相較穀粒體積最低。2014/2015 出口樣品調查，有 55.7%樣品穀粒體積大於或等於  $0.28 \text{ cm}^3$ ，相較在 2013/2014 年是 45%。
- 穀粒體積與100 k 的重量有正相關(相關係數是 0.99)。

## 7. 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

- 穀粒真實密度平均為1.295公克/立方公分，顯著高於2013/14之1.287公克/立方公分與3YA的1.291公克/立方公分。
- 2014/2015出口時樣品之美國總計玉米的平均穀粒真實密度高於2014年收穫時玉米樣品之1.259公克/立方公分。前二年亦同。3YA 真實的密度 (1.291 g/cm<sup>3</sup>) 也比 3YA收割真實的密度 (1.267 g/cm<sup>3</sup>) 高。此一提升之原因，一部分的原因是100顆玉米穀粒重較高，往年亦如是。
- 88.6%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2013/14年出口玉米樣品之79%。
- 2014/2015，過去兩年與 3 YA，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(1.273 g/cm<sup>3</sup>)及100顆玉米樣品穀粒重(31.95 g)為最低。太平洋西北ECA的穀粒重量在三區中過去兩年與 3 YA也最低。真實密度及測試重量也呈微弱的正相關(R=0.69)。

## 8. 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

- 完整穀粒百分比平均為88.4%，與2013/14年出口玉米樣品之88.6%類似但較3YA88.7%低。
- 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93.6%。3YA 輸出的完整穀粒 (88.7%) 同樣的低於3YA 收穫完整穀粒 (93.5%)。在從收穫到輸出的完整穀粒的減少可能由產地至輸出地點的附加的處理所引起。
- 2014/2015年出口玉米樣品完整穀粒變異較大分為66.4~97.0%，(標準偏差是4.6%)，而2014年收穫時分佈範圍為63.6~99.8%，標準偏差較低3.5%。在輸出的標準偏差比收穫時高也在2013/2014年發生過，但是2012/2013年無此現象。
- 南方鐵路區平均完整穀粒百分比(91.2%)最高，相較於灣區88.0%、太平洋西北區88.0%。太平洋西北區在3YA全部的百分比最高，即使太平洋西北區2014/2015樣品不是最高。
- 有(44.7%)的出口玉米樣品其完整穀粒大於等於90%，2013/14年出口玉米樣品為44%，而2014收穫樣品為85.7%。對2014的收穫配比與輸出配比的比較顯示出口時超過95%完整穀粒減少係由於收穫後的處理。
- 在合約指定裝載「美國2級或以上」的完整穀粒百分比為88.8%，略高於88.3%的美國3號o/b裝載合約。這結果與事實「當美國2號o/b裝載契約」的較低的BCFM和較低的胴裂優於美國3號o/b裝載合約一致。

## 9.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%，與2013/2014年出口玉米樣品(82%)相同。與2014收穫玉米樣品 (82%) 一樣，但較3YA的84%為低。
- 2014/2015 輸出樣本從 72到 89% 而且範圍與標準偏差均較2014年輸出樣本小。而此一輸出樣本與收穫樣本均一性增加的模式也在2013/2014和2012/2013的輸出樣品中出現過，當與2013和2012的收穫樣本依序分別地相較。
- 太平洋的西北 ECA 的角質胚乳 (79%)是低於灣區和南方鐵路 ECAs. (82%和82%，分別地)。太平洋西北也是2013/2014和3YA中角質胚乳最低的。
- 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%)略高於「美國3級或以上」的角質(硬質) 胚乳百分比(81%)。
- 74.9%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%及2013/2014 (79%)玉米樣品。顯示2014/15大部份樣品較前兩年低。

## 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。

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戶)，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。

### 結果：黃麴毒素

FGIS為 aflatoxins測試了 411項輸出樣本作為輸出貨物報告 2014/2015。2014/2015 調查的結果如下列各項：

- 在 2014/2015 年被測試的 352個樣本或這 411個樣本的85.6%中的黃麴毒素未達最低可測水準。(定義為十億分之5 (5.0 ppb) 以下或者FGIS的最低報告量)。這 85.6% 比2012/2013輸出樣本的 77.8%大，比 2013/2014輸出樣本的 92.5%少。
- 在 2014/2015 年被測試的 84個樣本或411個樣本的12.2% 的aflatoxin大於或者等於至 5.0 ppb，但低於 10 ppb。這 12.2% 比2012/2013的 輸出樣本10.1%及2013/2014 輸出樣本的6.1%都大。
- 在 2014/2015 年被測試的 9個樣本或 2.2% 的這 411個樣本有 aflatoxin大於或者等於10.0 ppb，但是少於或等於食品藥物管理局(FDA)的行動標準 20 ppb。這 2.2% 比 2012/2013輸出樣本的12.1%更少但是大約等於 2013/2014 的1.5%。
- 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2013/14年經檢測的出口樣品亦有相同的百分比。

