



U.S. GRAINS
COUNCIL

2019/2020

CORN EXPORT CARGO QUALITY REPORT

美國玉米出口品質報告



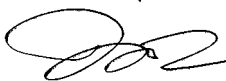
U.S. GRAINS
COUNCIL



這本範圍廣泛具深度的報告能如期完成，仰賴許多人與團隊的投入。美國穀物協會特別感謝 Centrec 顧問公司的 Steve Hofing 先生，Lee Singleton 先生、Lisa Eckel 小姐、及 Alex Harvey 先生在撰寫報告過程中的督導和協調。外部團隊成員包括 Lowell Hill 博士、Marvin R. Paulsen 博士、Tom Whitaker 博士。此外，協會要感激伊利諾州作物改良協會 (Illinois Crop Improvement Association) 的穀物性狀保存實驗室 (Identity Preserved Grain Laboratory, IPG Lab) 和 Champaign-Danville 穀物檢驗所 (Champaign-Danville Grain Inspection, CDGI) 提供玉米品質檢測服務。

特別要感謝美國農業部聯邦糧食檢查局 (FGIS) 提供的無可取代的服務。FGIS 提供了出口貨物的樣品及其分級和黃麴黴毒素檢測結果；FGIS 國際事務辦公室協調了取樣過程；FGIS 外事工作人員、華府農業部和 FGIS 指定的國內官方服務機構收集並提交了構成本報告基礎的樣本。衷心感謝他們在百忙中的投入及協助。

美國穀物協會
駐台代表


盧智卿

目錄

1	來自美國穀物協會的問候	
2	出口時之品質報告重點	
4	前言	
6	品質檢驗結果	
	A. 分級項目	6
	B. 水分含量	14
	C. 化學組成	18
	D. 物理項目	26
	E. 黴菌毒素	43
51	美國玉米出口系統	
	A. 美國玉米出口流程	52
	B. 調查設計與抽樣方法	53
	C. 美國政府檢查與分級	55
57	調查與統計分析方法	
	A. 概要	57
	B. 調查設計與抽樣方法	58
	C. 統計分析	60
61	檢驗分析方法	
	A. 分級項目	61
	B. 水分含量	62
	C. 化學組成	63
	D. 物理項目	63
	E. 黴菌毒素	65
66	歷史數據一覽表	
	A. 分級項目和水分	66
	B. 化學成分	68
	C. 物理性狀	70
	D. 黴菌毒素	71
73	美國玉米分級及項目	
BC	美國穀物協會聯繫資訊	

美國穀物協會 (USGC) 很高興以這份「2019/2020 玉米出口貨物品質報告」，連續第九年提出玉米品質年度調查的結果。

美國穀物協會致力於促進全球糧食安全和互利，並提供這份報告以促進貿易的持續增長。通過提供這份可靠和及時的美國玉米出口品質的報告，買家可以對美國玉米的市場能力和可靠性充滿信心，依此做出明智的採購決定。

《玉米出口貨物質量報告》是美國穀物協會每年發佈的兩份報告中的第二份，其中詳細說明 2019 年玉米作物的品質。該報告是以 2019/2020 年銷售年開始在國際貨運裝貨點採集的樣品進行分析。這份報告及其姊妹報告《2019/2020 年玉米收穫質量報告》都是以美國農業部頒布的等級標準及水分含量、化學成分和其他質量特徵進行初步研究。該系列質量報告都採用一致且透明的檢驗方法，以便與過去品質做比較。

美國穀物協會的使命是發展市場、促進貿易和改善生活。為了實現以美國穀物完成這一使命，協會很高興將這份報告提供給我們的合作夥伴。我們希望它繼續為我們重要的貿易夥伴服務，提供有關美國玉米作物品質的寶貴資訊。

誠懇致意



Darren Armstrong
美國穀物協會 主席
2020 年 4 月

2019/2020 年度，其初期出口玉米品質，受到 2019 年作物晚播種、成熟延遲、以及晚收穫的影響，以等級規格來看，雖然 2019/2020 年的收穫品質報告所測試的樣本平均優於美國一級玉米，但 2019 年生長季節的氣候不良，迫使許多美國生產者以在玉米還是高水分時就必須收割，是過去 9 年中平均濕度最高的一年。由於玉米在收穫時水分高，必須加熱乾燥將含水量降低到安全儲存的水

平，這很可能導致夾雜物和破碎率 (BCFM) 以及胴裂略高，完整穀粒則低於 2018/2019 年的出口樣本。儘管在收穫時面臨挑戰，其出口玉米所收集到的樣品，檢測結果其容積重及總損率仍優於美國一級玉米的規格。此外，僅有一個樣品其黃麴毒素偏高外，其他所有樣品的黃麴毒素和嘔吐毒素結果都低於食品藥物管理局行動和諮詢標準。2019/2020 美國出口樣品值得注意的整體品質項目包括：

分級項目與水分

- 平均容積重比 2018/2019 及 5 年平均低，為 56.8 磅 / 英斗 (73.1 公斤 / 百公升)，整體品質仍好，其中 73.1% 的樣品達到或超過美國一級玉米標準。
- 平均破碎玉米和夾雜物 (3.1%)，高於 2018/2019 以及 5 年平均，且高於美國二級玉米的上限。從玉米收穫經銷售通路到出口，破碎玉米和夾雜物會由 1% 提高至 3.1%。
- 出口時，平均總損壞 (2.9%)，高於 2018/2019 和 5 年平均。多數樣品 (90.7%) 低於美國二級玉米限制。
- 平均熱損壞為 0.0%，與 2018/2019 和 5 年平均相同，顯示整個銷售通路的乾燥與貯存管理良好。
- 平均含水分 (14.5%)，與 2018/2019 相同，稍高於 5 年平均。

化學成分

- 平均蛋白質含量 (8.3% 乾基)，略低於 2018/2019 及 5 年平均。
- 平均澱粉含量 (72.2% 乾基)，略低於 2018/2019 及 5 年平均。
- 平均油脂含量 (4.0% 乾基)，相同於 2018/2019 和 5 年平均。

U.S. Corn Grades and Grade Requirements

Grade	Minimum Test Weight per Bushel (Pounds)	Maximum Limits of		
		Damaged Kernels		Broken Corn and Foreign Material (Percent)
		Heat Damaged (Percent)	Total (Percent)	
U.S. No. 1	56.0	0.1	3.0	2.0
U.S. No. 2	54.0	0.2	5.0	3.0
U.S. No. 3	52.0	0.5	7.0	4.0
U.S. No. 4	49.0	1.0	10.0	5.0
U.S. No. 5	46.0	3.0	15.0	7.0

¹5YA represents the simple average of the quality factor's average or standard deviation from the 2015/2016, 2016/2017, 2016/2017, 2017/2018 and 2018/2019 Export Cargo Reports.

物理性狀

- 平均破裂 (11%)，高於 2018/2019 及 5 年平均。高破裂是因為 2019 年收穫時的平均水分高 2018 年及過去 5 年，然多數出口樣品 (74.8%) 破裂值低於 15%。
- 平均百粒重 (35.50 克) 較 2018/2019 及 5 年平均要低，顯示 2018/2019 穀粒較去年和 5 年平均輕。
- 平均穀粒體積 (0.28 立方公分) 與 2018/2019 和 5 年平均一樣。
- 平均真實密度 (1.278 克 / 立方公分) 低於 2018/2019 和 5 年平均。
- 平均完整穀粒 (77.4%)，低於 2018/2019 和 5 年平均。
- 平均硬質胚乳為 81%，略低於 2018/2019，與 5 年平均一樣。

黴菌毒素

- 除了一個樣品外，其他所有樣品的黃麴黴毒素含量都低於 FDA 行動水準的十億分之 20(ppb)。2019/2020 年的出口樣品中，其黃麴黴毒素含量低於聯邦穀物檢驗局 (FGIS) 5.0ppb 的樣品百分比略高於 2018/2019 年。
- 所有樣品測試嘔吐毒素 DON 低於每百萬 5ppm 的 FDA 諮詢水準與 2018/2019 年相同。與 2018/2019 年相比，2019/2020 年低於 FGIS 的限制水平 0.5 ppm 的樣本比例則較低。
- 在經檢測的 180 個樣品中，伏馬毒素有 168 個或 93.3% 的檢測低於 FDA 最嚴格的指導水準 5.0ppm。



玉米品質資訊對國外買家及相關產業業者很重要，因為他們必須對玉米做為飼料、食品或工業用途等採購契約、加工需求做決定。美國穀物協會 2019/2020 玉米出口時之品質報告提供美國大宗黃玉米出口時正確、公正的品質資訊，並在市場銷售年度初期發布。這份報告結果係依據美國政府認證的採樣流程和檢驗程序，收集檢測來自海運或鐵路運輸方式出口的玉米樣本而得。

本玉米出口時之品質報告是美國農業部聯邦穀物檢驗服務處或內陸辦公室授權檢查員，依據檢驗和分級程序，對玉米出口裝運的 432 個黃玉米樣品進行分析。樣品測試結果以美國整體平均，以及三大出口匯集區分區報告。這三個出口匯集區係三個主要出口市場途徑：

1. 墨西哥灣區：經美國墨西哥灣港口出口玉米的地區；
2. 太平洋西北區：經太平洋西北和加州港口出口玉米的地區；及
3. 南方鐵道區：以內陸鐵路貨運出口玉米至墨西哥。

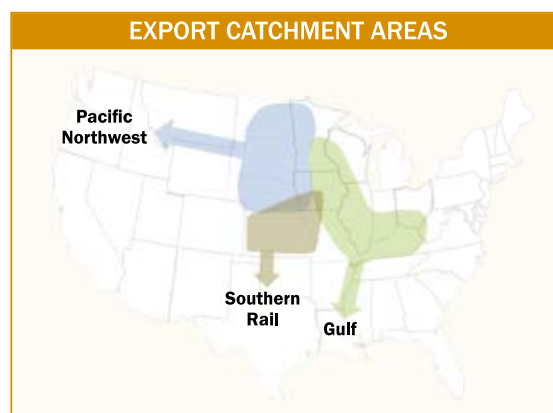
樣品檢測結果以「合約等級」（如「美國 2 級或更好」、「美國 3 級或更好」）分類概述，以說明這兩個合約規範間實際品質差異。

本報告提供每一個檢測品質項目詳細資訊，包括平均值、標準偏差，以及在整體和三大出口區的分布狀況。「品質檢測結果」分成以下品質項目：

- 分級項目：容積重、碎裂玉米和夾雜物、總損壞及熱損壞
- 水分含量
- 化學成分：蛋白質、澱粉以及油脂含量
- 物理性狀：破裂、破裂指數、百粒重、穀粒體積、穀粒真實密度，完整穀粒及角質（硬質）胚乳
- 黴菌毒素：黃麴毒素、嘔吐毒素、及伏馬毒素

本報告採用的檢驗分析方法列於「試驗分析方法」一節中。

為了這份 2019/2020 玉米出口時之品質報告，美國穀物檢驗服務處及其內陸辦公室收集了 2019 年 11 月中至 2020 年 3 月的樣品，並統計分析美國整體及各出口區的結果。其目的是要取得足夠的樣本數來估計玉米出口時品質項目平均值，以達到小於 $\pm 10\%$ 範圍合理的數據誤差（相對偏差）目標。本報告所採用的統計採樣和分析方法列於「調查和統計分析方法」一節中。



2019/2020 玉米出口時之品質報告是其系統第九年玉米出口銷售年度初期的品質調查。協會除了提供當年度玉米出口初期品質報告外，也提供累計的玉米出口品質資訊，給業者更高參考價值。連續九年的資訊有利出口買家、相關業者做年度間比較，並評估穀物生長、乾燥、處理、儲存和運輸條件對玉米品質的影響。

玉米出口時之品質報告並不預測任何一批貨櫃或倉儲，在裝船後或抵達目的地時玉米的實際品質；重點是，價值鏈上所有參與者都必須瞭解自己合約需求及必須承擔的義務。除了等級外，許多品質項目皆可以在買賣雙方合同中規定。許多因素，包括氣候、

遺傳、混合和穀物乾燥與處理，皆會複雜地影響品質。而且，樣品檢測結果會因玉米產地、卸載到貨艙方式和採樣方法而產生顯著差異。有關農場到海洋貨輪或鐵路貨運間玉米品質變化列於「美國玉米出口系統」一節中。

美國穀物協會 2019 年 12 月出版的 2019/2020 玉米收穫時之品質報告，是報告玉米剛進入銷售系統的品質狀況。2019/2020 玉米收穫時之品質報告與 2019/2020 玉米出口時之品質報告應同時參考，以瞭解玉米品質從收穫到出口發生的變化。「歷史觀點」部分則是透過此報告的結果以及所有以前的收穫報告和出口貨物報告來說明這些變化。



A. 分級項目

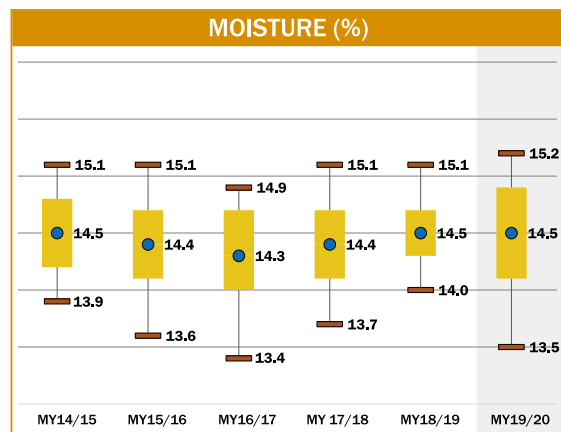
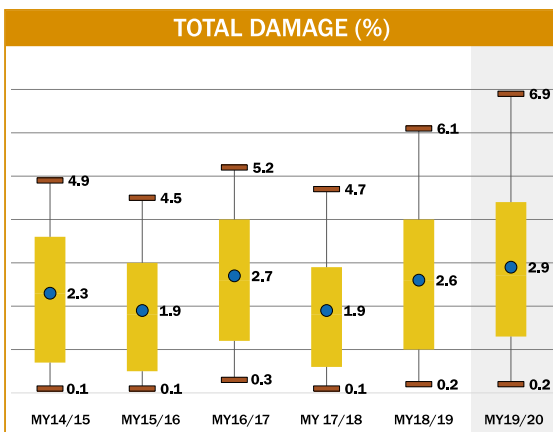
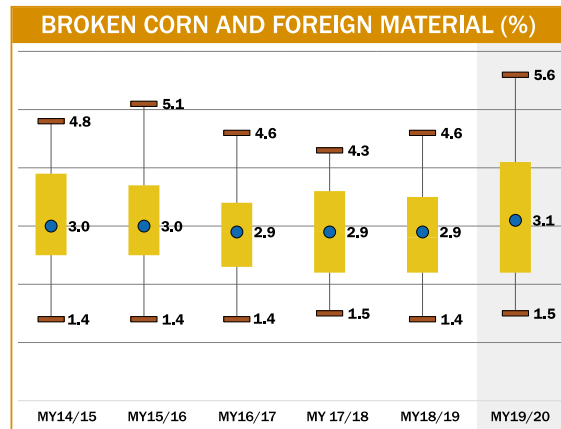
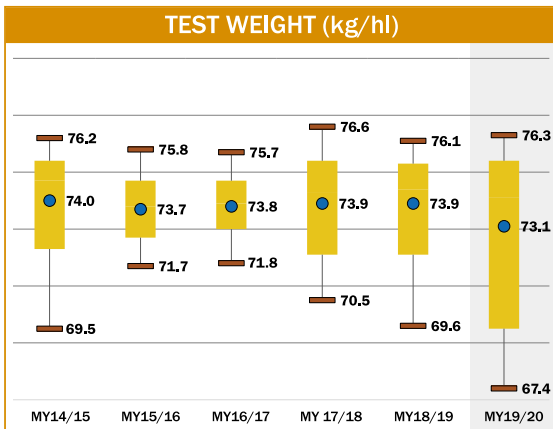
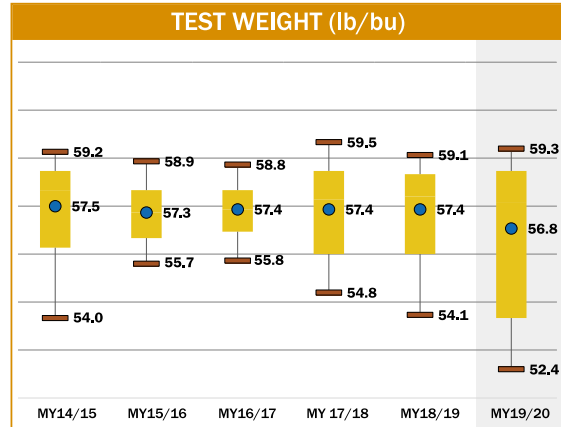
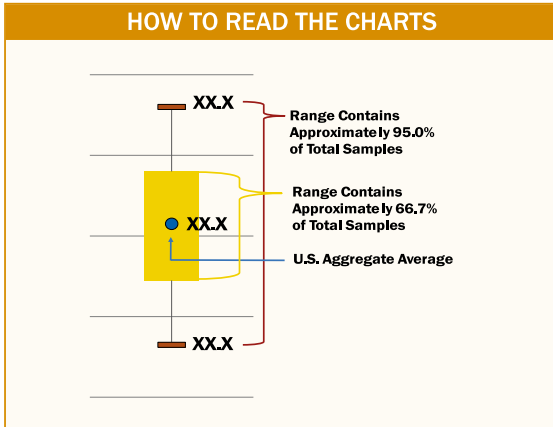
美國農業部聯邦穀物檢驗服務處 (FGIS) 已制定各項品質等級、定義和檢測標準。這些決定玉米等級的項目，包括容積重、破碎玉米和夾雜物、總損害和熱損害。請見本報告「美國玉米分級與分級標準」一節中的表

格詳述。美國 2 級或更好和美國 3 級或更好這二種合約規格比較只適用於灣區匯集區會。今年來自其他兩個匯集區的樣本 (除兩個樣品例外) 都只有一個等級。

摘要：分級項目與含水量

- 美國平均整體總容積重 (56.8 磅 / 英斗或 73.1 公斤 / 百公升)，低於 2018/2019、2017/2018、以及 5 年平均，但仍高於美國一級玉米規格 (56 磅 / 英斗)。
- 美國平均整體總破碎玉米和夾雜物 (3.1%)，高於 2018/2019、2017/2018、以及 5 年平均 (皆為 2.9%)。55.7% 的出口樣品達到或低於美國二級玉米的最高限制 (3.0%)，而 83.1% 達到或低於美國三級玉米限制 (4.0%)。
- 南方鐵路匯集區的平均破碎及夾雜物 (2.2%) 比灣區 (3.1%) 和太平洋西北區 (3.8%) 都低，也是過去三年及五年平均最低的一次。太平洋西北區的平均破碎及夾雜物則是這三個匯集區中過去三年及五年平均最高的一次。美國平均整體總損壞 (2.9%) 高於 2018/2019、2017/2018 和 5 年平均，但仍低於和美國一級玉米限制 (3.0%)。出口樣品中，59.8% 的樣品比 3.0% 或更低的損壞穀粒，符合美國一級玉米標準。此外，90.7% 達到或低於美國二級玉米限制 (5.0%)。
- 三出口匯集區中，太平洋西北區出口的玉米總損壞是過去三年、5 年平均最低。2019/2020 美國平均整體總熱損壞為 0.0%，與前三年和 5 年平均相同。
- 美國平均整體含水量 (14.5%)，與 2018/2019 一樣，稍高於 2017/2018、以及 5 年平均 (皆為 14.4%)。
- 46.9% 的樣品含水量高於 14.5%，高約前二年，表示須留意追蹤倉儲的狀況。

GRADE FACTORS AGGREGATE SIX-YEAR COMPARISON



容積重

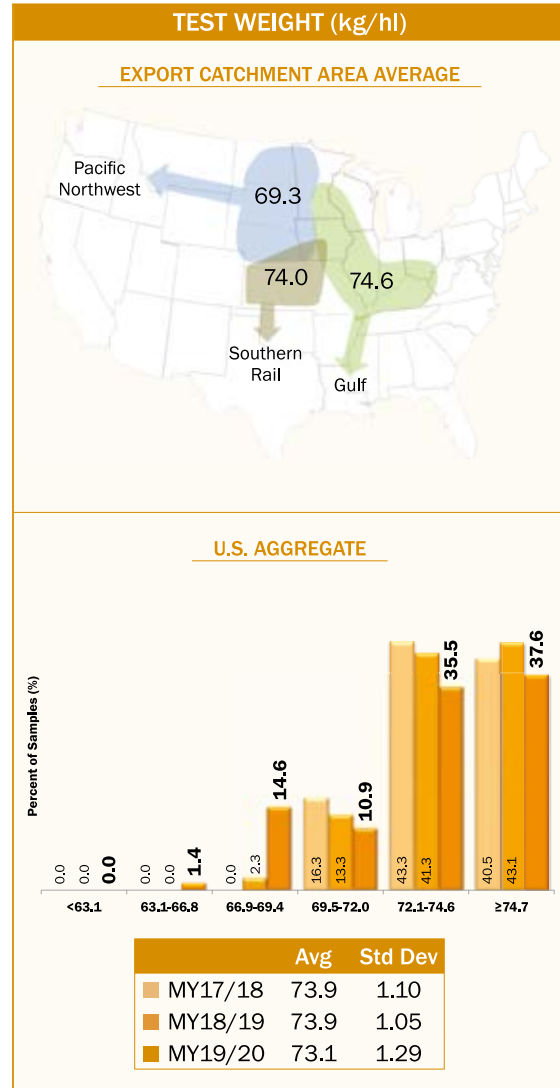
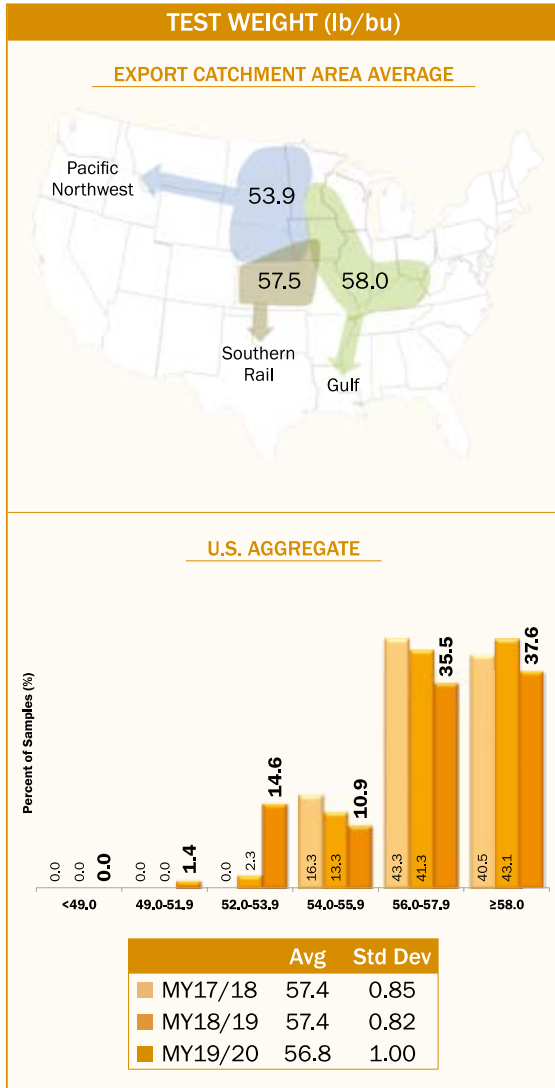
容積重（每容積單位重量）是測量一定容積的密度，經常視為玉米品質一總體指標，也可用來檢視鹼性蒸煮和乾式磨粉所需硬質胚乳的標準。高容積玉米所需貯存空間較低容積玉米少。容積重主要受穀粒結構遺傳的影響，但也受水分、乾燥方法、穀粒物理性

損壞（碎粒和表面磨損）、樣品中夾雜物、穀粒大小、生長季節緊迫、穀粒成熟度、穀粒硬度和微生物傷害等因素影響。在出口時高容積重通常代表高品質、高比例角質（硬質）胚乳和完整、乾淨的玉米。

