



**U.S. GRAINS**  
COUNCIL

**2018/2019**  
**美国玉米收获品质报告**



**U.S. GRAINS**  
COUNCIL



在有限的时间内完成一份涵盖了如此深广内容的报告，需要许多个人和组织的参与。美国谷物协会十分感谢Centrec 咨询公司的辛格尔顿·李（Singleton）以及克里斯·施罗德（Chris Schroeder），丽莎·埃克尔（Lisa Eckel）及亚历克斯·哈维（Alex Harvey）在报告完成过程中的督促和协调。他们与专家团队协作，帮助我们收集分析数据和撰写报告。外部团队成员包括汤姆·惠特克博士、洛威尔·希尔博士、马文·R·鲍尔森博士和佛瑞·德·贝洛博士。此外，谷物协会还要感谢伊利诺伊州作物改良协会（Illinois Crop Improvement Association）的“品种性状保藏谷物实验室”（IGP Lab）和尚佩恩-丹维尔谷物监察机构（Champaign-Danville Grain Inspection, CDGI）所提供的玉米质量检测服务。

最后，如果没有全美国各地粮仓及时而周到的参与，这份报告将无法完成。我们非常感激他们在农务繁忙的收获时节为我们收集和提供样本所付出的时间和精力。



<b>1</b>	<b>协会致辞</b>	
<b>2</b>	<b>收获品质概述</b>	
<b>4</b>	<b>引言</b>	
<b>6</b>	<b>品质检测结果</b>	
	A. 定等标准 .....	6
	B. 水分 .....	17
	C. 化学成分 .....	20
	D. 物理指标 .....	28
	E. 霉菌毒素 .....	43
<b>49</b>	<b>作物与天气条件</b>	
	A. 2018年收获要点 .....	49
	B. 播种和早期生长条件 .....	50
	C. 授粉和灌浆条件 .....	52
	D. 收获条件 .....	54
	E. 2018年与2017年、2016年及5年平均值相比较 .....	56
<b>58</b>	<b>美国玉米产量、用途和展望</b>	
	A. 美国玉米产量 .....	58
	B. 美国玉米用途和年终库存 .....	60
	C. 展望 .....	60
<b>63</b>	<b>调查与统计分析方法</b>	
	A. 概述 .....	63
	B. 调查设计和采样 .....	64
	C. 统计分析 .....	66
<b>67</b>	<b>检测分析方法</b>	
	A. 玉米定级指标 .....	67
	B. 水分 .....	68
	C. 化学成分 .....	68
	D. 物理指标 .....	69
	E. 霉菌毒素检测 .....	71
<b>72</b>	<b>历史角度</b>	
	A. 定等指标和水分 .....	72
	B. 化学成分 .....	73
	C. 物理指标 .....	74
	D. 霉菌毒素 .....	75
<b>76</b>	<b>美国玉米定等及水分</b>	
<b>BC</b>	<b>美国谷物协会联系方式</b>	

美国谷物协会完成了第八份年度玉米质量调研，并欣然在这份《2018/2019年玉米收获质量报告》中发布相关的调研结果。

谷物协会致力于通过贸易提升全球粮食安全和实现经济利益互惠。为促进贸易的持续增长，本报告旨在提供关于美国作物品质方面可靠的、及时的信息，以帮助买家在做出明智合理的决策。

今年的玉米作物大部分在生殖生长期都具有良好或极佳的作物状况评级，单产创下新高，总产量为3.7152亿吨（14.626亿蒲式耳），居历史第三。预计美国国内2018/2019市场年度的玉米消费将创纪录，充足的供应也将使得出口创纪录可期；在此市场年度中，美国的出口预计占全球玉米出口总量的37.4%。

同往年的报告一样，2018/2019年玉米收获质量报告提供了有关美国当前收获的谷物进入国际贸易渠道时品质方面的及时信息。采购商最终收到的玉米质量还会受到随后的搬运、混合和储存过程的影响。协会的另一份报告，《2018/2019年玉米出口货物质量报告》，评测即将出口的玉米在国际航线装运点的品质情况，这份报告将在2019年年初面世。协会的一系列质量报告采用前后一致、透明的调查方法，以便可以与往年的品质情况进行比较。这样的信息能够帮助玉米买家做出明智的决策，并增加对美国玉米市场潜力和可靠性的信心。

协会的使命是开发市场、促进贸易、改善生活，作为这项使命的一部分，谷物协会谨以此报告竭诚为我们的合作伙伴提供服务。我们希望这份报告能继续从前的角色，为我们重要的贸易伙伴提供有关美国玉米作物品质方面准确和及时的信息。

您诚挚的

WHEN TRADE  
WORKS, THE  
WORLD  
WINS



吉姆·史帝泽兰（Jim Stitzlein）

美国谷物协会主席

2018年12月

《2018/2019年度玉米收获质量报告》的代表性样本测试显示，2018年玉米作物的总体质量在很多方面优于此前五年的平均水平（5YA<sup>1</sup>）。93.9%的样本符合美国二级玉米标准。与五年平均值相比，2018年进入销售

渠道的美国玉米作物平均总损伤更低，破碎粒和杂质（BCFM）更少，水分更低和应力裂纹更少；而平均容重、油脂含量、百粒重和真密度均高于五年均值。今年作物的主要收获结果摘要如下：

## 定级指标和水分

- 平均容重为58.4lb/bu(75.1kg/hl)。90.3%的样本超过一级玉米标准，98.2%的样本超过二级玉米标准。容重值与2017年相当并高于五年平均值，说明玉米籽粒饱满度和成熟度俱佳。
- 破碎玉米和杂质（BCFM）含量较低，仅为0.7%，略低于2017年及五年平均值。2017年，98.1%样本检测结果低于美国二级玉米限值，说明只需进行极少的除杂处理。该结果与2017年和2016年相似，这两年分别有98%和99%的样本低于二级玉米破碎粒与杂质的限值。
- 平均总损伤为1.3%，高于2017年但低于2016年和五年平均值。97.1%的样本总损伤率低于二级玉米标准的限值。
- 所收到的样品中未见热损伤。
- 粮站水分含量（16.0%）低于2017年和五年平均值，但与2016年田间干燥较好时所收获的玉米水分含量相当。分布显示24.7%的样本水分含量值在17%以上，而2017年和2016年分别有36%和29%的样本在此含量之上。该结果说明与2017年相比，2018年需要进行烘干处理的样本更少。

## 化学成分

- 干基蛋白质含量（干基8.5%），略低于2017年和2016年，但与五年平均值持平。
- 淀粉含量（干基72.5%）高于2017年，与2016年持平但低于和五年平均值。
- 平均油脂含量（干基4.0%），低于2017年，与2016年相同但高于五年平均值。

美国玉米等级和定等标准

等级	损伤颗粒最高限值			
	每蒲式耳最低容重 (磅)	热损伤 (%)	总损伤 (%)	破碎玉米与杂质 (%)
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

<sup>1</sup>五年平均值为2013/14、2014/2015、2015/2016、2016/2017和2017/18年收获报告中质量指标的平均值或标准差的简单平均数。

## 物理指标

- 应力裂纹率较低（5%），与2017年持平，高于2016年，但低于五年平均值，89.0%的样本应力裂纹率低于10%。
- 平均应力裂纹指数（11.5），低于2017年和五年平均值，但高于2016年田间干燥较好时的应力裂纹指数。玉米的破碎倾向保持在较低水平。
- 百粒重（35.07克）低于2017年，与2016年持平但高于五年平均值，说明玉米颗粒比2017年的小，但与之前年份的颗粒大小接近。
- 平均颗粒体积为 $0.28\text{cm}^3$ ，低于2017年，但接近2016年和五年平均值。
- 平均真实密度为 $1.265\text{g/cm}^3$ ，高于2017年、2016年和五年平均值。
- 平均完整颗粒（93.0%）高于2017年，低于2016年，与五年平均值接近。
- 平均角质胚乳含量为81%，与2017年及五年平均值相同，但高于2016年。这说明玉米颗粒硬度与去年及五年平均颗粒硬度相同。

## 霉菌毒素

- 所有样本，除了一份外，或者说2018年玉米样本的99.5%黄曲霉毒素检测值低于FDA最高限量20ppb。
- 2018年，100%的玉米样本呕吐毒素（DON）含量全部在FDA建议限量水平之下，与2017年和2016年相同。另外，74.6%的样本检测结果低于美国农业部（USDA）联邦谷物检验局（FGIS）的“较低一致性标准”，低于2017年。这一下降可能是因为2018年的天气条件比2017年更容易导致呕吐毒素的形成。



《2018/2019年美国谷物协会玉米收获质量报告》的设计初衷是帮助美国玉米的国际采购者了解美国商品玉米进入流通渠道时的初始品质。本报告是美国玉米作物收获品质第八份年度测量调查报告。在八年数据的基础上，天气和生长状况对美国玉米收获时品质的影响模式开始清晰浮现。

2018年美国大部分地区经历了一个反季节的、寒冷的四月，随后五月份天气变暖和，气候条件有利于播种。这些因素最初导致播种和出苗延迟，但到五月中期的时候，作物的生长水平很快就与五年平均值持平。营养生长期温暖潮湿的天气让作物得以快速生长，且长势健康，优良率达67%甚至更高，预估平均单产将创纪录。

今年在全国很多地方，作物成熟快使得收获进度也变快了，这意味着，整个九月的收获进度远远高于五年平均值。然而，十月大量的降雨阻碍了收获的进展，使得收获进度又倒退回到五年平均值。

总体来说，2018年的生长条件使作物平均容重相对较高，玉米籽粒相对较密。破碎粒和杂质（BCFM）、应力裂纹和完整颗粒比例都接近或者低于五年平均值。

这些观察展现了八年间玉米品质的差异情况，不过总体来说，《2018/19年收获报告》显示进入2018/19年销售渠道的玉米品质较高。大约77.3%的玉米样本达到一级玉米的全部等级标准，93.9%

的样本品质在二级玉米标准之上。此外，平均总损伤率和水分含量均略低于五年平均值，应适于储存。

八年的数据为评估影响玉米品质的趋势和因素建立了基础。另外，经过数年积累的玉米收获品质报告会体现越来越高的价值，能够让出口买家进行逐年比较，并根据当年的生长条件评估玉米品质。

这份《2018/19年收获报告》的数据是基于来自12个主要的玉米生产和出口州的618份商品黄玉米样本。收集到的样本来自各地收购站，用以观察玉米在产地的初始品质，也为不同的地理环境中生长的玉米品质特征变化提供了有代表性的信息。

12个采样的州分为三个大的区域，称为“出口集中区”（ECAs）。这三个出口集中区是根据通往出口市场的三个主要路径划分的：

- 墨西哥湾出口集中区包括典型的通过南湾港口出口的地区；
- 西北太平洋（PNW）出口集中区包括通过太平洋西北地区和加利福尼亚港口出口的地区；
- 南部铁路地区包括从内陆转运站通过铁向墨西哥出口玉米的地区。

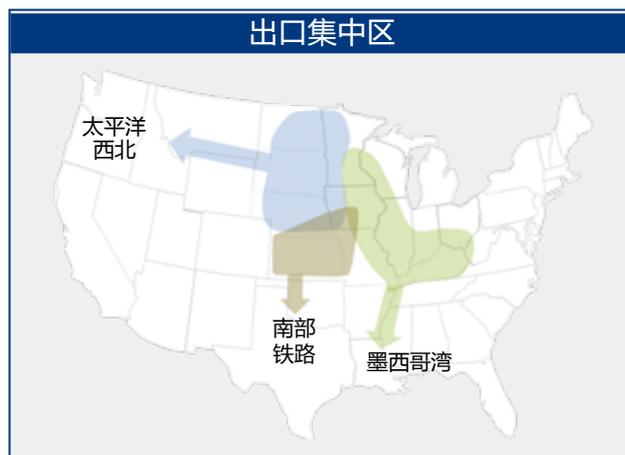


报告中样本检测结果包括全美总体水平和三个出口集中区各自的情况，提供了美国玉米品质地区差异的全貌。

玉米收获时特有的品质状况是出口客户最终收到的玉米货物品质的基础。然而，当玉米在美国销售系统中流转时，会与来自其他地方的玉米混合，共同装入卡车、驳船和火车车皮，多次储存和装卸。因此，上市时的玉米品质和在出口码头的品质和状况会有所变化。所以，《2018/19年收获品质报告》应与将随后于2019年初发布的《美国谷物协会2018/19年玉米出口货物质量报告》一并参考对照。与以往一样，出口玉米货物的品质始终应由买卖双方在合同中约定，买家尽可以就任何其关注的品质指标与卖家谈判磋商。

本报告提供每一项经检测的品质指标的详细信息，包括平均值和所有样品的总体标准差，以及三个出口集中区各自情况。“品质检测结果”部分如下对品质指标进行总结：

- 定级指标：容重、破碎玉米与杂质（BCFM）、总损伤和热损伤
- 水分
- 化学成分：蛋白质、淀粉和油脂
- 物理指标：应力裂纹/应力裂纹指数、百粒重、颗粒体积、颗粒真实密度、完整颗粒比例及角质（硬）胚乳
- 霉菌毒素：黄曲霉毒素和呕吐毒素



此外，本收获品质报告还包含了对美国作物和天气条件的简要描述；美国玉米产量、用途和展望；以及对调查和统计分析方法以及检测方法的详细介绍。

《2018/19年收获品质报告》还包括以下内容：对美国作物和天气情况的简单介绍；美国玉米的生产、使用和市场展望；问卷调查的细节，数据分析及测定分析方法；以及基于八份报告而展现的各项品质指标的平均值。

## A. 定等指标

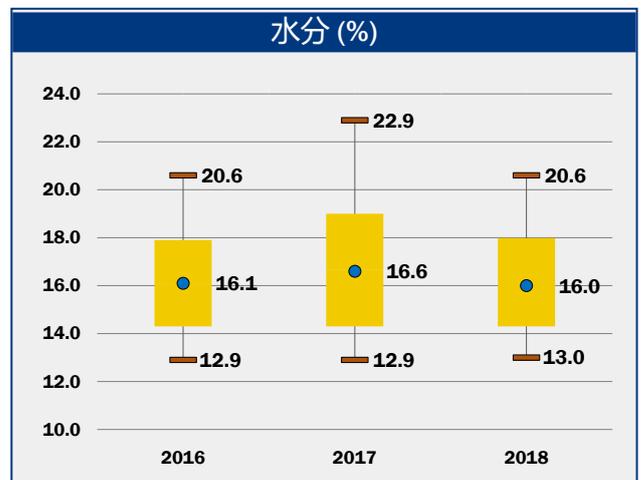
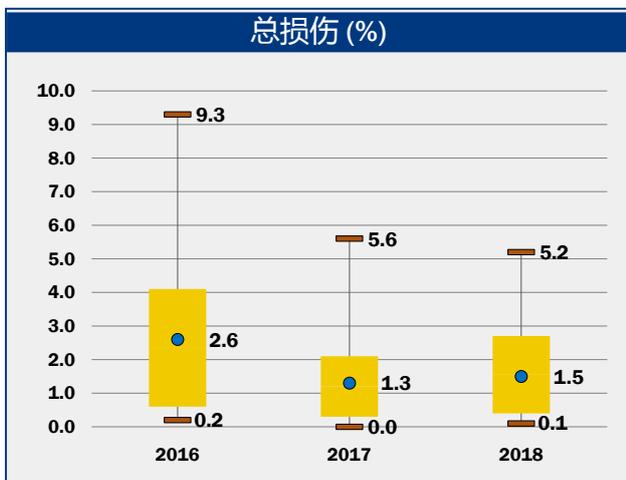
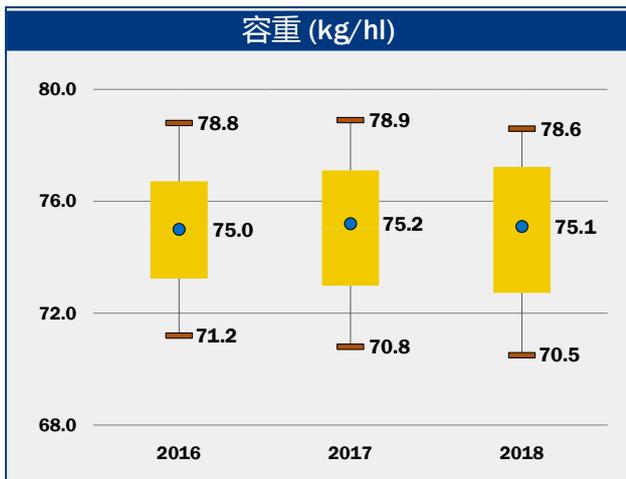
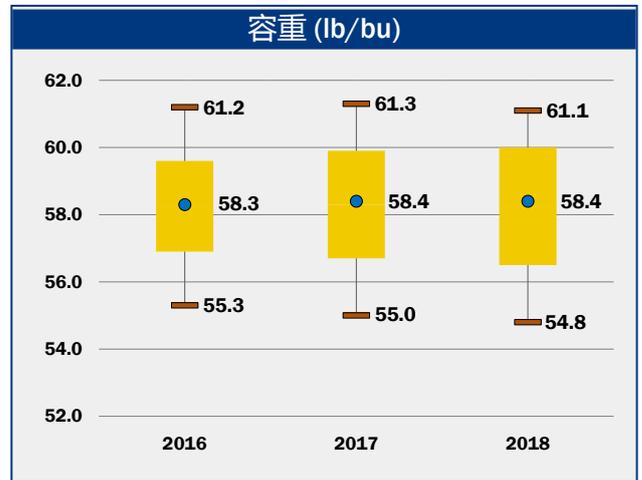
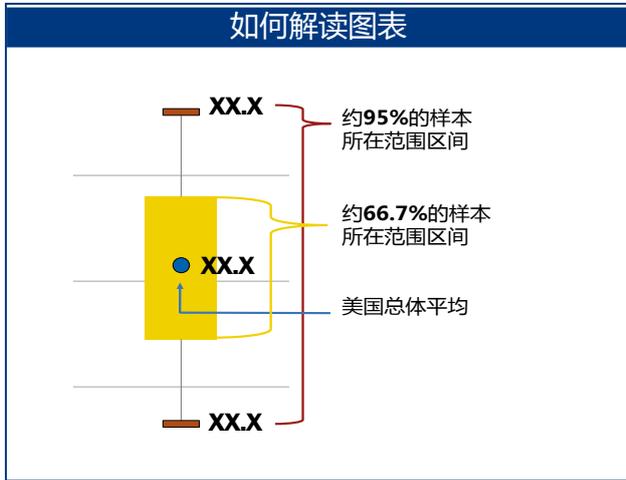
美国农业部联邦谷物检验局 (FGIS) 已设立多项衡量不同谷物品质属性的等级、定义和标准。决定玉米等级的因素包括容重、破碎玉米和杂质

(BCFM)、总损伤和热损伤。玉米等级和等级要求见本报告“美国玉米分级和等级要求”部分。

### 概述：定等指标和水分

- 2018年美国玉米总体平均容重(58.4lb/bu或75.2kg/hl)与2017年相同，略高于2016年和五年平均值，远高于美国一级玉米的标准。
- 与历年结果一样，所有出口集中区的样本总体平均容重均高于美国一级玉米标准。
- 2018年美国总体平均破碎玉米与杂质 (BCFM) 含量为0.7%，低于2017年和五年平均值 (两者均为0.8%)，且远低于美国一级玉米标准的最大限值 (56 磅/蒲)。
- 几乎所有玉米样本 (98.1%) 的破碎玉米与杂质含量 (BCFM) 均等于或低于二级玉米标准的最大限值3%。
- 三个出口集中区之间的平均破碎玉米与杂质含量的差异不超过0.1%。
- 美国总体平均破碎玉米含量为0.5%，低于去年及五年平均值，但和2016年持平。
- 美国总体平均杂质含量为0.2%，与去年及五年平均值相同，但高于2016年。
- 2018年美国总体样本的平均总损伤率为1.5%，高于2017年，低于2016年和五年平均值，远低于一级玉米限值 (3.0%)。89.2%的样本破碎粒含量不高于3%。
- 太平洋西北出口集中区的总损伤水平2018年、2017年、2016年和五年平均值均为最低，而墨西哥湾出口集中区的总损伤水平2018年、2017年、2016年和五年平均值均最高。所有出口集中区的平均总损伤都远低于美国一级玉米的限值 (3.0%)。
- 所有样本均无热损伤报告，结果与2017年、2016年和五年平均值相同。
- 2018年美国总体平均水分含量为16.0%，低于2017年和五年平均值，但与2016年相同。
- 2018年墨西哥湾出口集中区和西北太平洋的平均水分含量均为16.1%，高于南部铁路集中区 (15.5%)。南部铁路集中区平均水分含量2018年、2017年、2016年和五年平均值为三个出口集中区最低。2018年作物水分含量较高的样本数少于2017年和2016年，仅有24.7%的样本水分含量高于17.0%，而2017年的比例为36%，2016年为29%。这样的分布情况显示，2018年的玉米比往年需要较少烘干处理。
- 尽管2018年作物水分含量比2017年低，但仍应对作物加以密切留意及监控，并将水分含量保持在足够低的水平，以防在储存过程中发生霉变。

## 评级条件 总值三年平均



## 容重

容重（单位体积的重量）测量容积密度，常被当作反映玉米整体品质的总指标，同时也是对玉米进行碱法蒸煮和湿磨加工时衡量胚乳硬度的指标。同等重量的玉米，容重高者比容重低者占用的储存空间更少。影响玉米容重的根本因素是颗粒结构上的基因差异。不过，容重也和其他因素相关，包括水分含量、干燥方式、颗粒的物理损伤（破碎颗粒和表面磨损）、样本中的杂质、颗粒大小、生长

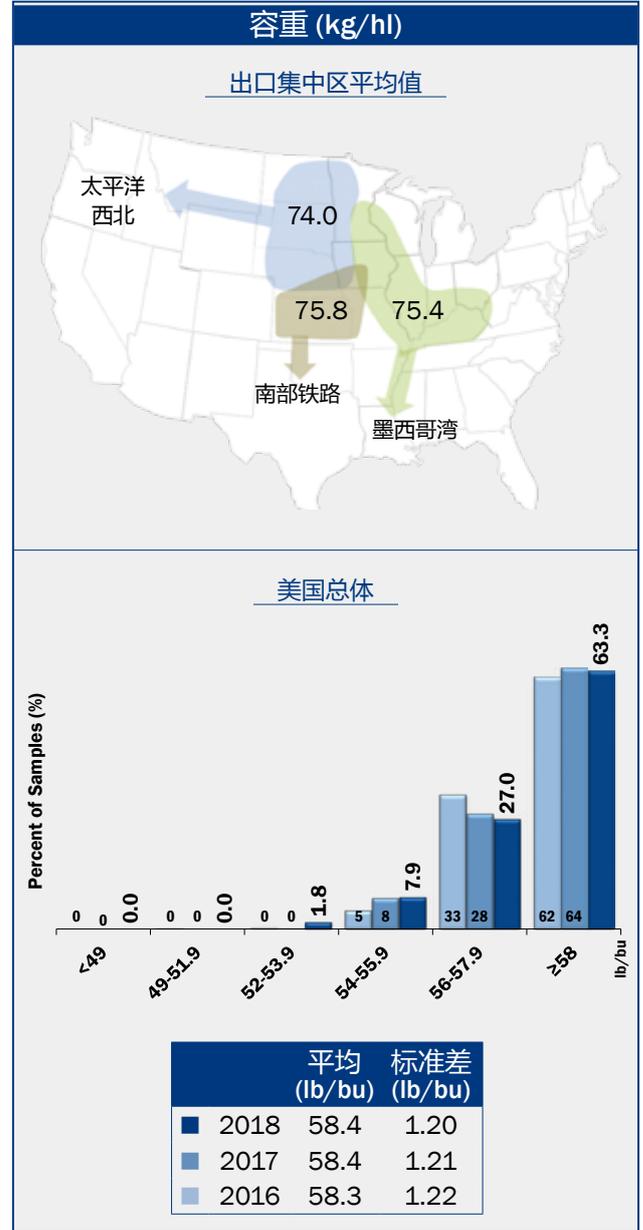
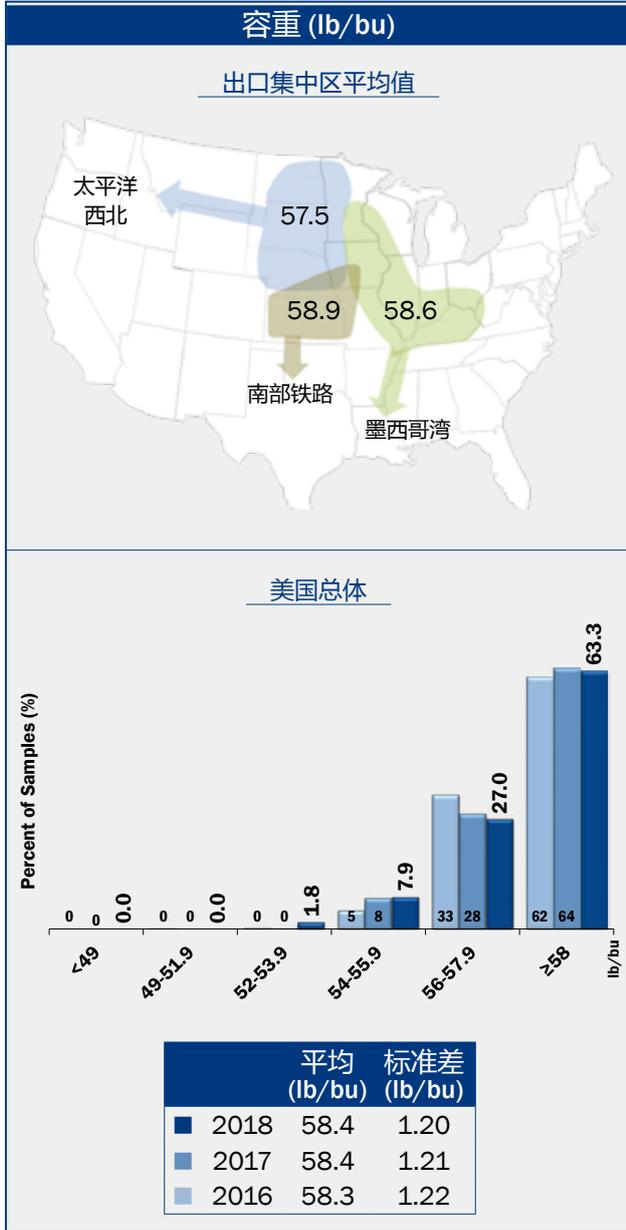
季节所遭受的外力、以及微生物侵袭。对农场送至粮站的玉米进行取样和检测，在特定的含水量条件下，容重高往往意味着品质好、角质（硬）胚乳比例高，并且玉米颗粒坚固整洁。玉米的容重与真实密度呈正相关，都反映了玉米颗粒的硬度和良好的成熟状况。

## 结果

- 2018年美国玉米总体平均容重（58.4lb/bu或75.2kg/hl）与2017年相同，略高于2016年（58.3lb/bu或75.0kg/hl）及五年平均值（58.1lb/bu或74.8kg/hl）。
- 2018年美国玉米总体平均容重远高于美国一级玉米的最低标准（56.0lb/bu）。
- 2018年总体容重的标准差1.20lb/bu与2017年（1.21lb/bu）及2016年（1.22lb/bu）接近，但低于五年平均值（1.27lb/bu）。
- 2018年收到的玉米样本容重范围（52.3到62.1或9.8lb/bu）小于2017年（52.1到62.7lb/bu或10.6lb/bu）及2016（51.5到61.9 lb/bu 或 10.4 lb/bu）。
- 2018年90.3%的样本容重值在一级玉米的指标限值56.0lb/bu之上，该结果接近2017年（92%）和2016年（95%）。2018年，98.2%的样本容重高于二级玉米的标准（54.0lb/bu），而2017年和2016年此百分比为100%。
- 三个出口集中区的平均容重均高于美国一级玉米的限定标准。墨西哥湾出口集中区（58.6lb/bu）和南部铁路出口集中区（58.9lb/bu）的平均容重更高。太平洋西北出口集中区的容重值（57.5lb/bu）2018年、2017年、2016年和五年平均值均为最低。
- 2018年太平洋西北出口集中区不仅容重值最低，其较高的标准差（1.37lb/bu）还显示波动性较大，相比之下墨西哥湾和南部铁路出口集中区的标准差分别为1.13lb/bu和1.19lb/bu。

