U.S. GRAINS COUNCIL

2019/2020
美国玉米收获品质报告

U.S. GRAINS COUNCIL

致谢

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咨询公司的史蒂夫•赫分（Steve Hofing），李•辛格尔顿（Lee Singleton），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（Tom Whitaker）博士、洛威尔•希尔（Lowell Hill）博士、马文•R•鲍尔森（Marvin R. Paulsen）博士和佛瑞德•贝洛（Fred Below）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-丹维尔谷物监测机构（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。

U.S. GRAINS COUNCIL

1 协会致辞

2 收获质量概述

4 引言

6 质量检测结果
A. 定级指标 6
B. 水分 17
C. 化学成分 20
D. 物理指标 28
E. 霉菌毒素 43

51 作物和天气条件
A. 2019年收获要点 51
B. 播种和早期生长条件 52
C. 授粉和灌浆条件 54
D. 收获条件 56
E. 2019年与2018年、2017年及5年平均值相比较 58

60 美国玉米产量、用途和展望
A. 美国玉米产量 60
B. 美国玉米用途和年终库存 62
C. 展望 62

65 调查与统计分析方法
A. 概述 65
B. 调查设计和采样 66
C. 统计分析 68

69 检测分析方法
A. 玉米定级指标 69
B. 水分 70
C. 化学成分 70
D. 物理指标 71
E. 霉菌毒素检测 73

74 历史角度
A. 定等指标和水分 74
B. 化学成分 75
C. 物理指标 76
D. 霉菌毒素 77

78 美国玉米评等及条件

BC 美国谷物协会联系方式

协会致辞

美国谷物协会完成了第九份年度玉米质量调研，并欣然在这份《2019/2020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。

因为四月、五月的潮湿天气，2019年的生殖生长季节以播种延迟开头。以完成50%玉米播种的日期为对标日，今年玉米的播种为过去40年最晚。尽管生长季其他时间总体条件良好，但今年平均单产低于前三年的任一年单产。推迟种植及十月的潮湿天气也推迟了收割。据近年的记录，只有1992年和2009年作物比2019年更晚到达50%的收割基准。

尽管存在这些挑战，美国谷物协会预计今年的玉米产量将以3.47亿公吨（136.61亿蒲式耳），居美国历史纪录玉米产量第六位。今年玉米单产紧随过去三年的最高单产。连续几年的丰产保证了充足供应，也使得美国保持了世界玉米出口国的领先地位。在此市场年度中，美国的出口预计占全球玉米出口总量的28.1%。

《2019/2020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质量的及时信息。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，《2019/2020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2020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。

WHEN TRADE WORKS, THE WORLD WINS

您诚挚的

达伦 阿姆斯特朗（Darren Armstrong）

美国谷物协会主席

2019 年12月

由于播种晚、成熟延迟、灌浆及收获晚等因素对2019年玉米作物的总体质量有所影响，体现在玉米的高含水量及低密度。高水分则导致需要更多加热干燥从而增加产生更多应力裂纹的可能性。

《美国谷物协会2019/2020年度玉米收获质量报告》（以下为《2019/2020年度收获报告》）的代表性样本测试显示，2019年玉米作物的总体质量在很多方面优于美国一级玉米的定等标准，这意味着大量优质的2019年美国玉米正在进入销售渠道。

与五年平均值（5YA[1]）相比，进入销售渠道的2019年美国玉米作物平均容重、完整颗粒和蛋白真密度相对较低；同时破碎粒和杂质（BCFM）、水分、总损伤、应力裂纹及油脂含量均高于五年均值。今年作物的主要收获结果摘要如下：

定级指标和水分

- 容重为57.3磅/蒲式耳（以下为lb/bu）（等于73.8千克/百公升，下为kg/hl）低于2018年及五年平均值。89.9%的样本超过二级玉米标准，该占比低于2018和2017年；2018年和2017年达到或者超过二级玉米标准最低限制的样本占比分别为98.2%和99.9%。
- 平均破碎玉米和杂质（BCFM）为1.0%，高于2018年及五年平均值。尽管平均值略高于往年的作物，但96.8%样本检测结果低于美国二级玉米限值。
- 平均总损伤（2.7%），高于2018年和五年平均值。尽管总损伤平均值高于往年的水平，然而91.5%的总损样本占比仍低于二级玉米标准的最低限值。另，2019年的总损伤变动率（标准偏差=2.43%）也高于过往年份。
- 所收到的样品中未见热损伤。
- 平均水分含量（17.5%）及波动率（标准偏差=2.35%）高于2018年和五年平均值。此为过往九年记录中，观测到的最高水分含量值。这很大可能是由于2019年的作物打破历史记录的最晚播种造成的。分布显示45.7%的样本水分含量值在17%以上，而2018年和2017年的样本数分别只有24.7%和36.2%。该结果说明与过去两年相比，2019年需要进行烘干处理的样本更多。

表：美国玉米等级及定等标准

美国玉米等级和定等标准				
		损伤颗粒最高限值		
等级	每蒲式耳最低容重（磅）	热损伤（%）	总损伤（%）	破碎粒与杂质（%）
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

化学成分

- 蛋白质含量（干基8.3%），低于2018与五年平均值。
- 淀粉含量（干基72.3%），略微低于2018和五年平均值。
- 平均油脂含量（干基4.1%），高于2018年和五年平均值。

[1]五年平均值为2014/2015、2015/2016、2016/2017、2017/2018和2018/2019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

- 2019年作物的应力裂纹率（9%）高于2018年及五年平均值。其中10.8%的样本应力裂纹率高于20%，说明玉米破碎的可能性高于2018年及2017年的水平。2019年玉米应力裂纹百分比如此之高，极可能是由于作物成熟晚、收获条件潮湿、以及为了使其降低相对高的收获水分，达到安全储存水平而进行的额外人工干燥。
- 百粒重（34.60克）低于2018及五年平均值，说明玉米颗粒比过去两年的要小。
- 平均颗粒体积为0.28cm^3，低于2017年，但2018年和五年平均值相同。
- 平均真实密度为1.247g/cm^3，低于2018年和五年平均值。这可能是由于2019年播种晚、成熟和灌浆延迟和收获晚等因素所造成的。
- 平均完整颗粒比例（90.8%）低于2018年和五年平均值。
- 平均角质胚乳含量为81%，与2017年及2018年持平。

霉菌毒素

- 所有样本，除了一份外，或者说2019年玉米样本的99.4%黄曲霉毒素检测值低于美国食品及药物管理局（FDA）的最高限量20ppb；97.8%的样本测试结果低于5.0ppb。
- 2019年，100%的玉米样本呕吐毒素（DON）含量全部在FDA建议限量水平5.0ppm之下，与2018年和2017年相同。同时，59.9%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”，高于2018年及2017年。这种比率的增高可能是因为2019年的天气条件比2018年和2017年更容易导致呕吐毒素的形成。
- 182个样本中有156个样本，或85.7%的样本伏马菌素检测含量全部低于FDA最严格的指导水平伏马菌素5.0ppm.

《2019/2020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九份年度测量调查报告。在九年数据的基础上，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。

在美国关键地区，由于四月和五月的潮湿天气为2019年开启了前所未有的种植季。无论按何种指标衡量，今年美国玉米作物的种植都是非常晚的。以50%的玉米种植日期为基准，2019年的播种是过去40年最迟的。尽管在整个生长季节的剩余时间里， 生长条件总体有利，但因播种晚，作物的整个生长进程都无法恢复到过去五年平均水平。成熟期的延迟加上十月的潮湿天气，又进一步的造成了收获推迟。过去40年里，只有两年的作物达到50%的收获基准比2019年晚。

总体来说，2019年的种植遇到各种挑战，但整个生长季节作物的优良率合计仍达到55%或更高水平，仅略低于此前五年的优良率。此外，平均单产预计将低于前五年的单产水平。

就质量各方面的结果而言，2019年作物的平均水分、损伤、破碎粒和杂质（BCFM）和应力裂纹值均高于五年平均值，平均容重和完整颗粒比例略低于五年平均值。尽管这些结果略差于前五年平均值，2019年平均进入市场渠道作物仍保持符合甚至超过美国一级玉米数值标准。报告显示54.6%的样本符合美国一级玉米标准，81.7%的样本符合美国二级玉米标准。

九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《2019/2020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623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路向墨西哥出口玉米的地区。

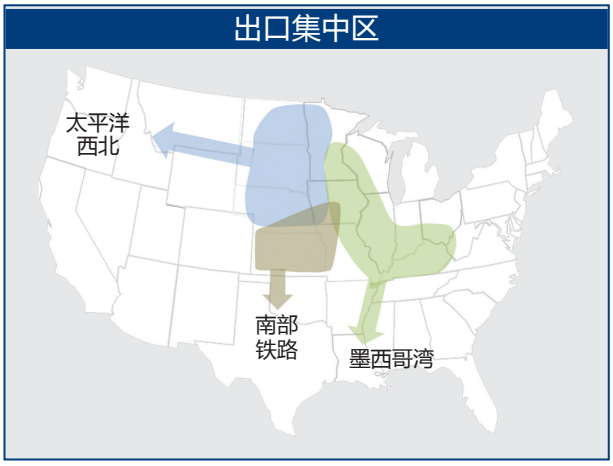
引言

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，《2019/2020年收获品质报告》应与将随后于2020年初发布的《美国谷物协会2019/2020年玉米出口质量报告》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、呕吐毒素和伏马菌素