結果

- 美國平均整體容積重 (56.8 磅 / 英斗或 73.1 公斤 / 百公升) 遠高於美國一級玉米標準 (56.0 磅 / 英斗)，低於 2018/2019、2017/2018、和 5 年平均 (皆為 57.4 磅 / 英斗或 73.9 公斤 / 百公升)。2019/2020 出口樣品標準偏差為 (1 磅 / 英斗)，高於 2018/2019 的 (0.82 磅 / 英斗)，2017/2018 的 (0.85 磅 / 英斗)、以及 5 年平均 (0.79 磅 / 英斗)。年度範圍 2019/2020 為 9.7 磅 / 英斗，高於 2018/2019 (7.6 磅 / 英斗)，與 2017/2018 的 (6.9 磅 / 英斗)。
- 72.1% 樣品的容積重達到或高於美國一級玉米下限標準 (56.0 磅 / 英斗)，且 84% 達到或高於美國二級玉米限制標準 (54 磅 / 英斗)。
- 美國出口平均整體容積重 (56.8 磅 / 英斗或 73.1 公斤 / 百公升) 低於 2019 收穫 (57.3 磅 / 英斗或 73.8 公斤 / 百公升)。出口平均一向較收穫低，如出口 5 年平均容積重 (57.4 磅 / 英斗或 73.9 公斤 / 百公升) 與收穫 5 年平均 (58.2 磅 / 英斗或 74.9 公斤 / 百公升) 比較所示。
- 2019/2020 出口樣品變異 (標準偏差 1 磅 / 英斗) 低於 2019 收穫樣品 (1.41 磅 / 英斗)。當玉米在市場通路中混合，容積重變得均勻；與收穫時比較，標準偏差變小，且最大、最小值範圍較小。出口時，5 年平均標準偏差為 0.79 磅 / 英斗，而收穫時 5 年平均標準偏差為 1.21 磅 / 英斗。
- 太平洋西北區的平均容積重 (53.9 磅 / 英斗)，低於南方鐵道匯集區玉米樣品的 (57.5 磅 / 英斗) 和灣區的 (58 磅 / 英斗)。
- 灣區以美國 2 級或更好簽訂的契約其平均容積重為 (58 磅 / 英斗)，和以美國 3 級或更好簽訂的契約相近 (58.1 磅 / 英斗)。其他二個匯集區則無做此比較。

U.S. Grade Minimum Test Weight
No. 1: 56.0 lb
No. 2: 54.0 lb
No. 3: 52.0 lb
No. 4: 49.0 lb
No. 5: 46.0 lb
Sample: <46.0 lb



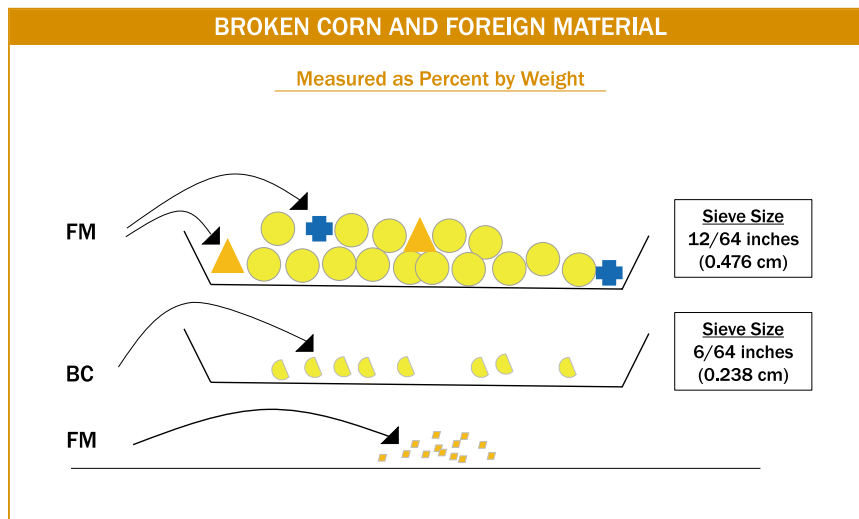
破碎玉米和夾雜物

破碎玉米和夾雜物是飼料和加工用玉米乾淨、完整性的指標。破碎玉米和夾雜物比例越低表示樣品中越少夾雜物和 / 或越少破碎穀粒。當玉米從農場經銷售通路運送，每次處理、運輸都會提高破碎量。因此，多數出口運輸的破碎玉米和夾雜物都會高於農場送到當地穀倉的破碎玉米和夾雜物。

破碎玉米的定義是，小到可以通過 12/64 英吋圓孔篩，並大到留在 6/64 英吋圓孔篩的玉米和任何物質（如草種子）。

夾雜物的定義是，大到不能通過 12/64 英吋圓孔篩或小到通過 6/64 英吋圓孔篩的非玉米物質。所以，夾雜物含停留在 12/64 英吋圓孔篩上的粗外來物 (Coarse Foreign Material, CFM)，和通過 6/64 英吋圓孔篩的細小物質。CFM 多數不是玉米物質，而細小物質主要是灰塵和草種子。裝載、運輸、卸貨不會改變 CFM，但裝載和卸貨會增加破碎玉米和細小物質。

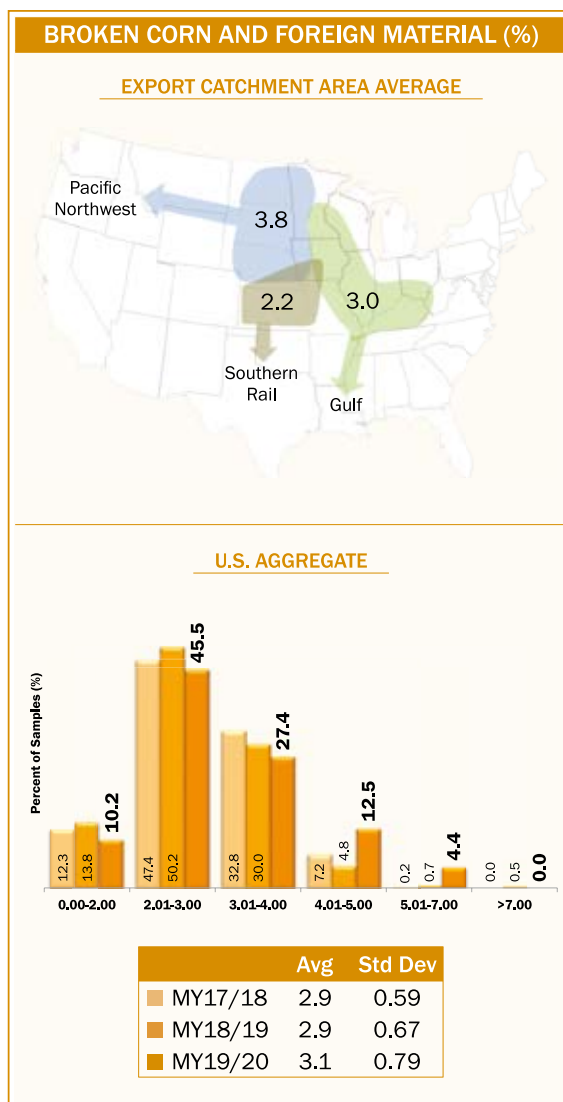
下圖顯示美國玉米分級時破碎玉米和夾雜物的量測方式。



U.S. Grade Broken Corn and Foreign Material Maximum Limits	
No. 1:	2.0%
No. 2:	3.0%
No. 3:	4.0%
No. 4:	5.0%
No. 5:	7.0%
Sample:	>7%

結果

- 美國玉米出口樣品平均整體破碎玉米和夾雜物 (3.1%)，高於 2018/2019、2017/2018、及 5 年平均 (皆為 2.9%)，也高於美國二級玉米限制 (3.0%)。
- 2019/2020 玉米出口樣品變異 (標準偏差 0.79%)，高於 2018/2019 (0.67%) 及 2017/2018 (0.59%)、和 5 年平均 (0.66%)。數值範圍 (5.9%)，小於 2018/2019 的 (8.4%)，大於 2017/2018 (4.9%)。
- 2019/2020 出口樣品中，55.7% 破碎玉米和夾雜物達到或低於美國二級玉米標準限制 (3.0%)，有 83.1% 的樣品達到或低於美國三級玉米標準限制 (4.0%)。而 2018/2019 出口樣品中，64% 破碎玉米和夾雜物達到或低於美國二級玉米、94% 達到或低於美國三級玉米。
- 美國整體玉米出口的破碎玉米和夾雜物 (3.1%) 較收穫時 (1%) 增加 2.1%。此增加與 5 年平均相同 (5 年平均收穫為 0.8%，相較出口 5 年平均的 2.9%)。增加的原因可能是乾燥，及搬運、卸貨、處理造成的破裂。
- 南方鐵道區平均破碎玉米和夾雜物 (2.2%) 低於灣區 (3.1%) 或太平洋西北區 (3.8%)。南方鐵道區過去 3 年和 5 年平均的破碎玉米和夾雜物是三個匯集區中最低，太平洋西北區則是三個匯集區中最高。
- 灣區以裝載美國 2 級或更好合約的破碎玉米和夾雜物為 2.9%；相較於裝載美國 3 級或更好合約的破碎玉米和夾雜物為 3.6%。



總損壞

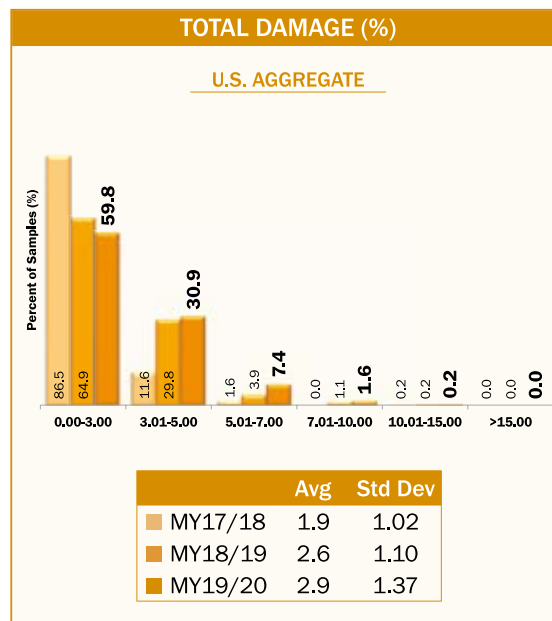
總損壞是視覺上可觀察到穀粒和穀粒碎片損害的百分比，包括來自熱、霜、昆蟲、發芽、疾病、天氣、土壤、胚芽和發霉等損壞。多數這些損壞會導致某種程度的穀粒質地變色或變化。損壞不包括外觀正常的穀物碎片。黴菌損壞和相關潛在的黴菌毒素是最受關注的損壞因素。黴菌所造成的損壞通常與植物在生長受到的緊迫，或貯存、運輸期間高水

分、高溫條件有關。

相較於總損壞高的玉米，總損壞低的玉米在送達目的地仍能維持好的狀況。總損壞高的玉米在運輸過程中有可能會提升微生物活動，導致貯存、運輸過程中水分及穀物溫度提高。

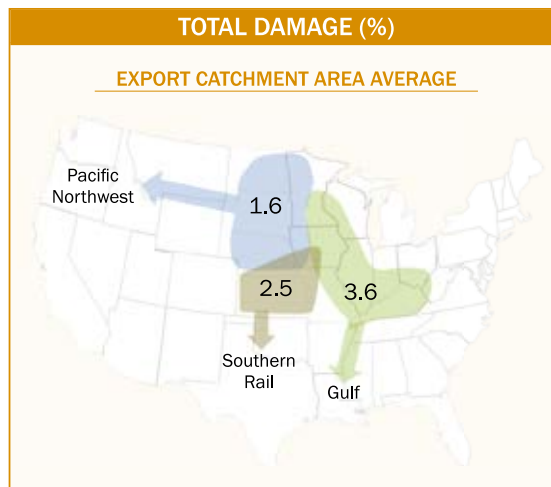
結果

- 美國平均整體總損壞 (2.9%)，高於 2018/2019(2.6%)、2017/2018 (1.9%)、和 5 年平均 (2.3%)，仍低於美國一級玉米限制標準 (3.0%)。
- 2018/2019 樣品變異，由標準偏差 (1.37%) 顯示，高於 2018/2019(1.1%)、2017/2018 (1.02%)、和 5 年平均 (1.00%)。2018/2019 樣品範圍 (0.1 至 10.8%) 則和 2018/2019 的範圍 (0.0 至 10.5%) 及 2017/2018 的範圍 (0.0 至 10.4%) 相近。
- 出口樣品中 59.8% 穀粒損壞為 3.0% 或更低，達美國一級玉米標準。此外，90.7% 的樣品低於美國二級玉米的限制標準 (5.0%)。
- 銷售通路出口點的平均總損壞 (2.9%) 高於收穫時 (2.7%)。出口過去 5 年平均 (2.3%) 比收穫 5 年平均 (1.7%) 高出 0.6%。總損壞提高可發生在貯存，尤其是貯存桶或運輸貨櫃中分層線 (spout line)、水分集中區 (moisture pocket)。



- 太平洋西北匯集區總損壞 (1.6%) 比灣區 (3.6%) 和南方鐵道區 (2.5%) 低。太平洋西北區的總損壞在過去 3 年及 5 年平均是各區中最低的。
- 灣區裝載美國 2 級或更好的合約其平均總損壞為 3.6%，而裝載美國 3 級或更好的合約則為 (3.7%)。

U.S. Grade Total Damage Maximum Limits
No. 1: 3.0%
No. 2: 5.0%
No. 3: 7.0%
No. 4: 10.0%
No. 5: 15.0%
Sample: >15%



熱損壞

熱損壞是由玉米總損壞分出的子項，在美國玉米分級標準中單獨列出。熱損壞可因為微生物在溫暖、潮濕的穀物中活動，或是

乾燥高溫引起。熱損壞低表示穀物在銷售通路中經乾燥且儲存在適當的濕度和溫度中。

結果

- 美國平均整體熱損壞為 0.0%，和 2018/2019、2017/2018 及 5 年平均一樣。所有數字都遠低於美國一級玉米限制標準，顯示整個市場通路保持良好的乾燥和貯存管理。
- 整個 2019/2020 僅有 5 個出口貨物樣品 (全部 431 個樣品) 有熱損壞情形 (3 個樣品 0.1%，2 個樣品 0.2%)。

U.S. Grade Heat Damage Maximum Limits
No. 1: 0.1%
No. 2: 0.2%
No. 3: 0.5%
No. 4: 1.0%
No. 5: 3.0%
Sample: >3%

B. 水分含量

所有官方分級報告都會標示水分含量，而最高含水量通常由買方在合約中約定。然而，水分並不是分級項目，數據並不影響評級。水分含量很重要，因為它影響出售和購買時的乾物質含量。此外，平均含水量和變異會影響玉米運抵目的地時的品質。為維持好的品質，一般建議乾淨玉米：最高含水量 14%，可在美國玉米帶通風條件下儲存六到十二個月；含水量 13% 或以下可儲存超過一年。

一般玉米運送是經由火車或是幾乎密不

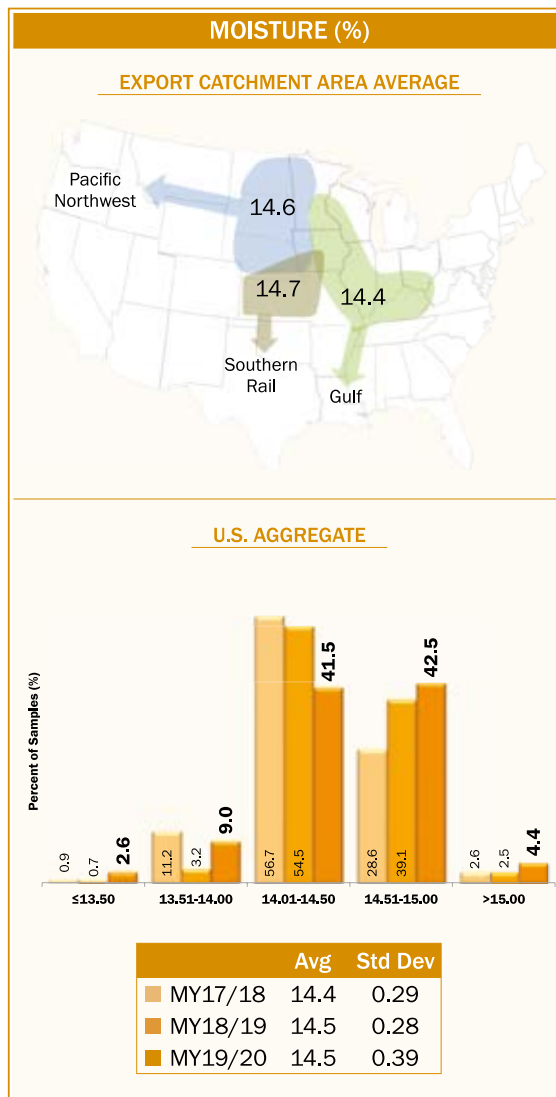
透氣的遠洋貨輪。很少散裝船隻或火車能在運輸過程中讓穀物通風。缺乏通風的環境會創造一個適合穀物微生物活動的高濕環境；此外，穀物間溫差引起水分移動，導致溫暖濕氣停留在較冷穀物表面、船艙內壁或艙口下方，凝結成水滴，導致發霉或熱點 (hot tops)。熱點是指局部小範圍的玉米含水量和溫度不正常地高於整批玉米平均值。因此，在運送途中各小批玉米含水量的一致性，及平均含水量 14% 或更低，對減少熱點形成的風險是非常重要的。



¹WWPS-13. 2017. Grain drying, handling and storage handbook. Midwest Plan Service No. 13 third edition. Iowa State University, Ames, IA 50011.

結果

- 美國平均整體含水量(14.5%)，與2018/2019相同，略高於2017/2018和5年平均的(14.4%)。
- 2019/2020 樣品含水量變異(標準偏差 0.39%) 高於 2018/2019(0.28%)、2017/2018(0.29%) 和 5 年平均(0.31%)。
- 樣品含水量範圍在 12.4% 至 15.6%，相差 3.2%。範圍差大於 2018/2019(2.4%) 及 2017/2018(2.2%)。
- 平均含水量從收穫時的 (17.5%) 降低到出口時的 (14.5%)；比較出口 (0.39%) 與收穫 (2.35%) 標準偏差可知樣品均勻度提高。當地穀倉乾燥會降低收穫含水量至儲存安全標準。收穫到出口含水量逐漸一致，而玉米經不同來源混和、處理到一定理想含水量。
- 2019/2020 樣品中，46.9% 含水量超過 14.5%，高於 2018/2019 的 41.6% 和 2017/2018 的 31.2%。此表示須留意追蹤倉儲的狀況。
- 太平洋西北匯集區平均含水量 (14.6%) 與灣區的 (14.4%) 及南方鐵道區 (14.6%) 相近。
- 裝載美國 2 級或更好合約的含水量 (14.3%) 略低於美國 3 級或更好合約的含水量 (14.5%)。美國 2 級或更好合約水分標準偏差 (0.42%)，與美國 3 級或更好合約的 (0.41%) 相近。



SUMMARY: GRADE FACTORS AND MOISTURE

2019/2020 Export Cargo						2018/2019 Export Cargo			2017/2018 Export Cargo			5 Year Avg. (2014-2018)	
	No. of Samples	Avg.	Std. Dev.	Min.	Max.	No. of Samples	Avg.	Std. Dev.	No. of Samples	Avg.	Std. Dev.	Avg.	Std. Dev.
U.S. Aggregate						U.S. Aggregate			U.S. Aggregate			U.S. Aggregate	
Test Weight (lb/bu)	431	56.8	1.00	50.4	60.1	436	57.4*	0.82	430	57.4*	0.85	57.4	0.79
Test Weight (kg/hl)	431	73.1	1.29	64.9	77.4	436	73.9*	1.05	430	73.9*	1.10	73.9	1.02
BCFM (%)	431	3.1	0.79	0.9	7.0	436	2.9*	0.67	430	2.9*	0.59	2.9	0.66
Total Damage (%)	430	2.9	1.37	0.1	10.8	436	2.6*	1.10	430	1.9*	1.02	2.3	1.00
Heat Damage (%)	431	0.0	0.01	0.0	0.2	436	0.0	0.01	430	0.0	0.01	0.0	0.01
Moisture (%)	431	14.5	0.39	12.4	15.6	435	14.5	0.28	430	14.4*	0.29	14.4	0.31
Gulf						Gulf			Gulf			Gulf	
Test Weight (lb/bu)	242	58.0	0.76	55.1	59.9	275	58.0	0.66	276	57.8*	0.9	57.8	0.76
Test Weight (kg/hl)	242	74.6	0.97	70.9	77.1	275	74.7	0.85	276	74.4*	1.2	74.4	0.97
BCFM (%)	242	3.0	0.69	1.2	5.6	275	2.9*	0.53	276	2.9*	0.6	2.9	0.58
Total Damage (%)	241	3.6	1.50	0.6	10.8	275	3.3*	1.37	276	2.2*	1.2	2.7	1.14
Heat Damage (%)	242	0.0	0.02	0.0	0.2	275	0.0	0.02	276	0.0	0.0	0.0	0.01
Moisture (%)	242	14.4	0.43	12.7	15.6	274	14.5*	0.23	276	14.5*	0.3	14.4	0.30
Pacific Northwest						Pacific Northwest			Pacific Northwest			Pacific Northwest	
Test Weight (lb/bu)	117	53.9	1.37	50.4	60.1	96	55.5*	1.23	87	55.6*	0.7	56.0	0.92
Test Weight (kg/hl)	117	69.3	1.76	64.9	77.4	96	71.4*	1.58	87	71.6*	0.9	72.1	1.19
BCFM (%)	117	3.8	1.17	1.7	7.0	96	3.5*	1.17	87	3.6	0.7	3.6	0.96
Total Damage (%) ¹	117	1.6	1.47	0.1	7.7	96	0.7*	0.61	87	0.6*	0.5	0.7	0.61
Heat Damage (%)	117	0.0	0.02	0.0	0.2	96	0.0	0.01	87	0.0	0.0	0.0	0.01
Moisture (%)	117	14.6	0.28	14.0	15.4	96	14.4*	0.28	87	14.2*	0.3	14.3	0.26
Southern Rail						Southern Rail			Southern Rail			Southern Rail	
Test Weight (lb/bu)	72	57.5	1.24	54.2	59.4	65	57.5	0.86	67	58.2*	0.7	57.6	0.75
Test Weight (kg/hl)	72	74.0	1.60	69.8	76.5	65	74.0	1.11	67	74.9*	0.9	74.2	0.96
BCFM (%)	72	2.2	0.53	0.9	3.8	65	1.9*	0.53	67	2.1	0.5	2.0	0.57
Total Damage (%)	72	2.5	0.78	1.0	4.9	65	2.4	0.75	67	2.4	0.8	2.5	0.98
Heat Damage (%)	72	0.0	0.00	0.0	0.0	65	0.0	0.00	67	0.0	0.0	0.0	0.00
Moisture (%)	72	14.7	0.47	12.4	15.3	65	14.6	0.45	67	14.3*	0.3	14.5	0.40

*Indicates average was significantly different from current year's Export Cargo, based on a 2-tailed t-test at the 95.0% level of significance.

¹The relative margin of error for predicting population average exceeded 10%.

SUMMARY: GRADE FACTORS AND MOISTURE

Export Cargo Samples for Contract Loaded as U.S. No. 2 or Better						Export Cargo Samples for Contract Loaded as U.S. No. 3 or Better						2019 Harvest				
	No. of Samples	Avg.	Std. Dev.	Min.	Max.	No. of Samples	Avg.	Std. Dev.	Min.	Max.	No. of Samples	Avg.	Std. Dev.	Min.	Max.	
U.S. Aggregate						U.S. Aggregate						U.S. Aggregate				
Test Weight (lb/bu)	241	57.9	0.82	54.2	59.9	178	55.3	1.24	50.4	60.1	623	57.3**	1.41	42.6	61.9	
Test Weight (kg/hl)	241	74.5	1.06	69.8	77.1	178	71.2	1.59	64.9	77.4	623	73.8**	1.81	54.8	79.7	
BCFM (%)	241	2.7	0.48	1.1	4.7	178	3.8	1.07	1.2	7.0	623	1.0**	0.67	0.0	8.2	
Total Damage (%)	240	3.3	1.17	0.6	7.4	178	2.3	1.65	0.1	10.8	623	2.7	2.43	0.0	50.5	
Heat Damage (%)	241	0.0	0.01	0.0	0.2	178	0.0	0.02	0.0	0.2	623	0.0	0.00	0.0	0.0	
Moisture (%)	241	14.4	0.43	12.4	15.3	178	14.6	0.32	13.2	15.6	613	17.5**	2.35	11.0	30.0	
Gulf						Gulf						Gulf				
Test Weight (lb/bu)	182	58.0	0.67	56.2	59.9	59	58.1	0.98	55.1	59.8	594	57.8**	1.27	48.0	61.9	
Test Weight (kg/hl)	182	74.6	0.86	72.3	77.1	59	74.7	1.26	70.9	77.0	594	74.4**	1.64	61.8	79.7	
BCFM (%)	182	2.9	0.49	1.4	4.7	59	3.6	0.87	1.2	5.6	594	0.9**	0.61	0.0	5.1	
Total Damage (%)	181	3.6	1.29	0.6	7.4	59	3.7	2.02	1.0	10.8	594	3.0**	2.50	0.0	50.5	
Heat Damage (%)	182	0.0	0.01	0.0	0.2	59	0.0	0.02	0.0	0.1	594	0.0	0.00	0.0	0.0	
Moisture (%)	182	14.3	0.42	12.7	15.3	59	14.5	0.41	13.2	15.6	594	17.6**	2.32	11.0	30.0	
Pacific Northwest						Pacific Northwest						Pacific Northwest				
Test Weight (lb/bu)	0	-	-	-	-	117	53.9	1.37	50.4	60.1	318	55.7**	1.80	42.6	61.9	
Test Weight (kg/hl)	0	-	-	-	-	117	69.3	1.76	64.9	77.4	318	71.7**	2.31	54.8	79.7	
BCFM (%)	0	-	-	-	-	117	3.8	1.17	1.7	7.0	318	1.2**	0.88	0.0	8.2	
Total Damage (%)	0	-	-	-	-	117	1.6	1.47	0.1	7.7	318	2.6**	3.02	0.0	50.5	
Heat Damage (%)	0	-	-	-	-	117	0.0	0.02	0.0	0.2	318	0.0	0.00	0.0	0.0	
Moisture (%)	0	-	-	-	-	117	14.6	0.28	14.0	15.4	318	18.3**	2.96	11.5	29.6	
Southern Rail						Southern Rail						Southern Rail				
Test Weight (lb/bu)	59	57.6	1.30	54.2	59.4	2	57.2	1.23	56.4	58.1	324	58.6**	1.18	51.9	61.9	
Test Weight (kg/hl)	59	74.1	1.68	69.8	76.4	2	73.7	1.58	72.6	74.8	324	75.4**	1.52	66.8	79.7	
BCFM (%)	59	2.2	0.45	1.1	3.0	2	3.2	0.80	2.7	3.8	324	0.8**	0.47	0.0	3.8	
Total Damage (%)	59	2.5	0.82	1.2	4.9	2	2.4	1.04	1.6	3.1	324	2.3	1.27	0.0	27.9	
Heat Damage (%)	59	0.0	0.00	0.0	0.0	2	0.0	0.00	0.0	0.0	324	0.0	0.00	0.0	0.0	
Moisture (%)	59	14.7	0.48	12.4	15.3	2	14.3	0.73	13.8	14.8	324	16.0**	1.42	11.0	27.2	

**Indicates current year's Export Cargo average was significantly different from this year's Harvest, based on a 2-tailed t-test at the 95% level of confidence.