### 美国玉米各等级最低容重

No. 1: 56.0 lbs
No. 2: 54.0 lbs
No. 3: 52.0 lbs
No. 4: 49.0 lbs
No. 5: 46.0 lbs
取样: <46.0 lbs



## 破碎玉米与杂质

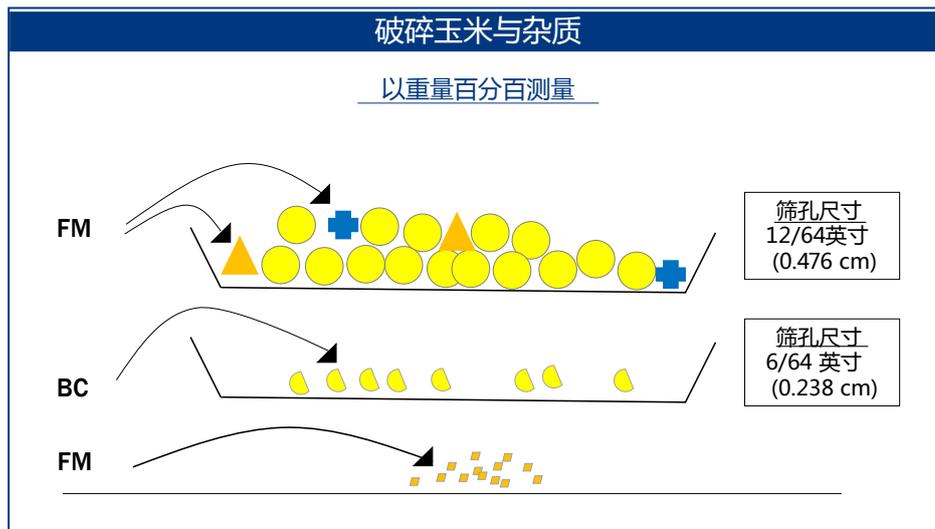
破碎玉米与杂质（BCFM）是反映玉米中适用于饲料和深加工用途的坚固清洁的颗粒数量的指标。破碎玉米和杂质的比例越低，样本中杂质和/或破碎颗粒越少。来自农场的样本出现较多破碎粒和杂质往往源于收割操作和/或掺入田里的杂草种子。破碎玉米和杂质水平会在玉米烘干和储运的过程中进一步增高，这与处理方法和颗粒的坚实度有关。

破碎玉米（BC）的定义是尺寸能通过12/64英寸圆孔筛，但无法通过6/64英寸圆孔筛的玉米

和其他物质（如杂草种子）。

杂质（FM）是指所有无法通过12/64英寸圆孔筛的非玉米物质，另外包括可以通过6/64英寸圆孔筛的所有细小物质。

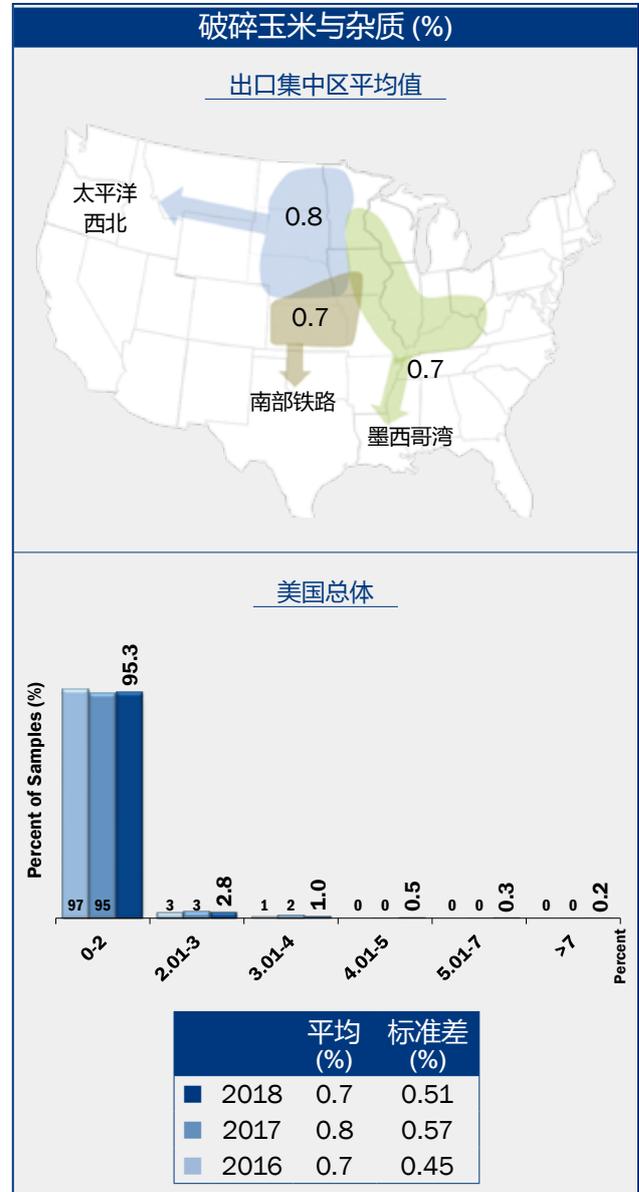
下图表展示了美国玉米等级定级时检测破碎玉米与杂质的程序。



## 结果

- 2018年美国玉米总体平均破碎玉米与杂质含量为0.7%，低于2017年（0.8%），与2016年（0.7%）持平，略低于五年平均值（为0.8%），而且远低于2.0%的美国一级玉米的最高限量。
- 2018年作物的破碎玉米与杂质波动率所体现的标准差（0.51%）略低于2017年（0.57%）和五年平均值（0.55%），但高于2016年（0.45%）。
- 2018年，破碎玉米与杂质含量的最高值和最低值之差为7.5%，与2017年（7.3%）接近，但高于2016年（4.0%）。
- 2018年的样本里，破碎玉米与杂质含量低于一级玉米标准最大限值（不超过2%）的占全部样本的95.3%；相比之下，2017年为95%，2016年为97%。几乎所有样本（98.1%）的破碎玉米与杂质含量均不高于二级玉米的最大限值3%。
- 2018年墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区之间的平均破碎玉米与杂质含量（分别为0.7%、0.8%和0.7%）差异仅为0.1%。各区之间平均破碎玉米与杂质含量之差2017年、2016年和五年平均值为0.0%和0.1%。

美国玉米各等级 BCFM 最大限制	
No. 1:	2.0%
No. 2:	3.0%
No. 3:	4.0%
No. 4:	5.0%
No. 5:	7.0%
取样:	>7%



## 破碎玉米

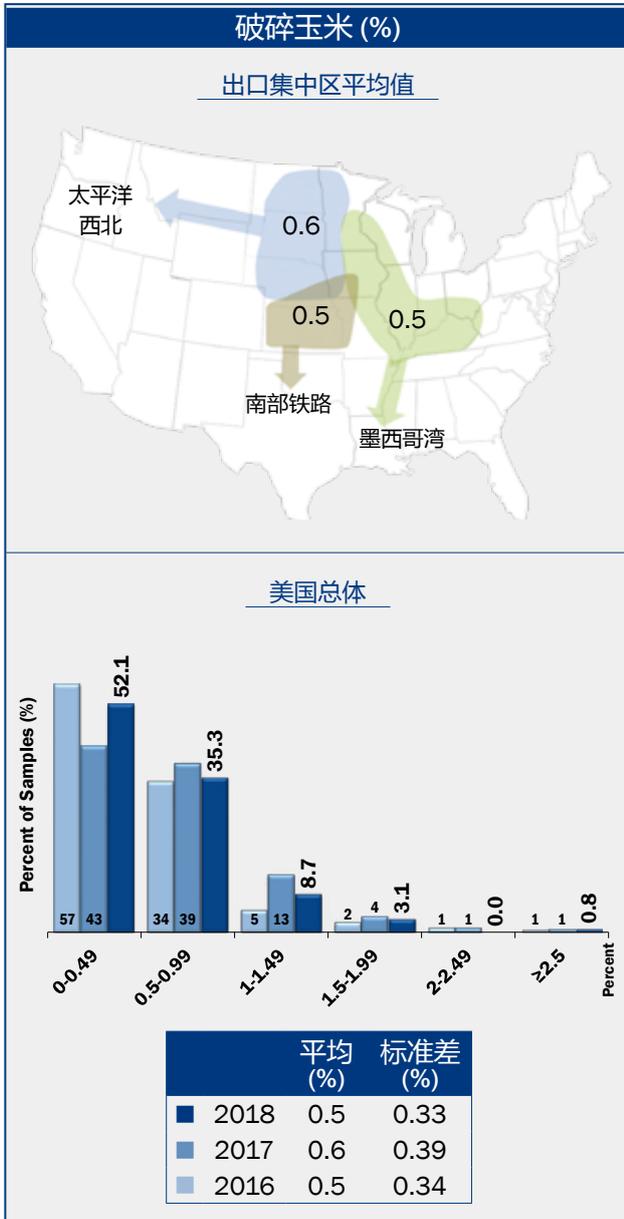
美国玉米等级对破碎玉米的定义是基于玉米颗粒的尺寸，通常还包括极少比例的非玉米物质。破碎的玉米粒与完整颗粒相比，更容易遭受霉变或虫害，并且可能在运输和加工的过程中发生问题。在储存筒仓中未被摊开和搅动时，破碎

的玉米颗粒倾向于留在筒仓的中央而完整颗粒会因重力作用分布在外层边缘。破碎玉米颗粒集中的中心区域被称为“喷口”。如果有需要，将仓内中心部分的玉米分散能够减少这种现象。

## 结果

- 2018年美国总体平均破碎玉米含量为0.5%，略低于2017年和五年平均值(均为0.6%)，但与2016年持平(0.5%)。
- 2018年作物的破碎玉米含量波动率与此前几年和五年平均值接近，以标准差表示。2018年、2017年、2016年和五年平均标准差分别为0.33%、0.39%、0.34%和0.39%。
- 破碎玉米含量的高低值之差在2018年和2017年分别为3.6%和3.5%，均小于2016年的3.8%。
- 2018年破碎粒含量等于或高于1%的玉米样本占12.6%，而2017年为19%，2016年仅为9%。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区之间的破碎玉米含量（平均分别为0.5%、0.6%和0.5%）。
- 后页中的分布图展示了破碎玉米在破碎玉米与杂质（BCFM）中的比例，可以看出在55.5%的样本中，破碎粒占破碎玉米与杂质（BCFM）的80%以上。情况与此前几年相同。





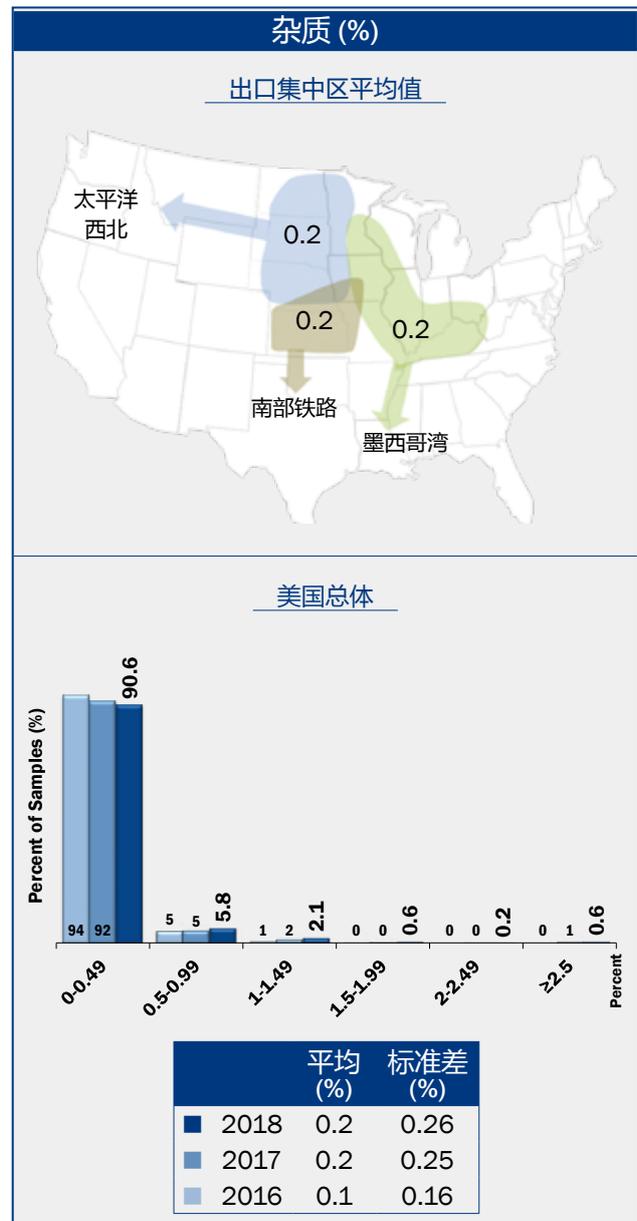
## 杂质

杂质对玉米质量的影响很大是因为它会减少玉米的饲料或加工价值。杂质的水分含量通常比玉米高，因此可能导致玉米在储存过程中有发生变质的潜在风险。另外，杂质也是造成喷口现象的原因

(如同在破碎玉米部分提到的)。并且由于水分含量高的原因，杂质与破碎玉米相比，可能会带来更多质量问题。

## 结果

- 2018年和2017年美国玉米样本总体平均杂质含量为0.2%，高于2016年（0.1%），但与五年平均值持平（0.2%）。从这些年来始终保持在低位的杂质含量水平来看，联合收割机的设计中就包括去除杂质的功能实际效果很好。
- 2018年，标准差反映出的美国玉米总体杂质含量的波动率（0.26%），与2017年几乎持平（0.25%），但高于2016年（0.16%），但和五年平均值（0.22%）相差不多。
- 2018年样本的杂质含量分布范围为0到7.3%，比2017年样本(0.0%到6.3%)和2016年样本(0到1.6%)更大。
- 2018年90.6%的玉米样本杂质含量低于0.5%，与2017年（92%）和2016年（94%）相差不多。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的杂质含量均为0.2%。所有出口集中区平均杂质含量2018年、2017年和五年平均值均为0.2%。2016年所有出口集中区的平均杂质不超过0.2%。



## 总损伤

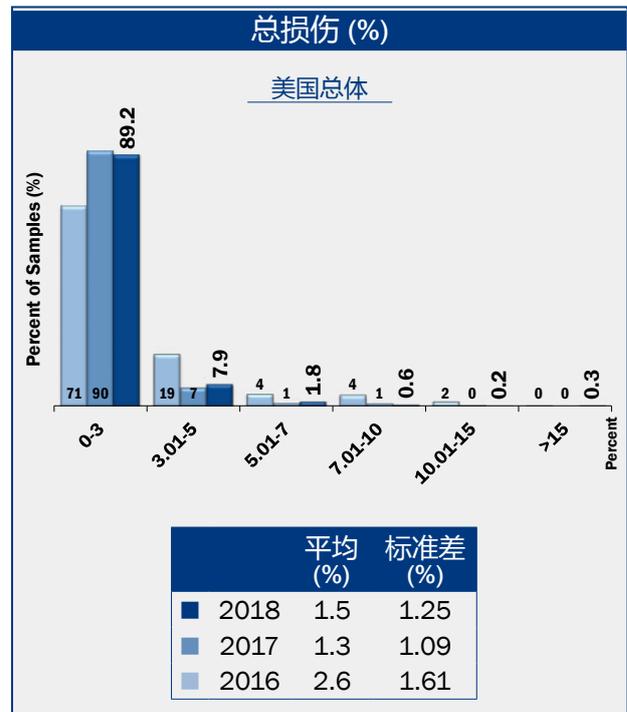
总损伤指外观有某种可见损伤的玉米颗粒和颗粒碎片的比例，包括热损伤、霜冻伤害、发芽损伤、病害损伤、天气损伤、田间损伤、生物损伤和霉变损伤。其中大部分损伤会造成颗粒变色或结构变化。损伤不包括外观正常的破碎颗粒。

霉变损伤通常与生长或存储过程中遭遇高湿和高温环境有关。有几种田中霉菌，如色二孢茎

腐病、曲霉菌、镰刀霉、赤霉菌，在生长时期如天气条件适宜霉菌滋生，会导致颗粒霉变。尽管某些会导致颗粒霉变的真菌也会引起霉菌毒素滋生，并非所有真菌都会产生霉菌毒素。玉米经过干燥或将温度降低可减少霉变几率。

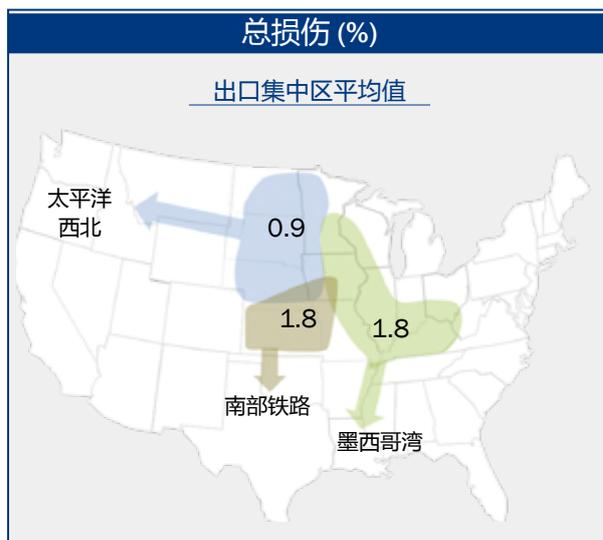
## 结果

- 2018年美国总体总损伤率(1.5%)高于2017年(1.3%)，低于2016年(2.6%)，与五年平均值(1.5%)持平。2018年的平均总损伤远低于一级玉米标准的限定值(3%)。
- 反映2018年作物总损伤波动率的标准差结果值为1.25%，高于2017年(1.09%)及五年平均值(1.15%)，但低于2016年(1.61%)。
- 2018年样本中总损伤的分布范围(0.0到19.3%)，高于2017年(0.0%到13.6%)，小于2016年(0.0到23.1%)。
- 2018年有89.2%的玉米样本损伤颗粒含量在3%以下，97.1%的样本损伤颗粒含量在5%之下。相比之下这两个百分比在2017年为90%和97%，2016年为71%和90%。



- 各出口集中区的平均总损伤情况是，墨西哥湾地区为1.8%、太平洋西北地区为0.9%、南部铁路地区为1.8%。太平洋西北出口集中区的平均总损伤最低，而墨西哥湾出口集中区的平均总损伤2018年、2017年、2016年五年平均值均为最高。
- 所有出口集中区的平均总损伤均远低于美国一级玉米的限值（3%）。

美国玉米各等级总损伤最大限值	
No. 1:	3.0%
No. 2:	5.0%
No. 3:	7.0%
No. 4:	10.0%
No. 5:	15.0%
取样:	>15%



## 热损伤

热损伤是总损伤的子集，在美国玉米的定级标准中有单独的规定。热损伤可能是温暖潮湿的玉米中微生物活动导致的，也可能源于烘干过程

中的高温。收割后直接从农场运出的玉米很少会发生热损伤。

## 结果

- 2018年所有玉米样本均无热损伤报告，与2017年、2016年、2015年和五年平均情况一致。
- 未发生热损伤的部分原因可能是新鲜样本直接从农场运送到粮站，事先很少经过烘干处理。

美国玉米各等级热损伤最大限值	
No. 1:	0.1%
No. 2:	0.2%
No. 3:	0.5%
No. 4:	1.0%
No. 5:	3.0%
取样:	>3%

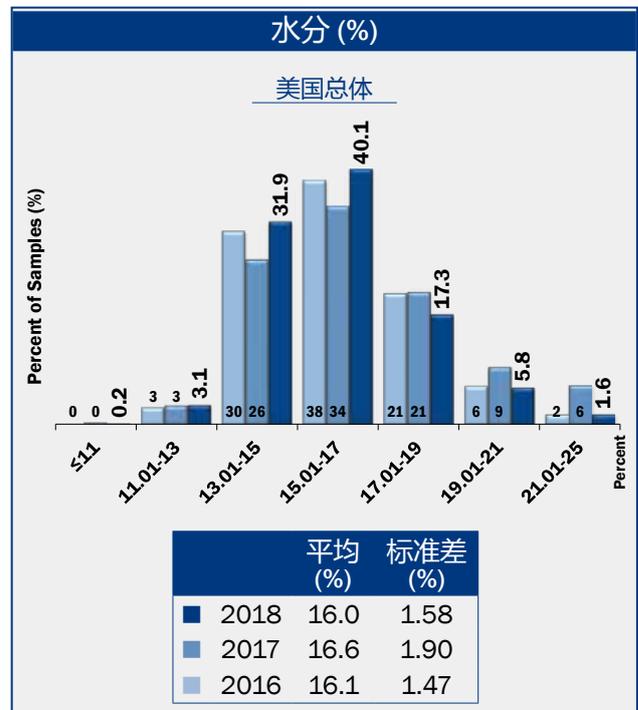
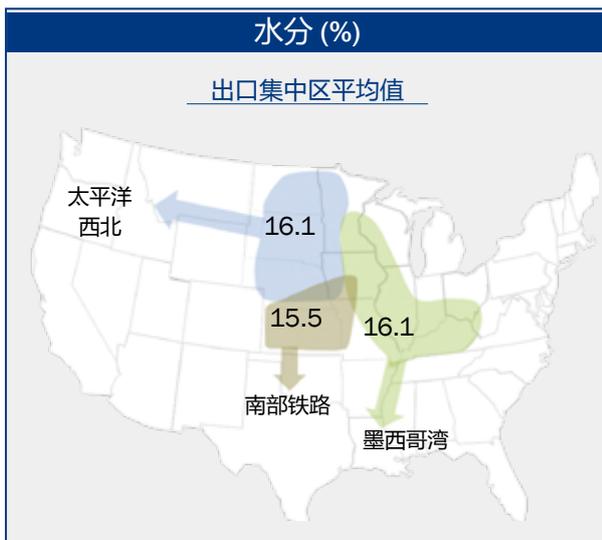
## B. 水分

官方等级证书上标出了水分含量，并且通常合同中会规定水分含量的最大值。水分含量并不是决定玉米样本应归于哪个等级的指标。水分含量的重要性在于它会影响出售和购得的玉米中干物质的总量。水分也是决定作物是否需要干燥的一个指标，它与作物是否适于贮存有潜在关系，而且会影响作物的容重。收获时水分含量高会增加收割和烘干过程中的颗粒损伤，水分含量和对烘干程度的要求可能会影响到应力裂纹、颗粒破裂和生芽几率。湿度极大的玉米在后继的储存和运输过程中可能最先发生严重的霉变损伤。

生长季节的天气会影响玉米单产、谷物成分构成和谷物颗粒的发育，而谷物收获时的水分含量很大程度上受到作物成熟度、收获时机和收获期天气条件的影响。一般储存指导原则显示，在典型的美国玉米种植带条件下将完整玉米在通风环境中储存6到12个月且能保持较好品质，水分含量最多不能超过14%。如需储存超过一年<sup>1</sup>，水分含量最好在13%以下。

### 结果<sup>2</sup>

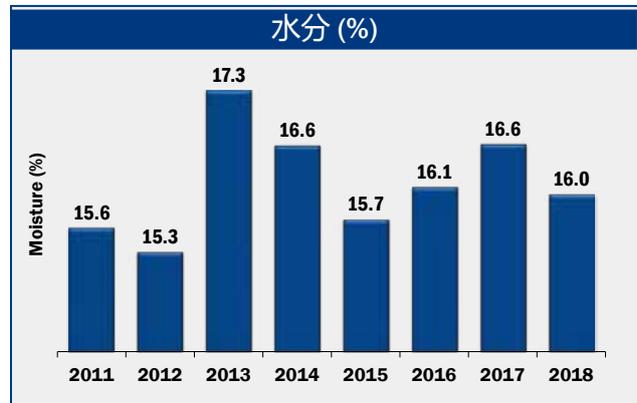
- 过去八年，美国玉米平均总体水分范围，最低值出现在干旱的2012年，为15.3%，最高值为2013年的17.3%。粮站记录的2018年美国玉米平均水分含量为16.0%，低于2017年（16.6%）、2016年（16.1%）和五年平均值（16.5%）。
- 2018年美国总体水分含量的标准差（1.58%），低于2017年（1.90%）与五年平均值（1.80%），但略高于2016年（1.47%）。



<sup>1</sup>WPS-13. 1988. 谷物干燥、运输和储存手册。中西部规划服务出版社 13号. 艾奥瓦州立大学, 埃姆斯, IA 50011

<sup>2</sup>柱图显示的差别是四舍五入取整的结果。

- 2018年样本水分含量的范围(10.1%到25.0%)与2017年(9.0%到24.4%)和2016年(11.2%到23.7%)接近。
- 2018年水分含量高的样本比2017年和2016年的样本数少, 24.8%的样本总体水分含量在17%及以上, 相比之下, 2017年为36.2%, 2016年为28.4%。这样的分布说明2018年的玉米比2017年和2016年需要较少烘干。
- 2018年作物中, 13.6%的样本水分含量低于14%, 2017年为12.8%, 2016年为12.5%。14%及以下的水分含量被认为是可以长期储存和运输的安全水平。
- 2018年水分含量的分布情况是, 35.1%的样本总体水分含量在15%及以下。15%是多数粮站计算价格折扣的基础值, 一般认为这样的水分含量水平在较低的冬季气温条件下进行短期储存是相对安全的。
- 墨西哥湾出口集中区和太平洋西北的玉米平均水分含量相同(均为16.1%), 高于南部铁路出口集中区(15.5%)。
- 南部铁路出口集中区在所有出口集中区中2018年、2017年、2016年和五年平均值均为最低。南部铁路出口集中区的样本水分含量通常较低, 因为该地区的天气条件有利于作物干燥。
- 由于2018年样本的水分含量低于2017年和五年平均值, 但仍应留意对玉米进行监控, 将水分含量保持在较低水平, 以防发生霉变。