此外，《2019/20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，以及基于九份报告而展现的各项品质指标的历史平均值。

A. 定级指标

美国农业部联邦谷物检验局（FGIS）对谷物品质以数字表示等级，并规定多项评定不同谷物品质的定义和标准。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"美国玉米定等和等级要求"部分。

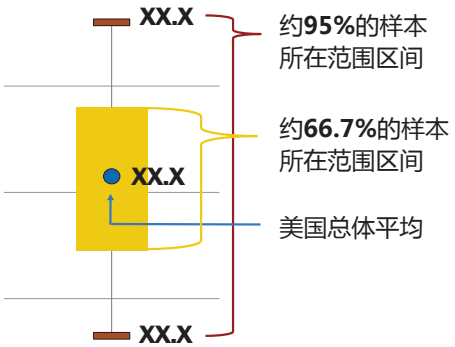
概述：定等指标和水分

- 2019年美国玉米总体平均容重（57.3 lb/bu或73.8kg/hl）低于2018年和2017年（均为58.4lb/bu）和5年平均值（58.2 lb/bu)。由于种植和成熟的延迟，2019年样品中只有75.6%的容重达到或超过56.0 lb/bu。
- 2019年美国总体破碎玉米与杂质（BCFM）平均含量（1.0%）高于2018年（0.7%）、2017年和五年平均值（两者均为0.8%），但仍低于美国一级玉米标准的最大限值（2.0%）。
- 几乎所有玉米样本（96.8%）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%。
- 三个出口集区的平均破碎玉米与杂质含量的各有差异但都不超过0.4%。
- 美国平均破碎玉米含量（0.7%）高于去年（0.5%）、2017年及五年平均值（均为0.6%）。
- 美国玉米总体平均杂质含量为0.2%，和去年、2017年及五年平均值相同。
- 2019年美国总体样本的总损伤率平均为2.7%，高于2018年、2017年和5年平均值，但低于美国一级（3.0%）的上限。共有73.5%的样本含有3.0%或以下受损的颗粒。
- 墨西哥湾出口集中区的总损伤水平2019年、2018年、2017年和五年平均值在所有出口集中区中最高。所有出口集中区的平均总损伤都不超过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2018年、2017年和五年平均值相同。
- 2019年美国总体平均水分含量（17.5%）高于2018年（16.0%）、2017年（16.6%）和五年平均值（16.2%）。水分差异水平高于五年平均和前两年。
- 2019年墨西哥湾出口集中区、西北太平洋和南部铁路出口集中区的平均水分含量分别为17.6%、18.3%和16%。南部铁路集中区平均水分含量在2019年、2018年、2017年和五年平均值均为三个出口集中区最低。2019年作物水分含量较高的样本数比2018年和2017年多，45.7%的样本水分含量高于17.0%，而2018年的比例为24.7%，2017年的比例为36.2%。这样的分布情况显示， 2019年的玉米比往年需要更多烘干处理。
- 2019年作物收获时的水分含量比2018年及此前多数年份都高，因此需要密切留意及监控作物水分，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。

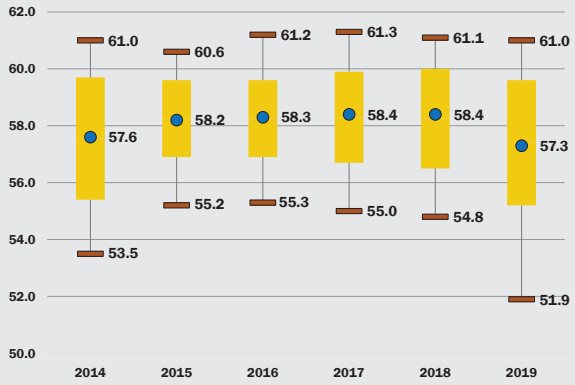
U.S. GRAINS COUNCIL

定等标准
六年的总体情况比较

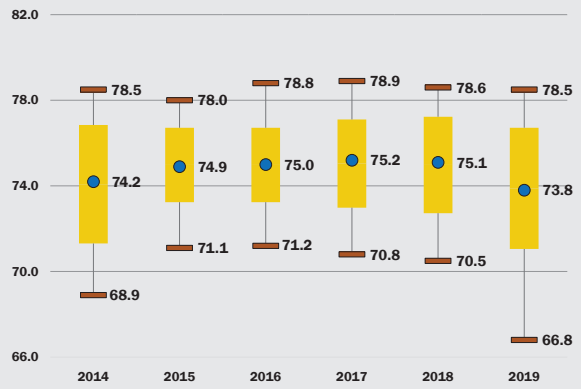
如何解读图表



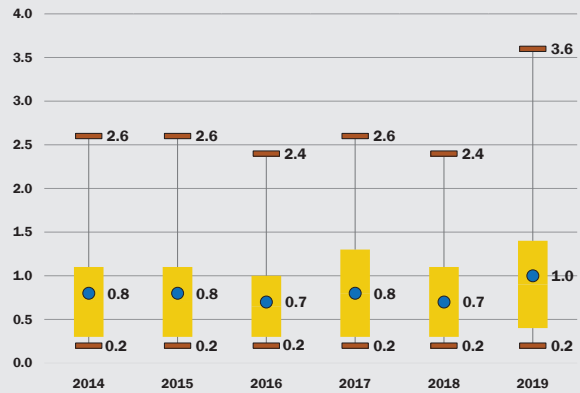
容重 (lb/bu)



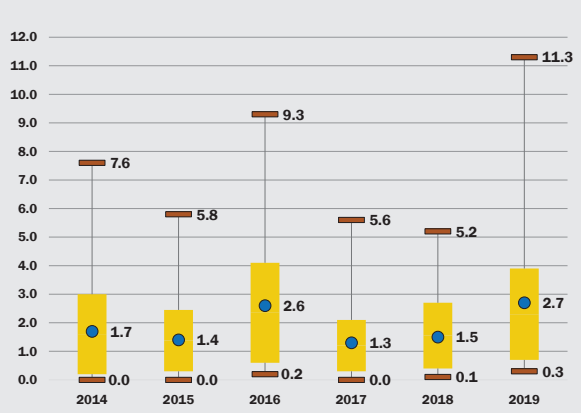
容重 (kg/hl)



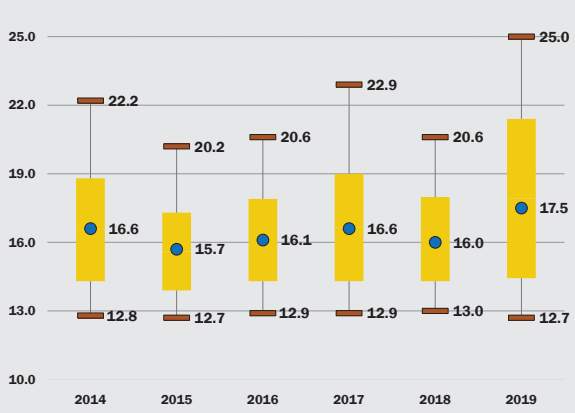
破碎玉米与杂质 (%)



总损伤 (%)



水分 (%)



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

- 2019年美国玉米总体平均容重（57.3lb/bu或73.8kg/hl）低于2018年和2017年（均为58.4lb/bu或75.2kg/hl）及五年平均值（58.2lb/bu或74.9kg/hl）。但远高于美国一级玉米的最低标准（56.0lb/bu）。
- 2019年总体容重的标准差（1.41lb/bu）高于2018年1.20lb/bu）、2017年（1.21lb/bu）及五年平均值（1.21lb/bu）。
- 2019年收获的玉米样本容重为19.3lb/bu，（范围为42.6-61.9lb/bu），大于2018年的样本容重9.8lb/bu，范围（52.3-62.1lb/bu）和2017年10.6lb/bu，范围（52.1-62.7 lb/bu）。

美国玉米各等级最低容重
No. 1: 56.0 磅
No. 2: 54.0 磅
No. 3: 52.0 磅
No. 4: 49.0 磅
No. 5: 46.0 磅
取样: <46.0 磅

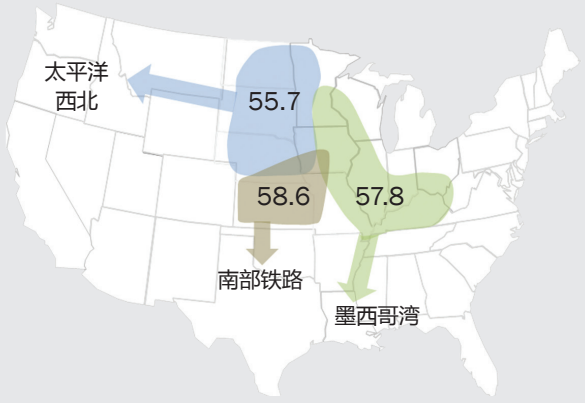
- 2019年75.6%的样本容重值达到或者高于一级玉米的指标限值（56.0lb/bu），2018年为90.3%，2017年为92%。2019年，89.9%的样本容重高于二级玉米的标准（54.0lb/bu），而2018年这一比率为98.2%，2017年为99.9%。
- 2019年，墨西哥湾出口集中区（57.8lb/bu）和南部铁路出口集中区（58.6lb/bu）的平均容重更高。太平洋西北出口集中区的容重值（55.7lb/bu）在2019年、2018年、2017年和五年平均值均为最低。
- 2019年太平洋西北出口集中区不仅容重值最低，相比墨西哥湾的标准差（1.27lb/bu）和南部铁路出口集中区的标准差（1.18lb/bu），波动性较大，并显示较高的标准差（1.80lb/bu）。