C. 化學組成

玉米化學組成主要為蛋白質、澱粉和油脂。雖然這些不是分級項目。這些項目是終端使用者相當關注的，因為它們提供家畜禽飼養營養值、濕式磨粉和其他加工業者玉米應用資訊。不像物理性狀，化學組成不會隨

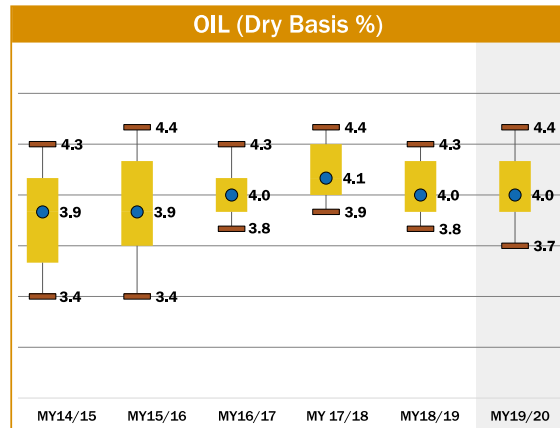
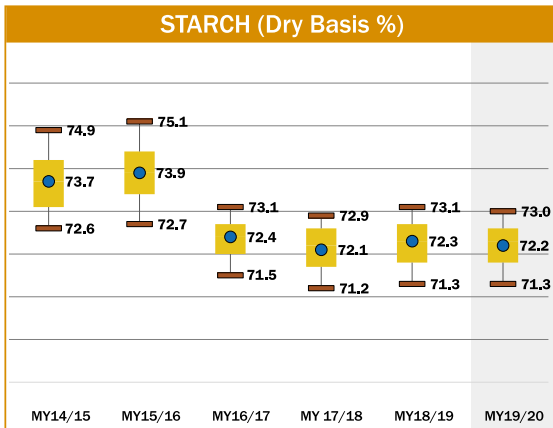
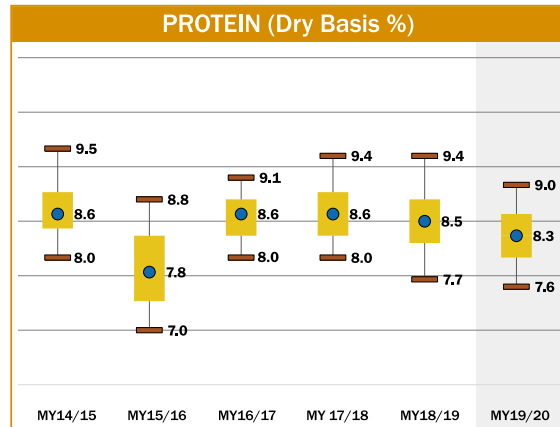
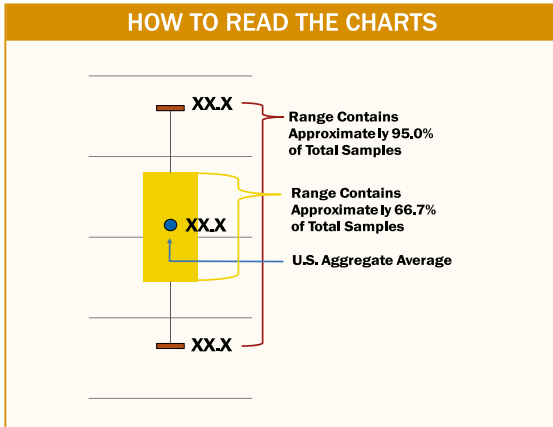
運輸及儲存產生顯著改變。只有灣區有做裝載美國 2 級或更好合約及美國 3 級或更好合約的比較，其於二匯集區的取樣只有單一等級。

摘要：化學組成

- 美國出口平均整體蛋白質含量 (8.3%) 略低於 2018/2019 及 2017/2018，5 年平均、及 2019 收穫。
- 美國平均整體澱粉含量 (72.2%) 低於 2018/2019、略高於 2017/2018、但低於 5 年平均與 2019 收穫平均。
- 美國平均整體油脂含量 (4.0%) 與 2018/2019 相同、低於 2017/2018，與 5 年平均相同。
- 與收穫樣品比較，出口樣品蛋白質、澱粉、油脂含量標準偏差較低且範圍較窄。



CHEMICAL COMPOSITION AGGREGATE SIX-YEAR COMPARISON



蛋白質

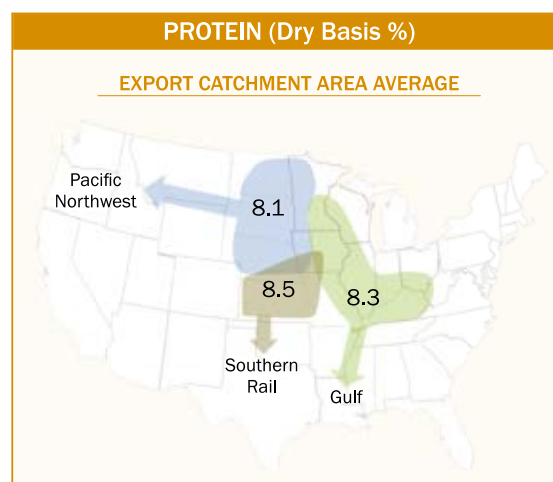
蛋白質對家禽、家畜飼養非常重要，它提供必需含硫胺基酸，有助於提升飼料效率。

蛋白質含量通常與澱粉含量呈負相關。報告結果以乾基表示。

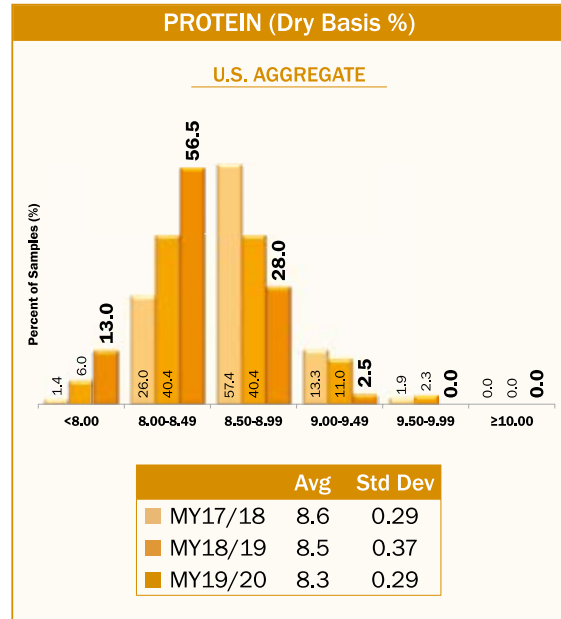
結果

- 美國平均整體蛋白質含量 (8.3%)，低於 2018/2019(8.5%)、2017/2018 的 (8.6%)、及 5 年平均的 (8.4%)。出口時平均整體蛋白質含量與 2019 收穫時平均整體蛋白質含量相同。

2019/2020 出口樣品 (標準偏差 0.29%) 較 2019 收穫樣品 (標準偏差 0.54%) 更一致。此外，出口時蛋白質含量範圍 (7.1 至 9.3%)，比收穫時蛋白質含量 (6.2 至 10.4%) 範圍窄。一致性變高的可能原因是因為聚集數個收穫區穀物混和，使穀物更均勻。



- 2018/2019 出口樣品中 30.5% 的蛋白質含量達到或高於 8.5%，低於 2018/2019 有 53.7%、2017/2018 有 72.6%。
 - 灣區的蛋白質含量 (8.3%) 低於南方鐵道區 (8.5%)，但高於太平洋西北區 (8.1%) 相近。
- 灣區裝載美國 2 級或更好合約的平均蛋白質 (8.3%) 和裝載美國 3 級或更好合約的平均蛋白質相同。其他二個出口匯集區則沒有做比較。



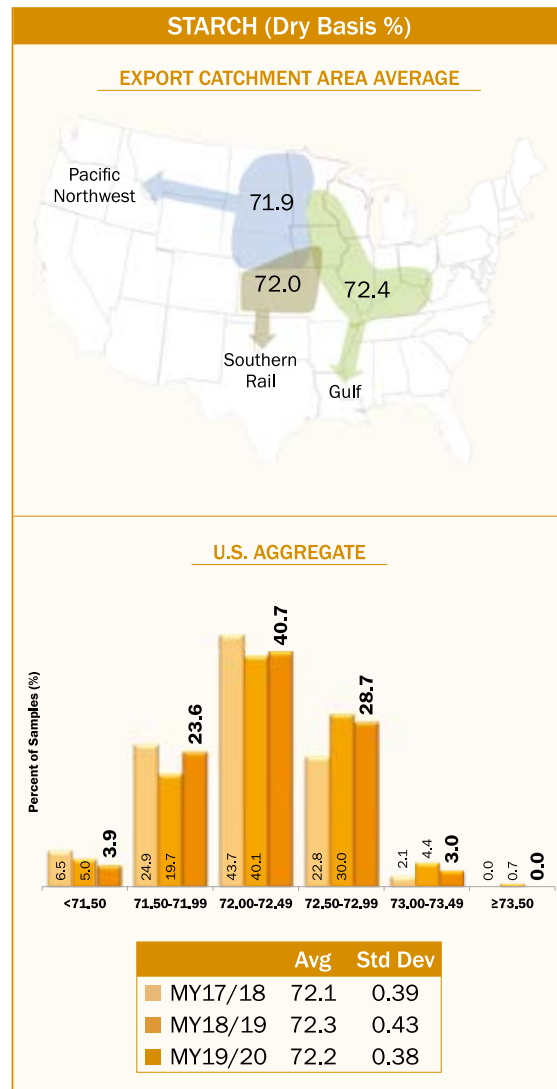
澱粉

澱粉對使用玉米做濕式磨粉業者，和以乾式磨粉生產酒精的製造商而言是重要項目。高澱粉含量通常顯示好的穀粒生長 / 飽滿條

件，及適當穀粒密度。澱粉含量通常與蛋白質含量呈負相關。報告結果以乾基表示。

結果

- 美國平均整體澱粉含量 (72.2%)，低於 2018/2018 的 (72.3%)，稍，高於 2017/2018 的 (72.1%)、但低於 5 年平均的 (72.9%)、和 2019 年收穫時的 (72.3%)。
- 2019/2020 出口樣品澱粉含量的標準偏差 (0.38%) 低於 2019 收穫樣品標準偏差 (0.58%)。
- 75.4% 的澱粉含量達到或高於 72.0%，2018/2019 為 75.2%、2017/2018 則是 68.6%。
- 灣區的澱粉含量最高 (72.4%)，相較於太平洋西北區 (71.9%) 和南方鐵道區均是 (72%)。2018/2019、2017/2018 和 5 年平均的澱粉含量也以灣區最高。
- 裝載美國 2 級或更好合約的平均澱粉含量 (72.4%)，裝載美國 3 級或更好合約的平均澱粉含量則是 (72.3%)。



油脂

油脂是家禽、家畜飼糧主要成分，它作為能量來源，促進脂溶性維生素利用，及提供必需脂肪酸。油脂也是玉米濕式、乾式製

粉重要副產物。報告結果以乾基表示。

結果

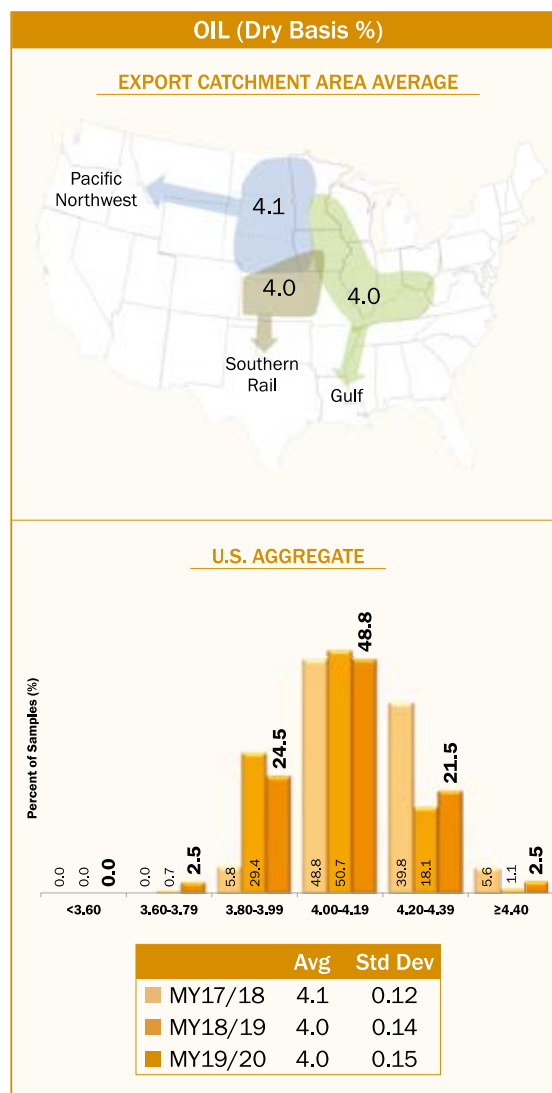
- 美國平均整體油脂含量 (4.0%) 與 2018/2019 相同，低於 2017/2018(4.1%)，與 5 年平均相同 (4.0%)。
- 2019/2020 出口樣品中平均油脂含量低於 2019 收穫樣品 (4.1%)，但出口標準偏差 (0.15%) 較收穫標準偏差 (0.23%) 為低。
- 2019/2020 樣品油脂高於 4% 的比例 (72.8%) 高於前一年 (69.9%)，低於 2017/2018 的 94.2%。

灣區平均油脂 (4.0%) 和南方鐵道區相同，

- 略低於太平洋西北區 (4.1%)。

美國平均整體及灣區油脂含量，以美國 2

- 級或更好簽訂的合約為 (4.0%)，低於以美國 3 級或更好簽訂的合約 (4.1%)。



SUMMARY: CHEMICAL COMPOSITION

2019/2020 Export Cargo						2018/2019 Export Cargo			2017/2018 Export Cargo			5 Year Avg. (2014-2018)	
	No. of Samples	Avg.	Std. Dev.	Min.	Max.	No. of Samples	Avg.	Std. Dev.	No. of Samples	Avg.	Std. Dev.	Avg.	Std. Dev.
U.S. Aggregate						U.S. Aggregate			U.S. Aggregate			U.S. Aggregate	
Protein (Dry Basis %)	432	8.3	0.29	7.1	9.3	436	8.5*	0.37	430	8.6*	0.29	8.4	0.30
Starch (Dry Basis %)	432	72.2	0.38	70.2	73.4	436	72.3	0.43	430	72.1*	0.39	72.9	0.46
Oil (Dry Basis %)	432	4.0	0.15	3.6	4.6	436	4.0	0.14	430	4.1*	0.12	4.0	0.16
Gulf						Gulf			Gulf			Gulf	
Protein (Dry Basis %)	242	8.3	0.22	7.7	9.0	275	8.5*	0.26	276	8.5*	0.27	8.4	0.27
Starch (Dry Basis %)	242	72.4	0.34	71.3	73.4	275	72.4	0.34	276	72.3*	0.37	73.0	0.42
Oil (Dry Basis %)	242	4.0	0.13	3.6	4.4	275	4.0	0.13	276	4.2*	0.13	4.0	0.16
Pacific Northwest						Pacific Northwest			Pacific Northwest			Pacific Northwest	
Protein (Dry Basis %)	117	8.1	0.38	7.1	9.3	96	8.4*	0.55	87	8.9*	0.37	8.7	0.39
Starch (Dry Basis %)	117	71.9	0.44	70.2	73.0	96	72.1*	0.64	87	71.7*	0.46	72.6	0.53
Oil (Dry Basis %)	117	4.1	0.18	3.7	4.6	96	4.1*	0.14	87	4.1	0.11	3.9	0.17
Southern Rail						Southern Rail			Southern Rail			Southern Rail	
Protein (Dry Basis %)	73	8.5	0.37	7.7	9.3	65	8.7	0.53	67	8.7*	0.30	8.5	0.34
Starch (Dry Basis %)	73	72.0	0.41	71.2	72.9	65	72.1	0.51	67	72.1	0.37	72.7	0.49
Oil (Dry Basis %)	73	4.0	0.15	3.7	4.3	65	4.0	0.14	67	4.1*	0.11	4.0	0.16

*Indicates average was significantly different from current year's Export Cargo, based on a 2-tailed t-test at the 95.0% level of significance.

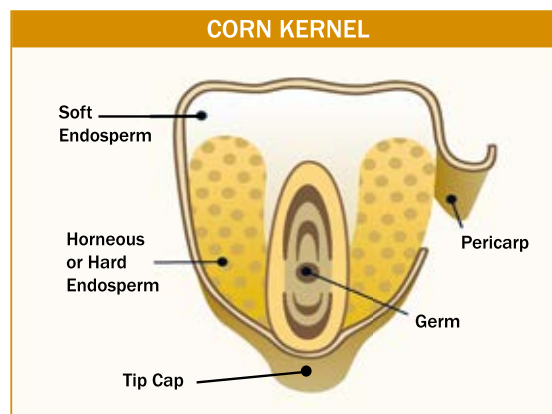
SUMMARY: CHEMICAL COMPOSITION

Export Cargo Samples for Contract Loaded as U.S. No. 2 or Better						Export Cargo Samples for Contract Loaded as U.S. No. 3 or Better						2019 Harvest				
	No. of Samples	Avg.	Std. Dev.	Min.	Max.	No. of Samples	Avg.	Std. Dev.	Min.	Max.	No. of Samples	Avg.	Std. Dev.	Min.	Max.	
U.S. Aggregate						U.S. Aggregate						U.S. Aggregate				
Protein (Dry Basis %)	241	8.4	0.26	7.7	9.3	178	8.1	0.33	7.1	9.3	623	8.3	0.54	6.2	10.4	
Starch (Dry Basis %)	241	72.3	0.35	71.2	73.4	178	72.1	0.40	70.2	73.1	623	72.3**	0.58	69.8	74.4	
Oil (Dry Basis %)	241	4.0	0.14	3.6	4.4	178	4.1	0.16	3.7	4.6	623	4.1	0.23	3.2	5.0	
Gulf						Gulf						Gulf				
Protein (Dry Basis %)	182	8.3	0.22	7.7	9.0	59	8.3	0.22	7.7	8.8	594	8.2**	0.54	6.2	10.4	
Starch (Dry Basis %)	182	72.4	0.34	71.5	73.4	59	72.3	0.33	71.3	73.1	594	72.4	0.58	69.8	74.4	
Oil (Dry Basis %)	182	4.0	0.13	3.6	4.4	59	4.1	0.13	3.8	4.4	594	4.0	0.24	3.2	5.0	
Pacific Northwest						Pacific Northwest						Pacific Northwest				
Protein (Dry Basis %)	0	-	-	-	-	117	8.1	0.38	7.1	9.3	318	8.2**	0.54	6.6	10.1	
Starch (Dry Basis %)	0	-	-	-	-	117	71.9	0.44	70.2	73.0	318	72.2**	0.58	69.8	73.8	
Oil (Dry Basis %)	0	-	-	-	-	117	4.1	0.18	3.7	4.6	318	4.1	0.25	3.5	5.0	
Southern Rail						Southern Rail						Southern Rail				
Protein (Dry Basis %)	59	8.5	0.39	7.7	9.3	2	8.8	0.35	8.5	9.0	324	8.6	0.54	6.2	10.4	
Starch (Dry Basis %)	59	72.1	0.39	71.2	72.9	2	71.6	0.21	71.4	71.7	324	72.2**	0.56	69.8	74.2	
Oil (Dry Basis %)	59	4.0	0.16	3.7	4.3	2	4.0	0.14	3.9	4.1	324	4.0**	0.21	3.3	4.8	

**Indicates current year's Export Cargo average was significantly different from this year's Harvest, based on a 2-tailed t-test at the 95% level of confidence.