## 概述：等级指标和水分

	2018 收获					2017 收获			2016 收获			5 年平均 (2013-2017)		
	样品数 <sup>1</sup>	平均值	标准差	最小值	最大值	样品数 <sup>1</sup>	平均值	标准差	样品数 <sup>1</sup>	平均值	标准差	平均值	标准差	
<b>美国总体</b>						<b>美国总体</b>			<b>美国总体</b>			<b>美国总体</b>		
容量 (lb/bu)	618	58.4	1.20	52.3	62.1	627	58.4	1.21	624	58.3	1.22	58.1	1.27	
容量(kg/hl)	618	75.1	1.54	67.3	79.9	627	75.2	1.55	624	75.0	1.57	74.8	1.64	
BCFM (%)	618	0.7	0.51	0.0	7.5	627	0.8*	0.57	624	0.7*	0.45	0.8	0.55	
破损玉米 (%)	618	0.5	0.33	0.0	3.6	627	0.6*	0.39	624	0.5	0.34	0.6	0.39	
杂质 (%)	618	0.2	0.26	0.0	7.3	627	0.2	0.25	624	0.1*	0.16	0.2	0.22	
总损伤率 (%)	618	1.5	1.25	0.0	19.3	627	1.3*	1.09	624	2.6*	1.61	1.6	1.19	
热损伤率 (%)	618	0.0	0.00	0.0	0.0	627	0.0	0.00	624	0.0	0.00	0.0	0.00	
水分 (%)	618	16.0	1.58	10.1	25.0	627	16.6*	1.90	624	16.1	1.47	16.5	1.80	
<b>南湾</b>						<b>南湾</b>			<b>南湾</b>			<b>南湾</b>		
容量 (lb/bu)	587	58.6	1.13	52.3	62.1	612	58.6	1.18	612	58.4*	1.24	58.2	1.27	
容量(kg/hl)	587	75.4	1.46	67.3	79.9	612	75.4	1.52	612	75.1*	1.59	75.0	1.63	
BCFM (%)	587	0.7	0.50	0.0	7.5	612	0.8*	0.58	612	0.7	0.45	0.8	0.55	
破损玉米 (%)	587	0.5	0.32	0.0	3.6	612	0.6*	0.39	612	0.5	0.34	0.6	0.39	
杂质 (%)	587	0.2	0.26	0.0	7.3	612	0.2	0.27	612	0.2*	0.17	0.2	0.22	
总损伤率 (%)	587	1.8	1.41	0.0	19.3	612	1.6*	1.33	612	3.2*	1.88	1.9	1.41	
热损伤率 (%)	587	0.0	0.00	0.0	0.0	612	0.0	0.00	612	0.0	0.00	0.0	0.00	
水分 (%)	587	16.1	1.58	10.1	25.0	612	17.0*	2.06	612	16.2	1.48	16.7	1.87	
<b>美西</b>						<b>美西</b>			<b>美西</b>			<b>美西</b>		
容量 (lb/bu)	288	57.5	1.37	52.3	62.1	291	57.7	1.28	301	58.0*	1.19	57.3	1.29	
容量 (kg/hl)	288	74.0	1.77	67.3	79.9	291	74.2	1.65	301	74.6*	1.53	73.8	1.66	
BCFM (%)	288	0.8	0.58	0.1	5.4	291	0.9	0.55	301	0.7*	0.45	0.9	0.60	
破损玉米 (%)	288	0.6	0.39	0.1	3.2	291	0.7	0.40	301	0.6	0.35	0.7	0.42	
杂质 (%)	288	0.2	0.24	0.0	4.0	291	0.2	0.23	301	0.1*	0.13	0.2	0.24	
总损伤率 (%) <sup>2</sup>	288	0.9	0.83	0.0	11.2	291	0.6*	0.49	301	1.0	0.75	0.6	0.56	
热损伤率 (%)	288	0.0	0.00	0.0	0.0	291	0.0	0.00	301	0.0	0.00	0.0	0.00	
水分 (%)	288	16.1	1.75	10.1	25.0	291	16.1	1.78	301	15.9	1.50	16.0	1.73	
<b>南部铁路</b>						<b>南部铁路</b>			<b>南部铁路</b>			<b>南部铁路</b>		
容量 (lb/bu)	355	58.9	1.19	53.6	61.9	393	58.8	1.21	395	58.5*	1.22	58.4	1.27	
容量 (kg/hl)	355	75.8	1.53	69.0	79.7	393	75.6	1.56	395	75.4*	1.57	75.2	1.64	
BCFM (%)	355	0.7	0.44	0.0	7.5	393	0.8*	0.52	395	0.7*	0.43	0.8	0.50	
破损玉米 (%)	355	0.5	0.28	0.0	1.9	393	0.7*	0.39	395	0.5	0.31	0.6	0.36	
杂质 (%)	355	0.2	0.25	0.0	7.3	393	0.2	0.19	395	0.2*	0.16	0.2	0.20	
总损伤率 (%)	355	1.8	1.23	0.0	15.3	393	1.3*	0.97	395	2.5*	1.78	1.5	1.10	
热损伤率 (%)	355	0.0	0.00	0.0	0.0	393	0.0	0.00	395	0.0	0.00	0.0	0.00	
水分 (%)	355	15.5	1.35	10.1	22.0	393	15.8*	1.48	395	15.7*	1.35	15.9	1.53	

<sup>1</sup>数据显示平均值与2018年有差异，统计是基于双尾T检验，可信度为95%

<sup>1</sup>由于各出口集中区的检验结果是复合统计值，三个出口集中区的样本数之和高于美国总值。

<sup>2</sup>预测收获总体平均值的相对公差超过±10%。

## C. 化学成分

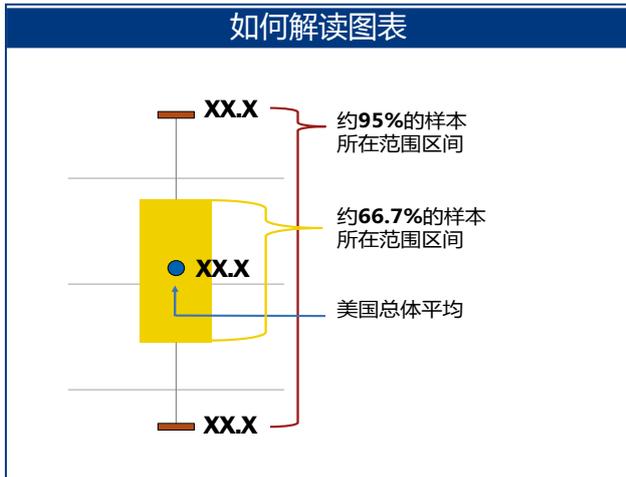
玉米的化学成分主要包括蛋白质、淀粉和油脂。这些特性并非定级指标，但与最终用户利益相关。化学成分的数值为畜禽饲养的营养价值、玉米

湿磨加工以及其它深加工用途提供了额外信息。与许多物理属性不同，化学成分值不会在储存和转运过程中发生显著变化。

### 概述：化学成分

- 2018年美国玉米总体蛋白质含量（干基8.5%）低于2017年和2016年（均为8.6%），但与五年平均值相同（8.5%）。
- 墨西哥湾出口集中区的蛋白质含量2018年、2017年、2016年和五年平均值均低于其他出口集中区。
- 2018年美国玉米总体平均淀粉含量（干基72.5%）与2017年及2016年接近，但低于五年平均值（73.1%）。
- 墨西哥湾出口集中区的淀粉含量2018年、2017年、2016年和五年平均值均高于太平洋西北和南部铁路出口集中区。
- 2018年美国玉米总体平均油脂含量（干基4.0%）低于2017年（4.1%），与2016年（4.0%）相同，高于五年平均值（3.9%）。
- 2018年玉米的化学成分波动率与2017年和2016年相似，依据是蛋白质、淀粉和油脂含量的标准差接近。
- 墨西哥湾、太平洋西北部、南部铁路出口集中区的平均油脂含量均为4.0%。各出口集中区平均油脂含量2018年、2017年、2016年和五年平均值波动率在0.1%或小于0.1%。

## 化学成分 三年的总值对比



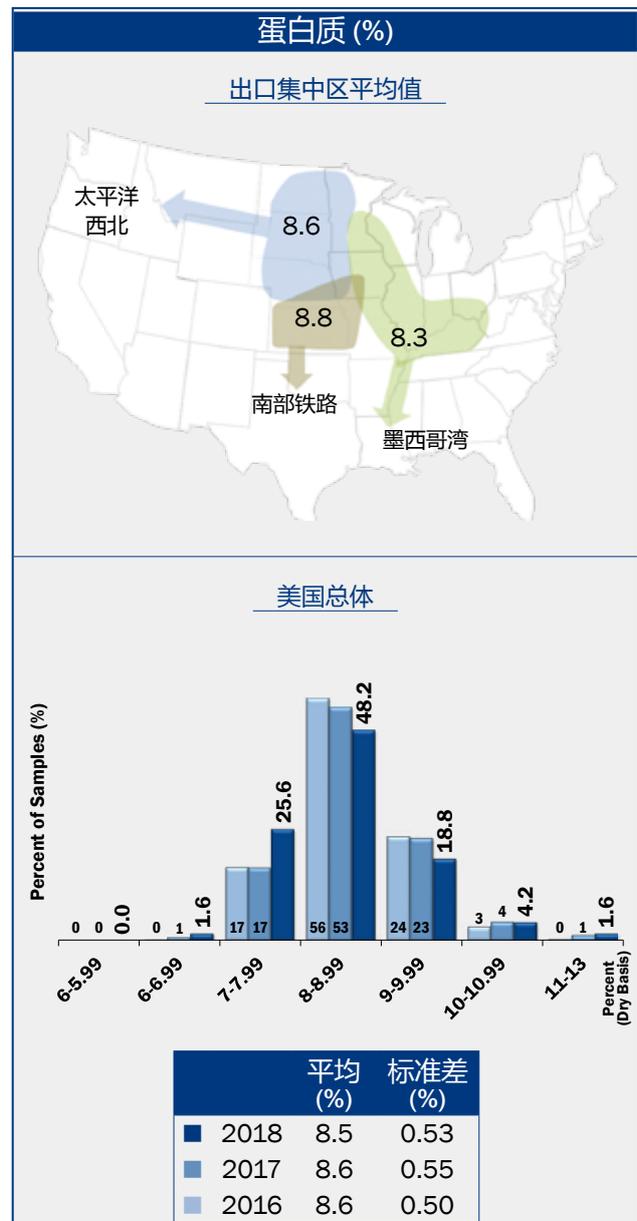
## 蛋白质

蛋白质对于畜禽饲养非常重要，它能够提供必需的含硫氨基酸，并有助于提高饲料转化率。蛋白质含量在土壤中可利用氮降低时以及在单产高的年

份会有所降低。蛋白质含量与淀粉含量通常呈负相关。检测结果建立在干基法基础上。

### 结果

- 2018年美国玉米总体平均蛋白质含量为8.5%，低于2017年和2016年（均为8.6%），但与五年平均值相同（8.5%）。
- 2018年美国玉米总体蛋白质含量的标准差（0.53%）与2017年（0.55%）和2016年（0.50%）接近，但低于五年平均值（0.56%）。
- 2018年蛋白质含量的范围（6.6%到11.9%）与2017年（6.4%到12.2%）和2016年（6.8%到11.7%）接近。
- 2018年蛋白质含量的分布情况是，27.2%的样本含量在8.0%以下，48.2%的样本在8.0%和8.99%之间，24.6%的样本蛋白质含量高于9.0%。2018年蛋白质含量的分布较之2017年和2016年，有更高的低蛋白样本数。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的玉米样本平均蛋白质含量分别为8.3%，8.6%和8.8%。墨西哥湾出口集中区玉米样本的蛋白质含量2018年、2017年、2016年和五年平均值均为最低。



- 根据美国过去八年总体平均值的统计结果，随着蛋白质含量提高，真实密度也随之提高（相关系数为0.87），如右侧图所示。总的来说，在真实密度较低的年份，蛋白质含量亦较低，而在真实密度较高的年份，蛋白质含量亦较高。



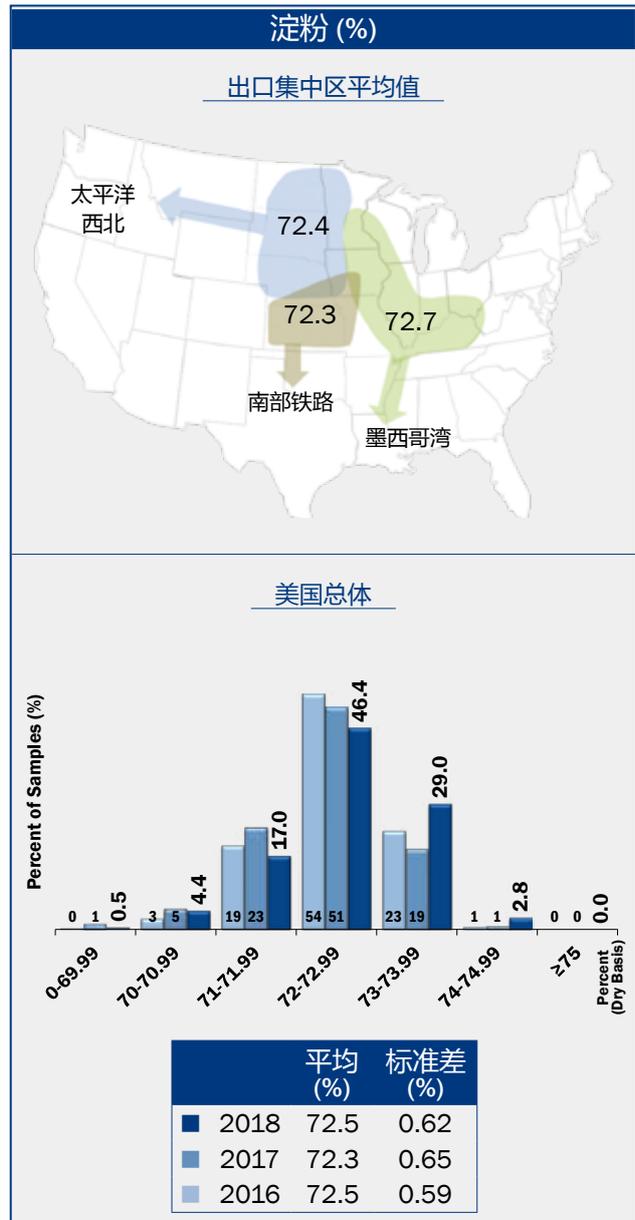
**淀粉**

淀粉含量对于湿法玉米加工商和用干磨法生产乙醇的厂商是一项重要指标。高淀粉含量往往说明玉米颗粒成熟度好、籽粒饱满，颗粒密度适中。淀粉

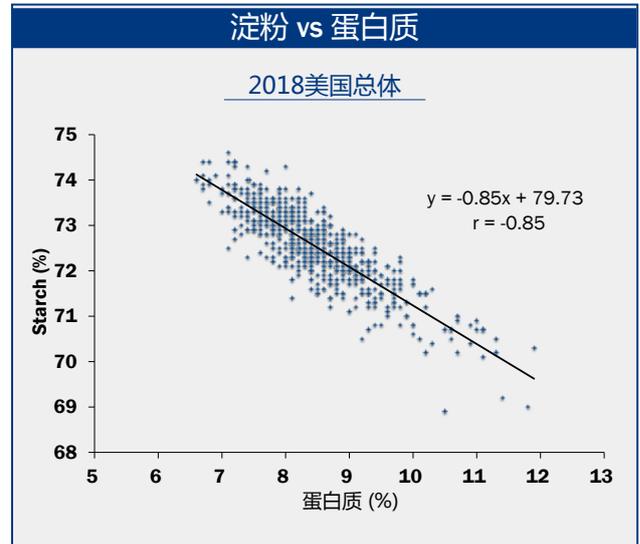
与蛋白质含量通常为负相关。检测结果建立在干基法的基础上。

**结果**

- 2018年美国玉米总体平均淀粉含量（72.5%）与2017年（72.3%）和2016年（72.5%）接近，但低于五年平均值（73.1%）。
- 2018年美国玉米总体淀粉含量标准差为0.62%，与2017年（0.65%）、2016年（0.59%）和五年平均值（0.63%）接近。
- 2018年玉米淀粉含量范围在68.9%到74.6%之间，与2017年（69.0%到74.2%）和2016年（69.2%到74.3%）接近。
- 2018年21.9%的样本淀粉含量在72.0%以下，46.4%的样本淀粉含量在72.0%和72.99%之间，31.8%在73.0%及以上。该分布结果显示，2018年淀粉含量高于73%的样本数量增加，多于2017年和2016年。



- 墨西哥湾、太平洋西北、南部铁路出口集中区的玉米平均淀粉含量分别为72.7%、72.4%、72.3%。墨西哥湾出口集中区玉米的平均淀粉含量2018年、2017年、2016年和五年平均值均为最高。因此，墨西哥湾出口集中区的玉米2018年、2017年、2016年和五年平均值均为淀粉含量最高而蛋白质含量最低。
- 由于淀粉和蛋白质是玉米中最主要的两种成分，其中一项含量增高另一项则会降低。旁边的图表中展示了淀粉和蛋白质含量之间的负相关，相关系数为-0.85。



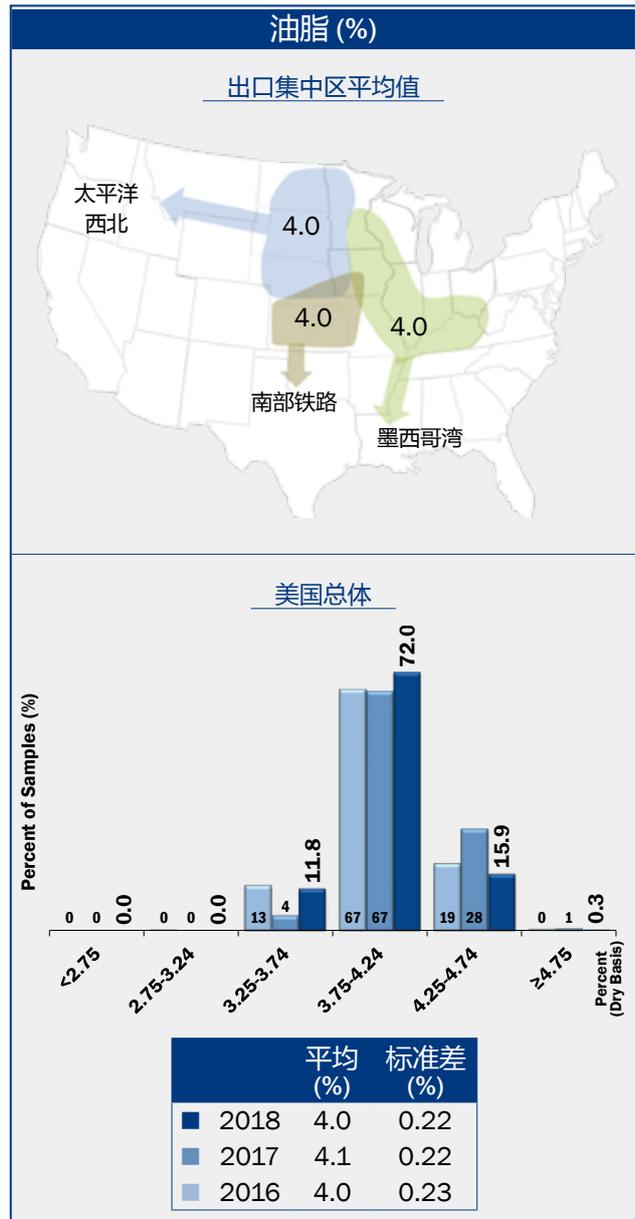
**油脂**

油脂是畜禽饲料配方中的关键成分。它起到能量来源的作用，能使脂溶性维生素被吸收，并提供某些必需的脂肪酸。油脂还是玉米湿法加工和干法

加工的一种重要副产品。检测结果建立在干基法基础上。

**结果**

- 2018年美国玉米平均总体油脂含量（4.0%）低于2017年（4.1%），与2016年（4.0%）持平，并高于五年平均值（3.9%）。
- 2018年美国玉米总体油脂含量标准差为0.22%，与2017年相同，与2016年（0.23%）接近，但略低于五年平均值（0.28%）。
- 2018年油脂含量范围为3.3%到5.2%，与2017年（3.3%到5.5%）和2016年（3.2%到4.9%）接近。
- 2018年11.8%的样本油脂含量分布在3.74%及以下的范围，72.0%的样本油脂含量在3.75%到4.24%之间，16.2%的样本油脂含量在4.25%及以上的范围。分布显示2018年油脂含量等于或高于4.25%的样本数低于2017年，但该区间样本数与2016年接近。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的玉米平均油脂含量均为4.0%。各出口集中区2018年、2017年、2016年玉米平均油脂含量波动率在0.1%或更低。



## 摘要：化学成分

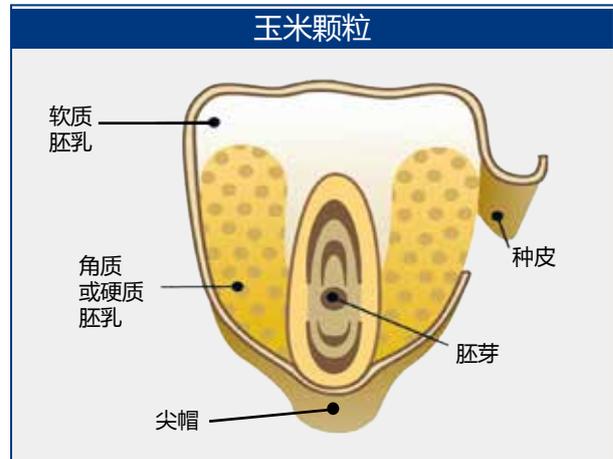
	2018 收获					2017 收获			2016 收获			5年平均 (2013-2017)		
	样品数 <sup>1</sup>	平均值	标准差	最小值	最大值	样品数 <sup>1</sup>	平均值	标准差	样品数 <sup>1</sup>	平均值	标准差	平均值	标准差	
<b>美国总体</b>						<b>美国总体</b>			<b>美国总体</b>			<b>美国总体</b>		
蛋白质 (干基 %)	618	8.5	0.53	6.6	11.9	627	8.6*	0.55	624	8.6*	0.50	8.5	0.56	
淀粉 (干基 %)	618	72.5	0.62	68.9	74.6	627	72.3*	0.65	624	72.5	0.59	73.1	0.63	
油脂 (干基 %)	618	4.0	0.22	3.3	5.2	627	4.1*	0.22	624	4.0	0.23	3.9	0.28	
<b>南湾</b>						<b>南湾</b>			<b>南湾</b>			<b>南湾</b>		
蛋白质 (干基 %)	587	8.3	0.50	6.6	11.9	612	8.5*	0.54	612	8.5*	0.48	8.4	0.55	
淀粉 (干基 %)	587	72.7	0.61	68.9	74.6	612	72.4*	0.64	612	72.6*	0.59	73.2	0.63	
油脂 (干基 %)	587	4.0	0.23	3.3	5.2	612	4.1*	0.22	612	4.0*	0.24	3.9	0.29	
<b>美西</b>						<b>美西</b>			<b>美西</b>			<b>美西</b>		
蛋白质 (干基 %)	288	8.6	0.60	6.6	11.9	291	8.9*	0.58	301	8.8*	0.55	8.8	0.59	
淀粉 (干基 %)	288	72.4	0.64	69.0	74.4	291	71.9*	0.68	301	72.2*	0.60	72.9	0.62	
油脂 (干基 %)	288	4.0	0.21	3.3	4.7	291	4.1*	0.21	301	4.1*	0.22	3.8	0.26	
<b>南部铁路</b>						<b>南部铁路</b>			<b>南部铁路</b>			<b>南部铁路</b>		
蛋白质 (干基 %)	355	8.8	0.55	6.7	11.9	393	8.8	0.54	395	8.7*	0.51	8.7	0.58	
淀粉 (干基 %)	355	72.3	0.63	70.2	74.6	393	72.3	0.62	395	72.4*	0.59	73.0	0.61	
油脂 (干基 %)	355	4.0	0.21	3.3	4.7	393	4.1*	0.21	395	4.1*	0.23	3.9	0.27	

\*数据显示平均值与2018年有差异，统计基于双尾T检验，可信度为95%。

<sup>1</sup>由于各出口集中区的检验结果是复合统计值，三个出口集中区的样本数之和高于美国总值。

## D. 物理指标

物理指标是指既非定级指标又非化学成分的其他品质属性。物理指标包括应力裂纹、颗粒重、颗粒体积、真实密度、完整颗粒比例、角质（硬）胚乳含量。物理指标的检测结果为玉米不同用途的加工特性和储运过程中耐储性和潜在破裂风险等方面提供了更多的信息。这些品质属性受到玉米颗粒物理构造的影响，而玉米颗粒物理构造又受遗传、生长及储运条件的影响。玉米的籽粒从形态上分为四部分，胚芽或胚胎、尖帽、种皮或外壳、胚乳。胚乳占籽粒的82%左右，如上图所示，分为软质胚乳（亦称粉质或不透明胚乳）和角质胚乳（亦称硬质或透明胚乳）。胚乳的主要成分是淀粉和蛋白质，胚芽含有油脂和一些蛋白质，而种皮和尖帽主要由纤维构成。



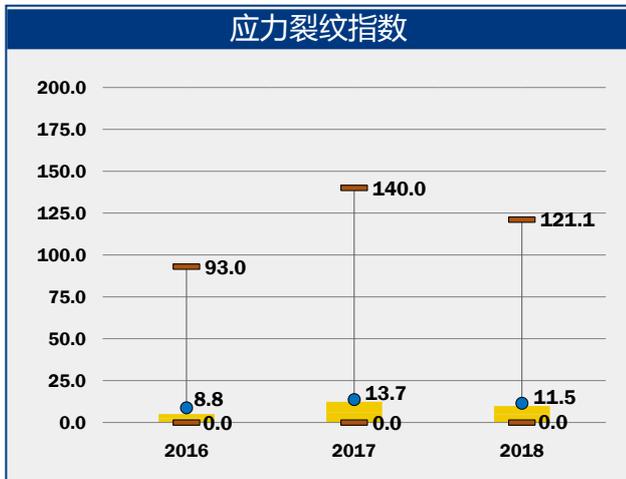
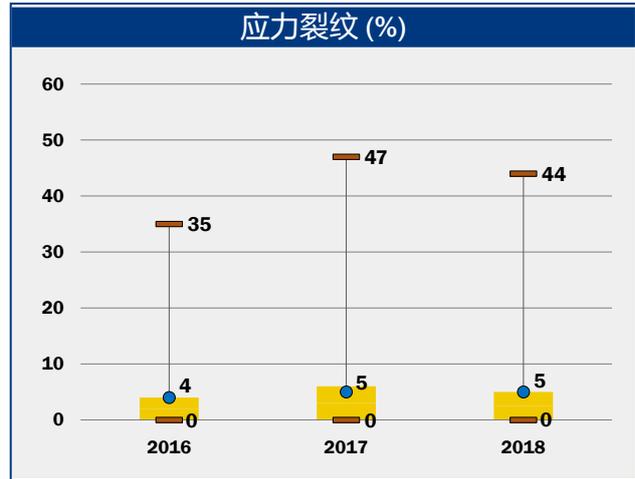
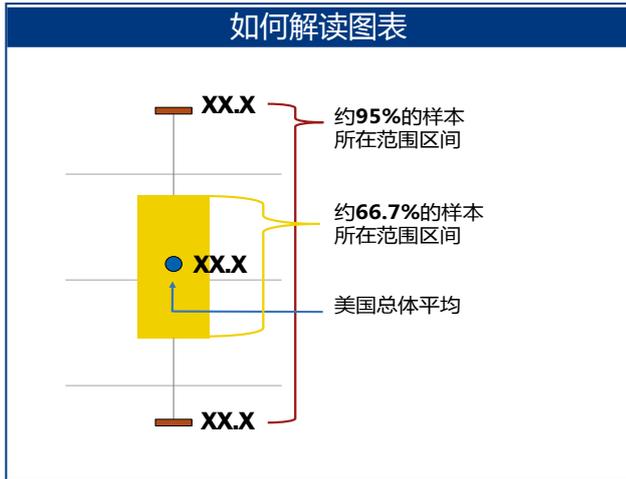
来源: 摘编自玉米精炼者协会。2011

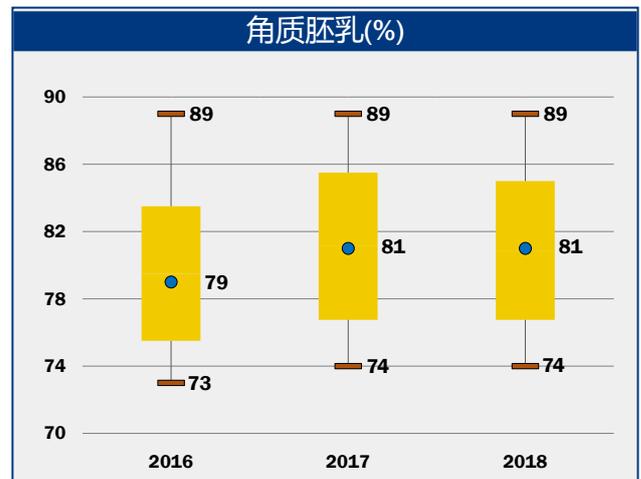
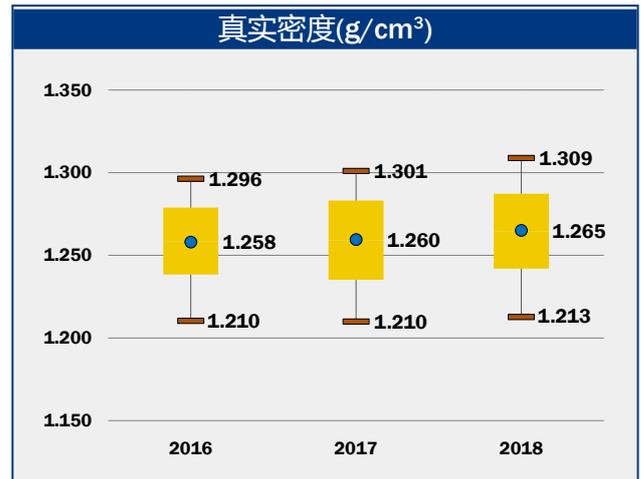