质量检测结果

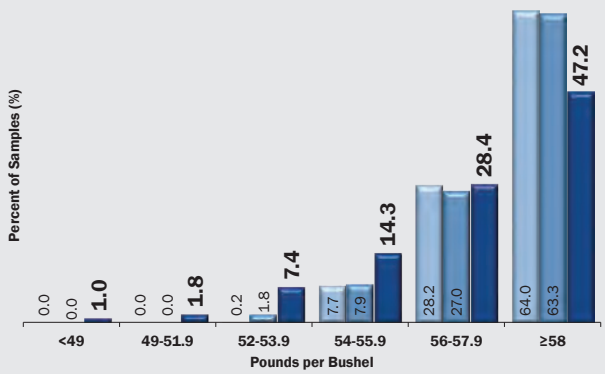
U.S. GRAINS COUNCIL

容重 (lb/bu)

出口集中区平均值



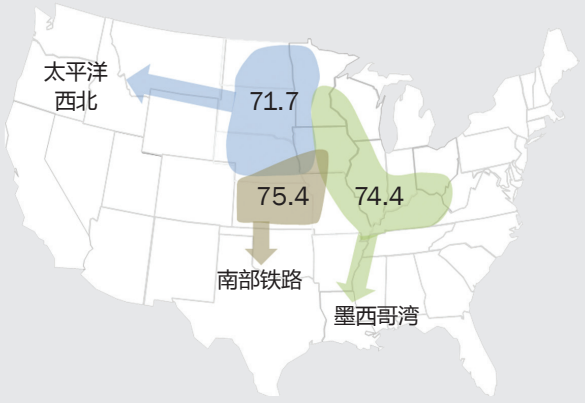
美国总体



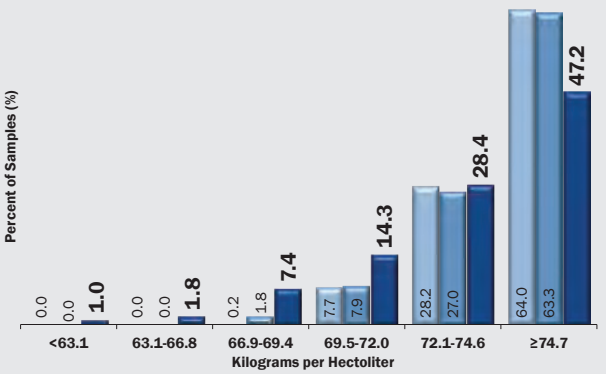
	平均 (lb/bu)	标准差 (lb/bu)
2019	57.3	1.41
2018	58.4	1.20
2017	58.4	1.21

容重 (kg/hl)

出口集中区平均值



美国总体



	平均 (lb/bu)	标准差 (lb/bu)
2019	58.4	1.81
2018	58.4	1.54
2017	58.3	1.55

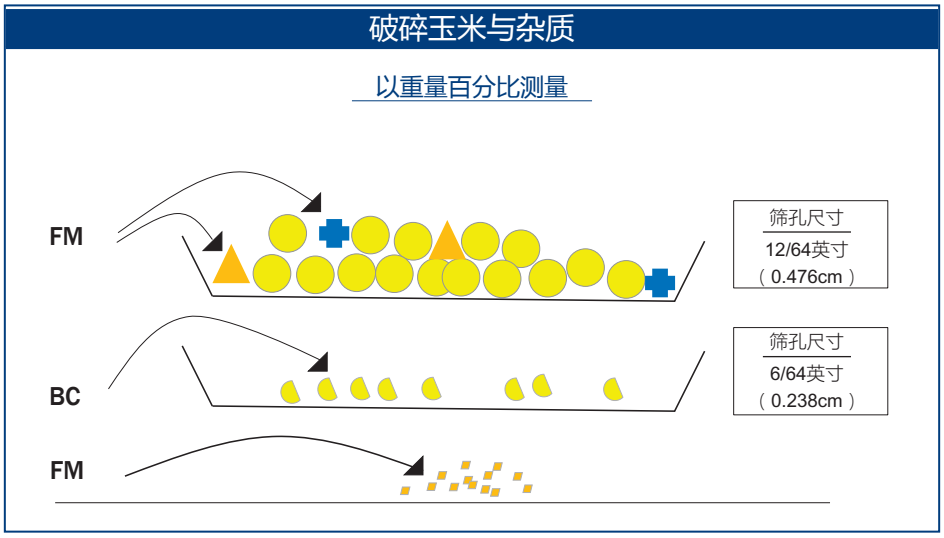
破碎玉米与杂质

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干净、坚实颗粒数量的指标。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。



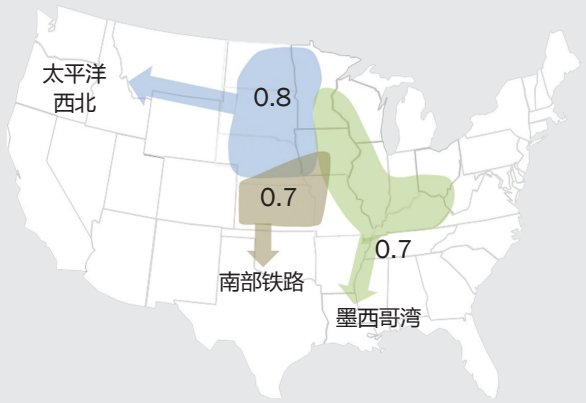
结果

- 2019年美国玉米总体平均破碎玉米与杂质含量（1.0%）高于2018年（0.7%）、2017年和五年平均值（均为0.8%），但远低于美国一级玉米的最高限量（2.0%）。
- 2019年作物的破碎玉米与杂质波动率所体现的标准差（0.67%）高于2018年（0.51%）、2017年（0.57%）和五年平均值（0.53%）。
- 2019年破碎玉米与杂质含量的最高值和最低值之差为8.2%，高于2018年（7.5%）和2017年（7.3%）。
- 2019年的样本里，92.3%的样本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%）；相比之下，2018年为95.3%，2017年为95%。几乎所有样本（96.8%）的破碎玉米与杂质含量均低于或等于二级玉米的最大限值3%。
- 2019年墨西哥湾、西北太平洋和南部铁路出口集中区的平均破碎玉米与杂质（BCFM）的含量（分别为0.9%、1.2%和0.8%）都低于一级玉米的限值，2019年的差异值范围从0.1%到0.4%，相比之下，2018年、2017年和五年平均值的差异范围均为0.0到0.1%。

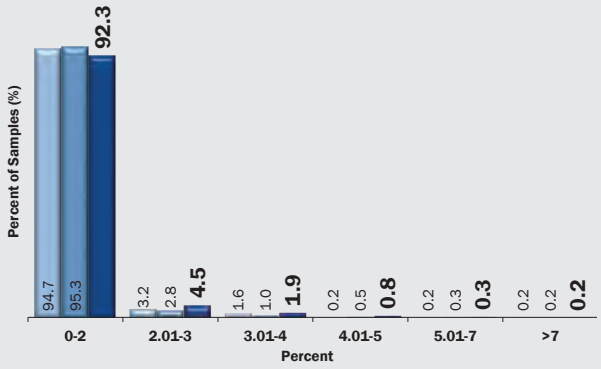
美国玉米各等级BCFM最大限制
No. 1: 2.0%
No. 2: 3.0%
No. 3: 4.0%
No. 4: 5.0%
No. 5: 7.0%
取样: >7%

破碎玉米与杂质 (%)

出口集中区平均值



美国总体



	平均 (%)	标准差 (%)
2019	1.0	0.67
2018	0.7	0.51
2017	0.8	0.57

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

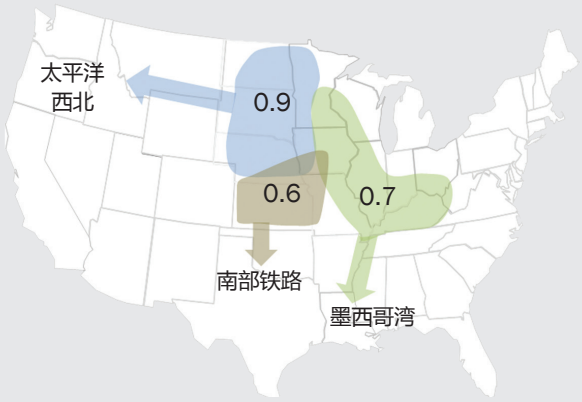
- 2019年美国的碎玉米总体样本平均为0.7%，高于2018年（0.5%）、2017年和5YA年（均为0.6%）。
- 2019年作物的破碎玉米含量波动率略高于前几年和五年波动率的平均值，以标准差表示。2019年、2018年、2017年和五年平均标准差分别为0.47%、0.33%、0.39%和0.37%。
- 2019年破碎玉米含量的高低值之差为5.3%（从0.0到5.3%），高于2018年（3.6%）和2017年（3.5%）。
- 2019年破碎粒含量等于大于1.0%的玉米样本占23%，而2018年为12.6%、2017年为18.8%。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区之间的破碎玉米含量比较一致，平均分别为0.7%、0.9%和0.6%。
- 在下一页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60.7%的样本中，破碎粒占破碎玉米与杂质（BCFM）至少80%。