D. 物理特性

物理項目是其他品質特性，既不屬分級項目也非化學組成，包括破裂、穀粒重量、穀粒體積、真實密度、完整穀粒百分比及角質（硬質）胚乳百分比。這些物理項目檢測提供玉米不同加工用途及玉米貯存性與潛在操作破損等額外特性資訊。這些品質項目受玉米穀粒物理組成影響，也就是受遺傳、生長及處理條件而定。玉米穀粒由胚、尖冠、種皮以及胚乳 4 部分組成。胚乳大約占穀粒的 82%，由軟質（也稱為粉狀或不透明的）和角質（也稱硬質或玻璃狀的）二類型的胚乳組成，如上圖顯示。胚乳主要含澱粉和蛋白質；而胚含油脂和一些蛋白質，種皮和尖冠則主要是纖維。只有灣區有做裝載美國 2 級或更



Source: Adapted from Corn Refiners Association, 2011

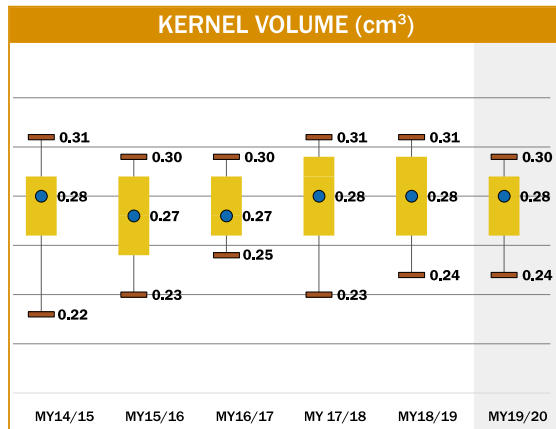
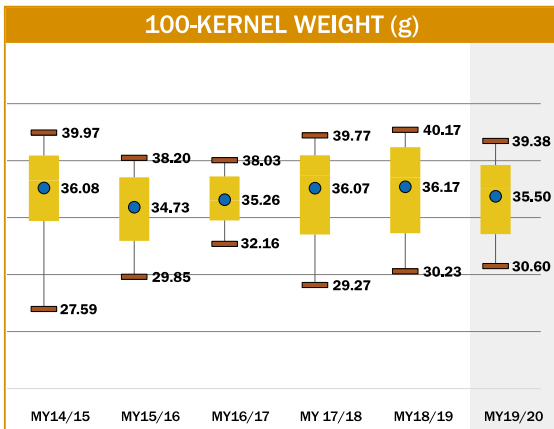
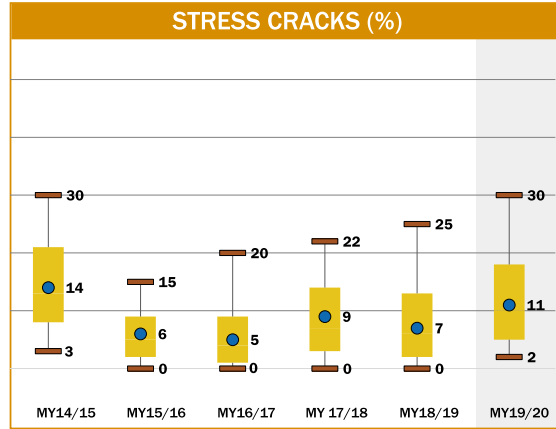
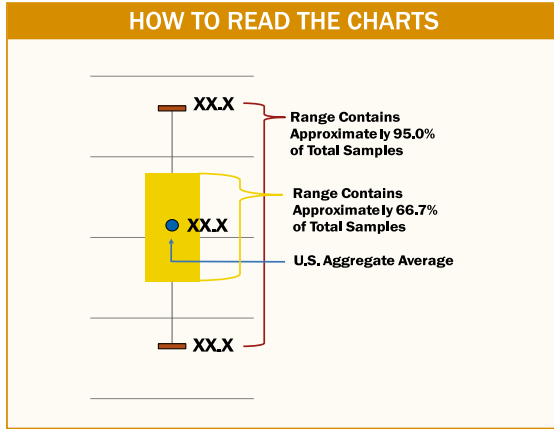
好合約及美國 3 級或更好合約的比較，其於二匯集區的取樣只有單一等級。



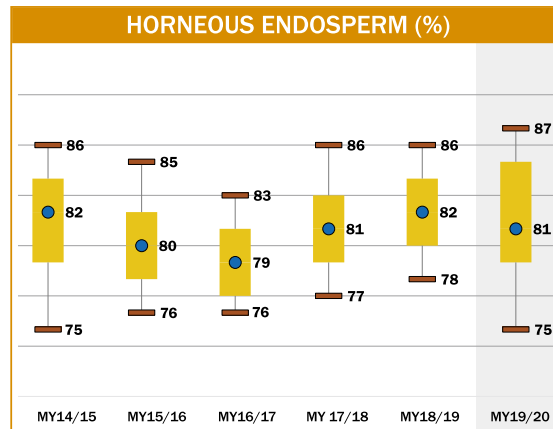
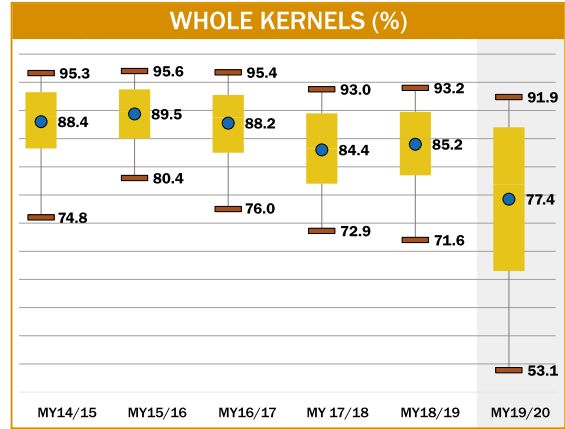
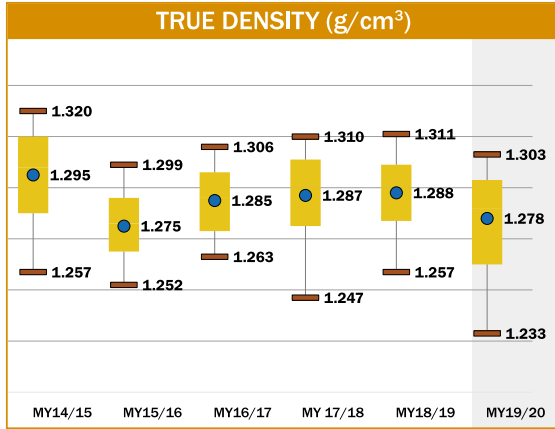
摘要：物理特性

- 2019/2020 美國平均整體破裂 (11%)，高於前二年及 5 年平均。
- 2019/2020 出口樣品中，有 23.5% 達 15% 或更高的破裂，相較於 2018/2019 的 11.5% 及 2017/2018 的 16%。
- 美國平均百粒重為 (35.50 克)，低於 2018/2019、2017/2018、以及 5 年平均。
- 平均百粒重太平洋西北區 (32.39 克) 低於灣區的 (36.79 克) 及南方鐵道區的 (36.20 克)。
- 2019/2020 有 38.2% 的樣品百粒重正好或高於 36.5 克，低於 2018/2019 的 53.9% 及 2017/2018 的 58.1%。
- 美國平均整體穀粒體積 (0.28 立方公分) 與前二年和 5 年平均相同。出口平均穀粒體積與 2019 收穫時的體積相同。
- 2019/2020 太平洋西北區平均穀粒體積 (0.26 立方公分)，低於灣區的 (0.29 立方公分) 和南方鐵道區的 (0.28 立方公分)。過去三年和 5 年平均，太平洋西北區平均穀粒體積為最低，顯示太平洋西北區通常穀粒小於墨西哥灣區和南方鐵道區。
- 美國平均整體穀粒真實密度 (1.278 克 / 立方公分)，低於 2018/2019 的 (1.288 克 / 立方公分)、2017/2018 的 (1.287 克 / 立方公分)、和 5 年平均的 (1.286 克 / 立方公分)。
- 2019/2020 出口樣品中，67.6% 穀粒真實密度等於或高於 1.275 克 / 立方公分，而 2018/2019 是 85.3%，2017/2018 則是 83%，2019/2020 出口時的穀粒真實密度高於 2019 年收穫樣品的 (1.247 克 / 立方公分)。出口時 5 年平均的真實密度為 (1.286 克 / 立方公分)，高於收穫時的 5 年平均的真實密度 (1.259 克 / 立方公分)。出口時的平均真實密度過去 9 年比收穫時真實密度高 0.021 到 0.036 克 / 立方公分。
- 出口平均完整穀粒百分比 (77.4%)，低於 2018/2019 的 (85.2%)、2017/2018 的 (84.4%)、和 5 年平均的 (87.1%)。
- 2019/2020 出口樣品中，有 6.5% 其完整穀粒超過或等於 90%，相較於 2018/2019 的 15.8% 及 2017/2018 的 14.7%。顯示 2019/2020 的完整穀粒百分比低於過去二年。
- 美國平均整體角質胚乳 (81%)，低於 2018/2019 的 (82%)、與 2017/2018 和 5 年平均相同。2019/2020 出口樣品中，74.7% 的角質胚乳至少達 80%；比 2018/2019 年和 2017/2018 為低。

PHYSICAL FACTORS
AGGREGATE SIX-YEAR COMPARISON



PHYSICAL FACTORS
AGGREGATE SIX-YEAR COMPARISON



胴裂

胴裂是玉米穀粒角質（硬質）胚乳內部的裂紋。胴裂穀粒的表皮通常沒有破損，乍看下穀粒似乎沒有受到影響，即使胴裂存在。

胴裂的測定包括「胴裂」（穀粒最少有一裂紋的比例）和胴裂指數（SCI），是一、二或多道裂紋的加總平均。「胴裂」是測定有裂紋穀粒的數量；胴裂指數則顯示出破裂的嚴重性。例如，若一半穀粒僅有一裂紋，胴裂是 50%，而胴裂指數是 50（50 × 1）。然而，若一半穀粒有多道裂紋（多於二道裂紋），顯示處理破裂的可能性高；胴裂仍是 50%，而胴裂指數是 250（50 × 5）。胴裂值、胴裂指數越低越理想。近幾年胴裂值較高，胴裂指數提供較重要資訊，因為高胴裂指數（或許 300-500）表示樣品有高比例的多道裂紋。多道裂紋較單一道裂紋更容易導致品質改變。

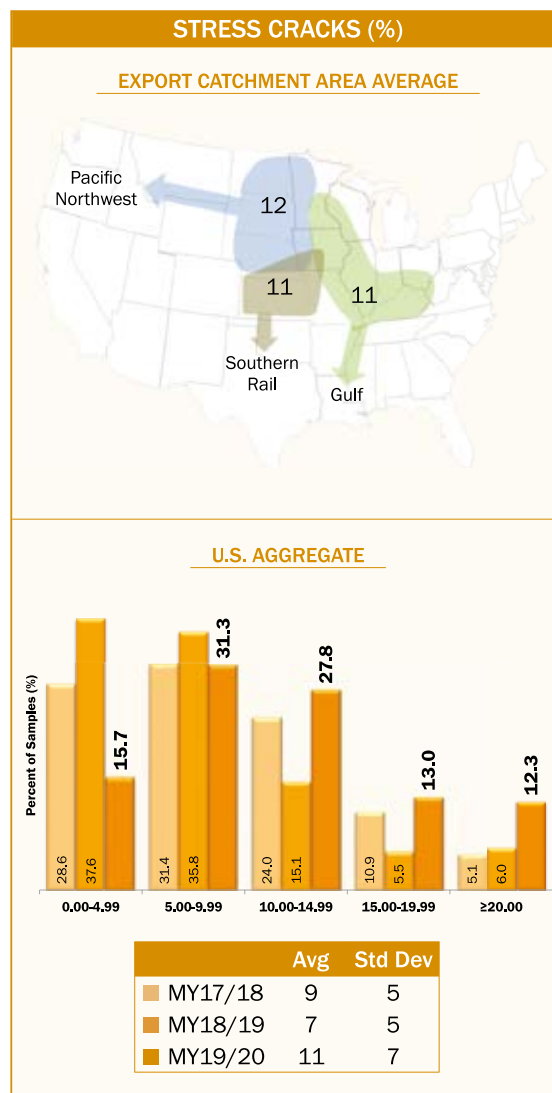
造成胴裂的原因是因為在角質胚乳內水分和溫度差異所生成的壓力。好像是冰塊投入溫熱的飲料中，在冰塊內部形成的裂痕。軟質、粉質胚乳內壓力形成不如硬的角質胚乳，若玉米角質胚乳比例高就比軟質穀粒容易受壓力破裂。穀粒受不同破裂程度影響，可能有一、二或多道胴裂。胴裂嚴重可能影響的應用，包括：

- 一般性：處理時容易破裂。會導致加工業者必須在清理過程中清除更多破碎玉米，也可能降低玉米分級和價值。
- 濕式製粉：因為分離澱粉與蛋白質困難，所以澱粉產量低。破裂也可能改變浸漬要求。
- 乾式製粉：大玉米片產量低（乾式製粉的主要產品）。
- 鹼性蒸煮：水分吸收不均勻，導致過度加熱或加熱不足，影響加工平衡。

生長條件會影響作物的成熟度、收穫的及時性和人工乾燥的需要，從而影響各地區的胴裂程度。例如，由於天氣相關因素（如雨延遲種植或低溫）造成的晚成熟或晚收穫可能會增加人工乾燥的需求，從而可能增加胴裂的發生。

結果：胴裂

- 美國平均整體胴裂(11%)，高於 2018/2019 的(7%)、2017/2018 的(9%)、和 5 年平均的(8%)。
- 美國平均整體破裂(11%)，高於 2019 收穫樣品的(9%)。過去四年和 5 年平均，從收穫到出口，平均整體胴裂增加 1 到 4%。
- 出口樣品的胴裂(範圍 0 到 47%)較 2019 收穫樣本(範圍 0 到 95%)為窄、標準偏差則都是 7%。
- 2019/2020 出口樣品中，25.3% 有 15% 或更高的胴裂，相較於 2018/2019 的 11.5% 及 2017/2018 的 16%。
- 平均胴裂灣區為 11%、太平洋西北區為 12%、南方鐵道區為 11%。灣區和太平洋西北區胴裂標準偏差為 6%，南方鐵道區標準偏差為 11%。
- 灣區裝載美國 2 級或更好合約的平均胴裂為(10%)，低於裝載美國 3 級或更好合約的(13%)。此與 BCFM 破碎玉米及夾雜物的趨勢一致，裝載美國 2 級或更好的合約其破碎玉米和夾雜物為 2.9%；相較於裝載美國 3 級或更好的合約其破碎玉米和夾雜物為 3.6%。而另二個出口匯集區則無做此比較。



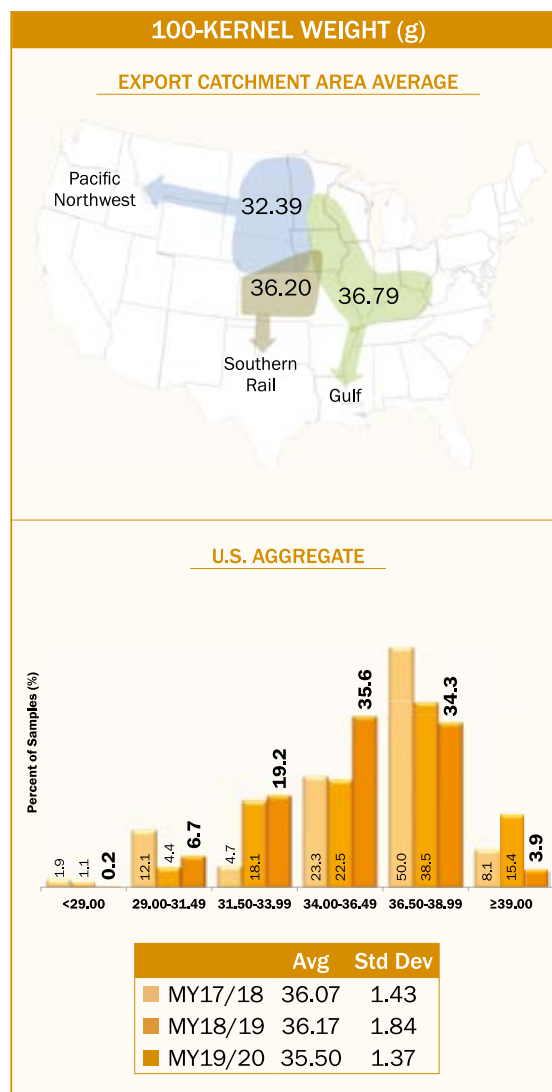
百粒重

百粒重 (以克表示) 表示百粒重量提高，顆粒較大。顆粒大小影響乾燥速率。當顆粒越大，體積 / 表面積比例提高；當比例提高，

乾燥就慢。此外，大且均勻的穀粒可提高乾式製粉壓片產量。特定玉米品種的角質 (硬質) 胚乳較多，穀粒重量也較高。

結果

- 美國平均整體百粒重 (35.47 克) 低於 2018/2019 (36.17 克)、2017/2018 (35.07 克) 和 5 年平均 (35.66 克)。
- 出口百粒重 (35.50 克) 高於收穫時的 (34.60 克)。但自 2011/2012 到 2019/2020，出口平均百粒重較收穫時高 0.00 到 2.05 克。因為百粒重是以一百粒完整穀粒為基礎，運輸過程中破裂或縮小會自然剔除較小、易碎穀粒。
- 出口樣品標準偏差 (1.37 克) 較 2019 收穫樣品 (2.48 克) 低。2018/2019、2017/2018 和 5 年平均的出口百粒重標準偏差均比收穫時低，顯示出口的均勻度優於收穫。
- 灣區平均百粒重 (36.79 克) 高於太平洋西北區 (32.39 克) 和南方鐵道區 (36.20 克)。太平洋西北區的百粒重在過去三年及 5 年平均一直是三個匯集區中最低的。
- 2019/2020 有 38.2% 樣品百粒重為 36.5 克或更高，相較於 2018/2019 的 53.9% 及 2017/2018 的 58.1%。因此，2019/2020 和 2018/2019 及 2017/2018 相較有大穀粒的比例較低。



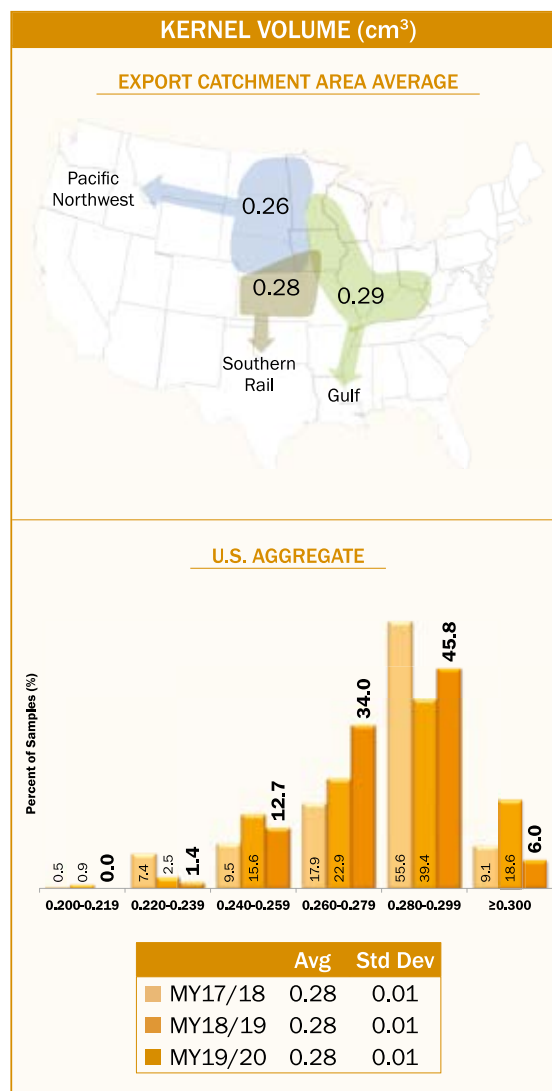
穀粒體積

穀粒體積(立方公分)往往是生長條件指標。小且圓的穀粒較難脫胚。此外，穀粒小

可能導致加工業者增加清除損耗、增加纖維產量。

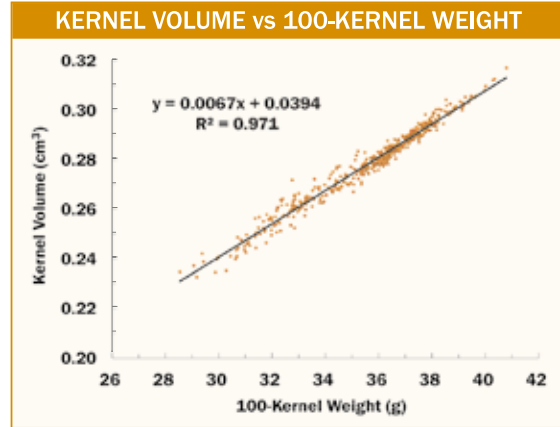
結果

- 美國平均整體穀粒體積 (0.28 立方公分)，與 2018/2019、2017/2018、和 5 年平均相同。
- 穀粒體積範圍 (0.23 至 0.32 立方公分)，與 2018/2019(0.20 至 0.32 立方公分)及 2017/2018(0.22 至 0.32 立方公分)類似。
- 穀粒體積標準偏差 (0.01 立方公分)，與 2018/2019、2017/2018 和 5 年平均相同。
- 美國出口平均整體穀粒體積 (0.28 立方公分)，與收穫時相同。
- 太平洋西北區平均穀粒體積 (0.26 立方公分) 比灣區 (0.29 立方公分) 和南方鐵道區 (0.28 立方公分) 小。與其他區比較，太平洋西北區在 2018/2019、2017/2018 和 5 年平均的穀粒體積都是最低。
- 2019/2020 出口樣品中，51.8% 穀粒體積等於或大於 0.28 立方公分，2018/2019 則是 58%、2017/2018 為 64.7%。





- 2019/2020 出口玉米的穀粒體積與百粒重有正相關，如圖示（相關係數 0.99）。這表示百粒重越高，穀粒體積越大。
- 灣區裝載美國 2 級或更好合約的平均穀粒體積 (0.29 立方公分)，相同於美國 3 級或更好合約的 (0.29 立方公分)。



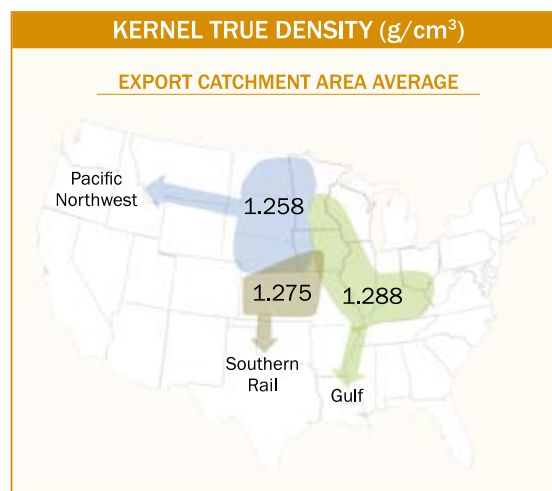
穀粒真實密度

穀粒真實密度的計算，係以百粒樣品重量除以體積或容積，單位以克 / 立方公分表示。真實密度是穀粒硬度的相對指標，對鹼性加工和乾式製粉業者很有用。真實密度受玉米雜交品種及生長環境的影響。高密度玉米較低密度玉米處理時不易斷裂，但在高

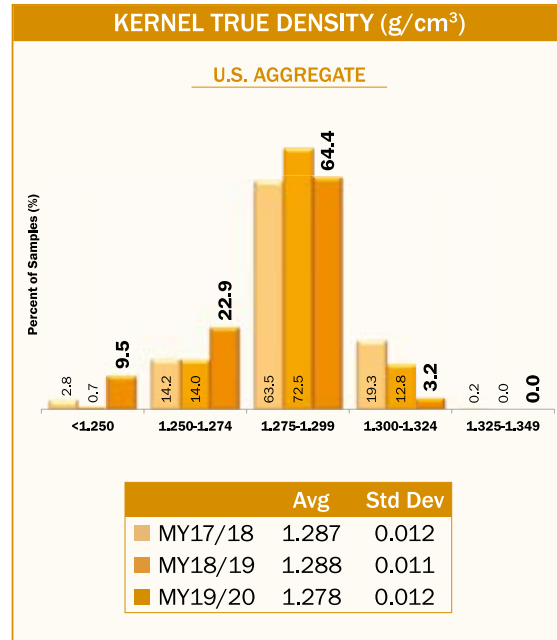
溫乾燥時容易有破裂發生的風險。真實密度超過 1.30 克 / 立方公分就顯示是非常硬的玉米，適合乾式製粉和鹼性加工。真實密度接近 1.275 克 / 立方公分或更低，表示較軟，適合濕式製粉和飼料用。

結果

- 美國平均整體穀粒真實密度 (1.278 克 / 立方公分)，低於 2018/2019 的 (1.288 克 / 立方公分)、2017/2018 的 (1.287 克 / 立方公分)、與 5 年平均 (1.286 克 / 立方公分)。
- 2019/2020 出口樣品的平均穀粒真實密度比 2019 收穫樣品 (1.247 克 / 立方公分) 高。出口時的 5 年平均真實密度 (1.286 克 / 立方公分) 高於收穫時的 5 年平均真實密度 (1.259 克 / 立方公分)。過去 9 年，出口平均真實密度較收穫高 0.021 至 0.036 克 / 立方公分。
- 2019/2020 出口樣品範圍是 1.205 至 1.314 克 / 立方公分 (標準偏差 0.012 克 / 立方公分)，而 2019 收穫樣品的範圍較寬 (1.116 至 1.322 克 / 立方公分)、標準偏差較大 (0.021 克 / 立方公分)。



- 2019/2020 出口樣品中，67.6% 的穀粒真實密度等於或大於 1.275 克 / 立方公分，相較於 2018/2019 的 85.3%、2017/2018 的 83%。這表示，2019/2020 美國平均整體穀粒真實密度低於過去 2 年。有趣的是，2019/2020 的平均密度或容重 (56.8 磅 / 英斗) 也低於過去 2 年及 5 年平均 (57.4 磅 / 英斗)。
- 灣區、太平洋西北區和南方鐵道區的平均穀粒真實密度分別是 1.288、1.258 和 1.275 克 / 立方公分。
- 灣區裝載美國 2 級或更好合約的平均穀粒真實密度 (1.288 克 / 立方公分)，稍高於裝載美國 3 級或更好合約的 (1.287 克 / 立方公分)。



完整穀粒

雖然名稱看似完整穀粒與破碎玉米和夾雜物有相對關係，但實則完整穀粒是測定代表不同於破碎玉米和夾雜物的資訊。破碎玉米的定義僅是物質的大小；完整穀粒顧名思義是樣品中全部完整、無表皮損壞和削缺穀粒的比例。一些公司會在合約中註明支付到貨含較低量“破裂和破碎”玉米較高價差，表示含高比例表皮完整穀粒。

玉米穀粒外觀完整的重要性主因有二。首先是與鹼性蒸煮和浸漬操作吸水有關。穀粒裂紋或表皮裂縫吸水較完整穀粒快。蒸煮過程中吸取過多的水會導致溶解物流失、蒸

煮不勻、停工損失及不符規格的產品。

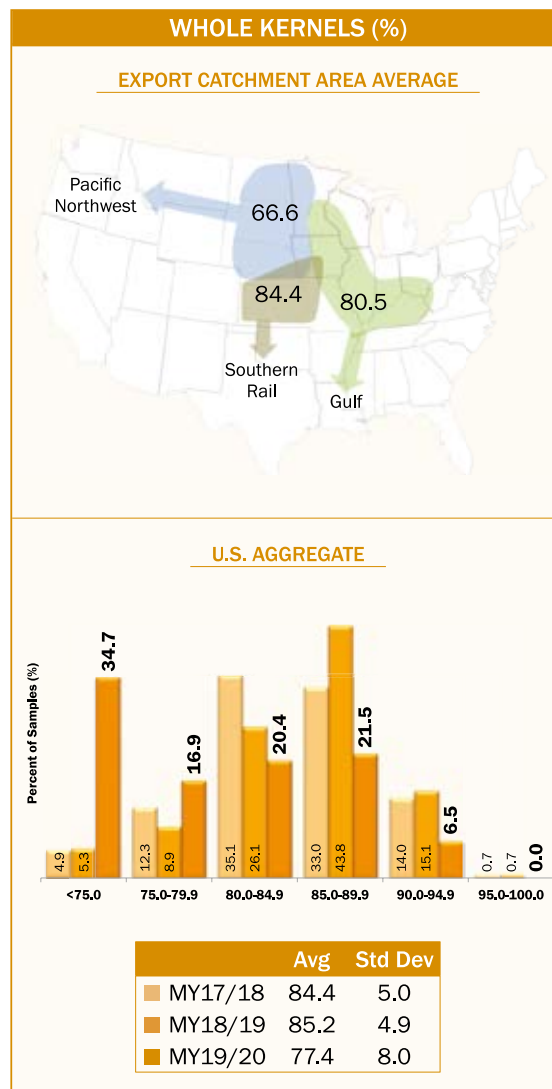
第二，完整穀粒儲存不易產生黴菌、處理不易斷裂。硬質胚乳較軟質玉米能保留完整穀粒，而影響完整穀粒運送的主要因素是收成和處理。這要從收割脫粒機調整開始，再瞭解從農場到終端客戶要經過多少次運送和處理對穀粒影響的嚴重性。每次處理都會導致更多的斷裂。當水分降低、卸貨高度提高、穀粒落速衝擊提高，實際斷裂成級數增加。此外，收穫時含水量較高（例如大於25%）通常會導致表皮變軟而易受到損害，收穫時水分較低則比較不易受到損害。



²Foster, G.H. and L.E. Holman. 1973. Grain Breakage Caused by Commercial Handling Methods. USDA. ARS Marketing Research Report Number 968.