## 概述：物理指标

- 美国总体平均应力裂纹（5%）和应力裂纹指数（11.5）与2017年接近，略低于五年平均值，说明2018年玉米的易破损率可能接近2017年，表现略优于五年平均值。
- 三个出口集中区中，南部铁路出口集中区的平均应力裂纹率和平均应力裂纹指数2018年、2017年、2016年和五年平均值均为最低。
- 2018年美国总体平均百粒重（35.07克）低于2017年，与2016年接近，但高于五年平均值。
- 2018年美国玉米总体平均颗粒体积为0.28cm<sup>3</sup>，低于2017年，但与2016年和五年平均值相同。2018年大颗粒玉米百分比低于2017年，但与2016年及此前年份接近。
- 太平洋西北出口集中区的平均百粒重、颗粒体积2018年、2017年、2016年和五年平均值在三个出口集中区中均为最低。
- 2018年美国总体平均颗粒真实密度为1.265克/cm<sup>3</sup>，高于2017年、2016年和五年平均值。2018年颗粒真实密度在1.275克/cm<sup>3</sup>以上的分布比例说明2018年度的玉米颗粒比2017年和2016年硬度大。所有出口集中区中，太平洋西北出口集中区的真实密度及容重2018年、2017年、2016年和五年平均值均为最低。
- 2018年美国总体平均完整颗粒率为93.0%，高于2017年，低于2016年，但接近五年平均值。
- 2018年美国玉米总体平均角质（硬）胚乳含量为81%，与2017年和五年平均值相同，但高于2016年（79%）。各出口集中区总体平均角质（硬）胚乳含量2018年、2017年、2016年和五年平均值均在一个百分点以内。在真实密度较高的年份，美国总体平均角质胚乳含量往往会增加。

**物理指标  
三年的总值对比**





## 应力裂纹

应力裂纹是玉米颗粒角质（硬）胚乳的内部裂缝。有应力裂纹的玉米粒通常表皮（或外层）并无损伤，所以即使存在应力裂纹，第一眼看上去从玉米颗粒的外观也难以察觉。

应力裂纹的测量包括“应力裂纹率”（至少有一条裂纹的玉米粒所占百分比）和应力裂纹指数，指一条、两条、多条裂纹的加权平均数。这两种测量方法都使用相同的样本，即100个没有外部损伤的完整玉米颗粒。应力裂纹率只测量有应力裂纹的籽粒数量，而应力裂纹指数则显示裂纹现象的严重程度。例如，如果一半的玉米颗粒只有一条裂纹，那么应力裂纹率为50%，而应力裂纹指数为50（ $50 \times 1$ ）。但如果一半的玉米颗粒都有多条裂纹（两条以上），意味着在储运过程中出现破损的风险更大，应力裂纹率依然为50%，但应力裂纹指数则为250（ $50 \times 5$ ）。应力裂纹率和应力裂纹指数的数值越低越好。应力裂纹率高的年份，应力裂纹指数的参考价值很大，因为高应力裂纹指数（可能在300到500之间）说明样本中有多条裂纹的颗粒比例很高。多条裂纹比单条裂纹对品质变化威胁更大。

应力裂纹产生的原因是玉米颗粒角质胚乳中水分和温度变化所造成的积聚压力。这种现象可以类比为冰块投入到微温的饮品后产生的内部裂缝。内部压力在较软的、粉质的胚乳中积聚程度不及坚硬的角质胚乳；因此，角质胚乳含量较高的玉米颗粒与软一些的颗粒相比更可能产生应力裂纹。玉米颗粒应力裂纹现象具有不同的严重程度，可能会有一条、两条或者多条裂纹。应力裂纹产生的最常见原

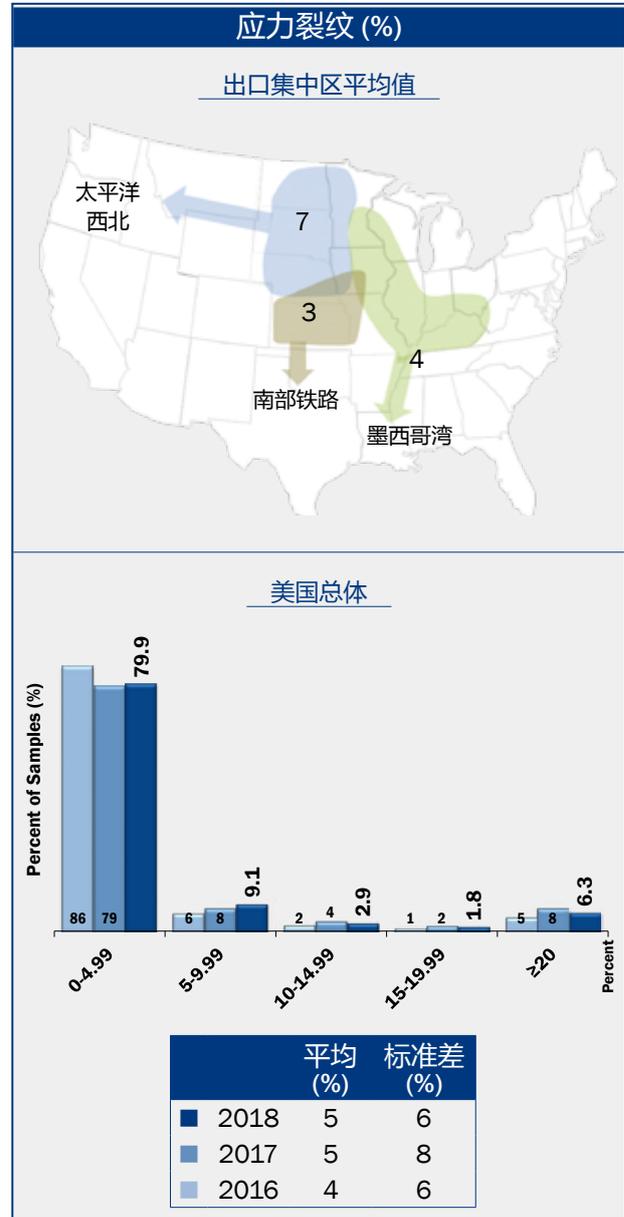
因是高温烘干使水分快速流失。高应力裂纹率对不同工序的影响包括：

- 一般情况：会增加玉米在储运过程中的破裂风险，导致玉米破碎颗粒增多，需要在加工时的除杂工序中予以去除，并且可能会导致玉米的等级/价值降低。
- 湿磨加工：淀粉和蛋白质更难分离而造成淀粉出品率低。应力裂纹还可能会改变对浸泡工序的要求。
- 干磨加工：造成大粒玉米糝(许多干磨加工程序的主要产品)的出品率降低。
- 碱法蒸煮：使玉米吸水不均匀，造成过度蒸煮或蒸煮不足，影响加工程序的均衡性。

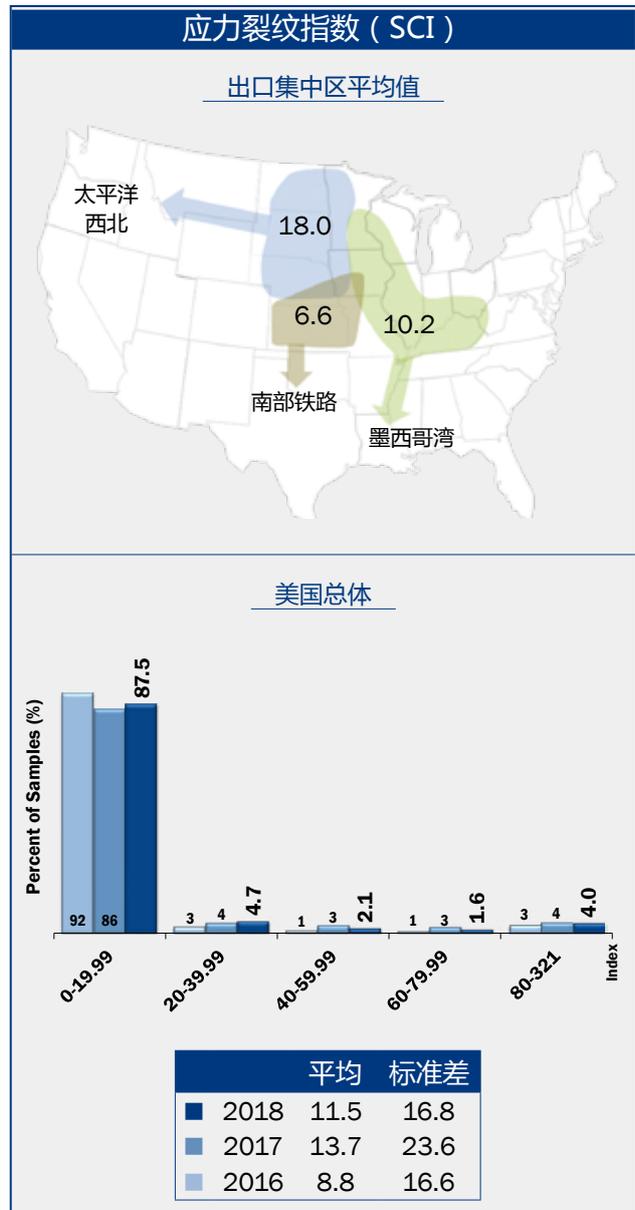
玉米生长条件会影响到作物成熟度、收割时机和对人工烘干的需求，从而也影响到不同地区的玉米产生应力裂纹的程度。例如，因降雨推迟播种或者气温偏低等天气相关因素导致的晚熟或者晚收，会增加人工烘干的需要，从而也会增加产生应力裂纹的可能性。

## 结果

- 2018年美国玉米总体平均应力裂纹率为5%，与2017年相同，高于2016年（4%），但低于五年平均值（6%）。
- 2018年美国总体应力裂纹标准差（6%）与2017年（8%）、2016年（6%）和五年平均值（7%）接近。
- 2018年应力裂纹率的范围在0%到88%之间，与2017年（0%到90%）、2016年（0%到84%）接近。
- 2018年应力裂纹率在10.0%以下的样本比例（89.0%）与2017年（87%）接近，但低于2016年（92%）。2018年还有6.3%的样本应力裂纹率超过20.0%，介于2017年（8%）与2016年（5%）之间。
- 应力裂纹的分布情况显示2018年的玉米破裂风险略接近2017年，但略高于2016年。
- 2018年墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的应力裂纹率分别为4%、7%和3%。在所有出口集中区中，南部铁路出口集中区的应力裂纹2018年、2017年、2016年和五年平均值均为最低。



- 2018年美国总体平均应力裂纹指数为11.5，低于2017年（13.7）和五年平均值（14.4），但高于2016年（8.8）。
- 2018年美国总体应力裂纹指数标准差（16.8）低于2017年（23.6）和五年平均值（22.9）。
- 2018年玉米样本中，92.2%样本应力裂纹指数低于40，与2017年（90%）和2016年（95%）接近。因此，2018年应力裂纹指数分布情况与2017年及2016年情况相似。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的平均应力裂纹指数分别为10.2、18.0和6.6。南部铁路出口集中区应力裂纹指数2018年、2017年、2016年和五年平均值均为最低。该地区的低应力裂纹指数可能与组成南部铁路出口集中区的几个州田中干燥的条件较好有关。
- 2018年，生长期的大部分时间作物生长条件优良率维持在68%到77%。吐丝率高于前几年。收割期开始得早但降雨延误了进一步收割。平均湿度（16.0%）低于2017年和五年平均值。九月份玉米带大部分地区的温暖气温带来了良好的干燥条件和低应力裂纹率。2016年是播种和出苗最早的一年，也是农作物优良率最高、收割期最早的一年。该年份应力裂纹率（4%）和应力裂纹指数（8.8）最低，湿度相对低（16.1%）。但2018年排序紧随2016年之后，应力裂纹率为5%，应力裂纹指数为11.5，湿度较低，为16.0%。



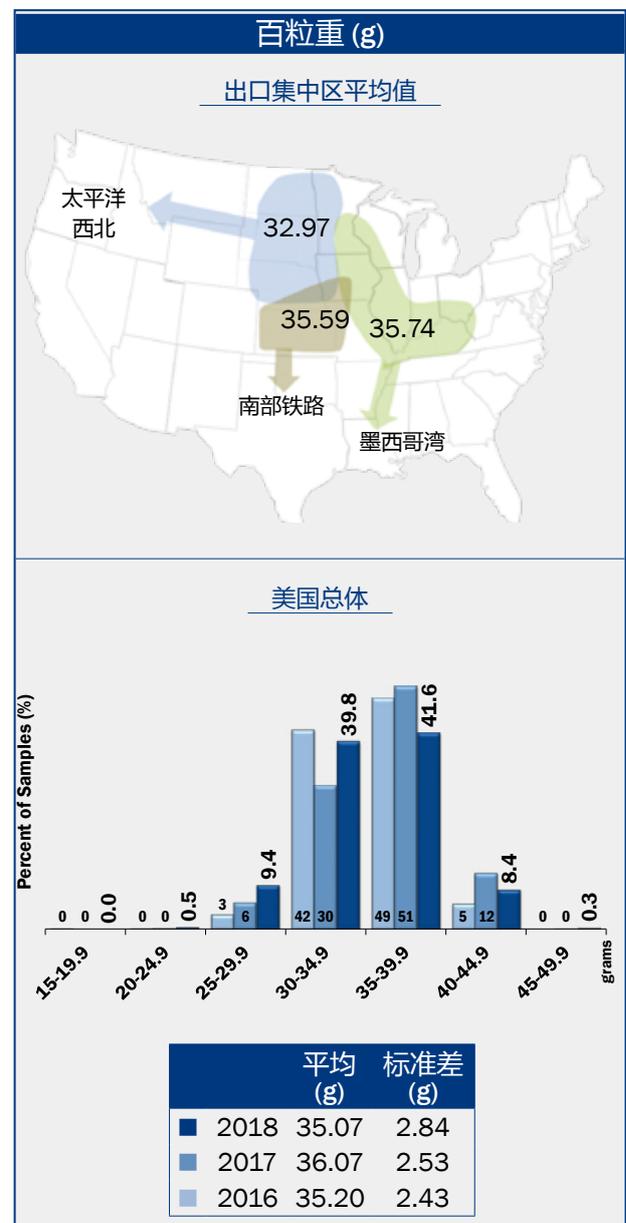
## 百粒重

百粒重(简称100-K,以克计算)的数值越大,则玉米颗粒越大。颗粒大小影响烘干速率。颗粒越大,则体积-表面积比越高,该比值越高,则烘干越慢。另外,尺寸均匀的大颗粒玉米

在干磨加工时玉米糝出品率更高。角质(硬)胚乳含量越高的玉米特色品种,其颗粒重量通常也越大。

## 结果

- 2018年美国玉米样本的总体平均百粒重为35.07克,低于2017年(36.07克),接近2016年(35.20克),但高于五年平均值(34.61克)。
- 2018年美国总体百粒重波动率(标准差为2.84克)高于2017年(2.53克)和2016年(2.43克),接近五年平均值(2.62克)。
- 2018年百粒重范围为23.86克到45.88克,接近2017年(23.06克到46.44克)和2016年(18.91克到44.17克)的范围。
- 2018年50.3%的玉米样本百粒重达到或超过35克,2017年则为63%,2016年为54%。该分布结果说明相比2017年,2018年大颗粒玉米的比例略为降低,但仍与2016年情况接近。
- 太平洋西北出口集中区的平均百粒重最低,为32.97克,相比之下墨西哥湾出口集中区为35.74克,而南部铁路出口集中区为35.59克。太平洋西北出口集中区的百粒重2018年、2017年、2016年和五年平均值亦均为最低。



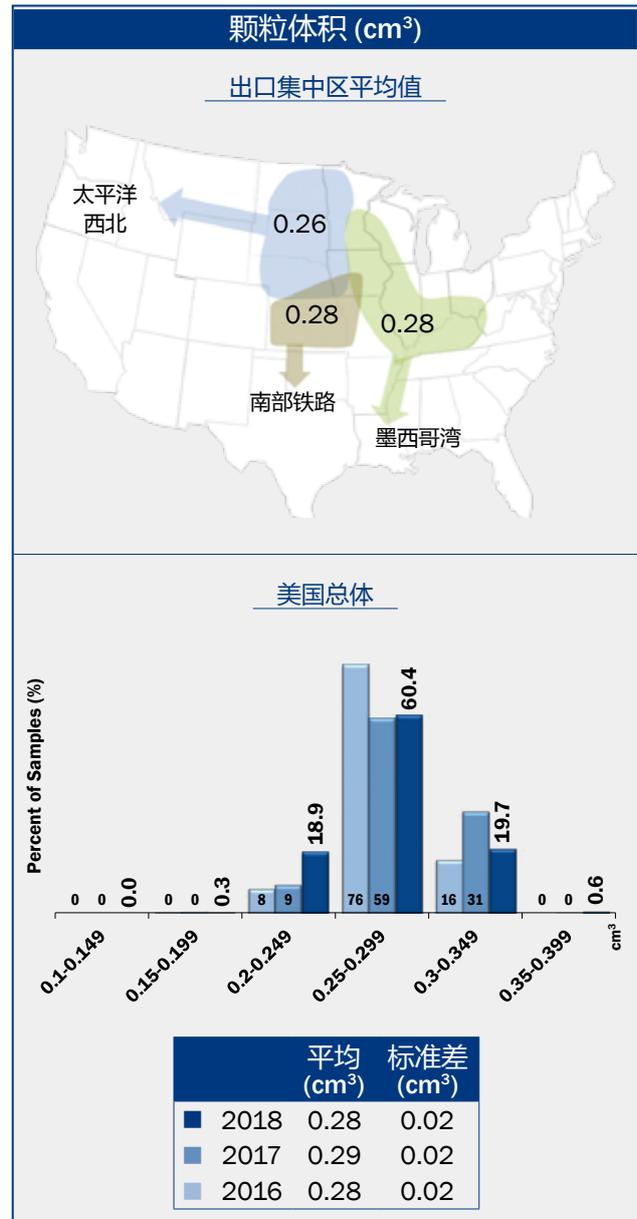
## 颗粒体积

用立方厘米 (cm<sup>3</sup>) 为单位表示的玉米颗粒体积通常可反映作物的生长条件。在干燥的条件下, 颗粒可能会小于平均值。如果在生长后期遭遇干旱, 颗粒可能不够饱满。小粒或圆粒玉米更难以去

除胚芽。另外, 玉米颗粒小可能会导致在加工程序中的除杂步骤损耗更高, 纤维产出率也会更高。

### 结果

- 2018年美国玉米总体平均颗粒体积为0.28cm<sup>3</sup>, 低于2017年(0.29cm<sup>3</sup>), 但与2016年和五年平均值(均为0.28cm<sup>3</sup>)相同。
- 颗粒体积的波动率历年来始终保持稳定。美国总体颗粒体积标准差2018年、2017年、2016年和五年平均值均为0.02cm<sup>3</sup>。
- 2018年颗粒体积的范围(0.19cm<sup>3</sup>到0.36cm<sup>3</sup>)与2017年(0.18cm<sup>3</sup>到0.36cm<sup>3</sup>)、2016年(0.16cm<sup>3</sup>到0.34cm<sup>3</sup>)接近。
- 2018年20.3%的样本颗粒体积等于或大于0.30cm<sup>3</sup>, 2017年该比例为31%, 2016年为16%。这样的分布情况表明2018年大颗粒玉米的比例低于2017年, 但与2016年接近。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的平均颗粒体积分别为0.28cm<sup>3</sup>、0.26cm<sup>3</sup>和0.28cm<sup>3</sup>。在几个出口集中区中, 太平洋西北的玉米平均颗粒体积2018年、2017年、2016年和五年平均值均为最低。



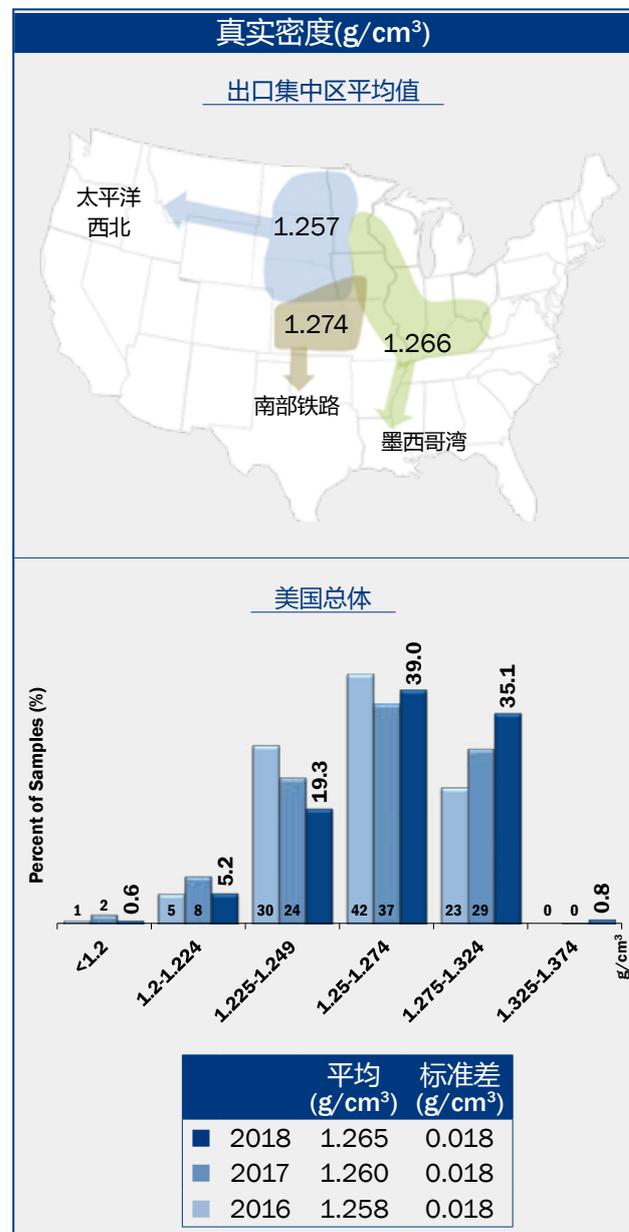
## 颗粒真实密度

颗粒真实密度的计算方法是用一百粒玉米的重量除以同一百粒玉米的体积或排水量，以克/立方厘米 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) 作计算单位。真实密度是反应籽粒硬度的相对指标，对碱法加工和干磨加工有参考价值。真实密度可能会受到玉米品种的遗传基因和生长环境的影响。在储运过程中，真实密度较高的玉米往往比密度低的玉米更不易碎裂，但如经过高温烘干，密度高的玉米产生应力

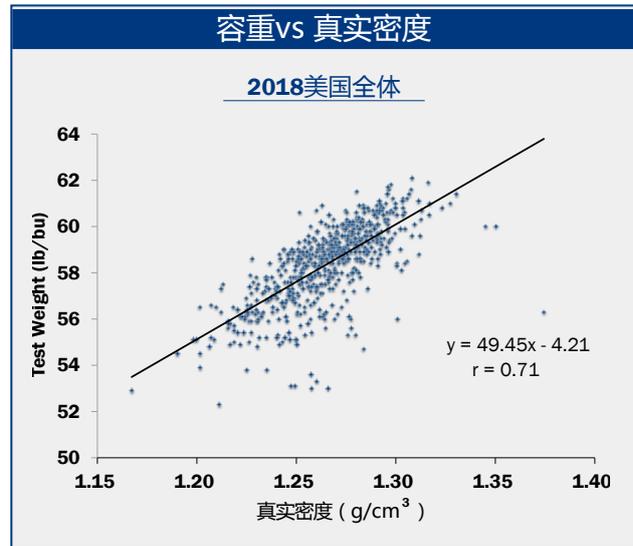
裂纹的风险更大。真实密度在 $1.30\text{g}/\text{cm}^3$ 之上说明玉米硬度很大，适用于干磨和碱法加工。真实密度在 $1.275\text{g}/\text{cm}^3$ 左右或更低的玉米往往较软，适合湿磨和饲料用途。

### 结果

- 2018年美国玉米总体平均真实密度为 $1.265\text{g}/\text{cm}^3$ ，高于2017年 ( $1.260\text{g}/\text{cm}^3$ )、2016年和五年平均值 (均为 $1.258\text{g}/\text{cm}^3$ )。过去八年来的趋势显示，蛋白质含量高的年份真实密度亦较高。
- 基于标准差计算的2018年玉米样本真实密度波动率 ( $0.018\text{g}/\text{cm}^3$ ) 与2017年、2016年 (均为 $0.018\text{g}/\text{cm}^3$ ) 相同，接近五年平均值 ( $0.019\text{g}/\text{cm}^3$ )。
- 2018年真实密度的分布范围为 $1.167\text{g}/\text{cm}^3$ 到 $1.374\text{g}/\text{cm}^3$ ，2017年为 $1.135\text{g}/\text{cm}^3$ 到 $1.332\text{g}/\text{cm}^3$ ，2016年为 $1.162\text{g}/\text{cm}^3$ 到 $1.320\text{g}/\text{cm}^3$ 。
- 2018年大约有35.9%的样本真实密度在 $1.275\text{g}/\text{cm}^3$ 以上，2017年、2016年该比例分别为29%和23%。由于真实密度在 $1.275\text{g}/\text{cm}^3$ 以上通常被认为是硬玉米而在此数值之下则认定为软玉米，该分布结果说明2018年的玉米与2017年和2016年相比稍硬。
- 2018年墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的玉米颗粒平均真实密度分别为 $1.266\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.257\text{g}/\text{cm}^3$ 和 $1.274\text{g}/\text{cm}^3$ 。太平洋西北出口集中区的玉米颗粒平均真实密度和容重2018年、2017年、2016年和五年平均值均低于其他出口集中区。



- 容重，也被称作容积密度，是基于能够装入一个夸特杯的实物量测算而来。如旁边图例所示，容重受到真实密度值的影响（相关系数为0.71），也与水分含量、表皮损伤（完整颗粒）和颗粒破裂及其他因素相关。2018年玉米样本的容重为58.4lb/bu，与2017年数值相同，接近2016年的58.3lb/bu。



## 完整颗粒

虽然这个名称暗示了完整颗粒和破碎玉米与杂质的对立关系，但实际上完整颗粒的检测传达的信息与破碎玉米与杂质检测中的破碎玉米部分有区别。破碎玉米仅根据材质的尺寸来定义。而完整颗粒，正如其名称的字面意思，表示无表皮损伤或颗粒缺损的完好籽粒在样本中的百分比。

有两个主要原因使得玉米颗粒外皮完整具有很高的的重要性。第一，它影响碱法蒸煮过程中的水分吸收。颗粒有缺口或表皮有裂纹，相比完整颗粒，会使水分渗入更快。蒸煮过程中摄取过多水分会导致可溶物流失、蒸煮不均、代价昂贵的程序终止和/或产品不达标。一些公司甚至愿意支付合同溢价以求收到的玉米货物中完整颗粒比例在一定水平之上。