质量检测结果

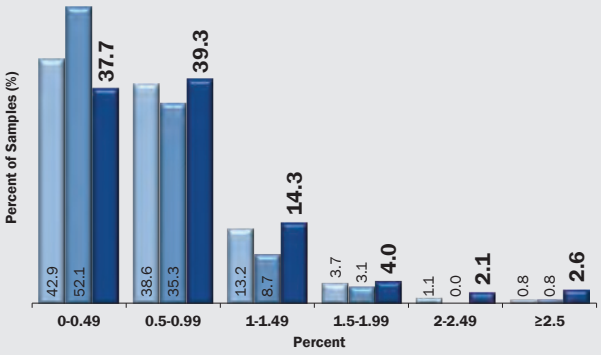
U.S. GRAINS COUNCIL

破碎玉米 (%)

出口集中区平均值



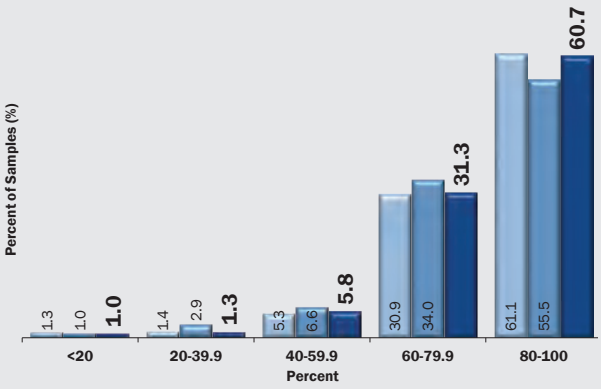
美国总体



	平均 (%)	标准差 (%)
2019	0.7	0.47
2018	0.5	0.33
2017	0.6	0.39

破碎玉米 (%)

破碎玉米在BCFM中的占比

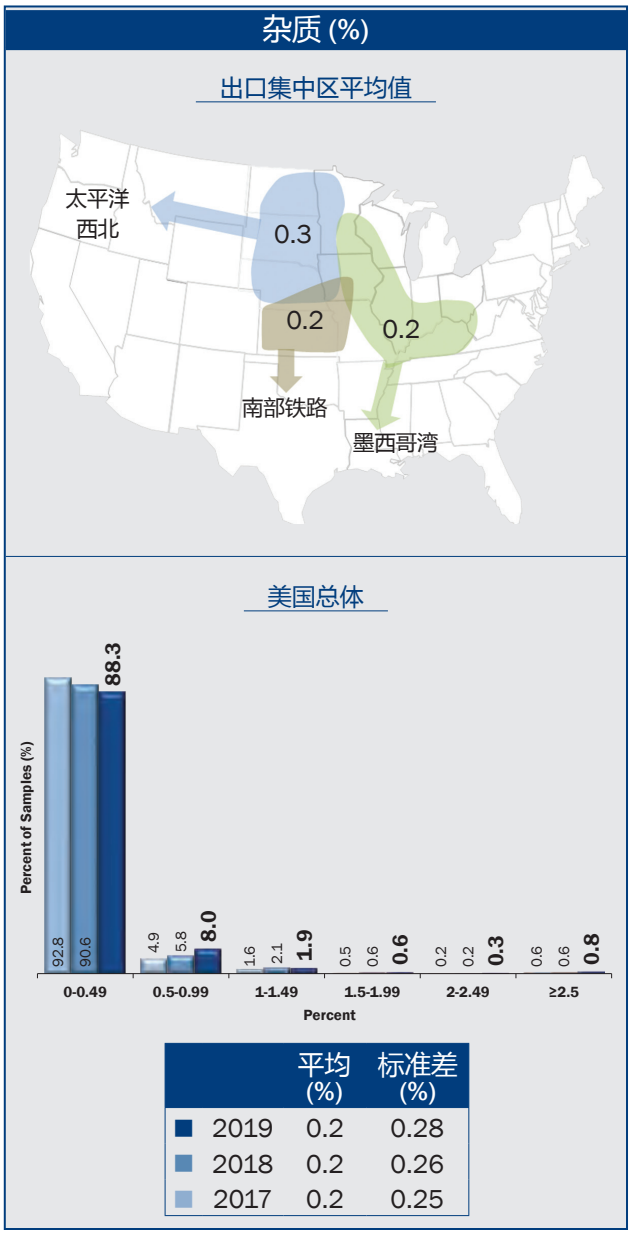


杂质

杂质对玉米品质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，可能会带来更多品质问题。

结果

- 2019年美国玉米样本总体平均杂质含量为0.2%，与2018年、2017年和五年平均值持平（均为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包括去除细杂的功能实际效果很好。
- 2019年，标准差反映出的美国玉米总体杂质含量的波动率（0.28%），与2018年（0.26%）、2017年（0.25%）和五年平均值（0.23%）相差不多。
- 2019年样本的杂质含量分布范围为0.0%-3.3%，比2018年的0.0%-7.3%，2017年的0.0%-6.3%要小。
- 2019年88.3%的玉米样本杂质含量低于0.5%，略低于2018年（90.6%）和2017年（92.8%）。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的杂质含量分别为0.2%、0.3%和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%。



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。

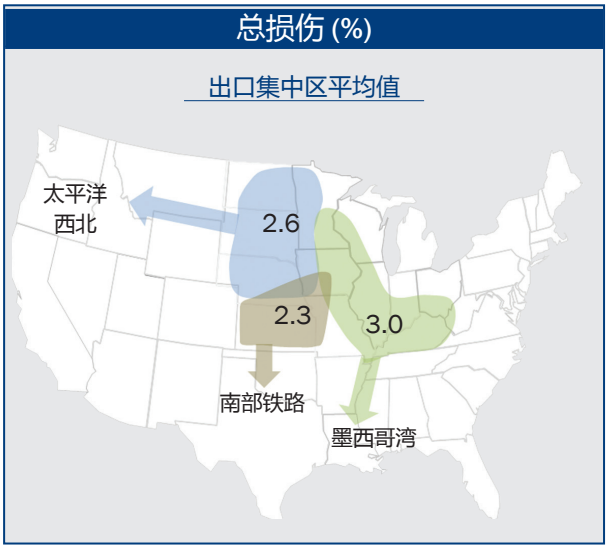
霉变损伤通常与生长或存储过程中遭遇高湿和高温环境有关。有几种田中霉菌，如色二孢茎腐病、曲霉菌、镰刀霉、赤霉菌，在生长时期如天气条件适宜霉菌滋生，会导致颗粒霉变。尽管某些会导致颗粒霉变的真菌也会引起霉菌毒素滋生，并非所有真菌都会产生霉菌毒素。玉米经过干燥或降温可减少霉变几率。

结果

- 2019年美国总体总损伤率（2.7%）高于2018年（1.5%）、2017年（1.3%）和五年平均值（1.7%）。总体平均总损伤低于一级玉米标准的限定值（3%）。
- 按标准差2.43%计算，2019年作物总损害远高于2018年（1.25%）、2017年（1.09%）和5年平均值（1.26%）。
- 2019年样本的总损伤分布范围（0.0%-50.5%）远大于2018年样本中总损伤的分布范围（0.0%-19.3%）和2017年（0.0%-13.6%）。
- 2019年样本的总损伤分布范围（0.0-50.5%）远大于2018年样本中总损伤的分布范围（0.0-19.3%）和2017年（0.0-13.6%）。
- 2019年玉米样本的总损伤率较高，73.5%的玉米样本损伤颗粒含量在3%或以下，91.5%的样本损伤颗粒含量在5%或之下。相比2018年和2017年，这两组百分比分别为89.2%和97.1%，90.33%和97.3%。

	平均 (%)	标准差 (%)
2019	2.7	2.43
2018	1.5	1.25
2017	1.3	1.09

- 各出口集中区的平均总损伤情况是，墨西哥湾地区为3.0%、太平洋西北地区为2.6%、南部铁路地区为2.3%。墨西哥湾出口集中区的平均总损伤水平在2019年、2018年、2017年和五年平均值均为三个出口集中区最高。
- 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

- 2019年所有玉米样本均无热损伤报告，与2018年、2017年、2016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收购站，仅经过最低程度的烘干处理。