結果

- 美國平均整體完整穀粒 (77.4%)，低於 2018/2019 的 (85.2%)、2017/2018 的 (84.4%)、和 5 年平均的 (87.1%)。
- 2019/2020 出口平均完整穀粒低於收穫的 (90.8%)。出口時的 5 年平均完整穀粒 (84.1%) 也低於收穫時的 5 年平均 (93.3%)。過去三年及 5 年平均，出口時完整穀粒比收穫時低 5.5 至 13.4%。完整穀粒從收穫到出口的降低，可能是因為出口點增加的裝卸處理所致。
- 2019/2020 出口樣品範圍在 32.2 到 93.8% (標準偏差 8%)，2019 收穫時的樣品範圍較寬 (25.4 到 99.6%)、標準偏差 (4.2%)。
- 太平洋西北區平均完整穀粒 (66.6%)，低於灣區的 (80.5%) 與南方鐵道區的 (84.4%)。
- 2019/2020 出口樣品中，有 6.5% 其完整穀粒等於或大於 90%；相較於 2018/2019 的 15.8% 和 2017/2018 的 14.7%。顯示去年的完整穀粒低於過去 2 年。
- 灣區裝載美國 2 級或更好合約的平均完整穀粒是 81.1%，而裝載美國 3 級或更好合約則是 78.7%。



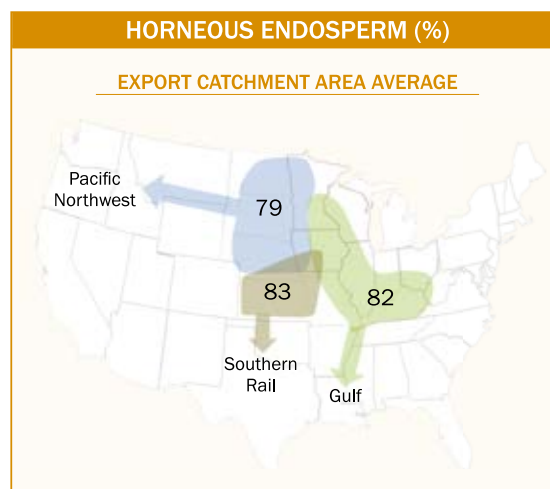
角質（硬質）胚乳

角質（硬質）胚乳測定穀粒全部胚乳角質或硬質胚乳的百分比，可能數值在 70 到 100% 間。相對於軟質胚乳，角質胚乳越多，玉米穀粒越硬。硬度對不同加工很重要。硬玉米在乾式製粉業能生產高產量的大片粗粉。硬度中等到軟的玉米適合濕式製粉和家畜飼養。

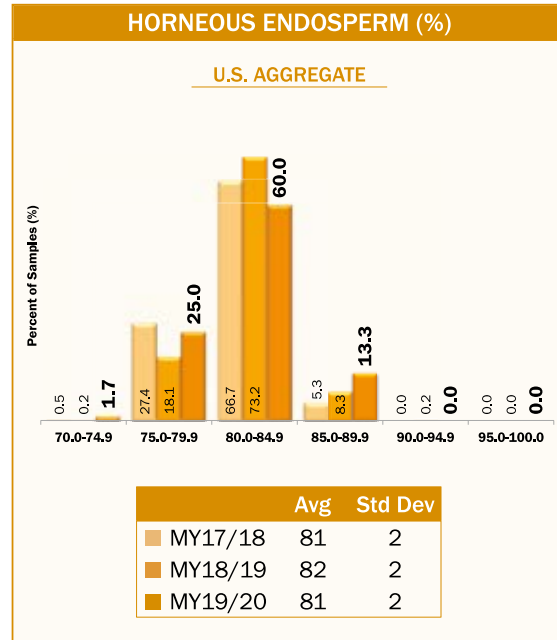
硬度與斷裂性、飼料利用效率和澱粉消化率有關。就整體硬度而言，角質胚乳沒有好或壞的價值，僅是不同終端業者喜好特定範圍。很多乾式製粉和鹼性蒸煮業者喜好超過 90% 角質胚乳，而濕式製粉和飼料業偏好 70 到 85%。不過，也有業者例外。

結果

- 美國平均整體角質胚乳 (81%)，低於 2018/2019 的 (82%)，和 2017/2018 (81%) 和 5 年平均 (81%) 相同。
- 2019/2020 與前 2 年和 5 年出口平均的角質胚乳，與 2019 及前 2 年和 5 年收穫平均的角質胚乳都在 $\pm 1\%$ 內。
- 2019/2020 出口樣品角質胚乳比 2019 年收穫時的樣品有較高的一致性，出口時標準偏差 (2%) 低於收穫時的 (3%)，出口時的範圍 (74 至 87%) 也窄於收穫時的範圍 (71 至 96%)。出口樣品較收穫樣品一致性增加的趨勢也發生在 2018/2019、2017/2018 和 5 年平均。



- 灣區、太平洋西北區和南方鐵道區的平均角質胚乳分別是 82%、79%、83%。
- 2019/2020 出口樣品，74.7% 最少有 80% 硬質胚乳，低於 2018/2019 的 81.7%、與 2017/2018 的 72% 相近。
- 灣區裝載美國 2 級或更好合約的角質胚乳與裝載美國 3 級或更好合約一樣皆為 82%。



SUMMARY: PHYSICAL FACTORS

2019/2020 Export Cargo					2018/2019 Export Cargo			2017/2018 Export Cargo			5 Year Avg. (2014-2018)		
	No. of Samples	Avg.	Std. Dev.	Min.	Max.	No. of Samples	Avg.	Std. Dev.	No. of Samples	Avg.	Std. Dev.	Avg.	Std. Dev.
U.S. Aggregate					U.S. Aggregate			U.S. Aggregate			U.S. Aggregate		
Stress Cracks (%)	432	11	7	0	47	436	7*	5	430	9*	5	8	5
100-Kernel Weight (g)	432	35.50	1.37	28.54	40.79	436	36.17*	1.84	430	36.07*	1.43	35.66	1.64
Kernel Volume (cm ³)	432	0.28	0.01	0.23	0.32	436	0.28*	0.01	430	0.28*	0.01	0.28	0.01
True Density (g/cm ³)	432	1.278	0.012	1.205	1.314	436	1.288*	0.011	430	1.287*	0.012	1.286	0.011
Whole Kernels (%)	432	77.4	8.0	32.2	93.8	436	85.2*	4.9	430	84.4*	5.0	87.1	4.4
Horneous Endosperm (%)	180	81	2	74	87	436	82*	2	430	81	2	81	2
Gulf					Gulf			Gulf			Gulf		
Stress Cracks (%)	242	11	6	0	35	275	6*	4	276	9*	6	8	5
100-Kernel Weight (g)	242	36.79	1.28	32.84	40.79	275	37.49*	1.85	276	37.45*	1.31	36.58	1.56
Kernel Volume (cm ³)	242	0.29	0.01	0.25	0.32	275	0.29*	0.01	276	0.29*	0.01	0.28	0.01
True Density (g/cm ³)	242	1.288	0.009	1.244	1.314	275	1.293*	0.009	276	1.293*	0.011	1.290	0.011
Whole Kernels (%)	242	80.5	7.5	48.0	93.8	275	86.0*	3.9	276	83.6*	5.4	87.4	4.3
Horneous Endosperm (%)	102	82	2	77	87	275	82	2	276	81*	2	81	2
Pacific Northwest					Pacific Northwest			Pacific Northwest			Pacific Northwest		
Stress Cracks (%) ¹	117	12	6	2	28	96	14	8	87	12	6	11	6
100-Kernel Weight (g)	117	32.39	1.39	28.54	35.17	96	32.21	1.81	87	31.12*	1.93	32.40	1.92
Kernel Volume (cm ³)	117	0.26	0.01	0.23	0.28	96	0.25*	0.01	87	0.25*	0.01	0.25	0.01
True Density (g/cm ³)	117	1.258	0.018	1.205	1.290	96	1.278*	0.016	87	1.268*	0.017	1.277	0.014
Whole Kernels (%)	117	66.6	9.6	32.2	85.8	96	82.2*	7.7	87	86.8*	3.6	85.5	4.8
Horneous Endosperm (%)	47	79	3	74	85	96	81*	3	87	80*	2	80	2
Southern Rail					Southern Rail			Southern Rail			Southern Rail		
Stress Cracks (%) ¹	73	11	11	0	47	65	5*	4	67	4*	3	6	5
100-Kernel Weight (g)	73	36.20	1.66	32.46	39.99	65	36.52	1.87	67	36.80*	1.29	36.25	1.61
Kernel Volume (cm ³)	73	0.28	0.01	0.26	0.31	65	0.28	0.02	67	0.29	0.01	0.28	0.01
True Density (g/cm ³)	73	1.275	0.012	1.242	1.297	65	1.284*	0.013	67	1.290*	0.008	1.284	0.010
Whole Kernels (%)	73	84.4	7.1	63.2	93.8	65	86.2	4.5	67	84.7	4.9	88.5	3.9
Horneous Endosperm (%)	31	83	3	78	87	65	82	2	67	81*	2	81	2

¹Indicates average was significantly different from current year's Export Cargo, based on a 2-tailed t-test at the 95.0% level of significance.

SUMMARY: PHYSICAL FACTORS

Export Cargo Samples for Contract Loaded as U.S. No. 2 or Better						Export Cargo Samples for Contract Loaded as U.S. No. 3 or Better					2019 Harvest				
	No. of Samples	Avg.	Std. Dev.	Min.	Max.	No. of Samples	Avg.	Std. Dev.	Min.	Max.	No. of Samples	Avg.	Std. Dev.	Min.	Max.
U.S. Aggregate						U.S. Aggregate					U.S. Aggregate				
Stress Cracks (%)	241	11	8	0	47	178	12.19	6	2	28	623	9**	7	0	95
100-Kernel Weight (g)	241	36.61	1.38	32.46	40.79	178	33.91	1.36	28.54	39.46	623	34.6**	2.48	25.11	43.93
Kernel Volume (cm ³)	241	0.28	0.01	0.26	0.32	178	0.27	0.01	0.23	0.31	623	0.28	0.02	0.22	0.34
True Density (g/cm ³)	241	1.285	0.009	1.242	1.314	178	1.27	0.015	1.205	1.306	623	1.247**	0.021	1.116	1.322
Whole Kernels (%)	241	81.7	7.1	54.8	93.8	178	70.78	9.4	32.2	92.6	623	90.8**	4.2	25.4	99.6
Horneous Endosperm (%)	101	82	2	77	87	72	79.45	3	0	87	180	81	3	71	96
Gulf						Gulf					Gulf				
Stress Cracks (%)	182	10	6	0	35	59	12.63	6	2	26	594	10**	9	0	95
100-Kernel Weight (g)	182	36.75	1.27	33.88	40.79	59	36.92	1.31	32.84	39.46	594	35.39**	2.60	26.61	43.93
Kernel Volume (cm ³)	182	0.29	0.01	0.26	0.32	59	0.29	0.01	0.25	0.31	594	0.28**	0.02	0.22	0.34
True Density (g/cm ³)	182	1.288	0.008	1.271	1.314	59	1.29	0.010	1.244	1.306	594	1.252**	0.019	1.116	1.322
Whole Kernels (%)	182	81.1	7.0	54.8	93.8	59	78.77	9.0	48.0	92.6	594	91.5**	3.8	58.0	99.6
Horneous Endosperm (%)	77	82	2	77	87	25	82.22	2	79	87	170	81**	3	71	96
Pacific Northwest						Pacific Northwest					Pacific Northwest				
Stress Cracks (%) ¹	0	-	-	-	-	117	12.05	6	2	28	318	9**	7	0	58
100-Kernel Weight (g)	0	-	-	-	-	117	32.39	1.39	28.54	35.17	318	32.73	2.19	25.11	42.33
Kernel Volume (cm ³)	0	-	-	-	-	117	0.26	0.01	0.23	0.28	318	0.27**	0.02	0.22	0.34
True Density (g/cm ³)	0	-	-	-	-	117	1.26	0.018	1.205	1.290	318	1.229**	0.025	1.116	1.316
Whole Kernels (%)	0	-	-	-	-	117	66.65	9.6	32.2	85.8	318	88.9**	5.2	25.4	99.0
Horneous Endosperm (%)	0	-	-	-	-	47	78.73	3	74	85	95	80**	3	73	90
Southern Rail						Southern Rail					Southern Rail				
Stress Cracks (%) ¹	59	13	12	0	47	2	4	2	2	5	324	6**	5	0	95
100-Kernel Weight (g)	59	36.20	1.75	32.46	39.99	2	34.70	1.61	33.56	35.84	324	35.16**	2.54	27.21	42.74
Kernel Volume (cm ³)	59	0.28	0.01	0.26	0.31	2	0.27	0.01	0.26	0.28	324	0.28**	0.02	0.22	0.34
True Density (g/cm ³)	59	1.275	0.013	1.242	1.297	2	1.272	0.002	1.271	1.273	324	1.262**	0.018	1.182	1.322
Whole Kernels (%)	59	83.6	7.4	63.2	93.8	2	83.4	8.5	77.4	89.4	324	91.7**	3.8	58.0	99.6
Horneous Endosperm (%)	24	83	3	79	87	0	-	-	-	-	91	82	3	73	96

¹Indicates current year's Export Cargo average was significantly different from this year's Harvest, based on a 2-tailed t-test at the 95% level of confidence.

E. 黴菌毒素

黴菌毒素是黴菌在穀物上自然產生的毒性物質。若攝取超過一定量，黴菌毒素可能導致人體和動物生病。玉米穀物上可發現多種黴菌毒素，黃麴毒素 (aflatoxins)、嘔吐毒素 (DON)、伏馬毒素 (fumonisin) 則是最重要的三種。

美國穀物銷售產業嚴格執行、防範運送和銷售任何有高黴菌毒素含量的穀物。每個玉米價值鏈上的利害關係人，包括種子公司、玉米種植業者、穀物貿易商、運輸業者，及美國玉米出口客戶，皆有興趣瞭解黴菌毒素如何在生長狀況下感染，及後續穀粒進入美國出口體系倉儲、乾燥、處理及運輸等操作的影響。

如前期的出口時之品質報告測定黃麴毒

素和嘔吐毒素，2019/2020 的出口樣品還加測伏馬毒素。因此 2019/2020 的出口報告包含三種黴菌毒素測定：黃麴毒素、嘔吐毒素、以及伏馬毒素。

累積 9 年的出口時之品質報告可評估出口點年度間黴菌毒素變化趨勢。過去三年的出口報告有黃麴毒素和等黴菌毒素的比較。此外，過去 9 年在收穫及出口時各年的黴菌毒素比較，亦包含在「歷史數據一覽表」的章節中。

2019/2020 的出口貨物報告是測定伏馬毒素的第一年，該黴菌毒素在 2019/2020 年收穫報告和本次出口貨物報告的比較表亦包含在「歷史數據一覽表」的章節中。



背景：黴菌毒素通則

黴菌毒素生成量與玉米生產、儲存的黴菌菌種和環境條件有關。因為這些差異，美國玉米產區、不同年度的黴菌毒素生成變異很大。某些年，玉米產區生長條件可能不生成任何一種高濃度毒素；但在其他年，特定地區的環境條件可能有利特定毒素生成，進而影響人和家畜的使用。人和家畜對過量的黴菌毒素敏感，所以食品藥物管理局發布黃麴毒素含量行動標準和嘔吐毒素諮詢標準。

行動標準 (Action levels) 具體指出物質超過時，管理局可以採取規範行動。行動標準對產業是一種訊息，表示食品藥物管理局認定，在科學數據的支持下，當毒素或污染超過行動標準時，食品藥物管理局可以選擇採取規範或法律行動。若進口或國內飼料原料依有效方法分析並發現超過行動標準，這

些產品會被認定摻雜毒素，必須查封或禁止跨州銷售。

諮詢標準 (Advisory levels) 是提供產業在食物與飼料應用時，該物質適當安全含量指導，以保護人與動物健康。食品藥物管理局保留採取強制法律行動的權力，但強制不是諮詢標準設置的基本目的。

更多資訊來源可至國家穀物與飼料協會 (National Grain and Feed Association, NGFA) 指導文件「食品藥物管理局黴菌毒素規範指引 (FDA Mycotoxin Regulatory Guidance)」的網頁中查詢。<http://www.ngfa.org/wp-content/uploads/NGFAComplianceGuide-FDARegulatoryGuidanceforMycotoxins8-2011.pdf>。

背景：黃麴毒素

與玉米穀物相關最重要的黴菌毒素是黃麴毒素。黃麴毒素因不同麴菌 (Aspergillus) 生成，有幾個型態，最多的是黃麴菌 (A. flavus)。玉米穀物黴菌的生長和毒素污染可能發生在收成前田間或倉儲時。然而，收成前的污染大多與黃麴毒素有關。黃麴菌在熱且乾或長期乾旱的環境中生長良好。在美國南方通常較熱且乾，這會是嚴重問題。黴菌通常侵襲玉米穗上少數穀粒，再經由蟲害造成的破壞侵入穀粒。乾旱時，黴菌會沿玉米鬚往下侵害個別穀粒。

自然界食物中有 4 種黃麴毒素型態 - 黃麴毒素 B1、B2、G1 和 G2。這 4 種統稱為

“黃麴毒素”或“總黃麴毒素”。黃麴毒素 B1 是食物和飼料中最常發現的黃麴毒素，也是最毒的。研究顯示，對動物體而言，B1 是毒性強、自然發生的致癌因子，與人體癌症發生息息相關。此外，乳牛會代謝黃麴毒素 B1 成為不同結構的黃麴毒素 B1，稱為黃麴毒素 M1，能累積在牛奶中。

黃麴毒素主要毒害是攻擊人和動物的肝臟。毒害的發生可能是短期攝入高黃麴毒素含量污染的穀物，或長期吃入低劑量的黃麴毒素。在禽類可能導致死，是最敏感的動物。牲畜可能表現飼料效率差或繁殖降低，而人和動物免疫系統會因黃麴毒

素攝取而受抑制。

食品藥物管理局已對飲用乳黃麴毒素 M1，和食物、穀物及家畜飼料訂定行動標準（見下表）。

食品藥物管理局已建立相關政策和法律條款，以管理含黃麴毒素超過標準的玉米進行混合。原則上，食品藥物管理局現行並不允許含黃麴毒素玉米與未受污染玉米混合以

降低混合後黃麴毒素含量，供作人的食物或動物的飼料使用。

根據聯邦法規，美國玉米出口必須檢測黃麴毒素。除非合約中免除這項要求，否則檢測必須由聯邦穀物檢驗服務處執行。超過食品藥物管理局規定 20 ppb 行動標準就不得出口；除非符合其他更嚴格的條件。這可確保出口玉米黃麴毒素含量相對較低。

黃麴毒素行動標準	規範
0.5 ppb	供人類食用的牛奶
20.0 ppb	玉米和其他穀物用於未成熟動物（包括未成熟家禽）和泌乳動物，或未確定用於動物的哪一階段
20.0 ppb	用於玉米或棉籽粕以外的動物飼料
100.0 ppb	玉米和其他穀物用於培育肉牛、肉豬或成熟家禽
200.0 ppb	玉米和其他穀物用於 100 磅或以上的肥育豬
300.0 ppb	玉米和其他穀物用於肥育牛（即欄飼）以及棉籽粕用於肉牛、肉豬或家禽

Source: FDA and USDA GIPSA, <http://www.gipsa.usda.gov/Publications/fgis/broch/b-aflatox.pdf>

背景：嘔吐毒素

嘔吐毒素 (DON) 是另一個玉米穀物進口業者關心的毒素。毒素由特定黴菌 (Fusarium) 生成，最重要的是禾穀黴孢菌 (Fusarium graminearum 或赤黴菌 Gibberellazeae)，它也會引起赤黴穗腐病 (Gibberella ear rot 或 red ear rot)。若開花期氣溫低或適合且潮濕，就容易滋生赤黴菌。黴菌沿玉米鬚往下侵入玉米穗，產生嘔吐毒素，呈現明顯紅色玉米穗穀粒。當玉米植株留在農地，黴菌能持續生長、腐壞玉米穗。赤黴菌造成的玉米毒素污染，常與延後收成及儲存時玉米水分含量高有關。

單胃動物較擔心嘔吐毒素，因為會刺激口腔與咽喉，導致動物拒食含嘔吐毒素的玉米，造成增重緩慢、下痢、嗜睡和腸道出血。也會抑制免疫系統，導致提高對疾病的敏感度。

食品藥物管理局已制定嘔吐毒素的諮詢標準。對含玉米產品的諮詢標準是：

嘔吐毒諮詢標準	規範
5 ppm	對豬隻，不超過飼糧的 20%
5 ppm	對其他動物，不超過飼糧的 40%
10 ppm	對家禽，不超過飼糧的 50%
10 ppm	對不超過 4 個月齡的肉牛及泌乳牛

聯邦穀物檢驗服務處並未要求出口玉米必須檢測嘔吐毒素，但可依買家要求定性或定量檢測嘔吐毒素。

背景：伏馬毒素

伏馬毒素一種天然產生的黴菌毒素，大部分發現於穀物中，主要是玉米。與黃麴黴毒素和嘔吐毒素相比，伏馬毒素是較新的發現一種黴菌毒素。伏馬毒素是由幾種鐮菌類的真菌所產生，有伏馬毒素 B1、伏馬毒素 B2 和伏馬毒素 B3。伏馬毒素 B1 是最多，約佔這三種毒素總和的 70% 至 80%。伏馬毒素的主要擔心是在飼料的污染，這些污染會造成有害影響，尤其是對馬和豬。真菌和伏

馬毒素的形成主要發生在收穫之前。昆蟲嚙咬造成植物受傷是造成伏馬毒素污染的重要因素。溫度和降雨與真菌生成和伏馬毒素污染有關。一般來說，伏馬毒素污染與植物受壓傷、昆蟲咬傷、乾旱、和土壤水分有關。2001 年，食品藥物管理局發佈了玉米食品和飼料中三種伏馬毒素總和的指導水準，以減少人類和動物的暴險。伏馬毒素諮詢標準如下所示。

伏馬毒素 FDA 諮詢標準	規範
5.0 ppm	馬和兔子，不超過飼糧的 20%
20.0 ppm	豬和鯰魚，不超過飼糧的 50%
30.0 ppm	種用反芻動物、種用家禽、及種貂，不超過飼糧的 50%
60.0 ppm	超過三個月齡的肉用反芻動物及毛皮生產用的貂，不超過飼糧的 50%
100.0 ppm	肉用家禽，不超過飼糧的 50%
10.0 ppm	所有其他未列出動物，不超過飼糧的 50%