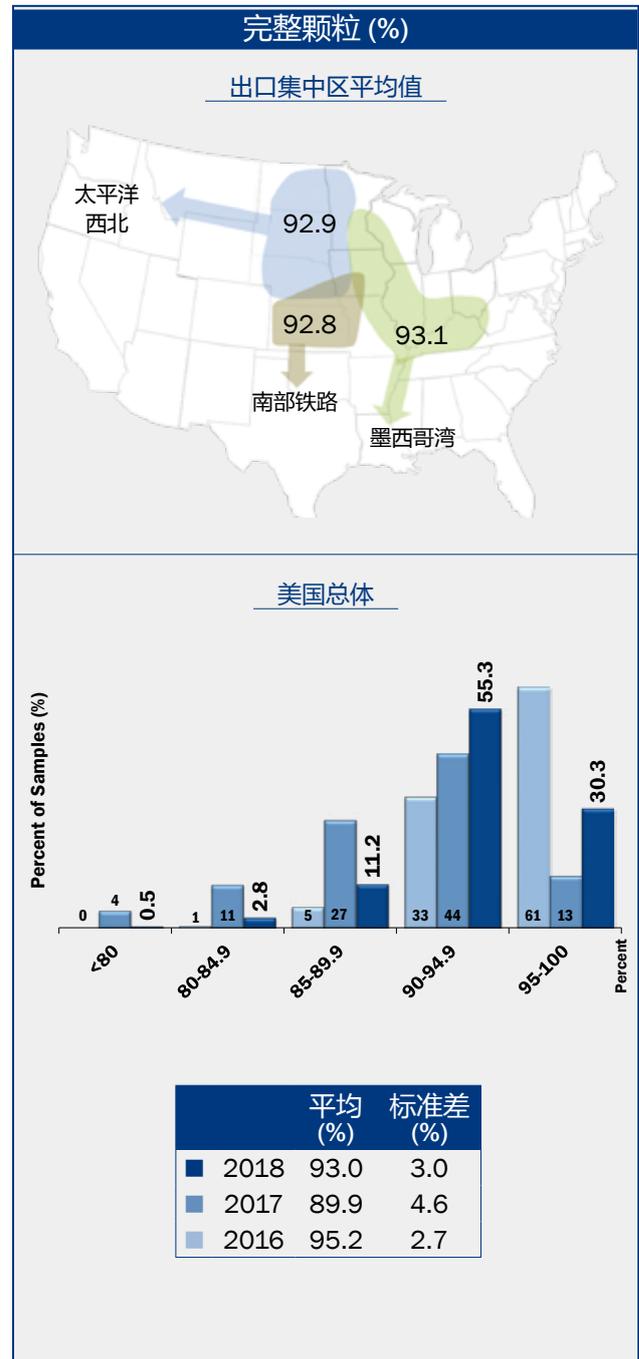
第二，完好无损的颗粒在储存过程中霉变和在运输中破碎的风险更小。尽管硬质胚乳的结构与更

软的玉米相比能使更多的颗粒保持完整，但保证玉米交货时颗粒完整的主要因素在于收割时和储运过程的处理。从联合收割机的正确设置开始，之后从农场到最终用户所需运送系统的类型、运送次数和距离都有影响。所有后续的处理程序都会引起更多颗粒破碎。水分减少、落差增加和/或颗粒在碰撞时的速度增加，都会造成玉米颗粒实际破损量呈指数级增长<sup>3</sup>。此外，收割时水分含量偏高（例如，高于25%）与水分较低的情形相比，会造成表皮软化和更多表皮损伤。

<sup>3</sup> Holman, 1973, 因商业化处理方法引起的谷物破碎，美国农业部，ARS市场研究报告第968期

## 结果

- 2018年美国玉米总体平均完整颗粒率为93.0%，高于2017年（89.9%），低于2016年（95.2%），但与五年平均值相近（93.2%）。
- 2018年玉米完整颗粒的标准差（3.0%）低于2017年（4.6%），但与2016年（2.7%）和五年平均值（3.4%）相近。
- 2018年玉米完整颗粒的范围（66.0%到98.6%）与2017年（67.0%到99.2%）、2016年（80.6%到100%）接近。
- 2018年完整颗粒含量达到或超过90%的样本比例为85.6%，2017年、2016年该比例分别为57%和94%。这种分布显示2018年样本完整颗粒的比例高于2017年的样本。2017年完整颗粒比例较低的部分原因是2017年的玉米颗粒格外大，因而颗粒结构较之小颗粒玉米更弱，导致在收割和装卸时更容易出现裂纹和落屑问题。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的平均完整颗粒率分别为93.1%，92.9%和92.8%。



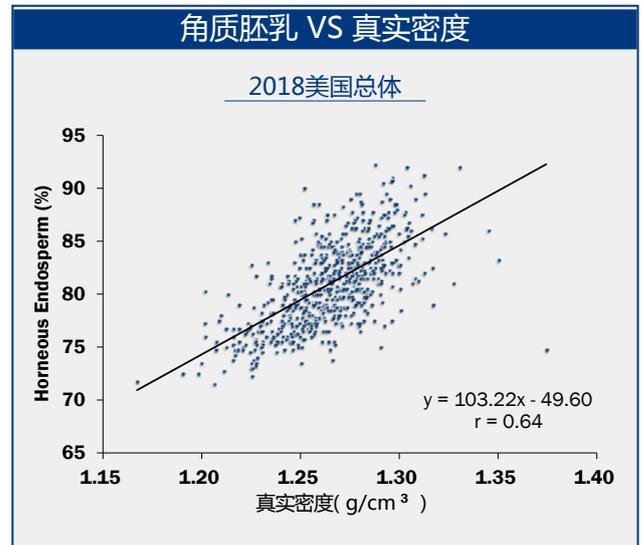
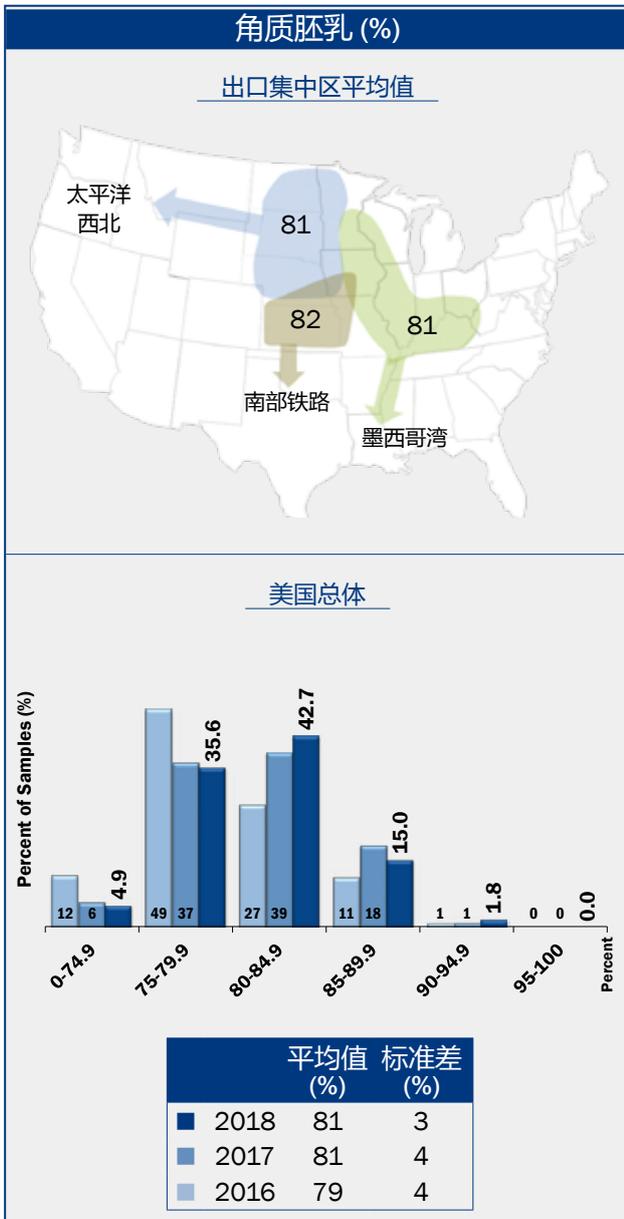
## 角质（硬）胚乳

对角质（硬）胚乳的检测衡量角质或硬质胚乳含量占颗粒胚乳总量的百分比，该值通常在70%到100%之间。角质胚乳相对于软质胚乳的含量越高，可以说玉米颗粒的硬度越大。硬度的重要性取决于加工类型。较硬的玉米适合干磨法，可以产出较多的玉米糝。中等和中高硬度玉米的适用于碱法蒸煮。硬度适中和软质玉米适用于湿法加工和禽畜饲养。

玉米硬度与易破碎率、饲料利用率/效率和淀粉消化率相关。作为一项衡量总体硬度的检测，角质胚乳的含量高低称不上孰好孰坏，不同的最终用户会对不同硬度范围的玉米有所偏好。许多从事干法加工和碱法蒸煮的用户喜欢角质胚乳超过85%的玉米，而从事湿法加工和禽畜饲养的用户往往更偏好角质胚乳含量在70%至85%之间的玉米。不过，用户的偏好也会有例外。

## 结果

- 2018年美国玉米总体平均角质胚乳含量（81%）与2017年和五年平均值持平（均为81%），但高于2016年（79%）。
- 2018年美国玉米总体角质胚乳含量标准差为3%，低于2017年、2016年和五年平均值（均为4%）。
- 2018年角质胚乳含量范围（72%到92%）与2017年（71%到92%）、2016年（71%到93%）接近。
- 2018年样本中的40.5%角质胚乳含量在80%以下，该比例低于2017年（43%）和2016年（61%）。该结果说明2018年和2017年玉米软质胚乳百分比相近，但远低于2016年。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的平均角质胚乳含量分别为81%、81%和82%。所有出口集中区之间的平均角质胚乳含量2018年、2017年、2016年和五年平均值的差异均不超过0.1%。
- 相邻页的图例反映了2018年玉米样本角质胚乳和真实密度之间的弱正相关（相关系数为0.64）。
- 其后的图例反映了过去八年来美国玉米总体平均角质胚乳含量和真实密度。图例显示美国总体平均角质胚乳含量随真实密度的增高而提高（相关系数0.84）。因此，角质胚乳含量在平均真实密度较高的年份也相对较高。



## 摘要：物理指标

	2018 收获				2017 收获			2016 收获			5年平均 (2013-2017)		
	样品数 <sup>1</sup>	平均值	标准差	最小值	最大值	样品数 <sup>1</sup>	平均值	标准差	样品数 <sup>1</sup>	平均值	标准差	平均值	标准差
<b>美国总体</b>						<b>美国总体</b>				<b>美国总体</b>			
应力裂纹 (%)	618	5	6	0	88	627	5	8	624	4*	6	6	7
应力裂纹指数 <sup>2</sup>	618	11.5	16.8	0	304	627	13.7	23.6	624	8.8*	16.6	14.4	22.9
百粒重 (g)	618	35.07	2.84	23.86	45.88	627	36.07*	2.53	624	35.20	2.43	34.61	2.62
颗粒体积 (cm <sup>3</sup> )	618	0.28	0.02	0.19	0.36	627	0.29*	0.02	624	0.28*	0.02	0.28	0.02
真实密度 (g/cm <sup>3</sup> )	618	1.265	0.018	1.167	1.374	627	1.260*	0.018	624	1.258*	0.018	1.258	0.019
完整颗粒 (%)	618	93.0	3.0	66.0	98.6	627	89.9*	4.6	624	95.2*	2.7	93.2	3.4
角质胚乳 (%)	618	81	3	72	92	627	81	4	624	79*	4	81	4
<b>南湾</b>						<b>南湾</b>				<b>南湾</b>			
应力裂纹 (%)	587	4	5	0	88	612	6*	8	612	4*	6	6	8
应力裂纹指数 <sup>2</sup>	587	10.2	15.2	0	304	612	15.2*	26.5	612	8.9	17.6	15.7	25.9
百粒重 (g)	587	35.74	2.86	23.86	45.88	612	36.94*	2.45	612	35.54	2.49	35.22	2.65
颗粒体积 (cm <sup>3</sup> )	587	0.28	0.02	0.19	0.36	612	0.29*	0.02	612	0.28	0.02	0.28	0.02
真实密度 (g/cm <sup>3</sup> )	587	1.266	0.017	1.167	1.374	612	1.262*	0.018	612	1.259*	0.018	1.260	0.019
完整颗粒 (%)	587	93.1	3.0	66.0	98.6	612	90.0*	4.7	612	95.0*	2.7	93.2	3.4
角质胚乳 (%)	587	81	3	72	92	612	81	4	612	79*	4	81	4
<b>美西</b>						<b>美西</b>				<b>美西</b>			
应力裂纹 (%)	288	7	8	0	88	291	5*	7	301	5*	7	6	7
应力裂纹指数 <sup>2</sup>	288	18.0	24.5	0	289	291	12.9*	20.2	301	10.3*	17.5	14.0	19.6
百粒重 (g)	288	32.97	2.67	23.86	45.42	291	33.39	2.68	301	33.96*	2.21	32.34	2.49
颗粒体积 (cm <sup>3</sup> )	288	0.26	0.02	0.19	0.35	291	0.27*	0.02	301	0.27*	0.02	0.26	0.02
真实密度 (g/cm <sup>3</sup> )	288	1.257	0.018	1.167	1.374	291	1.249*	0.018	301	1.253*	0.016	1.248	0.019
完整颗粒 (%)	288	92.9	3.1	73.6	98.6	291	89.4*	4.8	301	95.7*	2.7	93.0	3.6
角质胚乳 (%)	288	81	3	72	91	291	81	4	301	79*	3	80	3
<b>南部铁路</b>						<b>南部铁路</b>				<b>南部铁路</b>			
应力裂纹 (%)	355	3	4	0	84	393	4*	6	395	3	4	4	5
应力裂纹指数 <sup>2</sup>	355	6.6	11.9	0	304	393	9.0*	16.8	395	5.8	11.0	8.5	13.5
百粒重 (g)	355	35.59	2.98	23.86	45.88	393	36.26*	2.65	395	35.67	2.50	35.14	2.67
颗粒体积 (cm <sup>3</sup> )	355	0.28	0.02	0.19	0.36	393	0.29*	0.02	395	0.28*	0.02	0.28	0.02
真实密度 (g/cm <sup>3</sup> )	355	1.274	0.019	1.198	1.374	393	1.265*	0.018	395	1.261*	0.018	1.262	0.018
完整颗粒 (%)	355	92.8	2.7	82.6	98.6	393	90.0*	4.3	395	95.1*	2.6	93.3	3.3
角质胚乳 (%)	355	82	3	72	92	393	81	3	395	80*	4	81	4

\*数据显示平均值与2018年有差异，统计基于双尾T检验，可信度为95%

<sup>1</sup>由于各出口集中区的检验结果是复合统计值，三个出口集中区样本数之和高于美国总体

<sup>2</sup>预测收获总体平均值的相对公差超过±10%

## E. 霉菌毒素

霉菌毒素是由谷物中自然存在的真菌所引起有毒化合物。人和动物摄入较高浓度的霉菌毒素会导致疾病。在玉米谷物中已发现好几种霉菌毒素，其中最主要的两种是黄曲霉毒素和DON（呕吐毒素或脱氧雪腐镰刀菌烯醇）。

2018年《收获质量报告》同此前年份的报告一样，对收获的玉米样本中黄曲霉毒素和呕吐毒素进行了检测。由于霉菌毒素的产生受生长条件的影响很大，《收获质量报告》的目标是，一旦在收获的玉米作物中检测出黄曲霉毒素或呕吐毒素，必严格报告。

《收获质量报告》中对霉菌毒素情况的总结并无预测美国出口的玉米中霉菌毒素的存在或其含量水平的意图。由于美国玉米的营销渠道中

有多个环节，以及受到玉米行业相关法律法规的约束，玉米在出口时的霉菌毒素水平可能会比刚从田间收割时还低。另外，本报告并无意表明评估结果囊括了调查涉及到的12个州或三个出口集中区所有检出霉菌毒素的个例。本《收获质量报告》的调查结果仅应被当作新收获的玉米存在霉菌毒素可能性的参考指标。因为美国谷物协会已经积累了几年的收获质量报告，从中可以反映出收割期玉米中霉菌毒素存在情况的历年动态。

《2018/2019年美国谷物协会出口玉米货物质量报告》会报告出口地点的玉米品质，将更准确地反映美国2018/2019年出口玉米发货时的霉菌毒素存在情况。



## 背景：霉菌毒素概况

真菌导致霉菌毒素滋生的程度受到真菌类型和玉米出产和储存环境条件的影响。由于这些差异，美国不同玉米产地不同年份霉菌毒素滋生的情况亦各不相同。有些年份，玉米产地的生长条件可能不会导致霉菌毒素滋生程度加剧。而另外一些年份，特定地区的环境条件可能会导致特定类型的霉菌毒素滋生情况严重到影响玉米作为人或牲畜食物的用途。人体和牲畜对霉菌毒素的敏感程度不同，所以美国食品和药品管理局（FDA）颁布了不同用途的谷物黄曲霉毒素的最高限量和呕吐毒素的建议限量。

**最高限量**是指感染程度达到使管理机构准备采取管制行动的精确限量。最高限量是向行业传递的信号，表示如毒素或感染物的水平超过最高限量，FDA可在其确信的科学数据支持下选择对此采取管制或诉讼行动。如果用有效方法对美国本土或

进口的饲料添加剂进行分析，发现毒素含量超过适用的最高限量，将被认定为伪劣产品，FDA可将其查获并从州际商贸活动准入名单中除名。

**建议限量**水平就食品和饲料中某种物质的含量水平向相关行业提供指导，FDA相信该限量能为保护人畜健康提供足够的安全空间。FDA保留采取强制执法行为的权利，不过执法行为并不是设定建议水平的根本目的。

更多信息参见国家谷物饲料协会（NGFA）标题为“FDA霉菌毒素监管指导”的指导性文件中。网页链接为：<http://www.ngfa.org/wp-content/uploads/NGFAComplianceGuide-FDARegulatoryGuidanceforMycotoxins8-2011.pdf.pdf>。

## 背景：黄曲霉毒素

与玉米相关的最主要的霉菌毒素是黄曲霉毒素。不同种类的曲霉属菌会滋生不同类型的黄曲霉毒素，其中最典型的是A型黄曲霉。真菌的滋生和谷物的黄曲霉毒素感染可发生于收割之前的田地中或储存过程中。不过，多数与黄曲霉毒素相关的问题被认为与收割前发生的感染有关。炎热干燥的环境条件或者持续较长时间的干旱均会助长A型黄曲

霉的滋生。在炎热干燥天气较常见的美国南部，黄曲菌可能带来严重问题。真菌通常侵袭玉米穗上的几个颗粒，然后往往会通过昆虫造成的损伤进入颗粒。在干旱环境下，也会通过玉米丝侵入个别颗粒。

黄曲霉毒素对于人和动物的毒性主要表现在侵害肝脏。短期内食用被黄曲霉毒素严重感染的谷物或长期摄入低浓度的黄曲霉毒素都会发生中毒，可能会导致动物中对此毒素最敏感的家禽死亡。牲畜摄入黄曲霉毒素的后果可能是饲料吸收率和繁殖率降低，而人和动物摄入黄曲霉毒素还会使免疫系统受到抑制。

FDA已设定了人类食用的牛奶中黄曲霉毒素M1及人类食用的食品、谷物和畜禽饲料中黄曲霉毒素的最高限量（以十亿分之一计，简称ppb，见下表）。

FDA进一步制定了关于将黄曲霉毒素超标的玉米掺入正常玉米的政策法规。一般来说，FDA

目前不允许将受到黄曲霉毒素污染的玉米掺入未受污染的玉米以将黄曲霉毒素的总含量降到可进行一般商业销售。

根据联邦法律，美国出口的玉米必须检测黄曲霉毒素。除非合同免除了此项要求，否则检测必须由联邦谷物检验局（FGIS）进行。含量超过20ppb的FDA最高限量的玉米不得出口，除非符合其他严格的条件。正因为如此，出口玉米的黄曲霉毒素含量水平相对较低。

黄曲霉毒素最高限量	适用标准
0.5 ppb (黄曲霉毒素 M1)	用于人类食用的牛奶
20.0 ppb	用于动物幼崽（包括禽类幼崽）及产奶动物或未知动物饲料的玉米和其他谷物
20.0 ppb	除玉米和棉籽粕之外的动物饲料
100.0 ppb	用于育种肉牛、种猪或成年禽类饲料的玉米及其他谷物
200.0 ppb	用于100磅以上的育肥猪饲料的玉米和其他谷物
300.0 ppb	用于育肥（如育肥场）肉牛饲料的玉米和其他谷物，以及用于肉牛、猪或家禽的棉籽粕

来源：美国食品及药物管理局和美国农业部谷物检查局 <http://www.gipsa.usda.gov/fgis/publication/broch/b-aflatox.pdf>.

## 背景：DON（脱氧雪腐镰刀菌烯醇或呕吐毒素）

呕吐毒素是另一种令玉米进口商担忧的霉菌毒素。它由某些类型的镰刀菌属引起，其中最主要的是禾谷镰刀菌（赤霉菌），这种霉菌也是赤穗腐病的罪魁祸首。赤霉菌容易在开花阶段遭遇低温天气或温和但潮湿的天气时滋生。这种真菌通过玉米丝向下侵害到玉米穗，而且除产生呕吐毒素外，还会导致玉米穗的颗粒变成显眼的红色。真菌会在仍生长在田地里的玉米中持续繁殖导致玉米穗腐烂。赤霉菌导致的玉米霉菌毒素感染与收获延误过久和/或储存高水分含量玉米有关。

呕吐毒素对于单胃动物危害最大，会引起口部或咽喉发炎疼痛，动物会因此拒绝进食感染呕吐毒素的玉米，并可能导致体重增长缓慢、腹泻、嗜睡或肠道出血。呕吐毒素还会抑制免疫系统，使动物易患多种传染性疾病。

FDA已颁布了呕吐毒素的建议限量。对含玉米的产品，建议水平如下：

- 猪饲料中呕吐毒素含量为5ppm（百万分率）的玉米和玉米副产品不能超过饲料配方的20%；

- 鸡和牛饲料中呕吐毒素含量为10ppm的玉米和玉米副产品不能超过饲料配方的50%；
- 所有其他动物饲料中含呕吐毒素含量为5ppm的玉米和玉米副产品不能超过饲料配方的40%。

联邦谷物检验局（FGIS）对用于出口的玉米进行呕吐毒素检测不是必须的，但可以应买家要求进行呕吐毒素的定性或者定量检测。



## 评估黄曲霉毒素和（脱氧雪腐镰刀菌烯醇或呕吐毒素）是否存在

目标样本最低数量为600个，对其中至少25%进行了检测，以评估2018年的生长条件对美国玉米作物中黄曲霉毒素和呕吐毒素繁殖总量的影响。根据“调查及统计分析方法”一节所述的抽样准则，共有181个样本接受了霉菌毒素检测。

检测使用了美国农业部、联邦谷物检验局共同建立的“较低一致性水平（LCL）”阈值，用于确定样本中是否出现达到可检测水平的霉菌毒

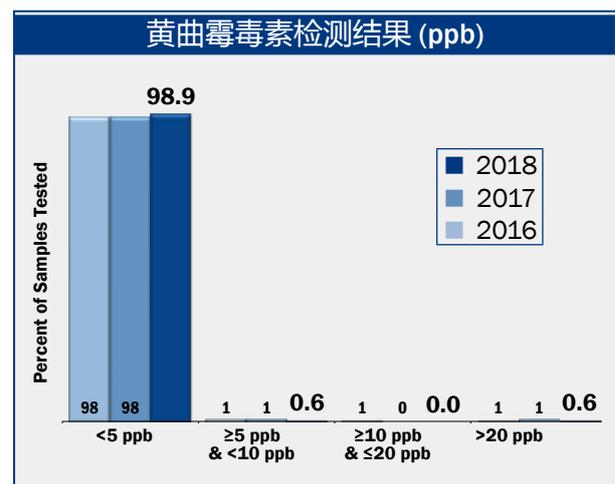
素。经联邦谷物检验局批准的分析试剂盒的LCL阈值，以及2018/2019报告所使用的LCL阈值，均为黄曲霉毒素5ppb、呕吐毒素0.5ppm。联邦谷物检验局所设的LCL阈值高于试剂盒制造商规定的“检出极限”（LOD），即黄曲霉毒素2.7ppb、呕吐毒素0.1ppm。有关本研究中使用的霉菌毒素检测方法的详细信息请参阅“检测分析方法”一节。

### 结果：黄曲霉毒素

2018年检测黄曲霉毒素样本181个，2017年、2016年该项检测样本数分别为180个、177个。2018年检测结果如下：

- 179个样本，即181个样本中的98.9%没有检测到黄曲霉毒素（低于联邦谷物检验局5ppb的LCL阈值）。这一比例接近2017年和2016年未检测出黄曲霉毒素的样本比例（均为98%）。
- 181个样本中有一个样本黄曲霉毒素水平高于或等于5ppb，但低于10ppb，占总样本数0.6%。这一比例与2017年和2016年的比例（均为1%）几乎持平。
- 没有样本检测出黄曲霉毒素水平高于或等于10ppb，但低于或等于20ppb的FDA最高限量。这一比例与2017年（0%）和2016年（1%）相同或接近。
- 181个样本中有一个样本黄曲霉毒素水平高于20ppb的FDA最高限量，占总样本数0.6%。这一比例与2017年和2016年的比例（均为1%）几乎持平。
- 这些结果表明，2018年181个样本的检测结果中，有180个样本（99.5%）低于或等于20ppb的FDA最高限量，而2017年和2016年检测的样本中这一比例均为99%。

2018年样本作物季节的比例（98.9%）低于联邦谷物检验局5ppb的LCL阈值，与2017年和2016年的比例接近（均为98%），产生这一结果的部分原因可能是2018年有利的天气条件（了解2018年生产条件的更多信息，请参见“作物与天气条件”一节）。2018年，大部分种植区域在授粉和灌浆过程中获取了充足水分，因此玉米植株没有面临应激。

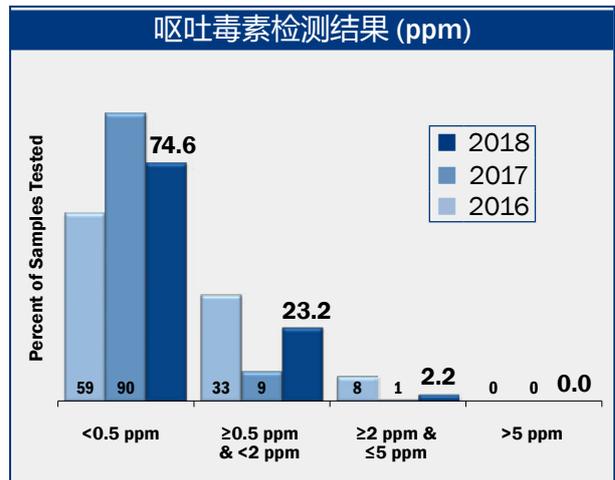


**结果：脱氧雪腐镰刀菌烯醇或呕吐毒素**

2018年共对181个样本进行了呕吐毒素检测，2017年、2016年该项检测样本数分别为180个、177个。2018年检测结果如下：

- 135个样本，即181个样本中的74.6%没有检测到呕吐毒素水平（低于联邦谷物检验局0.5ppm的LCL阈值）。2018年这一比例低于2017年未检测出呕吐毒素水平的样本比例（90%），高于2016年的比例（59%）。
- 42个样本，即181个样本中的23.2%检测到呕吐毒素水平高于或等于0.5ppm，但低于2ppm。2018年这一比例远高于2017年检测到[0.5ppm,2ppm)呕吐毒素水平的样本比例（9%），但低于2016年的比例（33%）。
- 4个样本，即181个样本中的2.2%检测到呕吐毒素水平高于或等于2ppm，但低于或等于5ppm的FDA建议限量水平。2018年这一比例略高于2017年（1%），低于2016年（8%）。
- 181个样本，占比100%，呕吐毒素水平低于或等于5ppm的FDA建议限量水平，此项与2017年和2016年的检测结果相同。

尽管2018年、2017年和2016年的样本呕吐毒素水平检测结果均低于5ppm，但2018年（74.6%）低于0.5ppm的样本比例较之2017年（90%）显著降低，但不低于2016年（59%）。2018年检测出低于0.5ppm的样本比例低于2017年，可能因为2018年天气更为潮湿，为滋生呕吐毒素制造了条件。