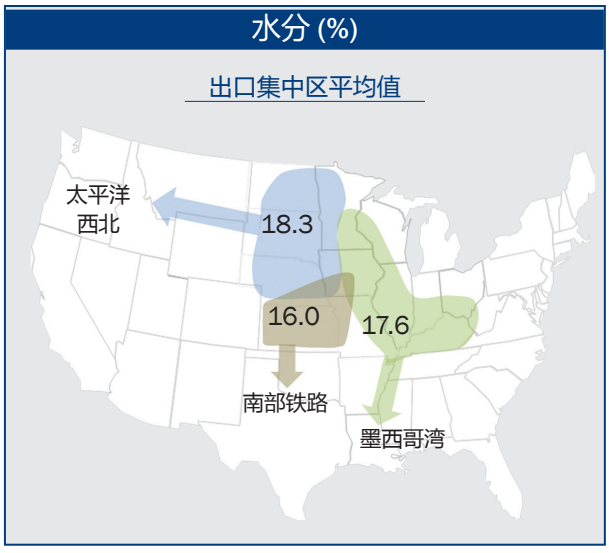
美国玉米各等级热损伤最大损值
No. 1: 0.1%
No. 2: 0.2%
No. 3: 0.5%
No. 4: 1.0%
No. 5: 3.0%
取样: >3%

B. 水分

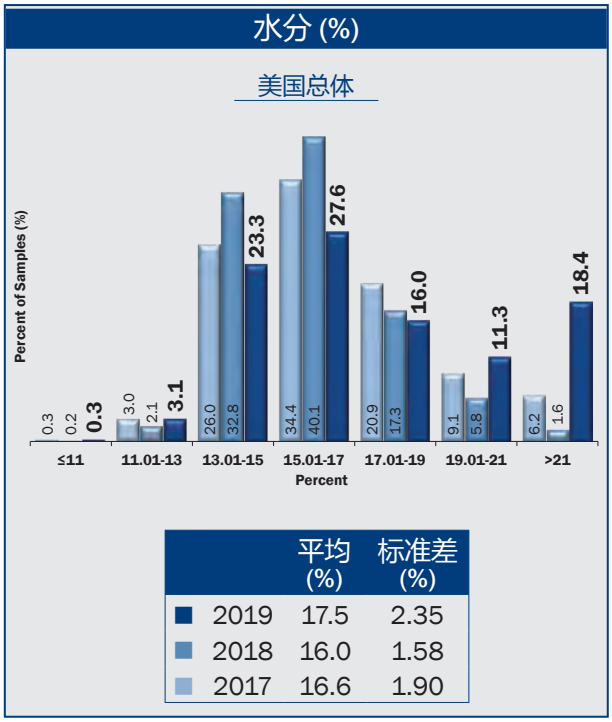
官方等级证书上标出了水分含量，并且通常合同中会规定水分含量的最大值。水分含量并不是玉米样本的定等指标。水分含量的重要性在于它会影响所购的玉米中干物质的总量。水分也是决定作物是否需要进行干燥的一个指标，还影响作物是否适于储存，也对作物的容重有影响。一般情况下，在烘干温度恰当的条件下，水分每下降1%，玉米的容重会上升0.25至0.33磅/蒲。其他因素可能也会影响容重，如颗粒大小、形状、细杂、损伤粒、烘干速度都有可能降低容重[1]。收获时水分含量高会增加收割和烘干过程中的颗粒损伤，水分含量和对烘干程度的要求可能会影响到应力裂纹、颗粒破裂和发芽率。湿度高的玉米在后继的储存和运输过程中可能最先发生严重的霉变损伤。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干净的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，水分含量最好在13%以下[2]。

结果[3]

- 2019年，收购站记录的美国玉米平均水分含量为17.5%，高于2018年（16.0%）、2017年（16.6%）和五年平均值（16.2%）。在过去九年里，美国玉米平均总体水分含量的最低值出现在干旱的2012年，为15.3%，最高值为2019年的17.5%。



- 2019年美国总体水分含量的标准差（2.35%），高于2018年 (1.58%)、低于2017年（1.9%）和五年平均值（1.66% ）。

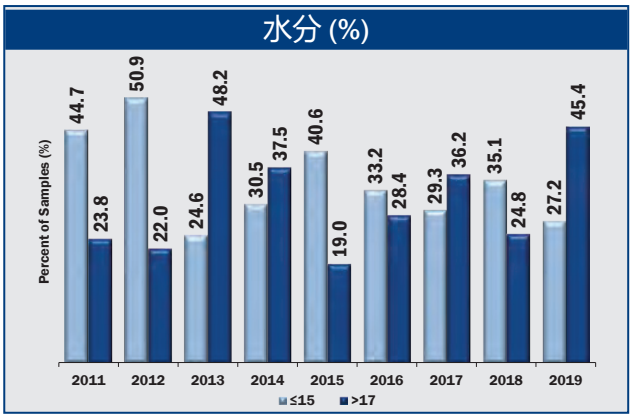


[1]Hellevang, K.（2019）玉米容重受多种因素影响。北达科他州立大学农业通信2019年11月27日，北达科他州立大学推广服务，北达科他州实验站

[2]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

[3]柱图显示的差别是四舍五入取整的结果

- 2019年样本水分含量的范围（11.0%-30.0%）高于2018年（10.1%-25.0%）和2017年（9.0%-24.4%）。
- 2019年高水分含量的样本比2018年和2017年的样本数多，水分含量超过17.0%的样本占45.7%，2018年为24.7%，2017年为36.2%。2019年水分水平高于21%（18.4%）的作物样本比2018年（1.6%）和2017（6.2%）多。这种分布表明，2019年的作物比2018年或2017年需要更多烘干。2019年，12.5%的样本含水量为14.0%或以下，而2018年和2017年的样本含水量分别为13.6%和12.8%。水分含量值14.0%及以下通常被认为是长期储存和运输的安全水平。
- 2019年水分含量的分布情况是，27.2%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。
- 南部铁路出口集中区的玉米水分含量在2019年、2018年、2017年和五年平均值在所有出口集中区里均为最低。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2019年样本的水分含量高于2018年和五年平均值，应留意对玉米进行监测，将水分含量保持在较低水平，以防发生霉变。



质量检测结果

U.S. GRAINS COUNCIL

概述：等级指标和水分

	2019年收获					2018年收获			2017年收获			5 年平均 (2014-2018年)	
	样品数[1]	平均值	标准差	最小值	最大值	样品数[1]	平均值	标准差	样品数[1]	平均值	标准差	平均值	标准差
美国总体						**美国总体**			**美国总体**			**美国总体**	
容量 (lb/bu)	623	57.3	1.41	42.6	61.9	618	58.4*	1.20	627	58.4*	1.21	58.2	1.21
容量(kg/hl)	623	73.8	1.81	54.8	79.7	618	75.1*	1.54	627	75.2*	1.55	74.9	1.55
BCFM (%)	623	1.0	0.67	0.0	8.2	618	0.7*	0.51	627	0.8*	0.57	0.8	0.53
破损玉米 (%)	623	0.7	0.47	0.0	5.3	618	0.5*	0.33	627	0.6*	0.39	0.6	0.37
杂质 (%)	623	0.2	0.28	0.0	3.3	618	0.2	0.26	627	0.2	0.25	0.2	0.23
总损伤率 (%)	623	2.7	2.43	0.0	50.5	618	1.5*	1.25	627	1.3*	1.09	1.7	1.26
热损伤率 (%)	623	0.0	0.00	0.0	0.0	618	0.0	0.00	627	0.0	0.00	0.0	0.00
水分 (%)	613	17.5	2.35	11.0	30.0	618	16.0*	1.58	627	16.6*	1.90	16.2	1.66
南湾						**南湾**			**南湾**			**南湾**	
容量 (lb/bu)	594	57.8	1.27	48.0	61.9	587	58.6*	1.13	612	58.6*	1.18	58.3	1.20
容量(kg/hl)	594	74.4	1.64	61.8	79.7	587	75.4*	1.46	612	75.4*	1.52	75.1	1.54
BCFM (%)	594	0.9	0.61	0.0	5.1	587	0.7*	0.50	612	0.8*	0.58	0.7	0.53
破损玉米 (%)	594	0.7	0.43	0.0	3.9	587	0.5*	0.32	612	0.6*	0.39	0.6	0.37
杂质 (%)	594	0.2	0.26	0.0	3.2	587	0.2	0.26	612	0.2	0.27	0.2	0.23
总损伤率 (%)	594	3.0	2.50	0.0	50.5	587	1.8*	1.41	612	1.6*	1.33	2.1	1.50
热损伤率 (%)	594	0.0	0.00	0.0	0.0	587	0.0	0.00	612	0.0	0.00	0.0	0.00
水分 (%)	594	17.6	2.32	11.0	30.0	587	16.1*	1.58	612	17.0*	2.06	16.4	1.71
美西						**美西**			**美西**			**美西**	
容量 (lb/bu)	318	55.7	1.80	42.6	61.9	288	57.5*	1.37	291	57.7*	1.28	57.5	1.24
容量(kg/hl)	318	71.7	2.31	54.8	79.7	288	74.0*	1.77	291	74.2*	1.65	74.0	1.60
BCFM (%)	318	1.2	0.88	0.0	8.2	288	0.8*	0.58	291	0.9*	0.55	0.8	0.57
破损玉米 (%)	318	0.9	0.60	0.0	5.3	288	0.6*	0.39	291	0.7*	0.40	0.6	0.40
杂质 (%)	318	0.3	0.37	0.0	3.3	288	0.2*	0.24	291	0.2*	0.23	0.2	0.23
总损伤率 (%)[2]	318	2.6	3.02	0.0	50.5	288	0.9*	0.83	291	0.6*	0.49	0.7	0.60
热损伤率 (%)	318	0.0	0.00	0.0	0.0	288	0.0	0.00	291	0.0	0.00	0.0	0.00
水分 (%)	318	18.3	2.96	11.5	29.6	288	16.1*	1.75	291	16.1*	1.78	16.0	1.66
南部铁路						**南部铁路**			**南部铁路**			**南部铁路**	
容量 (lb/bu)	324	58.6	1.18	51.9	61.9	355	58.9*	1.19	393	58.8*	1.21	58.5	1.20
容量(kg/hl)	324	75.4	1.52	66.8	79.7	355	75.8*	1.53	393	75.6*	1.56	75.3	1.54
BCFM (%)	324	0.8	0.47	0.0	3.8	355	0.7	0.44	393	0.8*	0.52	0.7	0.46
破损玉米 (%)	324	0.6	0.35	0.0	3.6	355	0.5	0.28	393	0.7*	0.39	0.6	0.32
杂质 (%)	324	0.2	0.18	0.0	2.8	355	0.2	0.25	393	0.2	0.19	0.2	0.20
总损伤率 (%)	324	2.3	1.27	0.0	27.9	355	1.8*	1.23	393	1.3*	0.97	1.6	1.20
热损伤率 (%)	324	0.0	0.00	0.0	0.0	355	0.0	0.00	393	0.0	0.00	0.0	0.00
水分 (%)	324	16.0	1.42	11.0	27.2	355	15.5*	1.35	393	15.8*	1.48	15.7	1.45