比較 2014/2015 aflatoxin 輸出調查產生到 2012/2013 和 2013/2014 輸出調查結果指出 2014/2015 年輸出樣本發生 aflatoxins的事件較少於在 2012/2013 的輸出樣本，但是比在 2013/2014 的輸出樣本中些微多出。同時，在 2014/2015 年所有樣本低於10 ppb 的百分比下者與2013/2014差不多的且超過 2012/2013。2014/2015 年所有在10 ppb以下的樣本的百分比與2014/2015 的收穫報告結果中aflatoxin類似。

### 結果：嘔吐毒素

嘔吐毒素總共檢測了 411項輸出樣本作成2014/2015輸出貨物報告。檢測結果如下：

- 336個或411項樣品的81.8%的嘔吐毒素含量低於0.3 ppm。這81.8%少於在2012/13年的出口樣品中的94%但高於2011/2012年的66.3%出口樣品。
- 52個或411項樣品的12.7%樣品的嘔吐毒素含量高於或等於0.3ppm，但低於5 ppm。這12.7%大於2012/2013年的出口報告中有3.5%樣品但低於2013/2014年的28.6%出口樣品。



- 被測試的 23個樣本或這 411個樣本中的5.6%有DON濃變超過或者等於 0.5 ppm，但是少於或者等於食品藥物管理局建議水準的 5 ppm。這 5.6% 比2012/2013 輸出樣本的2.5%及2013/2014 的5.1%輸出樣本大。
- 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2012/2013年檢測的出口樣品報告亦有相同。

比較 2014/2015 DON輸出調查結果和 2012/2013 和 2013/2014 DON輸出調查結果指出， 2014/2015 輸出樣本中含 DON的事件比2013/2014較少在但較在 2012/2013 年輸出樣本多。所有樣本在所有的三季皆低於5 ppm。 2014/2015年的樣本DON含量少於 0.5 ppm的的百分比為(94.5%)比2014/2015收穫報告(80.2%) 被報告的DON結果多出許多。

## 1. 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保有採取強制行動的權力，但是採取強制行動並非建議等級的基本目的。

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/wp-content/uploads/NGFAComplianceGuide-FDARegulatoryGuidanceforMycotoxins8-2011.pdf>

## 2. 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種類型黃麴毒素-毒素B1，B2，G1和G2，統稱為黃麴毒素，或總黃麴毒素。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，會在牛乳中堆積。

毒素多先作用於人畜的肝臟，由於短期食用高劑量污染的毒素或是長期食用含低劑量的毒素，會引起雞鴨的死亡，家禽對此毒素最為敏感。或家畜減低飼料利用或生殖效率或人畜的免疫系統。

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。

### 3. 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。黴菌會繼續生長並致玉米穗腐壞。田間未收成的玉米植株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。由Gibberella zeae產上的黴菌毒素污染玉米引起的時常發生在過度延期收穫以及／或高溼氣玉米的儲藏。

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 玉米出口體系

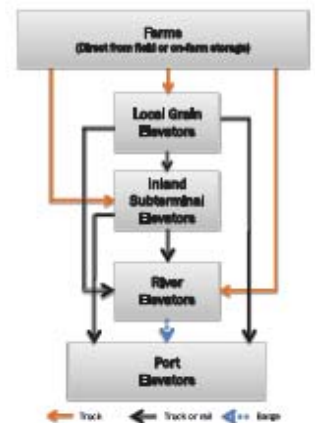
本2014/2015美國穀物協會玉黍蜀輸出貨物品質報告(U.S. Grains Council Corn Export Cargo Quality Report) 藉由評估而且報告品質屬性提供關於玉黍蜀的進步資訊品質當玉黍蜀準備好被載入船或者鐵路輸出。玉黍蜀品質包括多種項目。玉米品質包含一系列的性狀，可加以分類如下：