## A. 2018 年收获要点

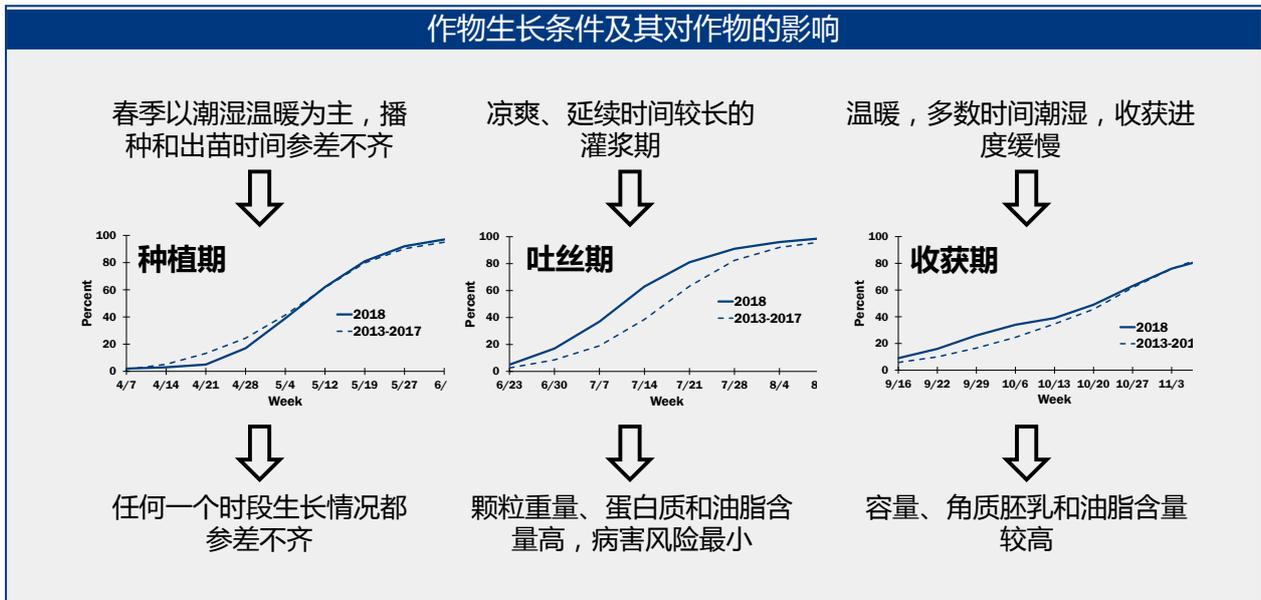
天气对于玉米播种过程、生长状况及田间发育起着很重要的作用，这些因素会影响到玉米的最终产量和品质。总的来说，2018年的特点是营养生长期（萌芽期和授粉期之间的阶段）天气炎热潮湿，随后是天气温暖的授粉期及天气多样的灌浆期，最后是间歇的收获期。2018年作物的发育起步较慢，但生长迅速，作物状况评级在生育期开始时较高<sup>1</sup>，不过在后期接近五年平均水平。美国农业部预测2018年玉米单产将创下历史记录，此外，这一年的玉米与五年平均值相比平均容重、油含量、百粒重和颗粒体积均更高，应力开裂及破碎玉米较少。2018年玉米生育期的重要事件包括：

- 播种期推迟，但缩短了时间，统一在温暖的天气迅速播种。
- 五、六月份的营养生长期天气炎热，五月份干燥，六月份多雨。因此在谷穗开始分

化和结束这一阶段的快速生长期间可以获得肥料。

- 授粉(吐丝期)比平均时间提前两周，谷粒在盛夏灌浆，降低了相对淀粉积累。
- 早期的玉米发育期间，墨西哥湾出口集中区天气干旱；而太平洋西北和南部铁路出口集中区在七月份大量降雨。
- 西北太平洋和墨西哥湾出口集中区在8月籽粒灌浆期时气候湿润，聚集油脂及容重较高。
- 加速发育期间，8月份天气炎热，加速了成熟、脱水和收获，但是大量降水导致了收获延迟。

下面的部分阐述了产地的天气条件如何在2018年的生育期影响美国玉米带的产量和品质。



<sup>1</sup>美国农业部在谷物的生育周期每周对作物进行评级。评级基于预期单产潜力、作物所遭受的各种因素的外力影响，包括极端气温、降雨过多或不足、病害、虫害和/或农田杂草。

## B. 播种和早期生长条件

### 四月寒冷，导致播种时间延迟、缩短

影响玉米单产和品质的天气因素包括玉米生长前和生育期的降水量和气温。这些天气因素还与玉米品种及土壤肥力相互作用。谷物单产为每英亩土地的植株数、每株玉米出产颗粒数以及每个颗粒重量的乘积。播种时寒冷或潮湿的天气会导致单位面积的土地生长株数减少，或妨碍作物生长，导致单产低。种植时节和早期生长阶段天气某些程度的干燥是有好处的，因为可以促使根系日后向更深处延展以吸取水分，为后期生长汲取氮肥。

总体来说，2018年美国玉米带4月天气非常寒冷，导致播种延迟。然而由于四月下旬的强对流天气，太平洋西北和南部铁路出口集中区出现降雪，墨西哥湾出口集中区出现强降雨，玉米播种和最终出苗比五年平均水平有所延迟。水涝使得同一田地以及田地之间的植株发育情况各不相同，导致授粉不足、田间成熟度各有差异。一般来说，较迟种植的农田玉米单产较低。

2018年4月，整个美国玉米带都非常寒冷，导致种植时间推迟。然而，干燥的天气、五月的炎热共同促进了玉米的种植和出苗。在营养生长期，高温持续，使作物比五年平均水平提前两周授粉。6月充沛的降雨缓和了高温，但也可能导致了

氮肥流失，降低了最终的谷物蛋白质浓度，尤其是在太平洋西北部出口集中区。

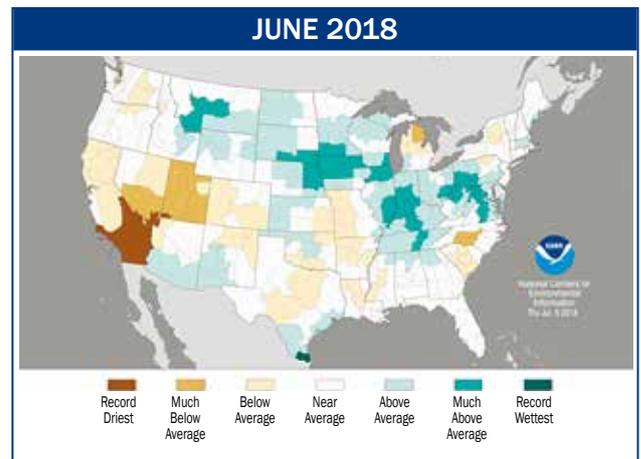
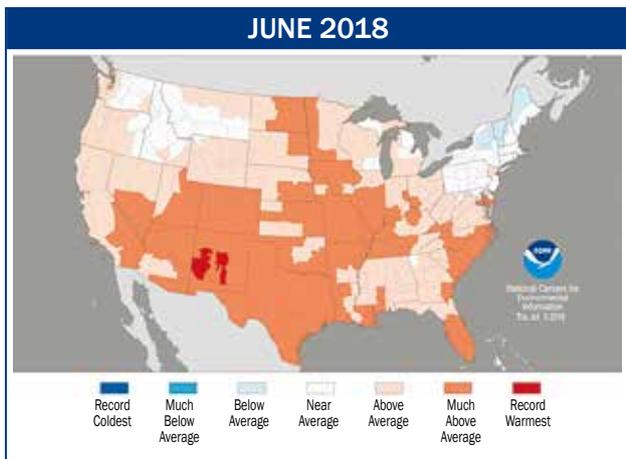
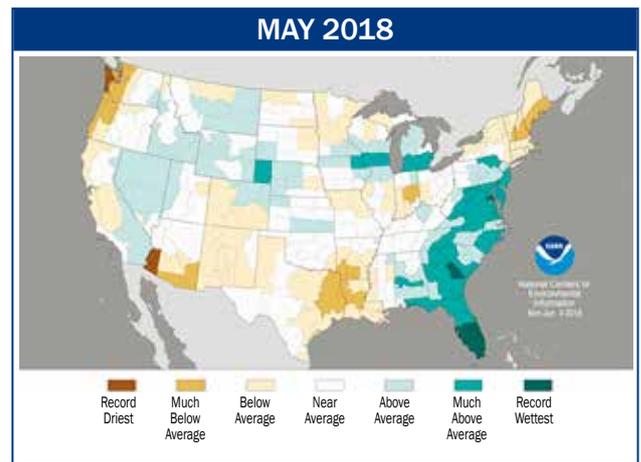
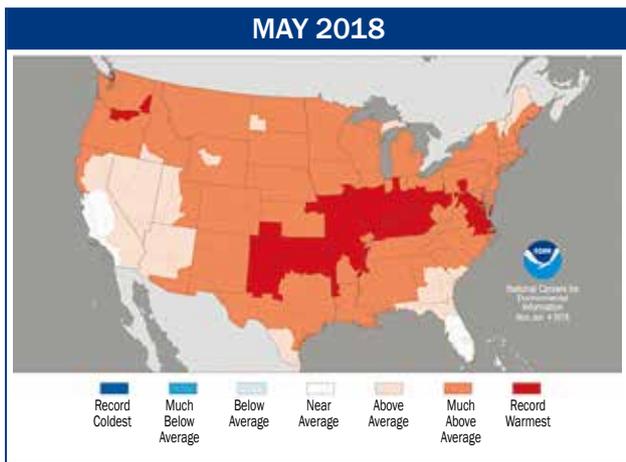
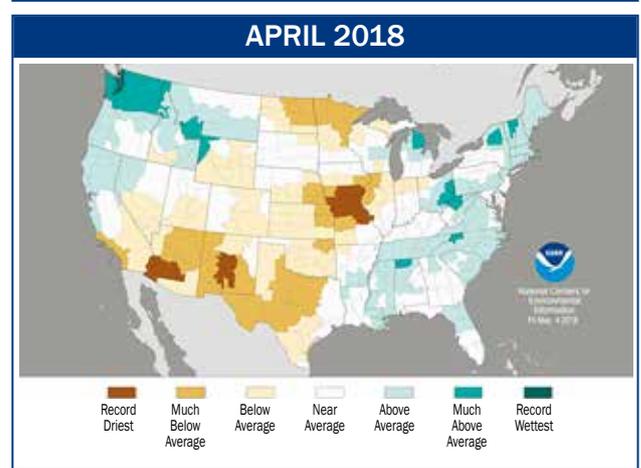
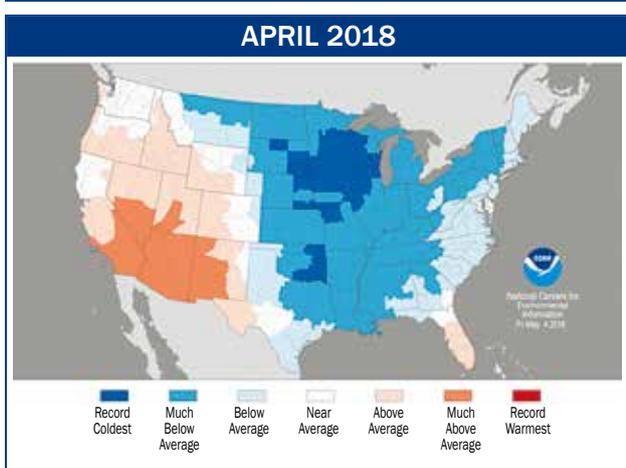
5月太平洋西北出口集中区的北部地区干旱严重，而南部地区，如内布拉斯加州，则比正常情况下潮湿得多，导致植物抗逆。六月持续温暖湿润，迅速推进了植物发育，但也促进叶病。

5月墨西哥湾出口集中区的大部分地区干旱，但是中部偏北地区的一条带状地带在种植后发生了洪水，导致作物失去了最佳生长所需的一些肥料。六月持续温暖湿润，迅速推进了植物发育，但也促进叶病。

南部铁路出口集中区在营养生长期温暖湿润，迅速促进植物发育，但也促进叶病的发生。

各区平均温度  
(时期: 1895-2018)

各区降雨量图  
(时期: 1895-2018)



来源: NOAA/地区天气中心

来源: NOAA/地区天气中心

## C. 授粉和灌浆条件

### 灌浆条件有利于提高容重和油脂含量

玉米授粉通常是在七月，而且在授粉时期，气温较高或降雨较少会影响籽粒数量。七月和八月谷物灌浆期的天气条件对玉米各种成分的最终构成十分关键。这段时间，适量的降雨和低于平均水平的气温，特别是夜间气温，会促进淀粉和油脂聚集并能提高单产。灌浆期第二阶段（八月到九月）适量的降雨和温暖的气温还有助于光合作用和氮的摄取，氮元素也会在灌浆后期从叶面向籽粒调动，增加谷物的蛋白质和硬质胚乳含量。

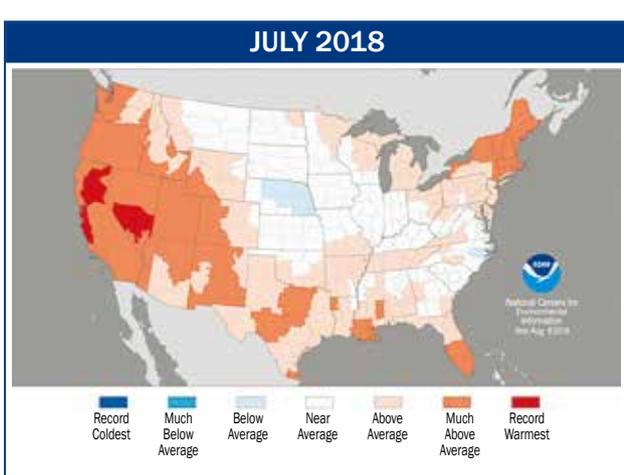
2018年，营养期间的高温导致授粉提前两周。叶病在部分地区较为普遍，灌浆期的降雨抵消了热应力的影响，使得这一季作物品质评级的优良率从早期生长时的72%~78%变化到季末的68%左右。作物通过灌浆迅速成熟，颗粒重量和容重相对较高。

平洋西北出口集中区在7月和8月温度从适中变得凉爽。七月也是雨季。灌浆后期降水充沛，温度低于平均水平。与之前相比，这些条件可能导致淀粉含量略高，蛋白质含量略低。

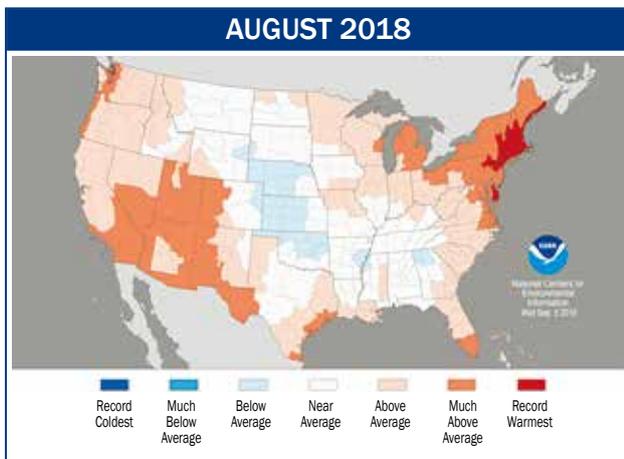
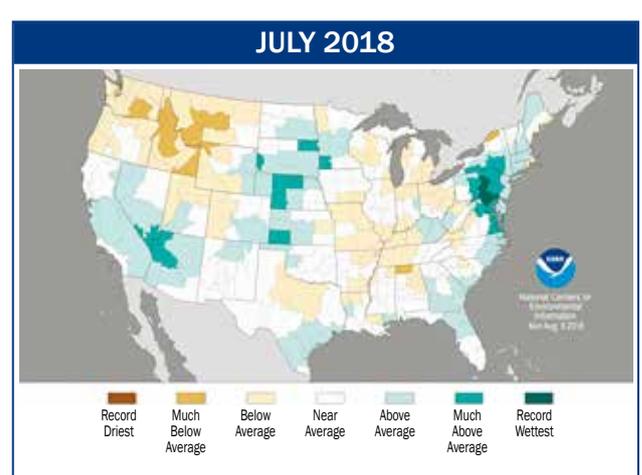
七月墨西哥湾出口集中区天气干燥，而八、九月灌浆期间遭遇了强降雨，中和了之前炎热天气的影响。高温伴雨降低了叶病，限制了淀粉积累，但是增加了油脂含量及容重。

总体来说，南部铁路出口集中区整个天气状况与太平洋西北出口集中区相似，只是八月和九月的天气更凉爽湿润。南部铁路出口集中区的生长条件有利于谷物相比近五年增加容重。

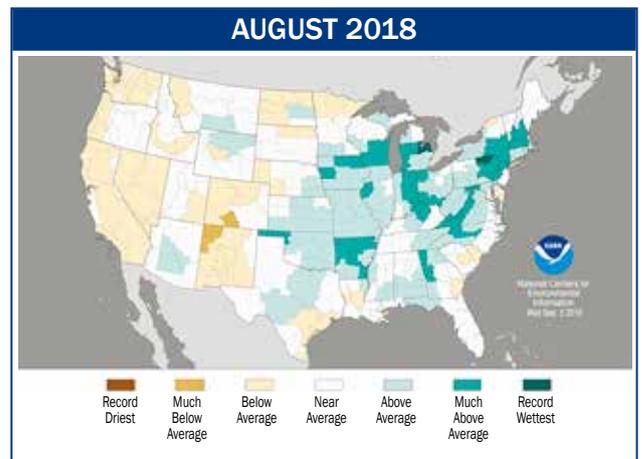
各区平均温度图  
(时期: 1895-2018)



各区平均降雨量  
(时期: 1895-2018)



来源: NOAA/地区天气中心



来源: NOAA/地区天气中心

## D. 收获条件

*墨西哥湾出口集中区抢先一步，但是延绵多雨的天气延缓了作物的收获进度*

生育期末期，谷物的脱水情况取决于光照、温度、湿度和土壤含水量。温暖晴朗和干燥的天气能使玉米有效地脱水而对品质产生最小的负面影响。另一个与生育期末期相关的因素是霜冻天气。在玉米有效脱水前过早的霜冻会导致单产低、容重降低和/或产生应力裂纹。还有，如果收割过早，水分较高的谷物比较干燥的谷物破碎的风险更大。

通常，20%的美国玉米在十月初收割。然而，2018年九月温暖的天气使玉米迅速成熟，比预计早了大约两周。因此，9月份收获的优质作物比例高于平均水平，尤其是墨西哥湾出口集中区。但是，整个玉米带在9月下旬和10月持续下雨，收割进度缓慢，尤其是大西洋西北出口集中区。

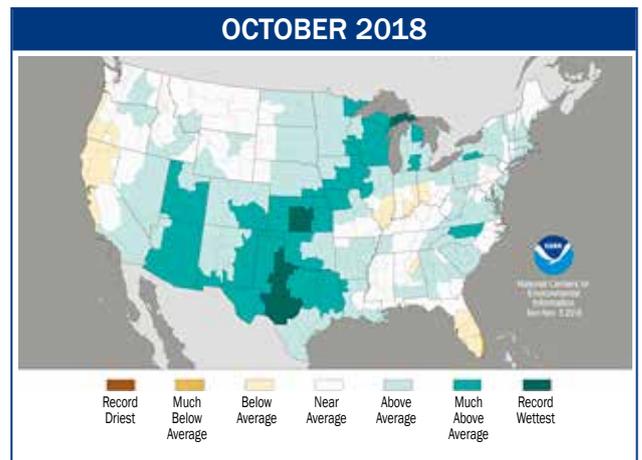
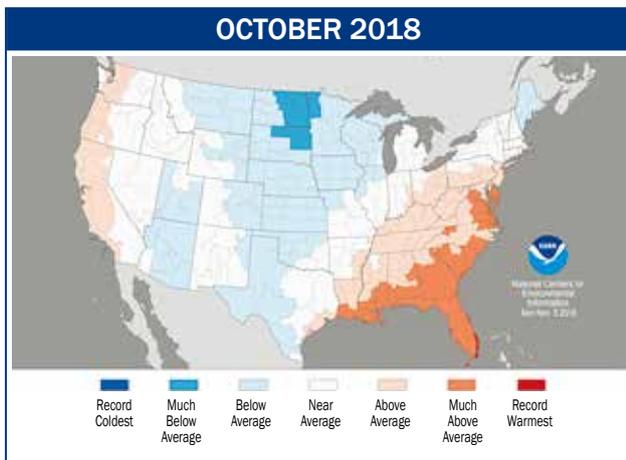
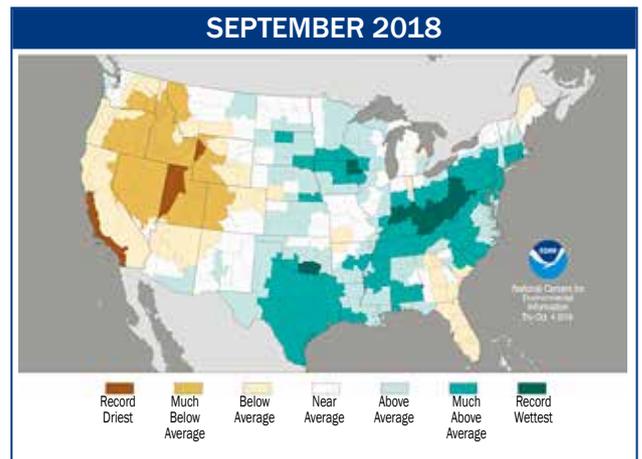
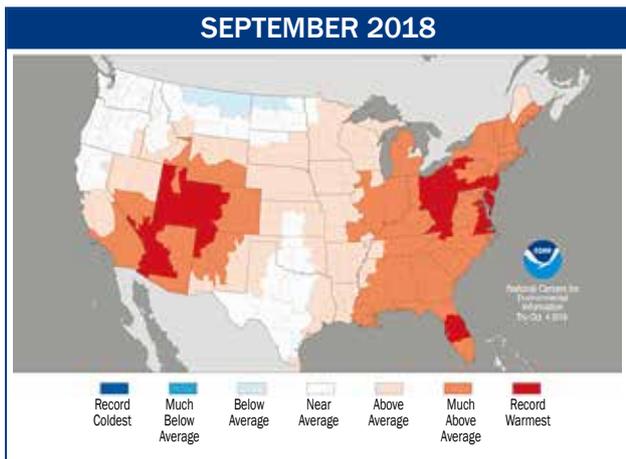
镰刀菌引起的穗腐病（赤穗腐病）是由授粉之后低温潮湿的天气状况导致的。到2018年6月底，

墨西哥湾出口集中区的降雨量逐渐减少，在这一关键时期，7月份的气温适中。镰刀菌导致的霉菌毒素DON（呕吐毒素）通常与收割延误或将高水分含量玉米进行储存有关。2018年的作物成熟得很快，所以很少有高水分玉米。

另外，黄曲霉毒素的产生与高温少雨及干旱状况相关。尽管玉米带的中部很大一部分地区在营养生长期天气温暖，谷物有充足的水分补给。因此，在此天气条件下，今年谷物样品中很少有黄曲霉毒素。

各区平均温度  
(时期: 1895-2018)

各区平均降雨量  
(时期: 1895-2018)



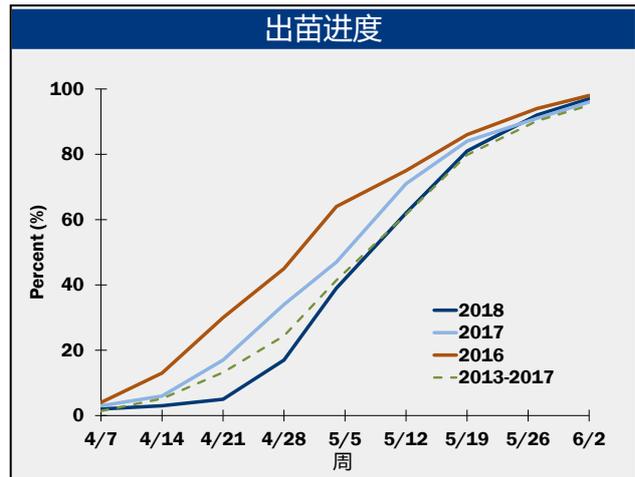
来源: NOAA/地区天气中心

来源: NOAA/地区天气中心

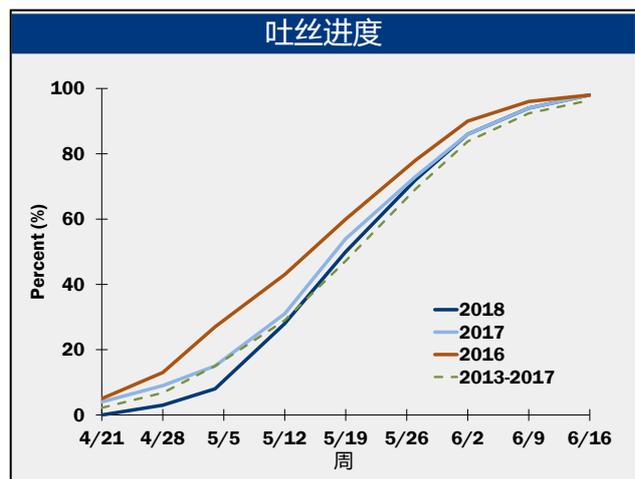
## E. 2018年与2017年、2016年及5年平均比较

2018年生长发育迅速，高质谷物产量创新高

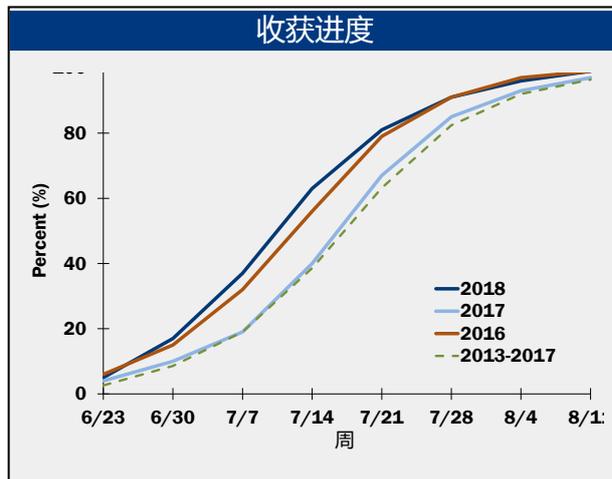
2016年的作物播种和出苗早于平均水平，2017年的作物需要大量补种。2018年的寒冷天气推迟了近五年来保持的播种速度。但是温暖的天气导致了5年来有3年出苗时间接近提前。3年来的营养生长均快于5年平均速度，尤其是2018年和2016年。2017年7月，太平洋西北部和南部铁路出口集中区的降雨量逐渐减少，2018年墨西哥湾出口集中区的降雨量减少，这有助于达到最大限度地授粉，而2017年7月墨西哥湾出口集中区的降雨量与2016年相似，在灌浆期早期降雨较多。



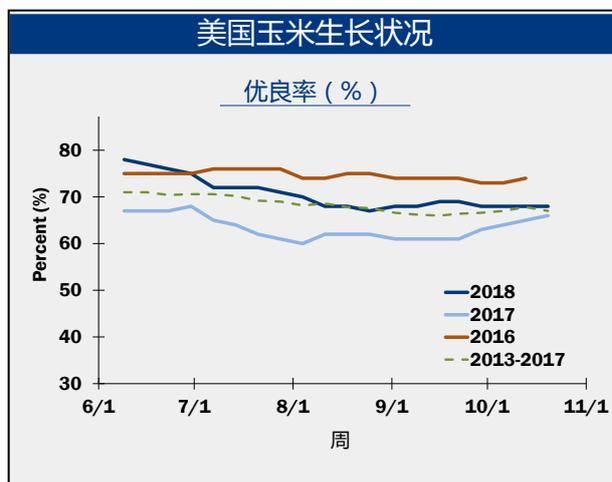
墨西哥湾出口集中区2018年的灌浆期比5年平均时间要快，而太平洋西北部和南部轨道出口集中区的天气则更凉爽。2017年8月整个玉米带气候凉爽，但与2016年8月气温偏高的情况相反，这样就抑制了淀粉最大程度地聚集。2017年，适中的气温和成熟期延迟使得灌浆期持续到9月，比5年平均水平延后10.0%。