*数据显示平均值与2019年有差异，统计是基于双尾T检验，可信度为95%

[1]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

[2]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。

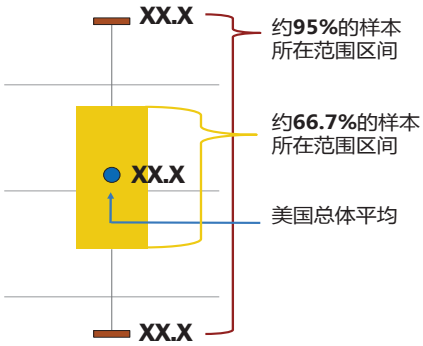
概述：化学成分

- 2019年美国玉米蛋白质总体平均含量（干基8.3%）低于2018年（8.5%）、2017年（8.6%）和五年平均值（8.5%）。
- 墨西哥湾出口集中区的蛋白质含量2019年、2018年、2017年和五年平均值均低于其他出口集中区。
- 2019年美国玉米淀粉总体平均含量（干基72.3）低于2018年，与2017年相同，但低于五年平均值（72.9%）。
- 墨西哥湾出口集中区的淀粉含量2019年、2018年、2017和五年平均值均高于太平洋西北和南部铁路出口集中区。
- 2019年美国玉米总体平均油含量（干基4.1%）高于2018年的油含量（干基4.0%），与2017年相同，高于五年平均值（3.9%）。
- 2019年玉米的化学成分波动率与2018年和2017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分别为4.0%、4.1%和4.0%。各出口集中区平均油脂含量2019年、2018年、2017年和五年平均值波动率为0.1%或以下。

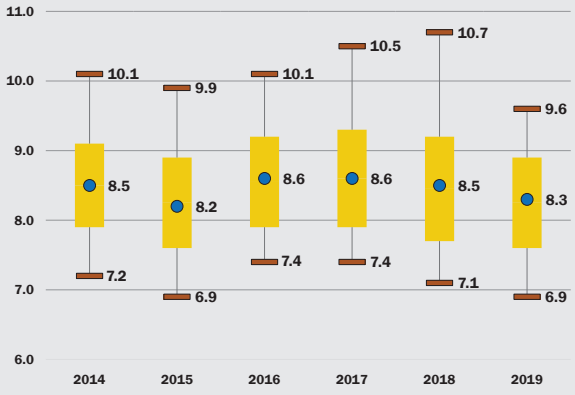
U.S. GRAINS COUNCIL

化学成分
三年的总值对比

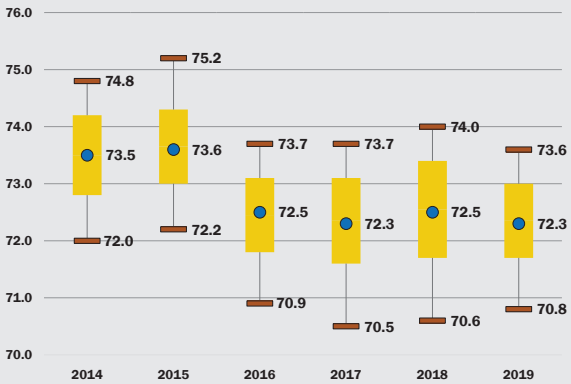
如何解读图表



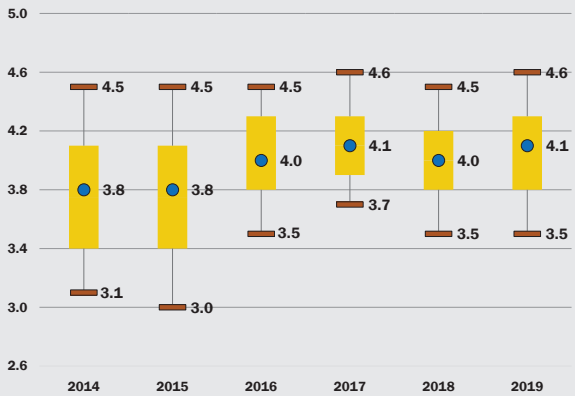
蛋白质 (干基 %)



淀粉 (干基 %)



油脂 (干基 %)

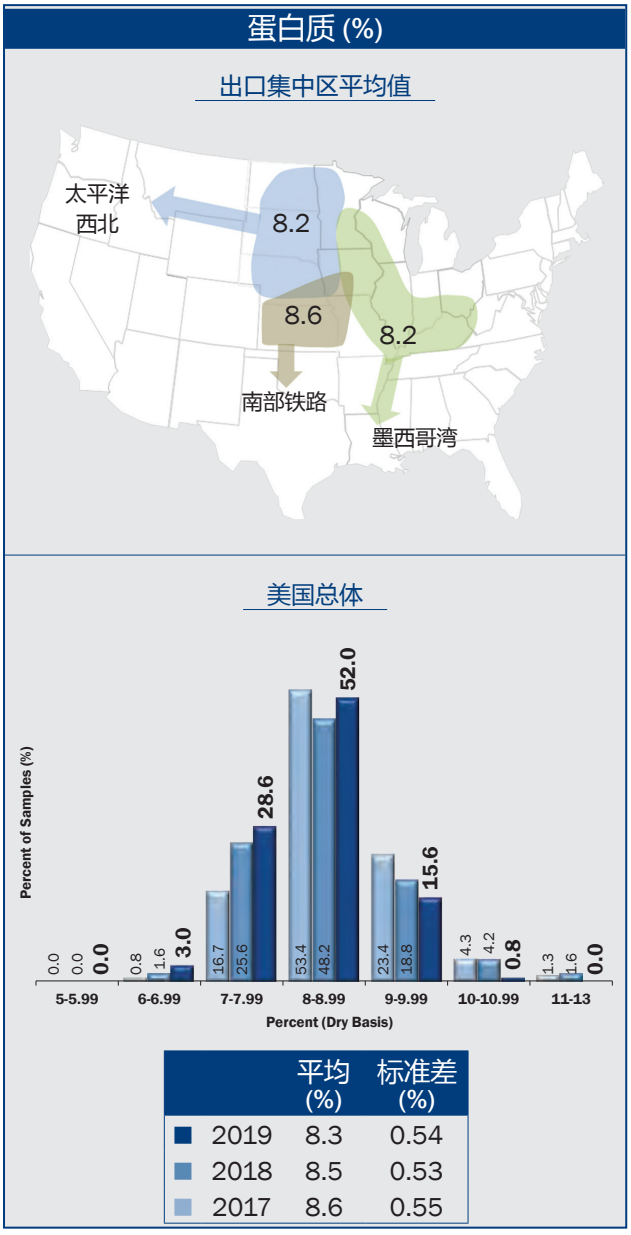


蛋白质

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。当土壤中可利用的氮含量降低以及在单产高的年份里，蛋白质含量有所降低。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