- 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情況的影響，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。2014/15年玉米收穫時之品質報告在2014年收成的玉米剛要進入銷售體系時評價其品質，並就低黃麴毒素及低嘔吐毒素量建議為優良品。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，下一節將描述自農場至輸出的市場通路，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。



## 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.政府的查驗和分級

### 1.目的

全球的玉米供應鏈為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為了提供：

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為官方代理人，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。

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、總損害粒以及受熱變質粒由以上計算出總損害的界限。這些等級的界限列在「美國玉黍蜀等級規定與換算」中第49頁表中。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驗證證書。除了契約等級之外，對於玉黍蜀的輸出契約記載與貨物有關的許多情況。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2014/15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292個來自灣區、84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. 調查設計與採樣

### 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 (stratification)** 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。

利用來自FGIS出口穀物資訊系統(Export Grain Information System, EGIS)的數據，計算2007/2008到2013/2014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7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

定的抽樣比例如右表：

Percent of Samples per ECA			
Gulf	Pacific Northwest	Southern Rail	Total
67.9%	19.5%	12.6%	100.0%

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2013/2014年412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：

Number of Samples per ECA			
Gulf	Pacific Northwest	Southern Rail	Total
292	84	54	430

## 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，2014年收穫的玉米於2014年11月中運抵出口港，故決定取樣期間由2015年1月下旬開始。因此FGIS於發出指令信函給灣區和太平洋西北ECAs與境內檢驗站通知取樣期間由2015年1月開始。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---FGIS地區的檢驗辦公室(Domestic Inspection Operation Office)堪薩斯市，密蘇里州。

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。

當採樣的流程在裝運的過程中持續進行時，為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同，也就是於取樣期間，從當天開始由每一尾數為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。約每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, IPGLab)。有關本研究採用的檢測方法，在「檢測分析方法」之章節有詳細說明。

2015年3月9日當完成太平洋西北ECA的取樣，灣區ECA則於2015年3月13日結束，該區的採樣的目標數之後結束。2015年3月30日南方鐵路ECA的樣品數即未增加，短期間內沒有可供採樣的貨品，因此為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2015年3月30日結束。

### 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，除了總結為美國總計之外，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。契約等級在「玉黍蜀輸出制度(Corn Export System)」第39頁敘述。在輸出貨物報告(Export Cargo Report)的兩份契約等級分類是：

- 「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為「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為「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。

2014/2015出口貨物報告新增部份為前三年度(2011/2012, 2012/2013 and 2013/2014)出口貨物報告品質因子的平均及標準偏差。這些數據可見於全篇及圖表中全美平均，三個ECA和3YA。

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±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±10%，如右表所示：

	Relative Margin of Error (ME)		
	Total Damage	Stress Cracks	Stress Crack Index
Pacific Northwest ECA	17%	10%	14%
Southern Rail ECA	14%	19%	29%

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±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±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2014/2015年收穫時之玉米品質報告及2014/2015年出口時之玉米品質報告之間項目，
- 在2014/2015年出口時之玉米品質報告及2013/14年出口時之玉米品質報告間之項目，2014/2015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各項因子；
- 在2014/2015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，以及
- 在2014/2015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。

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(大約6磅/2,700公克)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。另一份子樣品則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針對250公克無BCFM的玉米樣品進行熱損害粒的目視檢查，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。

## C.化學組成

Proximates是指穀類的主要組成分。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。

## 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

2014/15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的官方案序，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 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 或 RIDA QUICK Aflatoxin RQS。

在檢測嘔吐毒素方面，則使用經 USDA/GIPSA 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 USDA/GIPSA 嘔吐毒素(Vomitoxin， DON)手冊進行處理。以 250 毫升(ml) 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 QuickScan system 讀出嘔吐毒素的含量。

The EnviroLogix 定量測試套組在檢測濃度超過特定「檢測極限」量(LOD)－即報告檢測濃度量。LOD 被定義為一個測量分析的方法測量以統計學上可以明顯與空白樣品（黴菌毒素無檢出）的分析區分的最低的濃度檢出水準。不同黴菌毒素有不同的 LOD。而 EnviroLogix AQ 254 BG 的 DON LOD 是 0.3 ppm。FGIS 已有關於 Envirologix AQ 254 BG 套組用於 DON 定量的短文。