評估黃麴毒素、嘔吐毒素、及伏馬毒素的存在

為評估黃麴毒素、嘔吐毒素、含伏馬毒素的生成條件，本報告總結美國農業部聯邦穀物檢查服務處檢測出口樣品黃麴毒素及獨

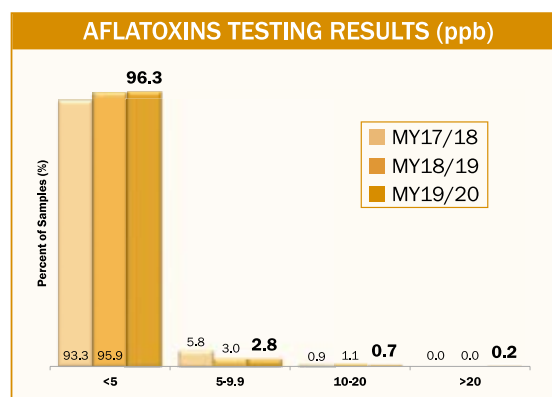
立單位檢測嘔吐毒素和伏馬毒素的結果。所有 431 個樣品都做黃麴毒素的檢測，40% 的樣品 (180 個) 做嘔吐毒素及伏馬毒素的檢測。

結果：黃麴毒素

2019/2020 出口時之品質報告中由美國農業部聯邦穀物檢驗服務處共檢測 431 個出口樣品的黃麴毒素。美國農業部聯邦穀物檢驗服務處訂有所謂「最低可接受含量」(Lower Conformance Level)，以決定樣品是否測出黴菌毒素。2019/2020 年聯邦穀物檢驗服務處認證分析試劑的黃麴毒素最低可接受含量為 5 ppb (十億分之五)。2019/2020 調查結果各項如下：

- 431 個出口樣品中，415 個樣品或 96.3% 未偵測到黃麴毒素 (低於聯邦穀物檢驗服務處最低可接受含量 5ppb)。這 96.3% 稍高於 2018/2019 的 (95.9%) 和 2017/2018 的 (93.3%)。
- 2019/2020 的 431 個出口樣品中，12 個樣品或 2.8% 黃麴毒素大於或等於 5ppb，但低於 10 ppb。這百分比略低於 2018/2019 的 (3%)，並遠低於 2017/2018 的 (5.8%)。
- 2019/2020 的 431 個出口樣品中，僅 3 個樣品或 0.7% 黃麴毒素大於或等於 10ppb，但低於食品藥物管理局行動標準的 20ppb。這 1.1% 稍低於 2018/2019 的 (1.1%) 和 2017/2018 的 (0.9%)。
- 2019/2020 有 1 個樣品超過食品藥物管理局行動標準的 20ppb，稍高於 2018/2019 和 2017/2018 出口時之品質報告。

2019/2020 樣品檢測結果低於最低可接受含量的百分比為 (96.3%)，略高於 2018/2019 的 (95.9%) 和 2017/2018 的 (93.3%)。結果指出，2018/2019 樣品結果高於或等於 5 ppb 的比率為 (4.1%)，低於 2017/2018 的 (6.7%) 和 2016/2017(20%)。這些結果顯示，出口市場受黃麴毒素污染量極，可能是近幾年最低的，此亦表示 2019 生長期氣候條件不適合黴菌生長及黃麴毒素形成。在聯邦穀物檢驗服務處進行的初始檢測中，有一個樣本超過食品藥物管理局行動標準的 20.0 ppb。該樣本在第二次檢測亦略高於食品藥物管理局行動標準的 20.0 ppb。同一樣品上的二次黃麴黴毒素檢測的差異，可能是由於樣品內黴菌毒素濃度引起的大量隨機變異。

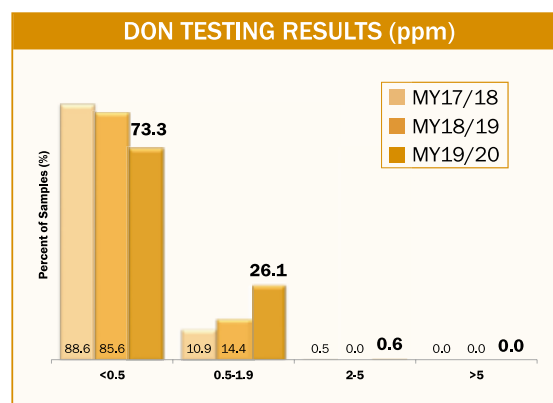


結果：嘔吐毒素

2019/2020 出口時之品質報告總共 180 個出口樣品檢測嘔吐毒素，2019/2020 年聯邦穀物檢驗服務處認證分析試劑的嘔吐毒素最低可接受含量為 5.0 ppm。檢測結果如下：

- 180 個出口樣品中，132 個樣品或 73.3% 嘔吐毒素低於 0.5 ppm，這 73.3% 低於 2018/2019 的 (85.6%) 和 2017/2018 的 (88.6%)。
- 2019/2020 的 180 個出口樣品中，47 個樣品或 26.1% 的嘔吐毒素大於或等於 0.5 ppm，但仍低於 2.0 ppm。此 26.1% 高於 2018/2019 的 (14.4%) 及 2017/2018 的 (10.9%)。
- 2019/2020 的 180 個出口樣品中，1 個樣品或 0.6% 的嘔吐毒素大於或等於 2.0 ppm，但低於或等於食品藥物管理局諮詢標準的 5.0 ppm。2019/2020 的 0.6% 高於 2018/2019 的 (0.0%)，與 2017/2018 的 (0.5%) 類似。
- 2018/2019 的 180 個出口樣品，沒有 (0) 超過食品藥物管理局諮詢標準的 5.0 ppm，和 2018/2019、2017/2018 出口時之品質報告相同。

2019/2020 的調查報告顯示嘔吐毒素檢測低於聯邦穀物檢驗服務處最低可接受含量 0.5 ppm 的比例 (73.3%)，要比 2018/2019(85.6%) 及 2017/2018(88.6%) 來得少。過去三年，所有出口調查的樣品都低於或等於食品藥物管理局諮詢標準的 5.0 ppm。



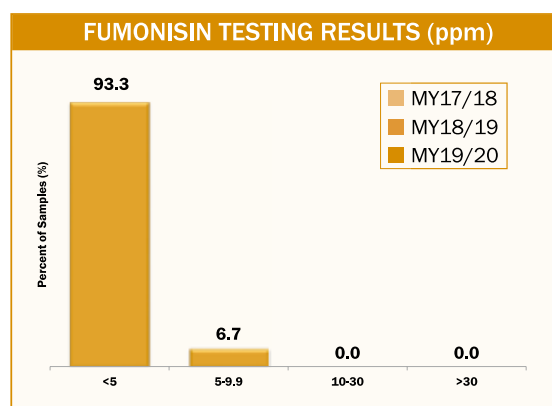
結果：伏馬毒素

在 2019/2020 年報告中，共對 180 個樣本進行了伏馬毒素的分析。這是第一年調查樣本進行伏馬毒素檢測，因此沒有前幾年檢測結果可供比較。2019/2020 年的結果如下：

- 180 個樣本中，有 168 個或 93.3% 的檢測結果低於 5.0 ppm，此為適用於馬和兔子的最低諮詢標準
- 180 個樣本中，有 12 個或 6.7% 的檢測結果大於或等於 5.0 ppm，但小於 10.0 ppm。
- 180 個樣本中，沒有或 0.0% 的樣本測試結果大於或等於 10.0 ppm，但低於 30.0 ppm。

180 個樣本中，沒有或 0.0% 的檢測結果超過 30.0 ppm，此為種用的反芻動物、家禽和貂的諮詢標準。

- 2019/2020 年的檢測樣本中，比例很高 (93.3%) 是低於動物最低諮詢水準的 (5.0 ppm)，這可能表示 2019 年生長季節的天氣狀況不利於黴菌生長和伏馬毒素的形成。



美國穀物協會 2018/2019 玉米出口時之品質報告提供玉米裝載到遠洋貨輪或鐵路車廂，準備出口時有關玉米品質項目評估與報告。玉米品質包含一系列項目，可分類為：

- 內在品質特性—蛋白質、油脂、澱粉含量，及穀粒硬度和密度，這些屬內在品質特性。這些項目都含在穀粒內，對終端用戶至關重要。因為這些特性非肉眼可判定，只能透過分析檢驗確認。
- 物理品質特性—這些特性為穀粒外觀可見或經測量穀粒性狀可得，包括穀粒大小、形狀、顏色、含水量、容積重、總損壞和熱損壞、破碎穀粒及破裂。玉米出口時，美國農業部分級鑑定時會檢測部分項目。
- 衛生品質特性—這些特性顯示穀粒的清潔度，包括夾雜物、氣味、灰塵、鼠類排泄物、昆蟲、殘留物、黴菌感染和無法粉碎物等。

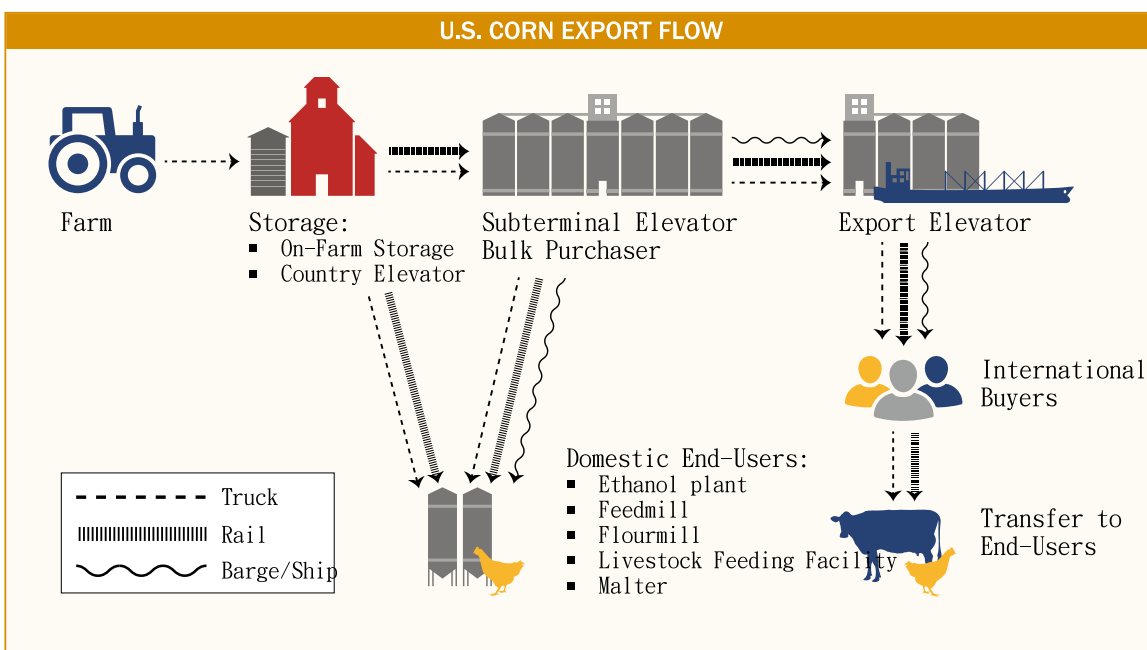
內在品質特性主要受遺傳及生長季節條件的影響，當玉米透過銷售通路運輸，通常平均值不會改變。若收穫與出口時的內在特性平均值不同，差異可能是因為隨機抽樣造成。另一方面，物理和衛生特性會在市場通路運輸時發生改變。玉米市場銷售各方都會採取一些作為（如清潔、乾燥及空調操作），以提高均勻度、防止或減少物理和衛生品質流失，以符合契約規範。

收穫時之品質報告是分析玉米作物收穫、進入銷售系統時的品質，出口時之品質報告提供後續過程相關資訊，包括玉米出口前的清潔、乾燥、處理、混合、貯存及運輸。為了說明評估背景，以下各節描述從農場到出口的市場通路、玉米進入銷售通路各項操作，及操作對玉米品質影響的義涵。最後，回顧美國農業部聯邦穀物檢驗服務處的檢測和分級服務。

A. 美國玉米出口流程

當玉米收穫後，農民將穀物送到農場貯存、終端使用者或商業穀物集貨場。一些生產者會餵飼自有家畜玉米，大部分玉米是供給終端使用者（飼料廠或加工廠）或商業穀物處理設施，如當地穀倉、內陸集貨分場、河邊穀倉及港口穀倉。當地穀倉的玉米通常直接來自農場；內陸集貨分場或河邊穀倉所收穀物的量適合火車或駁船裝載，以便進一步

運輸。這些穀倉超過半數的玉米來自其他穀倉或當地穀倉，通常位於方便散裝火車或駁船裝載的地點。當地穀倉、內陸集貨分場和河邊穀倉提供的功能有乾燥、清潔、混合、貯存及銷售。河邊穀倉及較大的內陸集貨分場供應大部分出口市場的玉米。下圖顯示美國玉米出口市場的流程。



B. 對玉米市場銷售通路品質的影響

美國玉米產業竭盡全力防止或減少玉米從農場到出口過程中物理和衛生品質損失，但系統中某些階段仍會因穀物的生物特性，

不可避免地發生品質性狀改變。下列章節列出一些說明為什麼玉米從田間到船倉或火車上會發生品質變化。

乾燥和空調

農民通常在玉米含水分 18 到 30% 時收成玉米；此含水分範圍超過貯存安全 13 到 14% 的標準。因此，收成的濕玉米必須乾燥以降低水分才能安全的貯存及運輸。空調是利用風扇通風來控制溫度及含水量，二者是監控貯存穩定的重要項目。乾燥和空調可在

農場或商業設施中進行。當玉米乾燥時，可以使用自然空氣、低溫或高溫乾燥法。高溫乾燥往往較自然空氣或低溫乾燥造成更多破裂的玉米，導致處理破裂增加。然而，高溫乾燥通常是加速穀物及時收成所必需。

貯存和處理

在美國，玉米貯存方式大致分為直立金屬倉、水泥倉、建物內平倉及地面上堆置等類型。直立倉和水泥倉地面有完整孔洞或管道，是最易管理的貯存類型，因為可讓空氣均勻地接觸穀物。當玉米產量高於預期、需要多餘貯存空間時，常用平倉做短期貯存。但平倉不易安裝適當的通風管道，無法均勻通風。此外，地面堆置貯存方式有時無法覆蓋，可能因為天氣導致發霉損害。

運送設備可用斗升機垂直輸送或用皮帶、集體輸送機水平輸送。無論穀物是如何運送處理都會發生一些破損。破損率會依所用設備類型、穀物撞擊嚴重程度、穀物溫度、水分含量、玉米破裂或胚乳硬度等品質因素

而異。當破損量提高，會生成大量細粉（玉米碎粒），導致通風不均，使黴菌入侵和提高蟲害風險。



清潔

清潔玉米包括剝離或移除較大非玉米物質及篩除小、皺縮顆粒、穀粒碎片，及其它細小物質。此過程可減少破碎穀粒及夾雜物。根據潛在破損玉米和最初破碎穀粒比例，以

及必須達到的分級項目，就能得知需執行的清理程度，以符合契約規範要求。在銷售通路過程中，只要有適當設備，可在任一階段中進行玉米清理工作。

運輸玉米

美國穀物運輸系統是世界上最有效率的。從農民以大型搬運車或卡車，自田間運送穀物到農場或當地穀倉及河邊穀倉貯存；再經由卡車、鐵路或駁船運送至下一個目的地。抵達出口設施後，玉米裝載上海運船舶或火車車廂。在這複雜且靈活的市場運銷體系中，玉米得多次裝載及卸載，增加破碎及破損率的發生。

玉米在運輸過程中品質的改變與倉儲期間非常類似，造成品質變化的原因包括，水分量的變異（不均勻）、因溫度變化引起的水分移動、高濕度與空氣溫度、黴菌滋生及蟲害侵襲。然而，一些影響穀物運輸的因素使得穀物在運輸過程中的品質比一般固定貯存時更難控制。首先，只有少數運輸車輛裝置通風設備，因此運輸途中無法依高溫及水分

移動而進行預防；另一個因素是在裝載列車、駁船或船隻時，細粉料會累積在裝載下方，使完整穀粒滾動到外側，而細粉料隔離在中間。類似分離的情況在抵達最終目的地前的每一次裝卸貨時都會發生。



對品質的影響

內在品質特性，例如油脂、蛋白質、澱粉含量，在玉米穀粒中並不會改變，可忽略穀粒呼吸或黴菌損壞的影響。然而，玉米透過美國市場通路運送時，不同來源的玉米混合在一起，導致內在品質特性某一項目平均

值受到多個來源玉米而改變。上述各種銷售和運輸活動必定會改變各種物理和衛生品質特性。受到改變的品質特性，包括容積重、穀粒損壞、穀粒破裂、破裂程度、含水量與變異、夾雜物及黴菌毒素濃度。

C. 美國政府檢查與分級

目的

全球玉米供應鏈需可驗證、可預期和一致的監督措施，以迎合終端使用者多元化需求。經由標準化的檢驗規範及分級標準，監督措施可：

- 提供買家穀物裝載運輸時的品質資訊。
- 給予終端使用者食品和飼料安全保障。

美國是全球公認具官方分級與標準的穀物出口國，並應用在出口契約規範中。美國玉米依等級銷售，且出口到國外船舶運輸須

經美國農業部聯邦穀物檢驗服務處或官方授權檢驗機構正式檢查及評級（少數例外）。此外，除非契約上明確放棄此要求，否則所有出口玉米都必須經黃麴毒素檢測。合格的州政府及私人檢驗機構經美國聯邦穀物檢驗服務處認證，可在指定地區成為官方代理去檢測和評級玉米。而且，美國聯邦穀物檢驗服務處可委託州官方檢驗單位，在某些出口場所執行特定的穀物檢驗和評級。這些機構的運作和檢驗方法由美國聯邦穀物檢驗服務處官員負責督導。

檢驗和抽樣

裝載出口穀倉提供美國聯邦穀物檢驗服務處或委派的檢驗機構，按照出口契約裝載訂購的玉米進行品質檢測。裝載訂單說明指定的美國玉米等級、水分含量，及外國買家與美國供應商所同意的其他要求和買方任何特殊要求，例如最低蛋白質含量、最高含水量或其他特殊要求。官方檢驗人員要確認並保證裝載在駁船或火車車廂裡的玉米品質符合訂購要求。未經美國聯邦穀物檢驗服務處授權或當地無法觸及的地區，可由獨立實驗室進行品質項目檢測。

將「一批」玉米貨物分為「小批量」貨物。經美國聯邦穀物檢驗服務處認可的分流取樣裝置，自「小批量」取得代表性樣本進行評級。此裝置自裝載到船舶或火車車廂前的玉米採樣，每 200 到 500 英斗（約 5.1 到 12.7 公噸）採取一批主樣品。主樣品進而分

成小批量樣品，再將數個採樣小批量樣品混和，由合格的檢驗人員檢視。結果登載在記錄簿中並經裝載統計計畫後，以確保各項品



質平均結果符合契約規範，同時也確保各批品質相當一致。任何不符合任一項標準的批次，都需退回至穀倉或分開給予認證。所有符合契約品質平均值的結果都登錄在最後官方證書中。美國聯邦穀物檢驗服務處抽樣提

供一個具代表性的樣本；而其他常用的方法，由於玉米在卡車、火車或船倉分布不均，會形成不具代表性樣品的結果。

分級

黃玉米分為五個美國數字等級和美國樣品級。每個等級有容積重、破碎玉米和夾雜物、總損壞穀粒和熱損壞穀粒（或統稱為總損壞）的限制。每個等級的限制摘要詳載於「美國玉米分級規定與換算」的表中。此外，美國聯邦穀物檢驗服務處提供含水量和黃麴毒素結果。若需要，玉米出口契約也可明訂其他條件或項目，例如破裂、蛋白質或油脂含量，及其他黴菌毒素結果。在某些情況下，獨立實驗室可執行非美國聯邦穀物檢驗服務

處規範的檢驗。

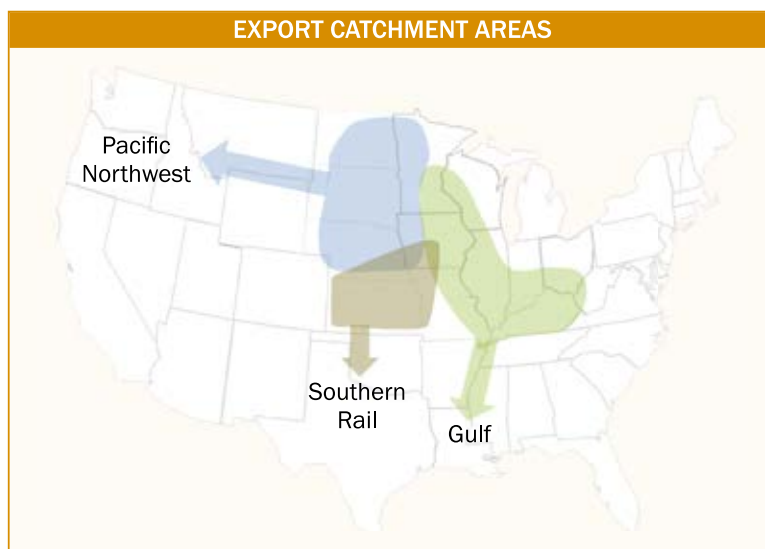
由於官方分級項目（如容積重和總損壞）的限制無法同時滿足，某些分級項目可能優於指定分級規格，但一定不能低於該規格限制。基於上述原因，多數契約都寫成「美國2級或更好」或「美國3級或更好」。這允許有些分級項目接近或達到該等級限制，同時其他項目則優於該等級要求。



A. 概要

2019/2020 年度出口時之品質報告調查設計、抽樣和統計分析重點如下：

- 依前八個年度出口時之品質報告發展的方法，依比例分層至出口匯集區—墨西哥灣區、太平洋西北區和南方鐵道區採樣。
- 為達到美國整體數值相對誤差不超過 $\pm 10\%$ ，並確保每個匯集區均衡採樣，總樣本數為 430 個。每個出口匯集區：灣區 242 件、太平洋西北區 117 件、南方鐵道區 71 件。
- 本次品質調查最終檢測了 432 個樣品。按比例分層抽樣後，用標準統計方法計算加權平均數和標準偏差，得到全美整體數據和三個出口匯集區各自的數據。
- 南方鐵道區樣本是由美國農業部聯邦穀物檢驗服務處指定的官方機構，採自出口至墨西哥所檢驗與分級的玉米。灣區及太平洋西北區的樣本，是由聯邦穀物檢驗服務處派駐於港口的工作人員所採集。
- 為評估調查樣本統計的有效性，美國整體及三個出口匯集區皆計算出每個品質項目的相對誤差。美國整體各項品質項目的相對誤差都不超過 $\pm 10\%$ 。相對誤差超過 $\pm 10\%$ 的有太平洋西北區的總損壞 (17%) 和南方鐵道區的胴裂 (23%)。
- 在 95% 信賴區間下，以雙尾 t 檢定計算檢測各品質項目平均值在 2019/2020 和 2018/2019、以及 2019/2020 和 2017/2018 間的統計差異。



B. 調查設計與抽樣方法

調查設計

2019/2020 出口時之品質報告的目標群體是，代表美國 90% 出口玉米的 12 個主要玉米生產州的大宗黃玉米穀物。為確保樣本統計的合理性，採用比例分層隨機抽樣法 (proportionate stratified sampling)，對美國玉米作物進行抽樣。本報告中抽樣技術有二個主要特性，一是抽樣母群體的分層 (stratification)，二是每層的抽樣比例 (sampling proportion)。

分層 (stratification) 是將調查的群體分為子群區域，稱之為層 (strata)。針對出口貨物報告，將美國主要玉米出口區分成三個地理區，稱之為出口匯集區 (ECAs)。這三個出口匯集區是以三個主要的出口途徑區分：

1. 墨西哥灣區：通常經美國墨西哥灣區海港出口玉米；
2. 太平洋西北區：通常經太平洋西北及加州港口出口玉米；以及
3. 南方鐵道區：通常經鐵路出口玉米至墨西哥。

使用美國農業部資訊，可計算每個出口匯集區 2019/2020 玉米銷售年度所佔黃玉米總量的比例。以此出口平均比例決定抽樣比例 (每個出口匯集區抽樣百分比)，之後計算出每一個出口匯集區的黃玉米抽樣數。右表

顯示三個出口匯集區採樣的比例。

設定每個出口匯集區的抽樣數後，協會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。出口時之品質報告選擇的精確度水準為相對誤差不超過 $\pm 10\%$ 。對玉米這些品質項目等生物性數據而言，相對誤差 $\pm 10\%$ 是一個合理的目標。

為設定相對誤差所需的樣本數，理想情況是應用每一個品質項目的族群變異 (即玉米出口品質變異)。一個品質項目數值間變異越大，在一定信賴區間內需要更多的樣本數來估算真實的均值。此外，每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，每一個品質需要的樣本數不同。

今年玉米出口的 14 個品質項目中，任何一個族群變異數都未知；因此，用去年出口時之品質報告的族群變異數作為估計值。

Percent of Samples per ECA			
Gulf	Pacific		Total
	Northwest	Southern Rail	
56.2%	27.3%	16.5%	100.0%

依照先前的調查模板，來計算所有品質項目所需的樣本數。根據歷史數據，協會採用 430 個樣本數，並在理想準確度內，估算美國整體品質特性的真實平均值。

應用先前定義的 430 個抽樣樣本數，計算出每個出口匯集區的目標樣本數（見表）。

Number of Samples per ECA			
Gulf	Pacific		Total
	Northwest	Southern Rail	
242	117	71	430