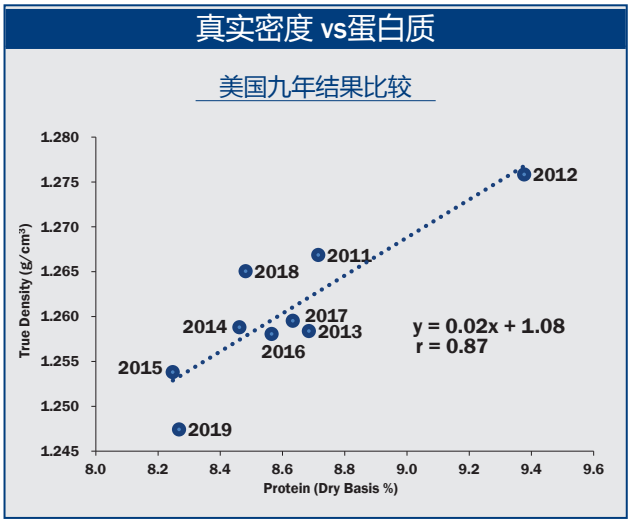
- 2019年美国玉米蛋白质总体平均含量为8.3%，低于2018年（8.5%）、2017年（8.6%）和五年平均值（8.5%）。
- 2019年美国玉米总体蛋白质含量的标准差（0.54%），与2018年（0.53%）、2017年（0.55%）和五年平均值（0.53%）接近。
- 2019年蛋白质含量的范围（6.2%-10.4%），与2018年（6.6%-11.9%）、2017年（6.4%-12.2%）接近。
- 2019年样本蛋白质含量分布在8.0%以下的占31.6%，8.0%-8.99%占52.0%，9.0%以上为16.4%。与2018年和2017年相比，2019年的蛋白质分布显示高蛋白样本的数量有所减少。
- 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8.2%，8.2%和8.6%。墨西哥湾出口集中区玉米样本的蛋白质含量2019年、2018年、2017年和五年平均值均为最低。



质量检测结果

U.S. GRAINS COUNCIL

- 根据美国过去九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。

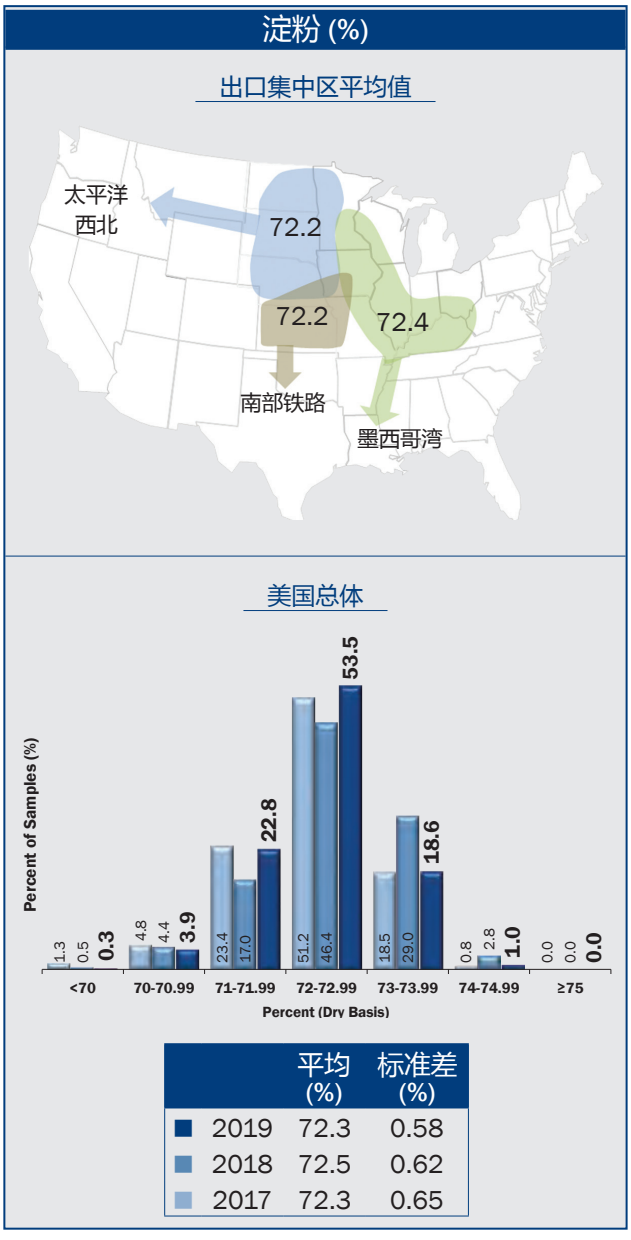


淀粉

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。

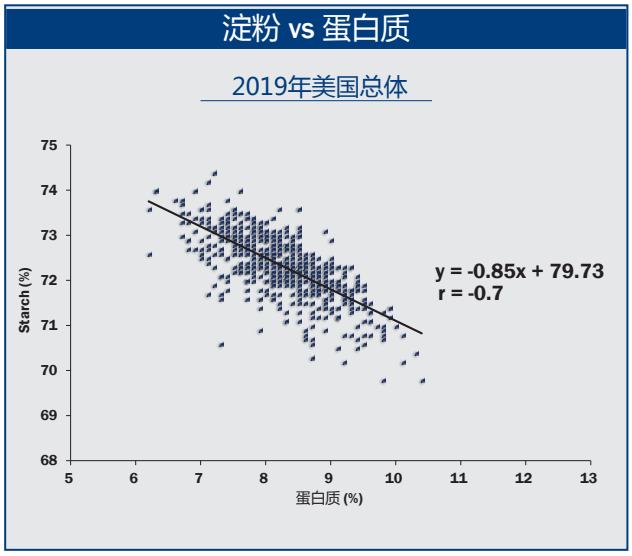
结果

- 2019年美国玉米淀粉总体平均含量（72.3%），接近2018年的淀粉含量（72.5%）、2017年（72.3%），但低于五年平均值（72.9%）。
- 2019年美国玉米总体淀粉含量标准差为0.58%，与2018年（0.62%）、2017年（0.65%）和五年平均值（0.62%）接近。
- 2019年玉米淀粉含量范围为69.8%-74.4%，接近2018年（68.9%-74.6%）和2017年（69.0%-74.2%）。
- 2019年的样本中，淀粉含量在72.0%以下的占27%，72.0%-72.99%之间的占53.5%，73.0%及以上占19.6%。该分布结果显示，2019年高淀粉含量的样本数低于2018年的样本数，但接近2017年的样本数。



质量检测结果

- 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72.4%、72.2%、72.2%。墨西哥湾出口集中区玉米的平均淀粉含量2019年、2018年、2017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2019年、2018年、2017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，其中一项含量增高时，另一项通常降低。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-0.70。

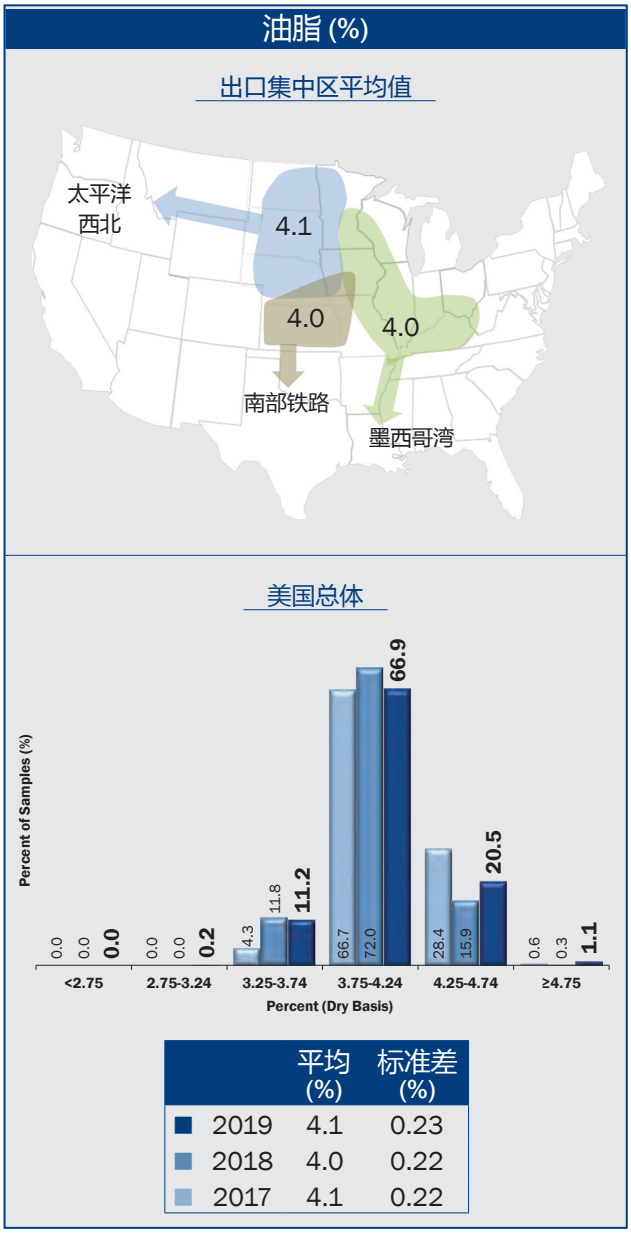


油

油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

- 2019年美国玉米油的总体平均含量（4.1%）高于2018年的油含量（4.0%），和2017年相同，但高于五年平均值（3.9%）。
- 2019年美国玉米总体油脂含量标准差为0.23%，接近2018年和2017年（均为0.22%）和五年平均值（0.26%）。
- 2019年油脂含量范围为3.2%-5.0%，与2018年（3.3%-5.2%）和2017年（3.3%-5.5%）相似。
- 2019年样本中，油脂含量分布在3.74%及以下的占11.4%，在3.75-4.24%之间的占66.9%，4.25%及以上占21.6%。分布显示，2019年和2017年油脂含量等于或高于4.25%的样本数高于2018年的样本数。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的玉米平均油脂含量分别为4.0%、4.1%和4.0%。各出口集中区2019年、2018年、2017年和五年平均值的玉米平均油脂含量波动率在0.1%或更低。