2018年迅速开始收割可以归因于季节早期的温暖天气，使作物提前大约两周成熟。相比于五年平均水平，由于作物晚熟及湿地的影响，2017年收获期大大推迟。2016年的收获进度也早于五年平均值，但比2018年的进展速度更有规律。



2018年玉米作物的优良率开始时远高于五年平均水平，早期作物长势良好<sup>2</sup>，但到后期高温和叶病使优良率降低到约70%，接近五年平均水平，标志着作物长势良好，使得光合作用，充分籽粒大且单产高。2017年，玉米作物的优良率评级保持在60%至68%之间，但产量仍创历史新高。在2016年大部分情况下，优良率接近75%。



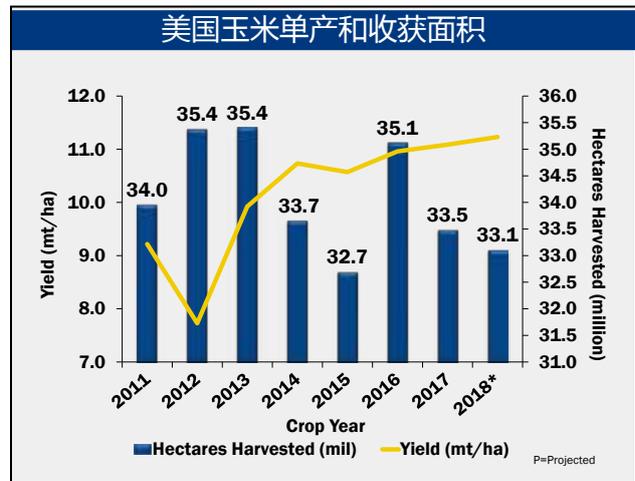
<sup>2</sup>“良好”评级意味着产量前景正常。水分充足，病虫害和杂草风险较小。“优秀”的评级意味着产量前景高于正常水平，作物几乎没有受到任何压力。病害、虫害和杂草风险均不显著。

## A. 美国玉米产量<sup>1</sup>

### 美国平均产量和单产

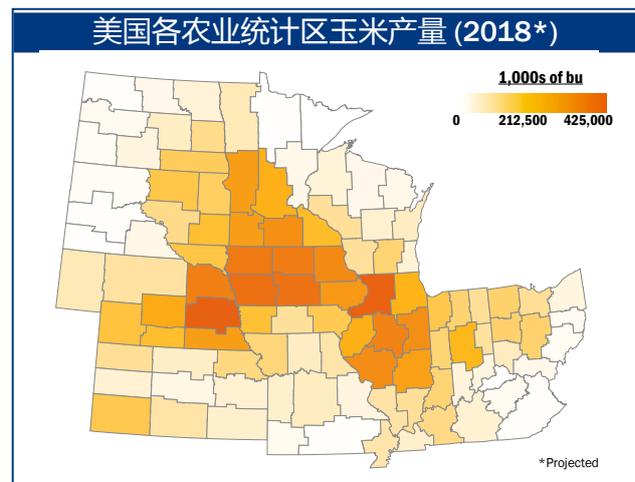
- 根据2018年12月美国农业部 (USDA) 全球农业供需预估报告 (WASDE)，美国2018年玉米平均单产预计为11.23吨/公顷 (178.9蒲/英亩)，比2017年玉米作物的平均单产高0.14吨/公顷 (2.3蒲/英亩)，创下了最高平均单产的历史记录。
- 2018年的收获面积预计为3310万公顷 (8180万英亩)，比2017年少38万公顷 (或90万英亩)，并略低于2008年到2017年的平均收获面积3367万公顷 (8320英亩)。
- 尽管2018年的收获面积在过去十年之中仅排名第七位，但2018年作物的平均单产创下了

历史记录，因此2018年美国玉米总产量预计为历史第三高，达到3.7152亿吨 (146.26亿蒲式耳)。约比2016年创纪录的总产量 (3.8478亿吨或151.48亿蒲式耳) 低1326万吨。



### 农业统计区 (ASD) 和州级产量

《2018/2019玉米收获质量报告》中涉及的地理区域包含了美国玉米产出最多的地区。这可以在美国农业部农业统计区 (ASD) 2018玉米预期产量地图上看到。这些州玉米出口量占全美国的95%<sup>2</sup>。

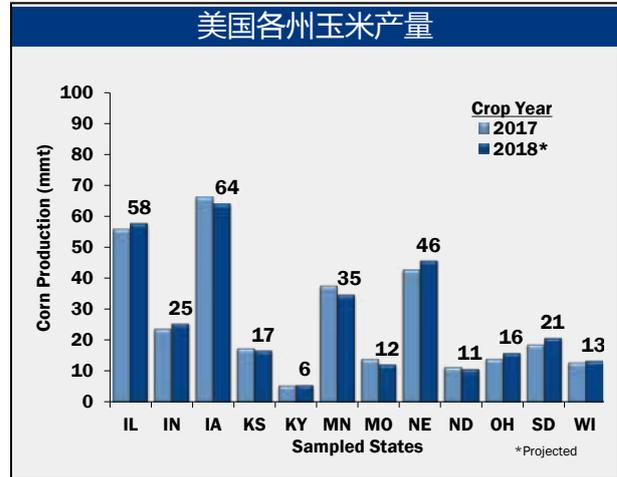


来源: USDA NASS和 Centrec Estimates

<sup>1</sup>mt-吨; mmt-百万吨; ha-公顷; bu-蒲式耳; mil bu-百万蒲式耳; ac-英亩。

<sup>2</sup>来源:USDA NASS, USDA GIPSA 和Centrec预计。

本报告显示了各州玉米单产和收获面积在2017和2018年的细微差异。相对于2017年，在美国12个玉米主产州中，有5个州在产量上有所减少或保持不变，只有密苏里州比2017年减产超过10.0%。



来源: USDA NASS

美国玉米产量表总结了2017年和预计的2018年各州的产量（百万吨）以及占总产量百分比的差异，包括收获面积和单产变化的相关性。绿色色块表示2017年到2018年预计值的相对增加而红色色块表示相对减少。表格显示，参与调查的12州里，11个州2018年的收获面积与2017年相当。在预估总产下降9.6%的情况下，仅北达科他州的收获面积比2017年减少5%以上。各州2018年的平均单产普遍高于2017年。在8个平均单产预测较高的州当中，南达科他州的平均单产比2017年增幅最大（14.5%）。仅有四个州的平均单产比2017年有所下降。密苏里州的州平均单产下降14.7%，是唯一预估单产减少幅度超过5%的州。

州	2017	2018*	差异		相对% 变化*	
			MMT	百分比	面积	单产
伊利诺伊	55.9	57.9	2.0	3.5%		
印第安纳	23.7	25.5	1.7	7.4%		
艾奥瓦	66.2	64.1	(2.1)	-3.1%		
堪萨斯	17.4	16.8	(0.6)	-3.4%		
肯塔基	5.5	5.6	0.1	2.2%		
明尼苏达	37.6	34.8	(2.8)	-7.4%		
密苏里	14.0	12.3	(1.7)	-12.1%		
内布拉斯加	42.8	45.8	3.1	7.2%		
北达科他	11.4	10.8	(0.6)	-5.0%		
俄亥俄	14.1	16.0	1.9	13.6%		
南达科他	18.7	20.9	2.2	11.6%		
威斯康星	12.9	13.5	0.5	4.2%		
美国总计	370.9	371.5	0.6	0.2%		

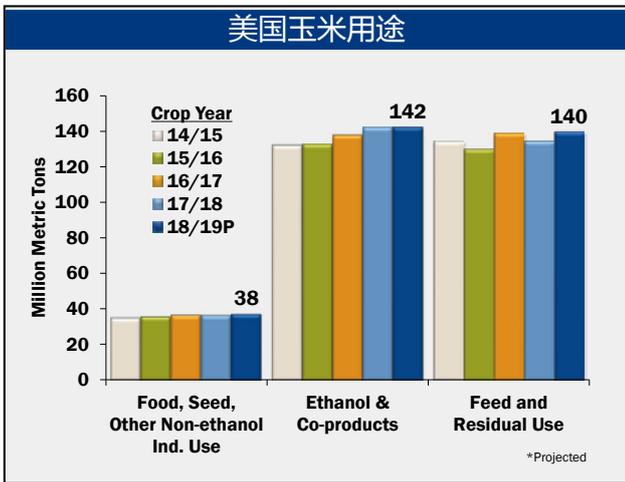
\*绿色表示2018年数值高于2017年，红色表示2018年低于2017年。色块高度表示差异大小。

\*预测

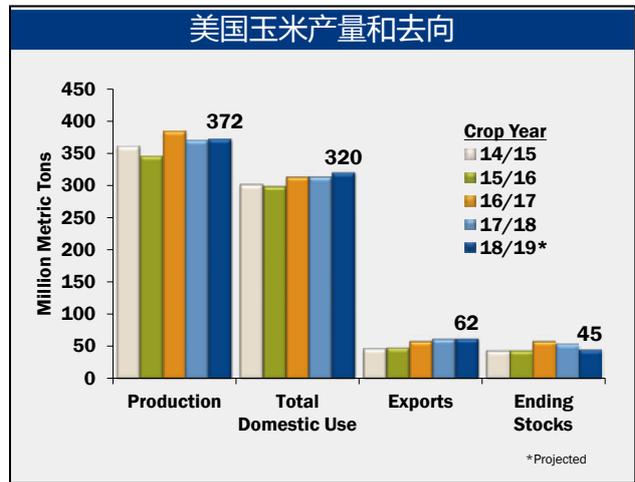
来源：美国农业部，美国国家农业统计局

## B. 美国玉米用途和年终库存

- 在过去四个完整的市场年度中，美国玉米用于食品、种子和其他非乙醇工业用途的消费量始终保持相对稳定。
- 自2014/2015市场年度以来汽油消费量相对稳定，在此期间，乙醇出口量的增加导致每年用于生产乙醇的玉米的消费量均略有增加。
- 用于国内畜禽饲料原料的玉米直接消费始终保持强劲，这是因为充足的玉米供应和与其他饲料原料相比较为低廉的价格。
- 强劲的出口需求和较高的产量使得自2014/2015市场年度以来美国玉米出口逐年增长。
- 期末库存存在2016年的创纪录产量后达到最高位，仅在2017年后稍有下降，仍然是历史记录上第二大库存量。



来源: USDA WASDE和ERS



来源: USDA WASDE 和ERS

## C. 展望

### 美国展望

- 2018年度玉米产量为历史第三高，为2018/2019市场年度的充足供应创造了条件。自从2012/2013市场年度玉米价格达到峰值以来，供应充足给玉米价格施加了下行压力。
- 充足的供应和低廉的价格是促成2018/2019年度美国本土玉米消费量达到历史最高记录的主要因素。
- 2018/2019市场年度用于食品、种子及非乙醇用途 (FSI) 的玉米预计与2017/2018年度大致持平，继续保持此前四个市场年度以来的消费模式。
- 2018/2019市场年度用于生产乙醇的玉米总量预计与2017/2018市场年度相当，用于生产乙醇的玉米消费量也因国内汽油需求受到部分影响，主要是汽油价格走低致支持消费

增加，国内乙醇生产扩张。国内汽油价格低廉，本土汽油需求的增长平稳，因而强劲的乙醇出口需求是保持乙醇玉米消费稳定的主要因素。

- 2018/19市场年度国内用作饲料和下脚料的玉米消费量预计比2017/18市场年度高513万吨（增加3.8%）。饲料玉米的需求得到能够降低饲料成本的低廉玉米价格以及居于高位的畜禽存栏的支撑。
- 2018/19市场年度美国玉米的出口预计比2017/18市场年度增加0.5%。2018/19市场年度美国玉米的出口预计为历史最高纪录。

- 2018/19市场年度玉米期末库存预计比前一个市场年度的期末库存低16.8%，主要是由于强劲国内需求和出口需求，及部分由于在2016/2017和2017/2018年度连续的玉米丰产导致高库存之后的下降。
- 2016年的库存使用比为15.6%，最高库存使用比出现在2005/06市场年度，为17.5%。2018/2019年度预计继上两年后持续下降，为11.9%，与过去10个完整市场年度的平均值（11.6%）相当。

## 国际展望<sup>3</sup>

### 全球供应

- 2018/19年度的全球玉米产量预计将比2017/18市场年度的产量有所增加，主要因为玉米主产州的产量增加。
- 2018/19市场年度巴西、阿根廷、乌克兰的产量将与中国、印度和欧盟的减产相互抵消。
- 除了美国玉米出口量预计增加，美国以外的国家在2018/19市场年度的总出口量也比2017/18市场年度略高。
- 除美国之外的主要玉米出口国中，阿根廷和巴西的出口量预计会有所增加。

### 全球需求

- 全球玉米消费预计将从2017/18市场年度的10.08623亿吨增加到2018/19年度的11.3131亿吨，比上年增长4.2%。
- 除南非、日本和加拿大之外，主要的玉米进口国家和地区在2018/19市场年度的玉米消费将高于2017/18年度，中国的消费增长高于其他国家（1300万吨）。
- 2018/2019市场年度全球玉米进口量预计同比会有所提高。加拿大、日本和土耳其进口量的减少，将与欧盟、越南、中国和沙特阿拉伯等国2018/2019年度进口量的增加相互抵消。

<sup>3</sup>美国农业部/国外农业服务——生产、供应和分销数据库



**各作物年度美国玉米供应和用途一览**

公制单位	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19*
<b>面积(百万公顷)</b>					
种植面积	36.68	35.64	38.06	36.52	36.07
收获面积	33.66	32.69	35.12	33.48	33.12
单产 (mt/ha)	10.73	10.57	10.96	11.09	11.23
<b>供应(百万吨)</b>					
期初库存	31.29	43.97	44.12	58.25	54.36
产量	361.09	345.51	384.78	370.96	371.52
进口	0.80	1.72	1.45	0.91	1.14
<b>总供应</b>	<b>393.19</b>	<b>391.20</b>	<b>430.35</b>	<b>430.15</b>	<b>427.15</b>
<b>用途(百万吨)</b>					
食品、种子和其他非乙醇用途	35.48	36.19	36.91	36.91	37.59
乙醇及其副产品	132.09	132.69	137.98	142.37	142.25
饲料和下脚料	134.23	129.91	138.95	134.58	139.71
出口	47.42	48.29	58.27	61.93	62.23
<b>总用量</b>	<b>349.22</b>	<b>347.07</b>	<b>372.10</b>	<b>375.76</b>	<b>381.78</b>
期末库存	43.97	44.12	58.25	54.36	45.24
平均农场价格 (\$/mt**)	145.66	142.12	132.28	132.28	125.98-157.47

英制单位	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19*
<b>面积(百万英亩)</b>					
种植面积	90.6	88.0	94.0	90.2	89.1
收获面积	83.1	80.8	86.7	82.7	81.8
单产 (bu/ac)	171.0	168.4	174.6	176.6	178.9
<b>供应(百万蒲式耳)</b>					
期初库存	1,232	1,731	1,737	2,293	2,140
产量	14,216	13,602	15,148	14,604	14,626
进口	32	68	57	36	45
<b>总供应</b>	<b>15,479</b>	<b>15,401</b>	<b>16,942</b>	<b>16,934</b>	<b>16,816</b>
<b>用途(百万蒲式耳)</b>					
食品、种子和其他非乙醇用途	1,397	1,425	1,453	1,453	1,480
乙醇及其副产品	5,200	5,224	5,432	5,605	5,600
饲料和下脚料	5,284	5,114	5,470	5,298	5,500
出口	1,867	1,901	2,294	2,438	2,450
<b>总用量</b>	<b>13,748</b>	<b>13,664</b>	<b>14,649</b>	<b>14,793</b>	<b>15,030</b>
期末库存	1,731	1,737	2,293	2,140	1,781
平均农场价格(\$/bu**)	3.70	3.61	3.36	3.36	3.25-3.95

\*预测

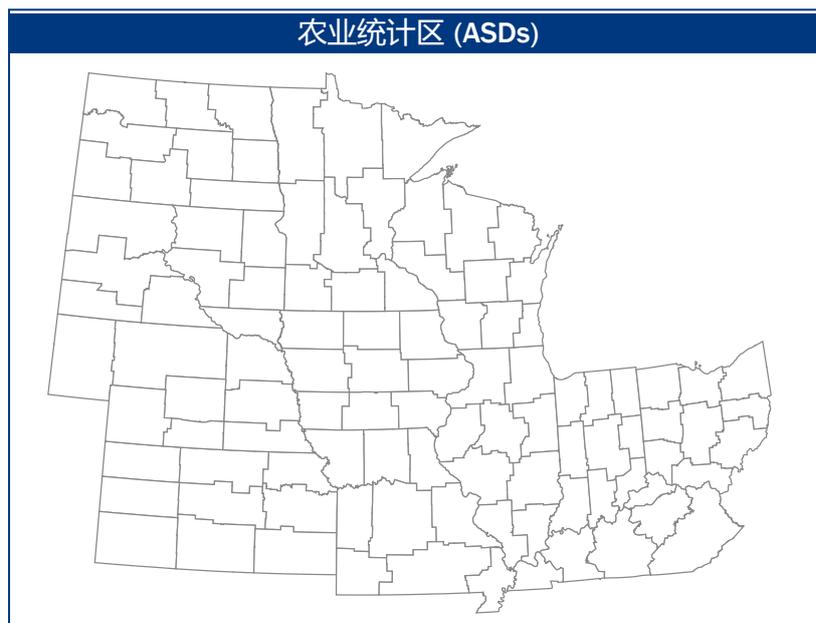
\*\*农场价格根据农场运输各批次货物计算的加权平均值。18/19年度的农场价格根据WASDE11月份预计价格计算。

来源: USDA WASDE 和 ERS

## A. 概述

《2018/19年美国玉米收获品质报告》所采取的调查设计、取样和统计分析方法要点如下：

- 沿用前七年《收获品质报告》中使用的方法，我们按农业统计地区（ASDs）对12个玉米主产州按比例进行了分层取样。这12个玉米主产州的玉米出口量占美国玉米出口总量的95%。
- 我们的目标是从12个主产州选取了608份样本，以确保能达到可信度为95%，最大相对误差为±10%的目标。
- 2018年8月27日至11月28日期间，我们共收集了来自各地收购站从农场运粮车上直接抽取的618份未经混合的样本，并进行了检测。
- 我们采取了按比例分层取样的方法对整个农业统计地区12个相关州经过了其他品质指标检测的玉米进行了霉菌毒素检测。这次取样的结果是共有181份样本进行了黄曲霉毒素和呕吐毒素测试。
- 对全美国玉米和三个出口集中区的玉米用标准的统计学方法进行按比例分层取样后，我们进一步计算出数据的加权平均值和标准差。
- 为了评估样本的统计学有效性，我们在计算美国总体品质的和三个不同出口集中区的各种品质属性时都使用了相对误差。除应力裂纹和应力裂纹指数这两项之外，其他品质属性的相对误差都在±10%以内。即使当这些品质属性的较低精准值低于预期，相对误差水平使得预估结果不会无效。
- 我们使用在可信度95%基础上的双尾T检验来评估2018年和2017年及2018年和2016年品质指标平均值的统计学差异。



## B. 调查设计和采样

### 调查设计

这份2018/19年度收获报告中的目标样本是来自于美国12个玉米主产州的商品黄玉米，这些州的玉米出口量占全美的95%<sup>1</sup>。我们采取**按比例分层、随机抽样的方法**以确保对进入销售渠道前端的美国玉米进行稳妥的统计学采样。我们的抽样方法有3个主要特征：将所有样本**分层**以备抽样、确定每层的**抽样比例**和**随机抽样程序**。

**抽样分层**指的是把要调查的总体样本分为不同的、无重叠的小组，称之为层。在本项研究中，调查的总体样本是指可能会将玉米出口至国外市场的产区所出产的玉米。美国农业部（USDA）将每个州划分为若干个农业统计区（ASDs）并预估每个统计区的玉米产量。我们用美国农业部的玉米产量数据外加预计出口量来确定12个主要玉米生产州的调查样本总数。这些农业统计区（ASDs）的数据即是本次玉米品质调查的子总体，或者层。通过这些数据，我们计算了每个ASD的玉米产量在总产量和出口量中的占比，以决定**抽样比例**（从每个ASD所抽取的样本比例），并最终确定每个ASD所要采集的玉米样本数量。2018/19年收获报告在每个ASD所采集的样本数量各不相同，因为每个ASD的数据在预期产量和出口量中的占比不同。

**样本数量确定后**，我们就可以在一定精准度的范围内预测各种品质指标的真实平均值。《2018/2019年收获报告》中所采用的精准度是预计可信度为95%，相对误差不超过±10%。±10%的相对误差对于像玉米品质指标这样的生物学数据来说是一个较为合理的目标。

为确定达到目标相对误差所需的样本数量，理想的情况是对每一项品质指标都应用总体方差

（即收获玉米品质指标的变率）。一项品质指标的水平或数值变异性越大，就需要越多的样本数量来预估一定精准度范围内的真实均值。而且，品质指标的变异性通常各不相同。因此，在同一精准度范围内，各个品质指标所需要的样本数量是不一样的。

由于我们还不知道今年收获的玉米作物的18项品质指标的差异性，因此我们采用《2017/2018年收获报告》当中的差异性估计值作为替代。我们运用2017年对627份样本所做的分析结果，计算出了相对误差在±10%范围内的15种品质指标所需要的变率和最终的样本数。破碎玉米、杂质和热损伤未予检测。相对误差分别为11.3%和13.5%的应力裂纹率和应力裂纹指数是唯一两个相对误差超过±10%的品质指标。根据这些数据，我们确定样本数量至少达到600份即可预估出在一定精准度范围内除了应力裂纹率和应力裂纹指数之外的美国玉米总体品质特性的真实平均水平。不过，由于每个农业统计区目标样本数的取整以及每个农业统计区至少两份样本的原则，最后的目标样本数为608份。

我们使用与检测定级指标、水分、物理和化学特性同样的按比例分层抽样的方法来测试所选取玉米样本的霉菌毒素水平。除了同样的抽样方法外，对不同的品质特性，我们也同样采用了相对误差±10%，预计精准度95%。预计至少测试最小总体样本数（600份）的25%就能达到我们所要求的精准度。换句话说，检测大于等于150份样本就能使黄曲霉毒素含量低于美国食品和药品监督管理局20ppb限量的样本百分比的检测结果达到95%的可信度，相对误差小于或等于±10%。另外，预计

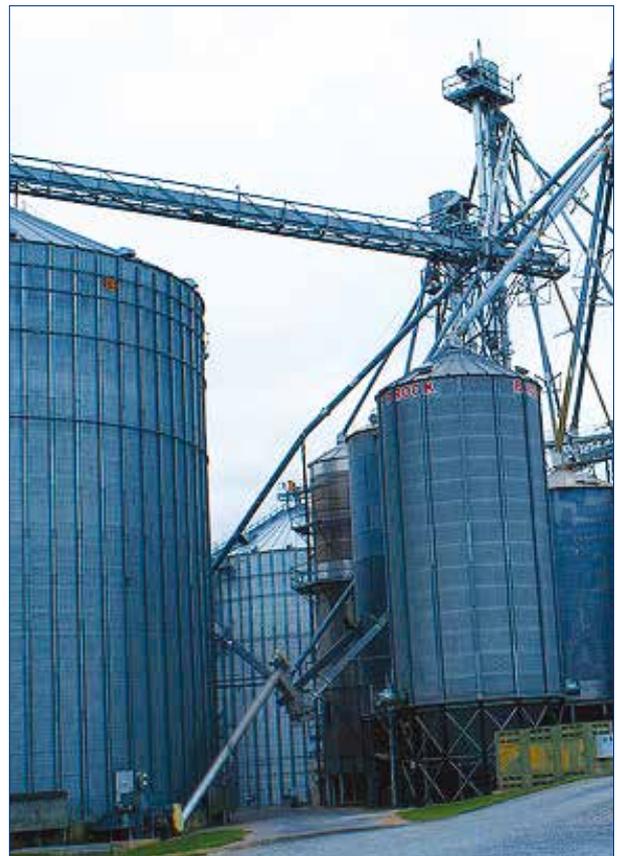
<sup>1</sup>来源：USDA NASS, USDA GIPSA 和Centrec估计

检测样本中呕吐毒素低于美国食品与药品监督管理局5ppm限量的样本百分比同样具有小于或等于 $\pm 10\%$ 的相对误差，预计的精准度在95%。按比例分层抽样方法还要求至少从每个采样地区的

ASD抽取一份样本进行测试。为达到检测目标样本总数的25%且每个ASD至少检测一份样本的抽样标准，用于检测霉菌毒素的目标样本份数为181份。

### 采样

随机抽样程序是通过发电子邮件和电话请求12个玉米主产州的收购站参与完成的。我们把邮资已付的样本袋寄给同意提供2050至2250克玉米样本的玉米收购站。我们告知收购站应避免从农民为当季作物腾出存储空间时清理出的陈玉米中采样。每份样本都是在玉米从农场运来接受收购站的常规检验时，从运粮车上采集的。每个收购站所提供的样本数量取决于在该农业统计区所需采集的目标样本总数，以及收购站愿意提供的样本数量。每个地点最多采集4份样本。从2018年8月27日至11月28日之间，我们收到了收购站从农场运粮车上抽取的618份未经混合的样本，并对其进行了检测。



## C. 统计分析

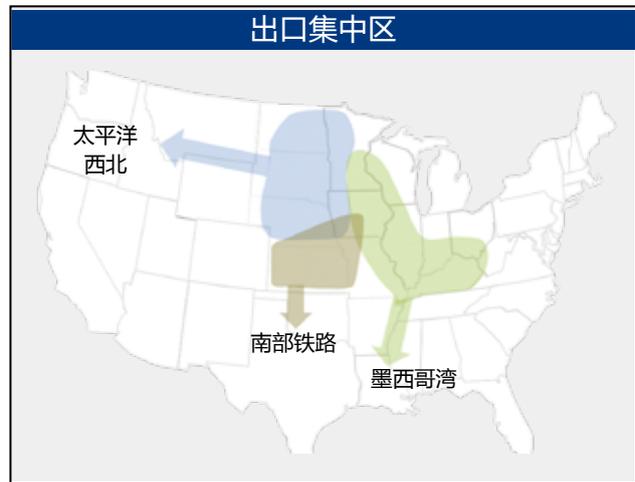
在定级指标、水分、化学成分和物理指标几方面检测了样本后，全美的整体结果被汇总到一起，向三个主要出口渠道供应玉米的三个综合区的检测结果也分别进行了总结，下面是这三个被标记为出口集中区（ECAs）的地区：

- 墨西哥湾出口集中区，主要通过南湾港口出口；
- 西北太平洋（PNW）出口集中区包括通过太平洋西北和加利福尼亚港口出口玉米的地区；
- 南部铁路地区包括从内陆分站点通过铁路向墨西哥出口玉米的地区。

在分析样本检验结果时，我们采用的是按比例分层抽样法的标准统计技术，包括计算加权平均值和标准差。除了对全美整体值计算加权平均和标准差以外，我们还对每个出口集中区的数值进行了加权平均和标准差的估算。流入每个出口集中区的玉米来源会因可用运输方式的不同在地理区域上存在重叠。所以，每个出口集中区（ECA）的综合数据是按照估算每个出口集中区所接收的不同产区的玉米占比为基础来进行计算的。结果是，有的玉米样本可能计入了不止一个出口集中区的统计数据。这些估算的依据来自于行业反馈信息、出口数据和美国玉米流向方面的研究报告。