從 2019/2020 出口貨物報告開始，僅用 180 個樣品被針對嘔吐毒素和角質胚乳檢測，而不是全部的 430 個樣品。此外，同樣的 180 個檢測嘔吐毒素和角質胚乳的樣品，也進行檢測伏馬毒素。2019/2020 年出口貨物

報告是首次檢測這種黴菌毒素。在嘔吐毒素檢測的 180 個樣本有 95.0% 信心水平低於食品藥物管理局的諮詢標準 5.0 ppm，相對誤差幅度為 $\pm 10.0\%$ 。而今年才開始檢測的伏馬毒素，則沒有過去的數據可做精準目標水平比對。角質胚乳的檢測在過去八年的檢測報告中，其相對誤差幅度則從未超過 0.3%（遠低於目標精度水準 $\pm 10.0\%$ ），因此減少角質胚乳的檢測樣品數量，估計會使這一品質項目的精度遠低於 $\pm 10.0\%$ 的目標水準。

採樣

採樣是由美國聯邦穀物檢驗服務處和參與的官方查驗人員的工作。美國聯邦穀物檢驗服務處發送指令函給灣區及太平洋西北區與境內檢驗站，通知三個出口匯集區的採樣自 2019 年 11 月開始採樣期。美國聯邦穀物檢驗服務處與各出口匯集區的現場官員負責監督其區域內的樣品收集，如下：灣區—新奧爾良、路易斯安那州；太平洋西北區—奧林匹亞、華盛頓（華盛頓州農業廳）；南方鐵道區—堪薩斯市、密蘇里州的美國聯邦穀物檢驗服務處辦公室。

在遠洋貨輪裝載過程中，抽樣持續進行；為確認品質均勻一致，將裝載貨物或一批分為多個小批次。小批次的大小是由穀倉每小時裝運率及裝載量而定。小批次的範圍介於 3 萬到 12 萬英斗間。所有小批次樣品都要經過檢驗分析，以確保整批貨物品質均勻一致。

從灣區、太平洋西北出口匯集區船運裝載收集來的小批次代表性樣本，且只從已接受黃麴毒素定量檢測的貨品中取樣。以美國聯邦穀物檢驗服務處認可之分流採樣裝置，採集樣品供作分級用。分流採樣裝置會在一定間隔，由流動的玉米中“截取”（或分流）

具有代表性的玉米作為樣本。在穀物裝船時，每隔幾秒鐘或約 200 到 500 英斗（約 5.1 到 12.7 公噸）會截取一次。此頻率由官方檢驗人員所控制的電子計時器控制，該官方檢驗人員要定期確認機械取樣是否正常運作。

取樣期間係從當天開始，由每一尾數為 0、3、5 和 7 的小批次採樣。太平洋西北區及灣區出口匯集區使用去年同樣的採樣頻率。每一個樣品至少採集 2,700 克，由美國聯邦穀物檢驗服務處現場人員、南方鐵道出口匯集區官方查驗人員及華盛頓州農業廳人員負責採樣。

南方鐵道區的樣品是在內陸穀倉採樣。利用分流器取得具代表性樣品，約每 200 英斗（約 5.1 公噸）截取一次。只對出口到墨西哥載運黃玉米的火車進行抽樣。不同於從灣區和太平洋西北出口匯集區收集的樣品，南方鐵道區在裝貨時採集了更多的樣品。南方鐵路匯集區的官方檢驗人員在取樣時，對這些樣品進行了等級規格和黃麴毒素的檢測，然後存樣在官方服務提供者的檔案櫃中，以便在發生糾紛時重新檢測。每五節貨車廂取一個 1,000 公克混合樣品，每一列火車所取

得的樣品，其中三個要寄到伊利諾州作物改進協會的穀物性狀保存實驗室 (IGP 實驗室)，直到保留期滿，通常是在貨物裝載後的 30 天。

三個樣品抵達 IGP 實驗室後，會被混合成一個樣品，進行化學成分、物理因子、以及嘔吐毒素和伏馬毒素的檢測。等級規格是

三個樣品的平均值，黃麴黴毒素則是三個樣品都低於 5 ppb 時才是最後結果，如果一個或多個樣品的測試結果大於 5 ppb，則會取一個混和樣品，利用 EnviroLogix AQ 309 BG 的檢測套件於 IGP 實驗室再進行黃麴黴毒素檢測。有關本研究所用測試方法的說明，請參閱「測試分析方法」章節。

C. 統計分析

有關樣品分級項目、含水量、化學組成及物理項目檢測結果，以美國整體及三個出口匯集區（灣區、太平洋西北區及南方鐵道區）及兩個“契約等級”分類呈現。出口貨物報告的兩個契約等級分類如下：

- 契約規定「美國 2 級」或「美國 2 級或更好」，此玉米必須符合美國二級玉米之各項分級項目限制，或優於美國二級玉米各項分級項目限制。此類別被定為美國 2 級或更好。
- 契約規定「美國 3 級」或「美國 3 級玉米或更好」，此玉米必須符合美國三級玉米之各項分級項目限制，或優於美國三級玉米各項分級項目限制。此類別被定為美國 3 級玉米或更好。

2019/2020 玉米出口時之品質報告內含過去五年度 (2014/2015、2015/2016、2016/2017、2017/2018、以及 2018/2019) 各品質項目簡單平均值和標準偏差。這些簡單平均值以美國整體、三個出口匯集區，及 5 年平均值顯示，呈現在報告文章和摘要表格中。

此報告計算出美國整體及每個出口匯集區的各品質項目相對誤差。美國整體品質項

目檢測相對誤差皆小於 $\pm 10\%$ ；出口匯集區有三個品質項目檢測相對誤差超過 $\pm 10\%$ (見表)。雖然三個出口匯集區這些品質項目的準確度低於預期，其相對誤差水準並不會使估算值無效。品質項目平均值是真實族群平均所能得到最無偏差的估計值。雖然，估算它們時的不確定性大於那些相對誤差範圍低於 $\pm 10\%$ 的品質項目。“分級項目和含水量”及“物理項目”表格註腳顯示這些品質項目的相對誤差超過 $\pm 10\%$ 。這讓讀者瞭解樣品平均值所代表的真實族群平均值，其不確定性較大。

“品質檢測結果”章節中任何統計差異參考，皆經過在 95% 信賴區間的雙尾 t 檢定的確認。這些檢測的計算是以出口貨物報告的各項品質平均數與下列項目的統計誤差：

- 今年的收穫時之品質報告與；
- 前二年的出口貨物品質報告。

此外，還計算美國二級或更好與美國三級或更好在今年的出口貨物報告中各項合約規格項目的統計誤差。

美國農業部聯邦穀物檢驗服務處或指定的官方服務處對每件正式採集的樣品進行分樣檢測，提出官方評級和黃麴毒素結果。2019/2020 出口時之品質報告的樣品（約 6 磅 / 2,700 克），從聯邦穀物檢驗服務處地方辦公室和官方服務處供樣者直接送到伊利諾州香檳市 (Champaign) 的伊利諾州作物改進協會 (Illinois Crop Improvement Association) 所屬的穀物性狀保存實驗室 (IPG Lab) 進行化學、物理項目及嘔吐毒素檢測。樣品經 Boerner 牌分樣器分成兩個子樣品，確保每個子樣品都保有原樣品性狀；一份用來檢測嘔吐毒素，另一份依業界規範或行之有年建立的步驟分

析化學組成和其他物理特性。穀物性狀保存實驗室檢測都經 ISO/IEC 17025:2005 國際標準認證。以下網址可連結完整認證範圍 <http://www.ilcrop.com/labservices>。



A. 分級項目

容積重 (Test Weight)

容積重是測量穀物填滿一個溫徹斯特英斗 (Winchester bushel, 2150.42 立方英寸) 所需的重量。容積重是聯邦穀物檢驗服務處官方玉米評級標準項目之一。

檢測取一個已知容積的試驗杯，將漏斗置於杯上方特定高度，將穀粒經漏斗倒入杯中直到開始外溢，再以整平棒 (strike-off stick) 整平杯內穀粒後，測量杯內穀粒重量。容積重以美制單位磅 / 英斗 (lb/bu) 表示。

破碎玉米和夾雜物 (BCFM)

破碎玉米和夾雜物是聯邦穀物檢驗服務處玉米評級標準項目之一。

破碎玉米和夾雜物是測量所有可以通過 12/64 英吋圓孔篩的物質和所有留在該圓孔篩上非玉米物質。破碎玉米和夾雜物檢測可分為破碎玉米和夾雜物。破碎玉米的定義是，所有通過 12/64 英吋圓孔篩並留在 6/64 英吋

圓孔篩的物質。夾雜物的定義是，所以通過 6/64 英吋圓孔篩並留在 12/64 英吋圓孔篩上非玉米物質。必要時，聯邦穀物檢驗服務處會將破碎玉米和夾雜物分開報告。破碎玉米和夾雜物為履約項目，因此出現在出口時之品質報告中。破碎玉米和夾雜物以最初樣品重量百分比表示。

總損壞 / 熱損壞 (Total Damage/Heat Damage)

總損壞是聯邦穀物檢驗服務處美國官方玉米分級標準項目之一。

取 250 克具代表性、不含破碎玉米和夾雜物的樣品，由訓練過且領有證照的檢驗人員以肉眼檢視受損穀粒。損壞的類型包括藍眼黴菌 (blue-eye mold)、穗軸腐爛、烘乾損壞 (不同於熱損壞)、胚芽損壞、熱損壞、蟲損壞、黴菌損壞、黴樣物質、鬚狀烈紋、表面黴菌 (枯萎狀)、黴菌 (附球孢菌 *Epicoccum*

引起粉紅色變) 和萌芽損壞。總損壞是以總受損穀粒占有有效樣品重量的百分比表示。

熱損壞是總損壞的子項，是指因高熱造成穀粒和穀粒碎片顯著變色和損壞。取 250 克不含破碎玉米和夾雜物的樣品，由訓練過且領有證照的檢驗人員以肉眼檢視熱損壞的穀粒。如果有熱損壞發生，會與總損壞分開報告。

B. 水分

容積重 (Test Weight)

水分含量是玉米查驗時，以合格的水分測定器檢測的結果，並寫在證明書上。電子水分測定器能感應穀粒內因含水分不同產生

的介質常數 (dielectric constant)。水分含量高時，介質常數隨之升高。水分含量以總濕重的百分比表示。



C. 化學組成

玉米化學組成（蛋白質、油脂和澱粉含量）是以近紅外光分析儀（NIRT）檢測。該技術是應用每個樣品特定光波長間的交互作用，以傳統化學分析方法校正，計算樣品的油脂、蛋白質和澱粉含量。檢測不會破壞玉米粒。

蛋白質、油脂和澱粉化學成分檢測是取 550 到 600 克完整穀物樣品，以 Foss Infratec 1241 近紅外光分析儀測定。近紅外光分析儀經過化學檢測校正，蛋白質、油脂和澱粉預測的標準偏差分別為 0.27%、0.26% 和 0.65%。比較 2016/2017 年之前的出口貨物報告中使用的 Foss Infratec 1229，在 Foss Infratec 1241 的 21 個實驗室的樣品檢查，顯示儀器檢測在蛋白質、油脂和澱粉的標準偏差分別為 0.25%、0.26% 和 0.25% 分析結果以乾基百分比表示（無水物百分比）。



D. 物理項目

百粒重、穀粒體積和穀粒真實密度 (100-Kernel Weight, Kernel Volume and Kernel True Density)

百粒重是以可測到 0.1 毫克的分析天平，秤二個重覆各一百顆穀粒的平均重量。百粒重平均值以克表示。

穀粒體積是以氦比重計 (helium pycnometer)，計算二個一百顆穀粒樣品的體積，以立方公分 / 粒表示。一顆穀粒的體積通常在 0.14 到 0.36 立方公分範圍內，前者為小

穀粒，後者為大穀粒。

真實密度是取一百顆外表完整的穀粒樣品質量（重量），除以這些穀粒的容積（或體積）。取二重覆樣品的平均值。真實密度是以每立方公分的克數表示。水分含量維持在 12 到 15% 間，一般真實密度範圍為 1.20 到 1.30 克 / 立方公分。

胴裂分析 (Stress Crack Analysis)

胴裂評估係以背光光源照射的檢視板來凸顯穀粒的裂紋。取一百顆完整且外表無損壞的穀粒樣品，藉著穿透角質或硬質胚乳的光源，逐粒檢查每顆穀粒裂紋嚴重程度。穀粒會被分成四個組別，沒有裂紋、一道裂紋、兩道裂紋，以及超過兩道裂紋。胴裂以百分比呈現，把一、二道或超過兩道裂痕的全部穀粒數，除以一 hundred 顆穀粒後所得到的比例。胴裂百分比越低越好，因為胴裂程度高容易導致處理時破碎。如果有破裂存在，單道裂紋比兩道或多道裂紋好。有些玉米終端用戶基於使用目的，會在合約註明可接受的破裂程度。

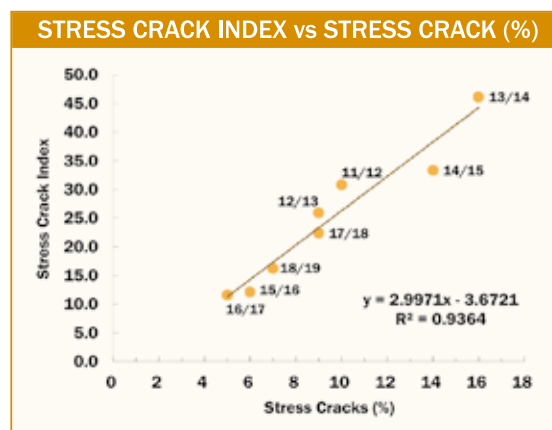
在先前的出口貨物報告中，胴裂指數 (SCI) 是除了胴裂百分比外被報告出來作為顯示胴裂嚴重程度的指標。胴裂指數的計算方式如下：

$$SCI = [SSC \times 1] + [DSC \times 3] + [MSC \times 5]$$

此處

- SSC 是只有一道裂紋穀粒的百分比。
- DSC 是確實為二道裂紋穀粒的百分比。
- MSC 是裂紋超過二道裂紋穀粒的百分比。

百分比有極強的相關性 ($r = 0.97$)，胴裂指數能提供的附加價值有限，因此在 2018/2019 年的出口貨物報告後不再列出。前八份出口貨物報告中，美國玉米的胴裂及胴裂指數顯示在下面的散點圖中。由於胴裂指數與胴裂



完整穀粒 (Whole kernels)

完整穀粒檢測是取 50 克清潔且無破碎玉米和夾雜物的玉米檢查。去除破裂、破碎或有缺口的穀粒以及表皮明顯破損的穀粒，秤其餘完整穀粒重量，結果以最初 50 克樣品

重量百分比表示。有些公司進行相同檢測後，結果會以「破裂和破碎穀粒」的百分比表示。若完整穀粒為 97%，等於是 3% 的破裂和破碎穀粒。

角質 (硬質) 胚乳 (Horneous Hard Endosperm)

角質 (或硬質) 胚乳檢測是取 20 顆外表完整的穀粒，將胚芽面朝上，置於背後有光源照射的檢視板上，評估每粒總胚乳中，角質胚乳的比例。軟質胚乳並不透明，會阻礙光線穿透，角質胚乳則是半透明的。標準規

範中依軟質胚乳由穀粒頂端向下方胚芽延伸的程度，列有評定規則。結果以 20 顆外表完整穀粒的角質胚乳評定結果平均值表示。角質胚乳的評定設在 70 到 100% 間，多數穀粒落在 70 到 95% 範圍。

E. 黴菌毒素

調查設計

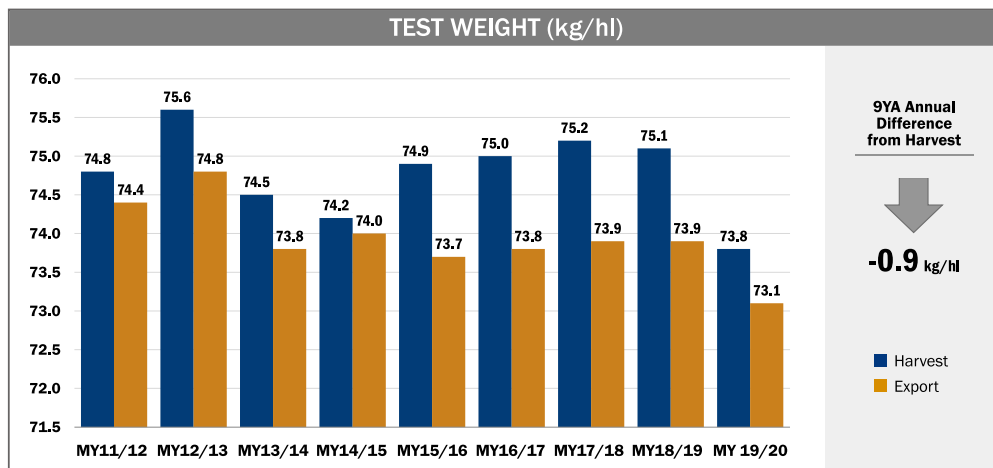
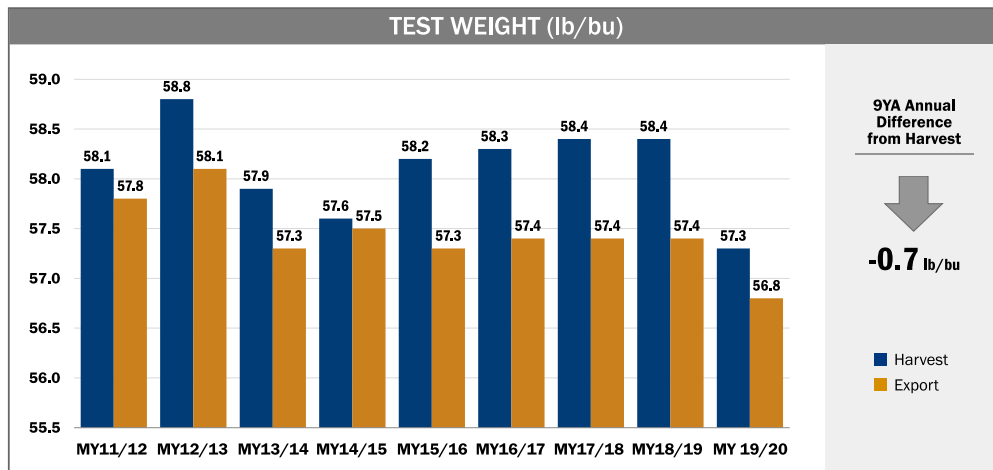
2019/2020 出口時之品質報告官方黃麴毒素結果係由聯邦穀物檢驗服務處提供。根據聯邦穀物檢驗服務處的官方步驟，最少需要 10 磅的帶皮玉米樣品做黃麴毒素檢測。用聯邦穀物檢驗服務處核定的磨粉機研磨 10 磅的樣品，之後用攪動分樣器自 10 磅粉末樣品中取出 2 個 500 克的樣品。再從 500 克樣品中逢機取 50 克做為檢測樣品。對 50 克檢測樣品加入適量萃取溶劑後，就可進行黃麴毒素定量分析。使用下列聯邦穀物檢驗服務處核定的檢測套組進行定量分析：Charm Sciences, Inc. ROSA[®] FAST, WET-S3 或 WET-S5 Aflatoxin Quantitative Tests；EnviroLogix, Inc. QuickTox[™] Kit for QuickScan Aflatoxin Flex AQ 309 BG 或 QuickScan Aflatoxin Flex；Neogen Corporation Reveal Q+ MAX for Aflatoxin, Reveal Q+ for Aflatoxin, Reveal Q+ for Alfatoxin Green (AccuScan Gold) 或 Veratox[®] Aflatoxin Quantitative Test (8030 或

8035)；R-Biopharm, Inc. RIDASCREEN[®] FAST Aflatoxin ECO；Romer Labs, Inc. FluoroQuant Afla, FluoroQuant Afla IAC 或 AgraStrip Total Alfatoxin Quantitative Test WATEX；或 VICAM AflaTest[™]或 Alfa-V AQUA。

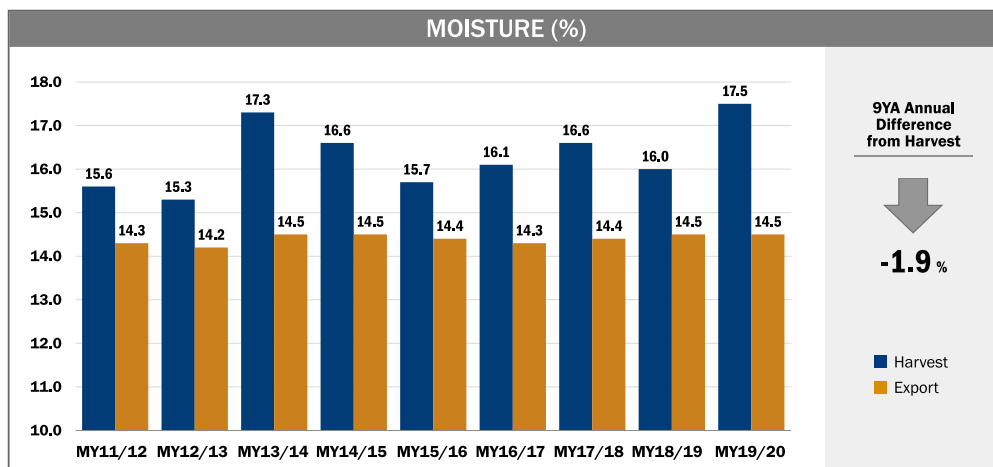
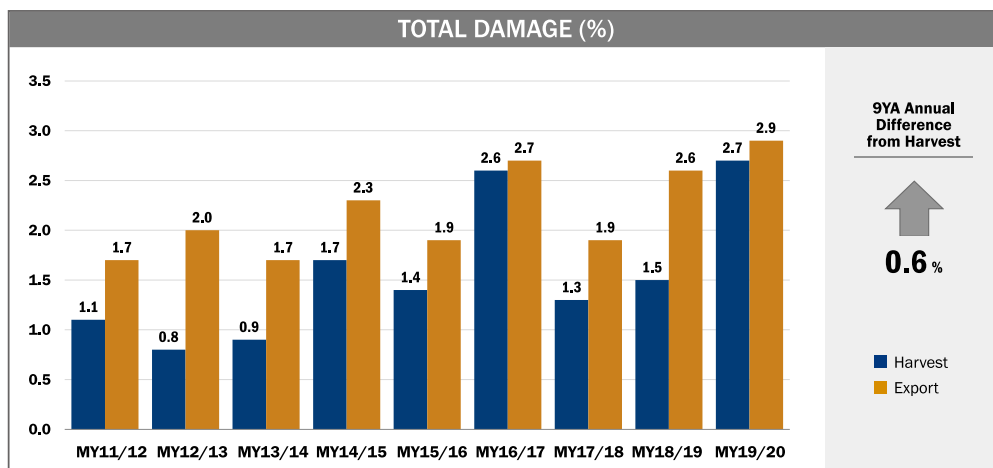
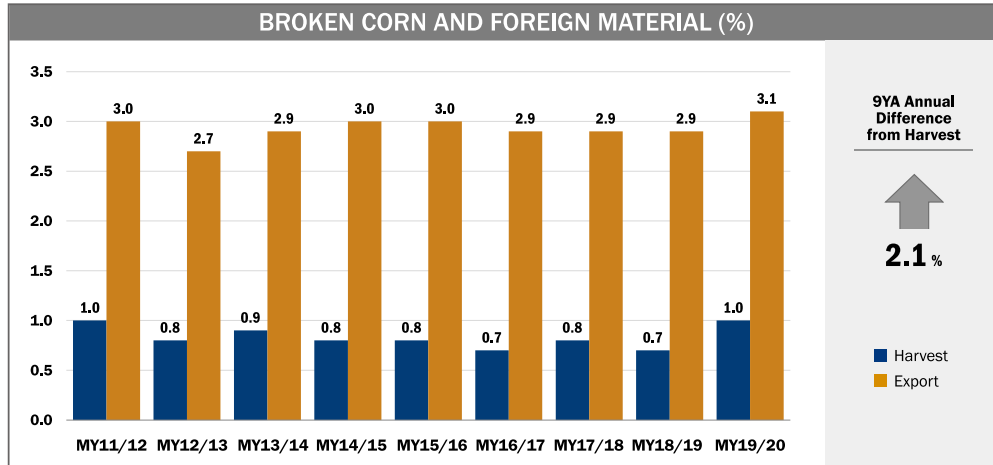
檢測嘔吐毒素和伏馬毒素則使用聯邦穀物檢驗服務處核准的 EnviroLogix QuickTox[™]/QuickScan 法。取約 1,000 克的帶皮玉米樣品 (取自原始樣品)，以 Romer Model 2A 樣品研磨機細磨到能通過 No. 20 的篩網，取 50 克樣品做檢測。檢測依聯邦穀物檢驗服務處嘔吐毒素操作手冊進行。先以蒸餾水 (5:1) 將嘔吐毒素萃取出來，再利用 EnviroLogix AQ 304 BG 和 EnviroLogix AQ 311 BG 檢測套組進行分析，再以 QuickScan 分析儀定量嘔吐毒素及伏馬毒素的含量。聯邦穀物檢驗服務處已發表 EnviroLogix AQ 304 BG 和 EnviroLogix AQ 311 BG 套組以定量檢測嘔吐毒素及伏馬毒素的分析方法。

分級項目和水分 九年彙總之收穫和出口時貨物品質比較

自 2011 年以來，美國穀物協會的玉米出口貨物報告，為進入國際銷售管道的每個美國作物的提供了清晰、簡潔和一致的品質資訊。該系列品質報告採用一致和透明的方法，以利跨年的比較。下圖顯示所有九個年度報告中每個品質因素的平均數值，與今年的結果提供歷史數據的比對。



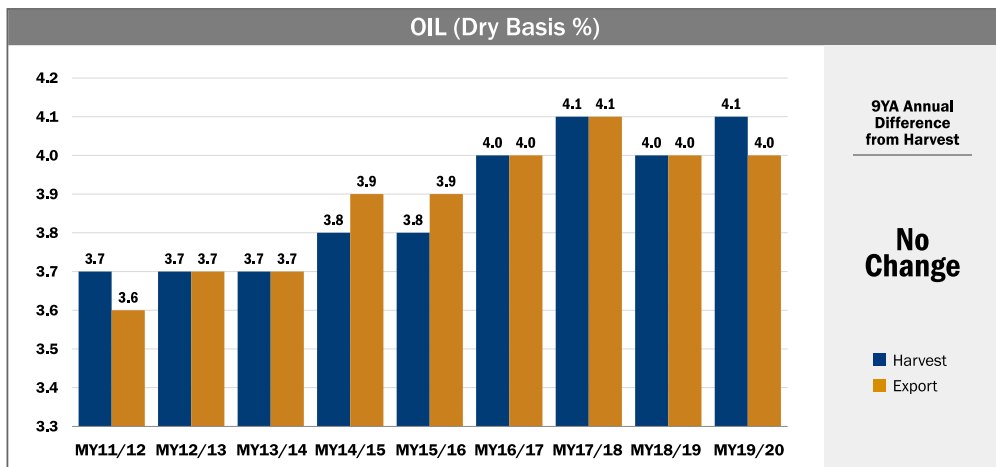
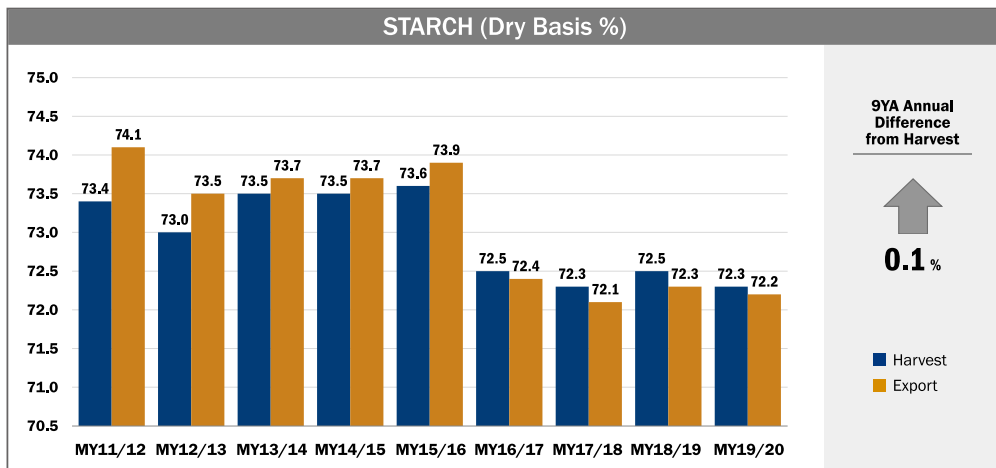
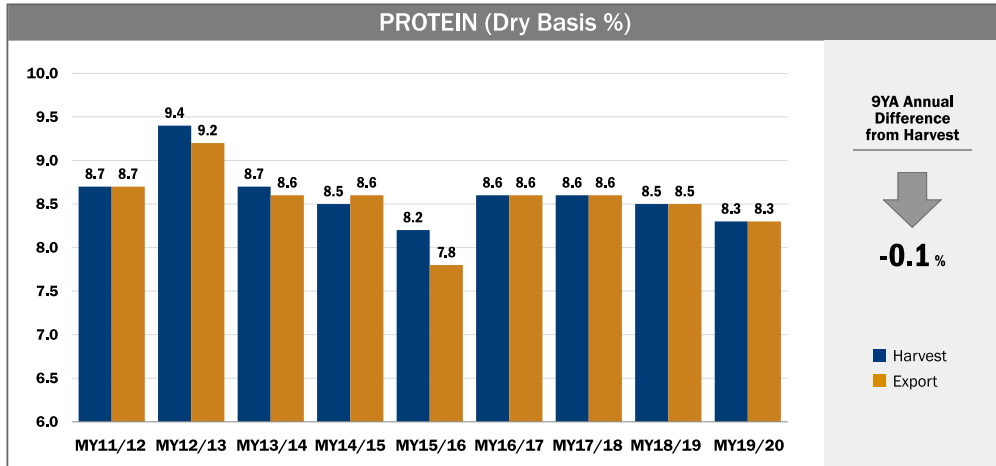
分級項目和水分
九年彙總之收穫和出口時貨物品質比較





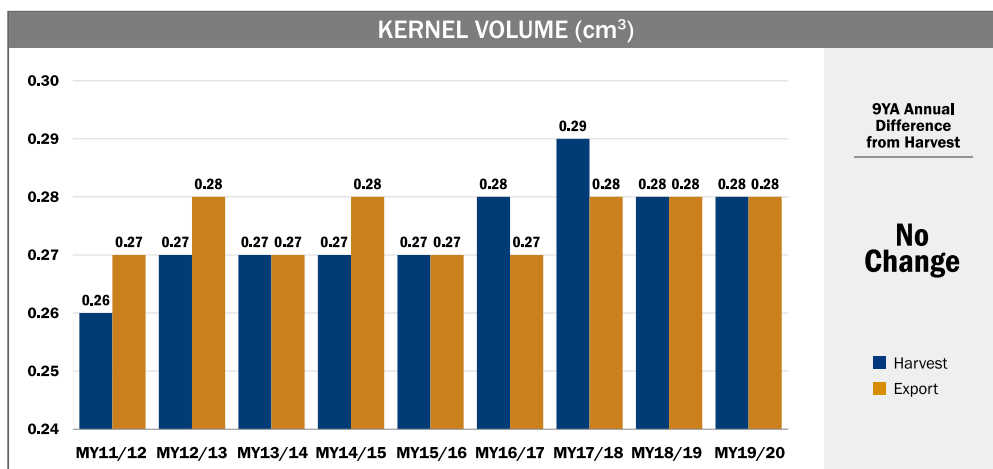
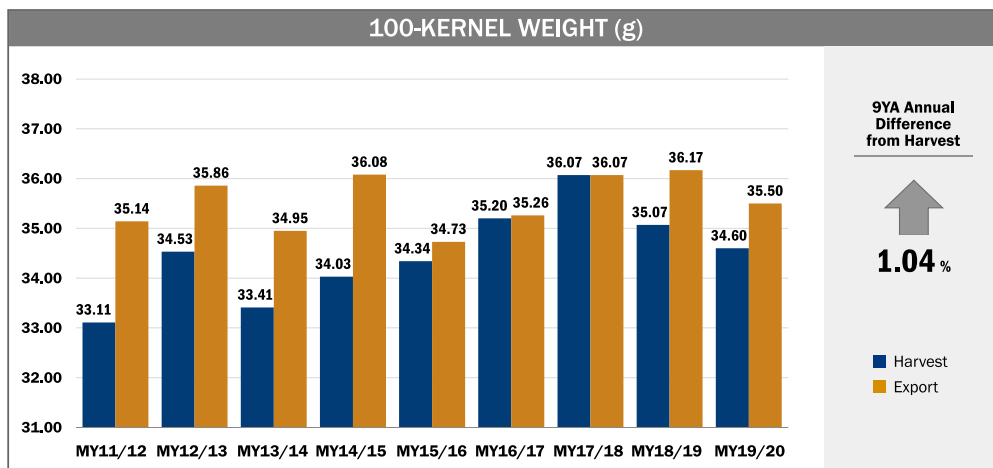
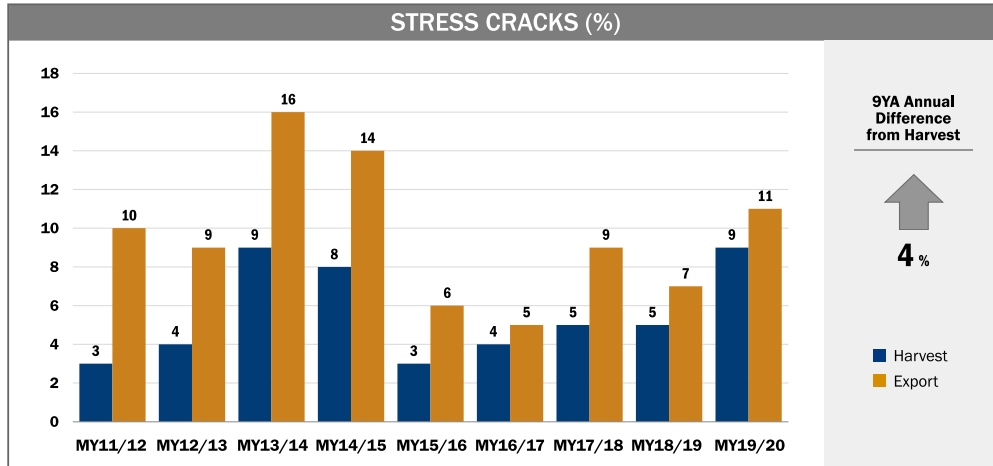
化學成分

九年彙總之收穫和出口時貨物品質比較



物理性狀

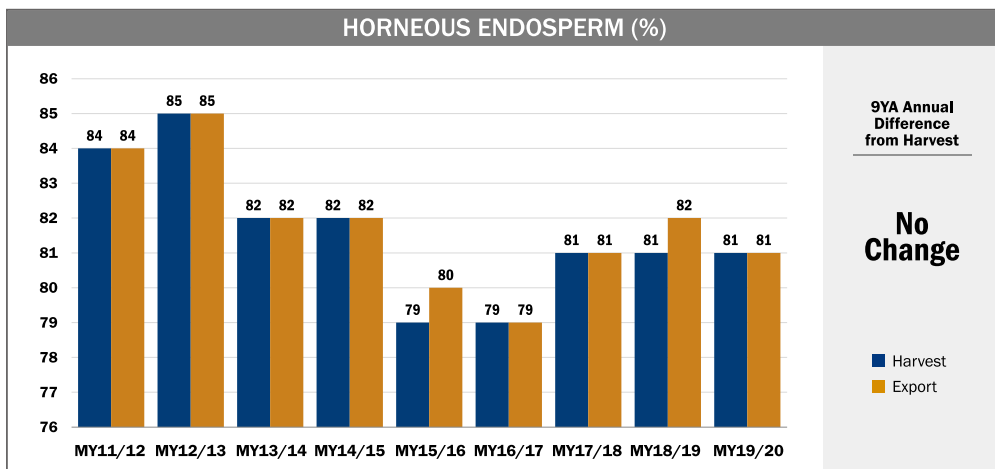
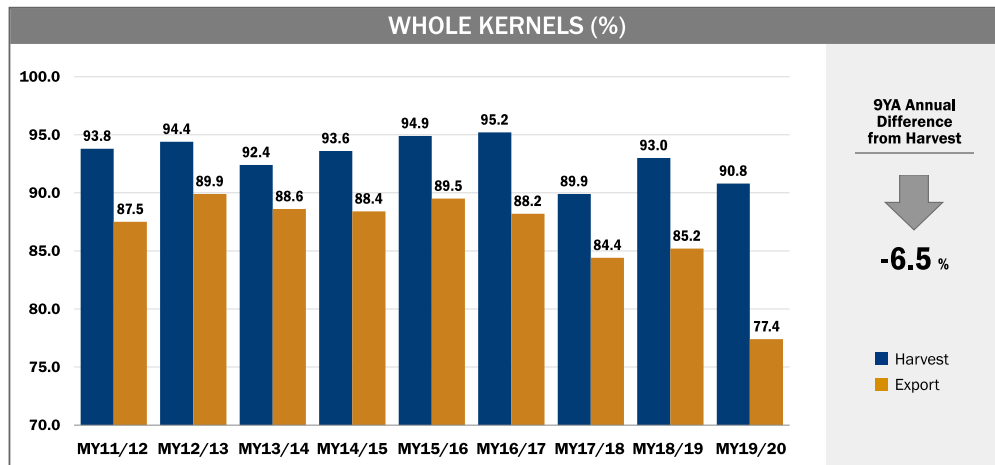
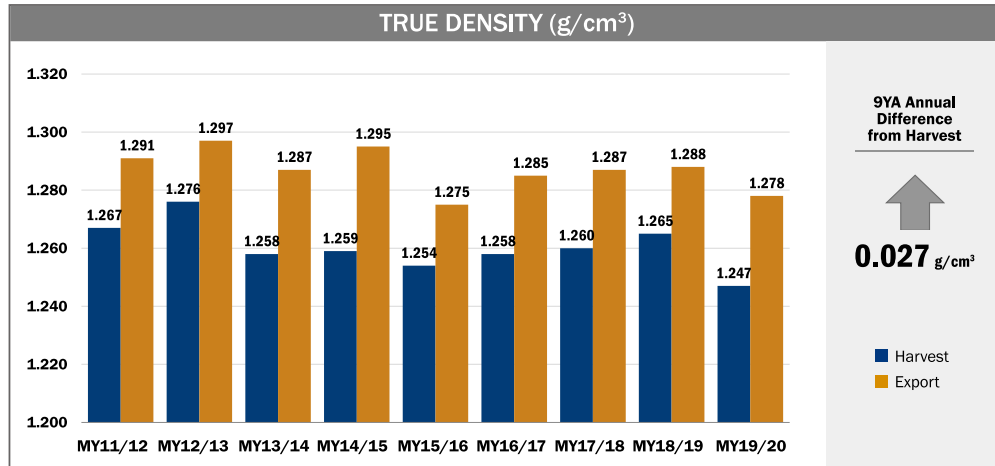
九年彙總之收穫和出口時貨物品質比較





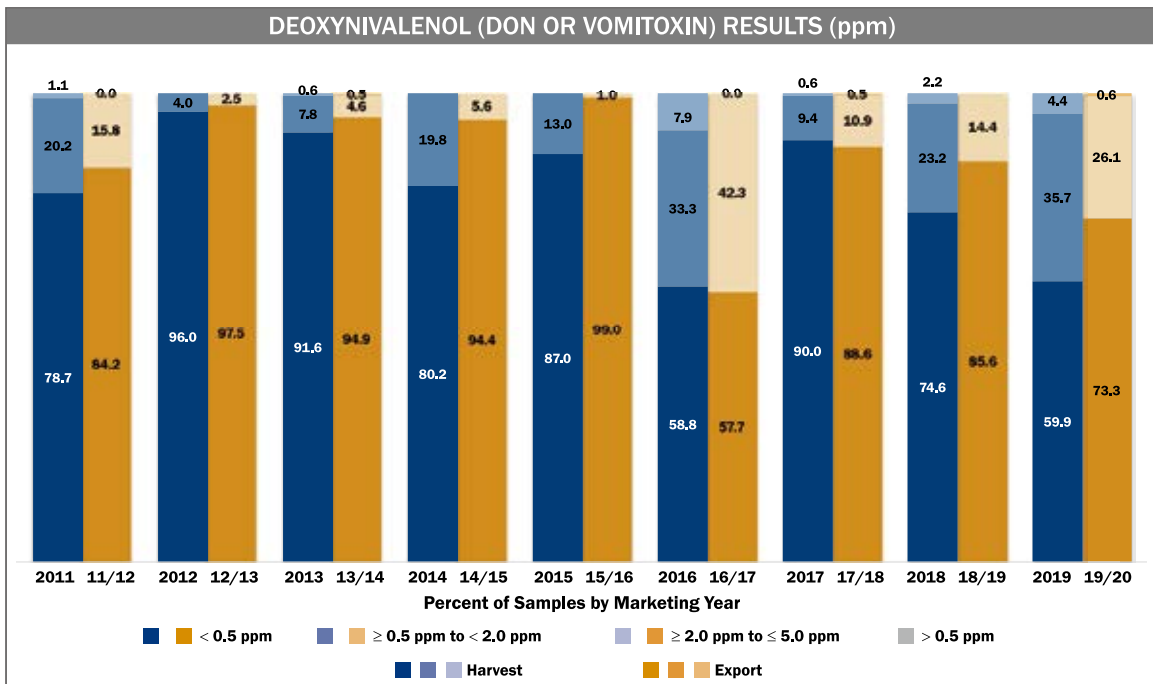
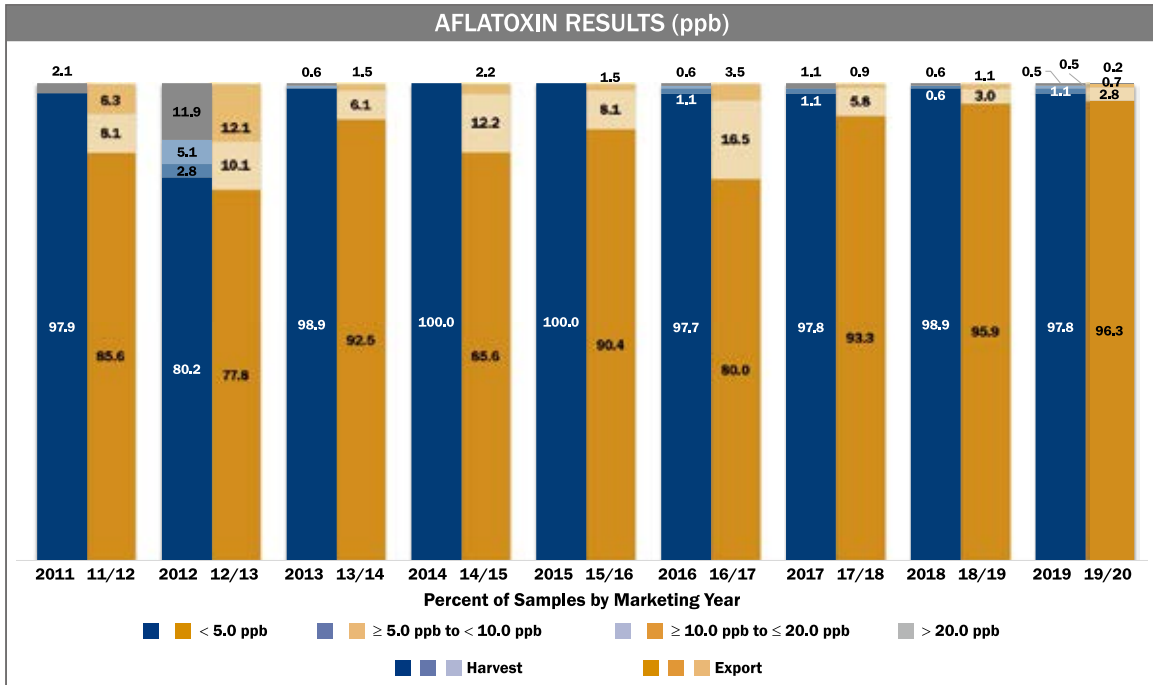
物理性狀

九年彙總之收穫和出口時貨物品質比較

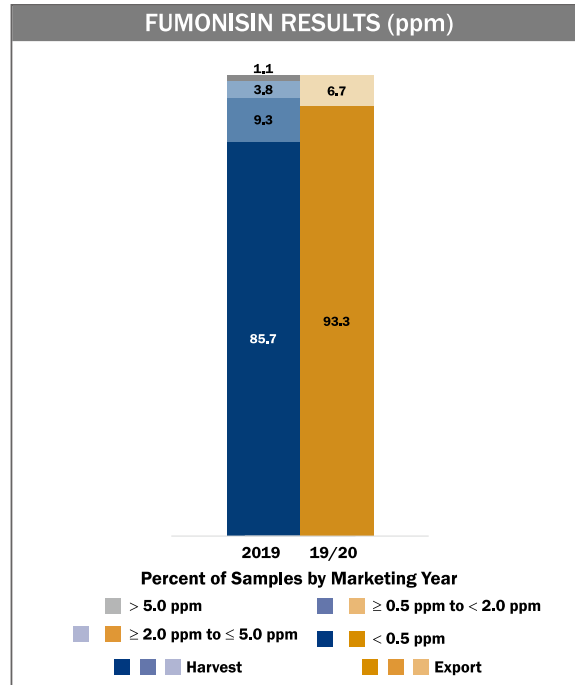


黴菌毒素

九年彙總之收穫和出口時貨物品質比較



MYCOTOXINS
NINE-YEAR HARVEST AND EXPORT CARGO COMPARISON



美國玉米分級及項目

Grade	Minimum Test Weight per Bushel (Pounds)	Maximum Limits of		
		Damaged Kernels		Broken Corn and Foreign Material (Percent)
		Heat Damaged (Percent)	Total (Percent)	
U.S. No. 1	56.0	0.1	3.0	2.0
U.S. No. 2	54.0	0.2	5.0	3.0
U.S. No. 3	52.0	0.5	7.0	4.0
U.S. No. 4	49.0	1.0	10.0	5.0
U.S. No. 5	46.0	3.0	15.0	7.0

U.S. Sample Grade is corn that: (a) Does not meet the requirements for the grades U.S. Nos. 1, 2, 3, 4, or 5; or (b) Contains stones with an aggregate weight in excess of 0.1% of the sample weight, two or more pieces of glass, three or more *Crotalaria* seeds (*Crotalaria spp.*), two or more castor beans (*Ricinus communis L.*), four or more particles of an unknown foreign substance(s) or a commonly recognized harmful or toxic substance(s), eight or more cockleburrs (*Xanthium spp.*), or similar seeds singly or in combination, or animal filth in excess of 0.20% in 1,000 g or (c) Has a musty, sour, or commercially objectionable foreign odor; or (d) Is heating or otherwise of distinctly low quality.

Source: Code of Federal Regulations, Title 7, Part 810, Subpart D, United States Standards for Corn

美制與公制單位換算

Corn Equivalents	Metric Equivalents
1 bushel = 56 pounds (25.40 kilograms)	1 pound = 0.4536 kg
39.368 bushels = 1 metric ton	1 hundredweight = 100 pounds or 45.36 kg
15.93 bushels/acre = 1 metric ton/hectare	1 metric ton = 2204.6 lb
1 bushel/acre = 62.77 kilograms/hectare	1 metric ton = 1000 kg
1 bushel/acre = 0.6277 quintals/hectare	1 metric ton = 10 quintals
56 lbs/bushel = 72.08 kg/hectoliter	1 quintal = 100 kg
	1 hectare = 2.47 acres

名詞縮寫

cm ³ = cubic centimeters
g = grams
g/cm ³ = grams per cubic centimeter
kg/hl = kilograms per hectoliter
lb/bu = pounds per bushel
ppb = parts per billion
ppm = parts per million



U.S. GRAINS COUNCIL

A GLOBAL NETWORK of professionals BUILDING worldwide DEMAND and developing markets for U.S. GRAINS AND ETHANOL.



HEADQUARTERS:

20 F Street NW, Suite 900 • Washington, DC 20001
 Phone: +1-202-789-0789 • Fax: +1-202-898-0522
 Email: grains@grains.org • Website: grains.org

PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA: Beijing

Tel1: +86-10-6505-1314 • Tel2: +86-10-6505-2320
 Fax: +86-10-6505-0236 • china@grains.org

JAPAN: Tokyo

Tel: +81-3-6206-1041 • Fax: +81-3-6205-4960
japan@grains.org • www.grainsjp.org

KOREA: Seoul

Tel: +82-2-720-1891 • Fax: +82-2-720-9008
seoul@grains.org

MEXICO: Mexico City

Tel1: +52-55-5282-0244 • Tel2: +52-5282-0973
 Tel3: +52-55-5282-0977 • Fax: +52-5282-0974
mexicousg@grains.org

MIDDLE EAST AND AFRICA: Tunis

Tel: +216-71-191-640 • Fax: +216-71-191-650
tunis@grains.org

SOUTH ASIA

adcastillo@grains.org

SOUTH EAST ASIA: Kuala Lumpur

Tel: +603-2093-6826
sea-oceania@grain.org

SINGAPORE

ttierney@grains.org

TAIWAN: Taipei

Tel: +886-2-2523-8801 • Fax: +886-2-2523-0189
taipei@grains.org

WESTERN HEMISPHERE: Panama City

Tel: +507-315-1008
panama@grains.org

Developing Markets ■ Enabling Trade ■ Improving Lives