《2018/19年收获报告》还包括了过去五年的收获报告(2013/14年、2014/15年、2015/2016年、2016/2017年和2017/18年)中各项品质指标的简单平均值。我们在报告的正文和表格中将这些按照美国总体和各出口集中区分别计算出的简单平均值称为“五年平均值”。

我们对美国总体和每个出口集中区（ECA）的各玉米品质指标都计算了相对误差。除美国总体和墨西哥湾、西北太平洋和南部铁路出口集中区的应力裂纹和应力裂纹指数，其他品质指标的相对误差都在±10%以内。应力裂纹和应力裂纹指数的相对误差见下面的表格。



即使这些品质特性的较低精准值低于预期，这些数值的相对误差也并不会使估算结果失效。在“物理指标”汇总表的备注里注明了相对误差超过±10%的检测项。

在“品质检测结果”部分的参考附注中，对2017/2018年和2018/2019年，以及2016/2017年和2018/2019年收获品质报告检测结果的统计和/或显著性差异通过可信度在95%的双尾T检验法进行了比较。

	相对公差		
	损害合计	应力裂纹	应力裂纹指数
美国总体			11.6%
墨西哥湾 ECA		10.2%	12.0%
太平洋西北 ECA	11.2%	13.5%	15.8%
南部铁路 ECA		14.5%	18.9%

《2018/2019年玉米收获报告》的样本（每份约2200克）由当地收购站直接寄送到位于伊利诺伊州尚佩恩市的伊利诺伊州作物改良协会的品种性状保藏谷物实验室（IPGL）。样本到达之后，如有必要先进行干燥，直到达到合适的水分含量，以防止日后在检测过程中出现质量下降的现象。然后，样本会通过博尔纳分样器分成重量均为1100克的两个组。分样器将全部样本分为两个组的同时，还要保持两组样本性状平均分布。其中一组样本被送往位于伊利诺伊州厄巴纳的尚佩恩-丹维尔谷物检验机构（CDGI）

进行定级。CDGI是美国农业部联邦谷物检测服务机构（FGIS）指定的伊利诺伊州中东部地区官方谷物检验服务机构。定级检验程序的依据是《FGIS谷物检测手册》，详情会在下一节中进行叙述。另外一组样本留在IPG实验室，按照行业标准或者多年来通行的完善程序对化学成分和其他物理指标进行检测。IPG实验室的多个检测项都通过了ISO/IEC17025：2005国际标准的认证。完整的认证范围请参见<http://www.ilcrop.com/labservices>。

## A. 玉米定级指标

### 容重

容重是对填满一个温彻斯特蒲式耳容器（2150.42立方英寸）的谷物量的计量。容重是FGIS美国玉米定级官方标准中的一项。

检测方法是通过放置于具有特定体积的量杯上方一定高度的漏斗向量杯倒入谷物，直至谷物

从量杯边缘溢出。用刮板将谷物抹至与量杯口平齐，再对杯中留存的谷物进行称重。所测重量随后将转换为传统的美国计量单位，即磅每蒲式耳（lb/bu）。

### 破碎玉米与杂质（BCFM）

破碎玉米与杂质是FGIS谷物定级美国官方标准中的一项。

BCFM检验测定所有能通过12/64英寸圆孔筛的物质和所有留在筛面上的非玉米物质。破碎玉米与杂质检测分为破碎玉米和杂质两个分项。破碎玉米的定义是可以通过12/64英寸圆孔筛但

留在6/64英寸筛面上的所有物质。杂质是所有可通过6/64英寸圆孔筛子的物质和留在12/64英寸筛面上的粗粒非玉米物质。破碎玉米与杂质用样本重量的百分比来表示。

## 总损伤/热损伤

总损伤是FGIS谷物定级美国官方标准中的一项。

一位经过培训和资格认证的检测人员用目测的方式对250克无破碎玉米与杂质的有效代表样本进行颗粒损伤情况查验。损伤种类包括蓝色眼状霉斑、穗轴腐烂、烘干受损（与热损伤不同）、细菌损伤颗粒、热损伤颗粒、虫蚀颗粒、霉变颗粒、类霉物质、丝断裂颗粒、表面霉变（枯萎）、霉变

（粉红球菌）和生芽粒。总损伤是以所有受损谷物在送检样本中的重量百分比来表示的。

热损伤是总损伤中的一类，指由热度引起的实质脱色或损坏的玉米颗粒或碎片损伤。热损伤颗粒由经过培训和资格认证的检验人员对250克无破碎玉米和杂质的玉米样品进行目测查验。如果发现热损伤，会将其与总损伤分开报告。

## B. 水分

水分由收购站的电子水分仪于送货时记录和报告。电子水分仪能感应到谷物中一种会随水分含量变化而变化的，被称为电介质的物质。水分含量升

高时电介质也随之升高。水分含量表示为包含水分的玉米重量的一个百分比。

## C. 化学成分

### 近红外光谱常规分析

玉米的化学成分（蛋白质、油脂和淀粉含量）是用近红外（NIR）透射光谱分析仪进行分析的。这种技术用特定波长的光对每份样本进行个别分析。仪器被校准到与传统化学方法相一致，用以预测样本中的油脂、蛋白质和淀粉成分。检测过程并不对玉米进行破坏。

对蛋白质、油脂和淀粉含量进行化学成分检测使用的仪器是Foss Infratec1241整粒谷物近红外光谱分析仪（NIR），检测对象为550-600克样本。NIR被校准到化学测试，对蛋白质、油脂和

淀粉测定值的标准误差分别为0.22%、0.26%和0.65%。用2016年之前的收获报告所使用的Foss Infratec1229和Foss Infratec1241对21份实验室样本的检验显示，仪器检测蛋白质、油脂和淀粉含量的平均结果分别为0.25%，0.26%和0.25%。结果以各成分在干物质中的百分比表示（在去除水分的玉米物质中的百分比）。

## D. 物理指标

### 百粒重、颗粒体积和颗粒真实密度

百粒重是用精度到0.1mg的分析天平称量两份相同的100粒样品得到的平均重量。百粒重的平均值用克表示。

颗粒体积是用氦比重仪对两份100粒样品分别进行计量得出的，单位为立方厘米（ $\text{cm}^3$ ）/粒。小颗粒与大颗粒玉米体积的范围一般为每粒0.14-0.36立方厘米。

颗粒真实密度是把两份外表完好100粒样本分别用质量（或重量）除以其体积（或排水量）

得出的。测量结果取两份样本的平均值。真实密度用克每立方厘米（ $\text{g}/\text{cm}^3$ 表示）。当水分含量折合值为12%至15%之间时，真实密度一般在1.20至1.30 $\text{g}/\text{cm}^3$ 之间。

### 应力裂纹分析

应力裂纹的检测是通过光背投成像板使裂缝显现。外观无损的100颗完整玉米粒被逐一检测。光线穿过角质或者硬质胚乳，由此可观测和评估应力裂纹对每粒玉米的损伤程度。受检的玉米颗粒可归为四类：（1）无裂纹；（2）1条裂纹；（3）2条裂纹；（4）2条以上裂纹。应力裂纹是由所有含1条、2条和2条以上裂纹的颗粒数量除以100的百分比结果来表示。应力裂纹水平低始终比高更好，因为高应力裂纹率会使更多的玉米在储运过程中受到损坏。在应力裂纹存在的情况下，1条裂纹比2条或多条裂纹好。一些玉米最终用户会根据具体用途在合同中指定可接受的应力裂纹水平。

应力裂纹指数（SCI）是应力裂纹的加权平均数。该检测值体现应力裂纹的严重程度。SCI的计算

公式是：

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

其中

- SSC 是只有1条裂纹的籽粒占比；
- DSC 是有2条裂纹的籽粒占比；
- MSC 是有2条以上裂纹的籽粒占比。

SCI值一般在0到500之间。数值大就意味着样本中有多条裂缝的籽粒数多，对于大多数使用者来说都不受欢迎。

## 完整颗粒

在完整颗粒测试中，50克的干净的（无破碎粒和杂质）玉米被逐粒检查。开裂、破损或有缺口的玉米，以及任何表皮明显受损的玉米被予以剔除。然后将完整颗粒称重，最终数值用完整颗粒重

量占原50克样本重量的百分比表示。有些公司进行的检测是相同的，只是结果的百分比表示的是“开裂和破损”率。完整颗粒率97%相当于开裂破损率3%。

## 角质（硬）胚乳

角质（硬）胚乳检测是把20颗外表完好的玉米颗粒胚芽朝上放置在发光台上用目测的方式进行评测。然后评定每颗玉米粒中角质胚乳在总体胚乳中的估计占比。软质胚乳是不透明的，会阻挡光线，而角质胚乳是透明的。评测参照标准指导准则进行，以软质胚乳沿着籽粒的冠部向下方胚芽的延展程度为依据。之后算出20颗外表完好的籽粒角

质胚乳评定的均值。角质胚乳的评定值在70%到100%之间，但大多数单个颗粒的结果值处于70%至90%的区间。



## E. 霉菌毒素检测

从玉米中检出霉菌毒素是个复杂过程。通常情况下，引起霉菌毒素的真菌并不会在一片田地里全面滋生或在地理区域之间蔓延。因此，如果在玉米中检出任何霉菌毒素，在很大程度上取决于大批玉米颗粒中霉菌毒素的浓度和分布状况，无论是一车、一筒仓还是一火车皮的玉米。

美国农业部联邦谷物检验局（FGIS）取样程序的宗旨是尽量避免夸大或低估霉菌毒素的真实浓度，因为出口玉米必须出具准确的结果值。不过，《2018/2019年玉米收获质量报告》评估霉菌毒素的宗旨只是报告当前收成中霉菌毒素的检出个数，而并不涉及出口玉米中霉菌毒素的具体水平值。

为了得出《2018/2019年玉米收获质量报告》中黄曲霉毒素和呕吐毒素检出个数，IPG实验室用FGIS标准程序和被其认可的检测套件进行了霉菌毒素检测。FGIS标准程序要求从运粮车上选取至少908克（2磅）的玉米样本，经碾磨后进行黄曲霉毒素检测，并选取大约200克样本研磨后进行呕吐毒素检测。为了完成这项研究，2千克用于调查的玉米粒样本被分为1千克一组的实验室样本，进行黄曲霉毒素分析。将1千克调查用样本用Romer Model2A磨碎机磨成粉，使其中的60%~75%可通过20目网筛。每次黄曲霉毒素检测均从充分混合的粉状物中取得，每份检测样本份量为50克。EnviroLogix公司生产

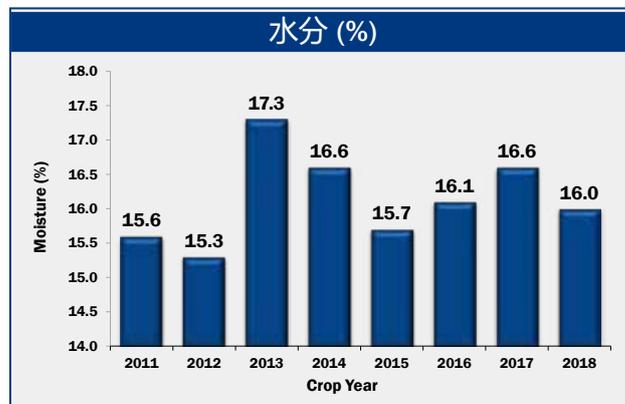
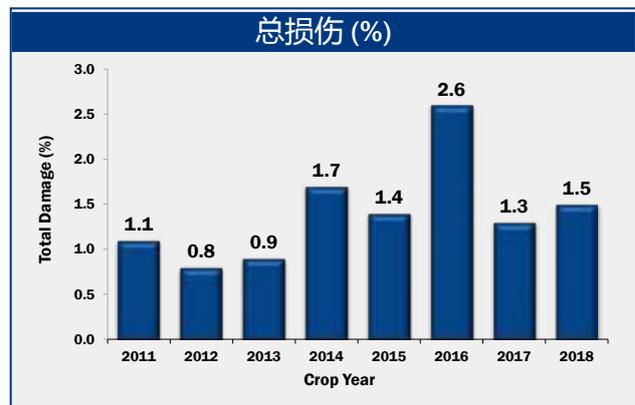
的AQ309 BG和AQ 304 BG定量检验套件被分别用于进行黄曲霉毒素和呕吐毒素的分析。呕吐毒素的提取以水为介质（5：1的比例），而黄曲霉毒素用缓冲水提取（3：1）。之后将提取物用Envirologix公司的QuickTox侧流试纸条检测法进行检测，并用QuickScan快速扫描系统对黄曲霉毒素含量进行测定。

在霉菌毒素浓度超出特定限值，即“检出限值”（LOD）的情况下，EnviroLogix定量测试套件能报告其具体浓度水平。检出限值的定义是能检出的最低浓度值，且与所使用的方法测试空白对照物（不含霉菌毒素）结果值不同。不同的霉菌毒素种类、检测套件应用和玉米批次组合，检出限值也会有所不同。AQ309BG和AQ 304BG的黄曲霉毒素检出限值为十亿分之2.7（2.7ppb），而呕吐毒素检出限值为百万分之0.1（0.1 ppm）。

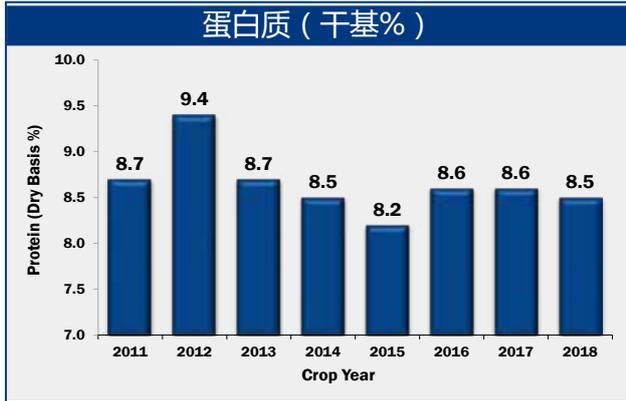
FGIS为使用Envirologix公司AQ309BG和AQ304BG套件分别检测黄曲霉毒素和呕吐毒素的量化值出具了性能说明函。

## A. 定等指标和水分

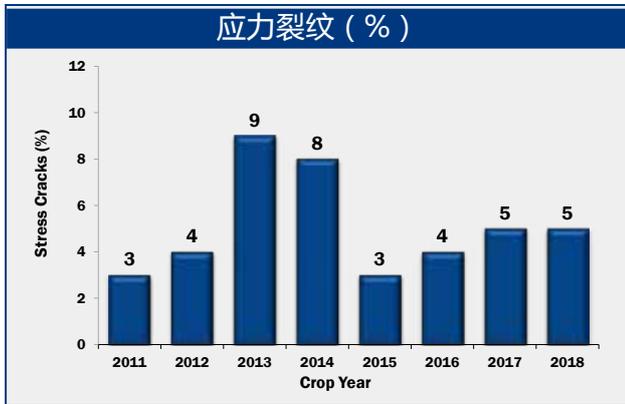
自2011年来，《美国谷物协会玉米收获品质报告》对进入到国际销售通道的美国玉米品质提供了清晰、简洁和一致的信息。这一系列品质报告一直来采取一致的、透明的调查方法，提供了富有洞见的比较。以下图表显示八份报告中所提到的各品质指标的总值平均，以此与今年的品质参照。



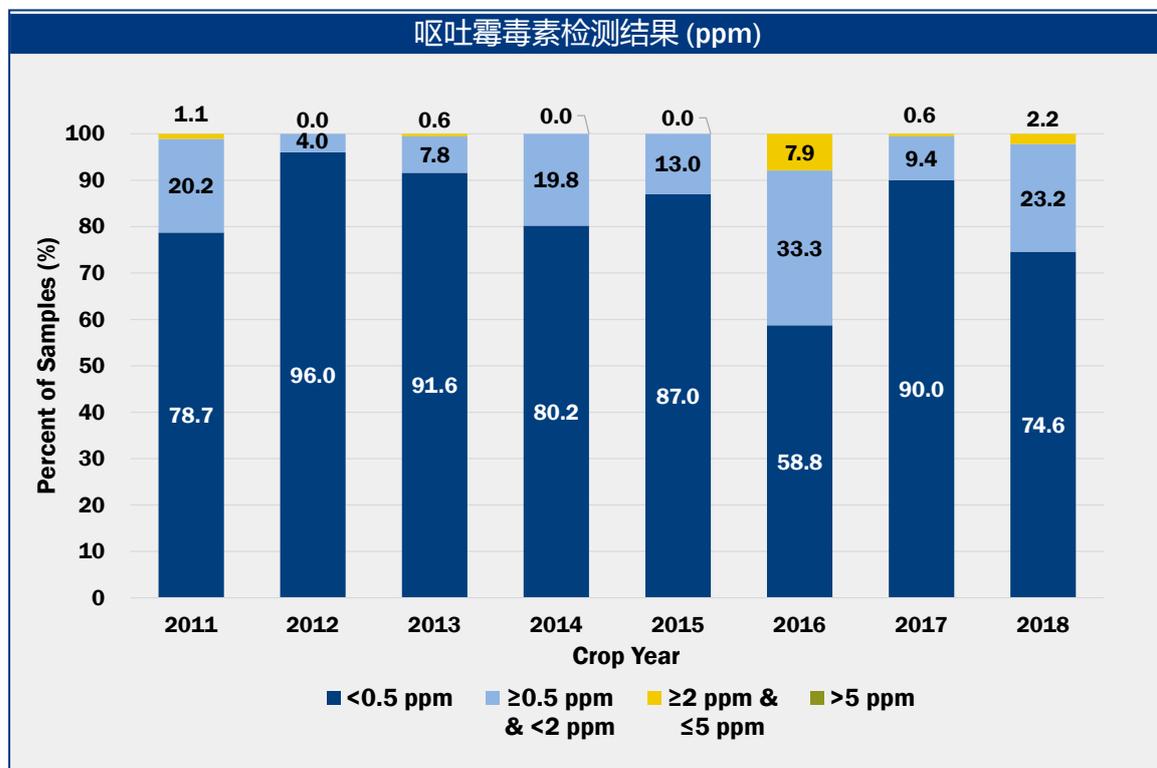
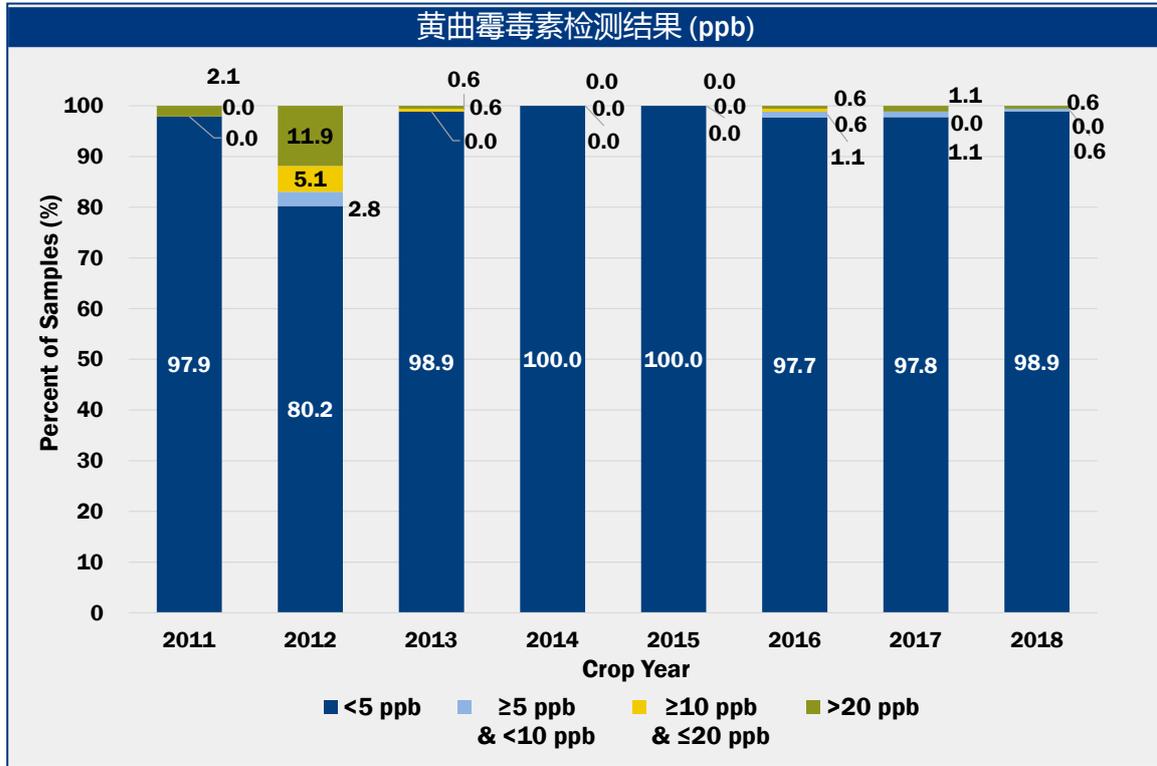
## B. 化学成分



### C. 物理指标



D. 霉菌毒素



### 美国玉米等级和定等标准

等级	损伤颗粒最高限值			
	最低容重 (Pounds)	热损伤 (%)	总损伤 (%)	破碎玉米与杂质 (%)
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

美国样本级为有如下情况的玉米：(a)未能达到美国玉米等级的1、2、3、4、5级要求，或 (b)混有石块重量超出样品重量的0.1%，混有两块及以上的玻璃、三粒或以上的猪屎豆种子 (Crotalaria spp)、两颗上或以上的蓖麻子 (Ricinus communis L) 四颗或以上不明异物或混有普遍认为有毒害性的物质、8粒或以上的苍耳子 (Xanthium spp) 或其他单独的或成簇的植物种子、或1000克样本中动物污物超出0.20%；或 (c) 有霉味、酸味或作为商品令人不快的异味；或 (d) 发热或其他明显品质低劣的情形。

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



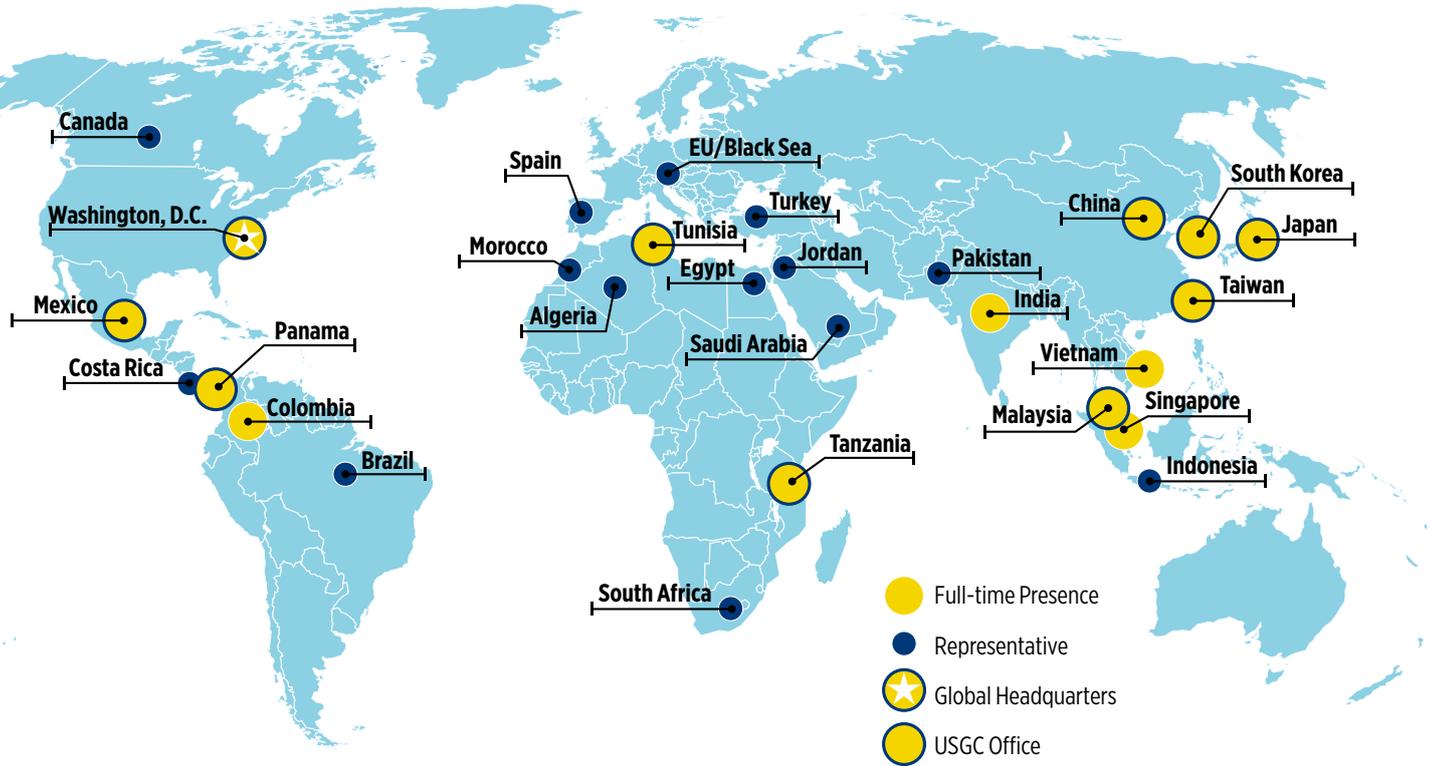
## 英制单位和公制单位换算

玉米单位换算	公制换算
1 蒲式耳 = 6 磅 (25.40 千克)	1 磅 = 0.4536 千克
39.368 蒲式耳 = 1 吨	1 英担 = 100 磅 / 45.36 千克
15.93 蒲式耳/英亩 = 1 吨/公顷	1 蒲式耳 = 2204.6 磅
1 蒲式耳/英亩 = 62.77 吨/公顷	1 吨 = 1000 千克
1 蒲式耳/英亩 = 0.6277 公担/公顷	1 吨 = 10 公担
56 磅/蒲式耳 = 72.08 千克/百公升	1 公担 = 100 千克
	1 公顷 = 2.47 英亩





# U.S. GRAINS COUNCIL



## HEADQUARTERS:

20 F Street NW, Suite 600 • Washington, DC 20001  
 Phone: +1-202-789-0789 • Fax: +1-202-898-0522  
 Email: [grains@grains.org](mailto:grains@grains.org) • Website: [grains.org](http://grains.org)

### PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA: Beijing

Tel1: +86-10-6505-1314 • Tel2: +86-10-6505-2320  
 Fax: +86-10-6505-0236 • [grainsbj@grains.org.cn](mailto:grainsbj@grains.org.cn)

### JAPAN: Tokyo

Tel: +81-3-6206-1041 • Fax: +81-3-6205-4960  
[tokyo@grains.org](mailto:tokyo@grains.org)

### KOREA: Seoul

Tel: +82-2-720-1891 • Fax: +82-2-720-9008  
[seoul@grains.org](mailto:seoul@grains.org)

### MEXICO: Mexico City

Tel: +52-55-5282-0244  
[mexico@grains.org](mailto:mexico@grains.org)

### MIDDLE EAST AND AFRICA: Tunis

Tel: +216-71-191-640 • Fax: +216-71-191-650  
[tunis@usgrains.net](mailto:tunis@usgrains.net)

### SOUTH ASIA

[asachdev@grains.org](mailto:asachdev@grains.org)

### SOUTHEAST ASIA: Kuala Lumpur

Tel: +603-2093-6826 • Fax: +603-2093-2052  
[grains@grainsea.org](mailto:grains@grainsea.org)

### SINGAPORE

[ttierney@grains.org](mailto:ttierney@grains.org)

### TAIWAN: Taipei

Tel: +886-2-2523-8801 • Fax: +886-2-2523-0149  
[taipei@grains.org](mailto:taipei@grains.org)

### TANZANIA: Dar es Salaam

Tel: +255-68-362-4650  
[mary@usgrainstz.net](mailto:mary@usgrainstz.net)

### WESTERN HEMISPHERE: Panama City

Tel: +507-315-1008 • Fax: +507-315-0503  
[grains@lta-grains.org](mailto:grains@lta-grains.org)