质量检测结果

U.S. GRAINS COUNCIL

摘要：化学成分

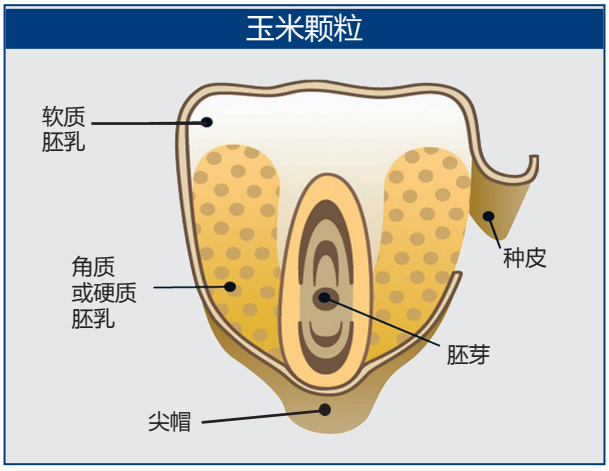
	2019年收获					2018年收获			2017年收获			五年平均 (2014-2018年)	
	样品数[1]	平均值	标准差	最小值	最大值	样品数[1]	平均值	标准差	样品数[1]	平均值	标准差	平均值	标准差
美国总体						**美国总体**			**美国总体**			**美国总体**	
蛋白质 (干基 %)	623	8.3	0.54	6.2	10.4	618	8.5*	0.53	627	8.6*	0.55	8.5	0.53
淀粉 (干基 %)	623	72.3	0.58	69.8	74.4	618	72.5*	0.62	627	72.3	0.65	72.9	0.62
油脂 (干基 %)	623	4.1	0.23	3.2	5.0	618	4.0*	0.22	627	4.1*	0.22	3.9	0.26
南湾						**南湾**			**南湾**			**南湾**	
蛋白质 (干基 %)	594	8.2	0.54	6.2	10.4	587	8.3*	0.50	612	8.5*	0.54	8.4	0.52
淀粉 (干基 %)	594	72.4	0.58	69.8	74.4	587	72.7*	0.61	612	72.4	0.64	73.0	0.62
油脂 (干基 %)	594	4.0	0.24	3.2	5.0	587	4.0	0.23	612	4.1*	0.22	4.0	0.27
美西						**美西**			**美西**			**美西**	
蛋白质 (干基 %)	318	8.2	0.54	6.6	10.1	288	8.6*	0.60	291	8.9*	0.58	8.7	0.57
淀粉 (干基 %)	318	72.2	0.58	69.8	73.8	288	72.4*	0.64	291	71.9*	0.68	72.7	0.62
油脂 (干基 %)	318	4.1	0.25	3.5	5.0	288	4.0*	0.21	291	4.1	0.21	3.9	0.24
南部铁路						**南部铁路**			**南部铁路**			**南部铁路**	
蛋白质 (干基 %)	324	8.6	0.54	6.2	10.4	355	8.8*	0.55	393	8.8*	0.54	8.6	0.53
淀粉 (干基 %)	324	72.2	0.56	69.8	74.2	355	72.3	0.63	393	72.3	0.62	72.8	0.61
油脂 (干基 %)	324	4.0	0.21	3.3	4.8	355	4.0*	0.21	393	4.1*	0.21	3.9	0.24

*数据显示平均值与2019年有差异，统计基于双尾T检验，可信度为95%。

[1]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。



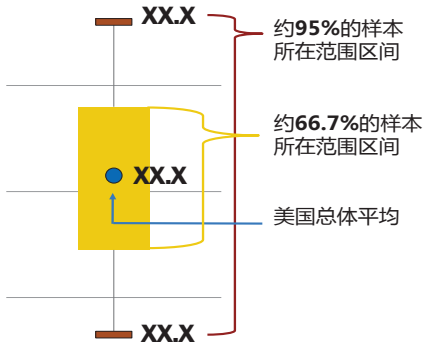
来源：摘编自玉米精炼者协会。2011

概述：物理指标

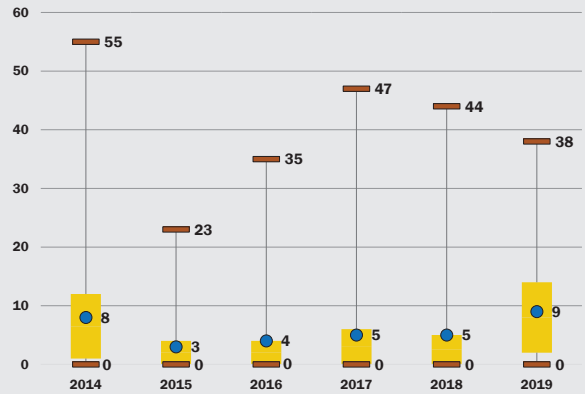
- 美国玉米应力裂纹总体平均（9%）高于2018年、2017年和五年平均值（均为5%），说明2019年玉米的易破损率可能高于2018年、2017年，及五年平均值。
- 墨西哥湾、太平洋西北、南部铁路出口集中区的应力裂纹率平均值分别为10%、9%和6%。三个出口集中区中，南部铁路出口集中区的平均应力裂纹率2019年、2018年、2017年和五年平均值均为最低。
- 2019年美国总体平均百粒重（34.60克）低于2918年（35.07克）、2017年（36.07%）和五年平均值（34.94克）。
- 2019年美国玉米总体平均颗粒体积为0.28cm^3，与2018年的颗粒体积及五年平均值相同（均为0.28cm^3），但低于2017年的颗粒体积（0.29 cm^3）。
- 太平洋西北出口集中区的平均百粒重、颗粒体积2019年、2018年、2017年和五年平均值在三个出口集中区中均为最低。
- 2019年美国总体平均颗粒真实密度为1.247克/cm^3，低于2018年、2017年和五年平均值。2019年颗粒真实密度在1.275克/cm^{3}以上的分布比例说明2019年度的玉米颗粒比2018年和2017年硬度小。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2019年、2018年、2017年和五年平均值均为最低。
- 2019年美国总体平均完整颗粒率为90.8%，低于2018年（93.0%）和五年平均值（93.3%），但高于2017年（89.9%）。南部铁路出口集中区的平均角质（硬）胚乳含量2019年、2018年、2017年和五年平均值在三个出口集中区中均为最高。在真实密度较高的年份，美国角质胚乳含量总体平均值往往会增加。

物理指标
三年的总值对比

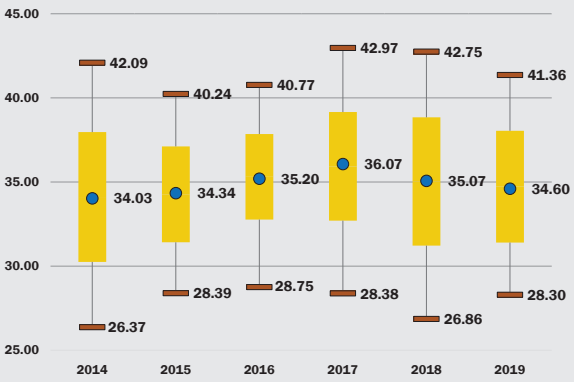
如何解读图表



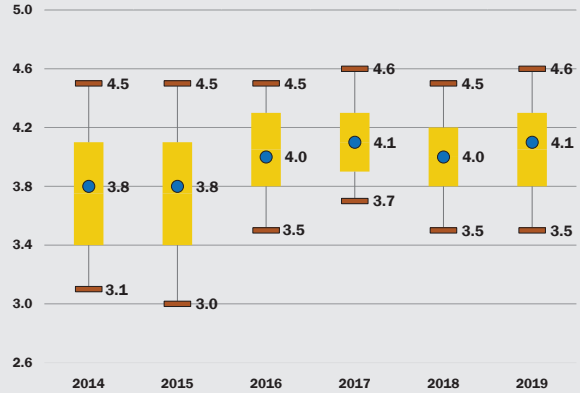
应力裂纹 (%)



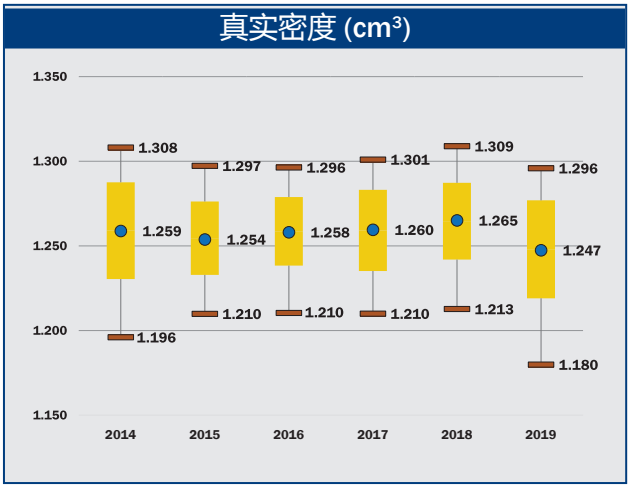
百粒重 (g)

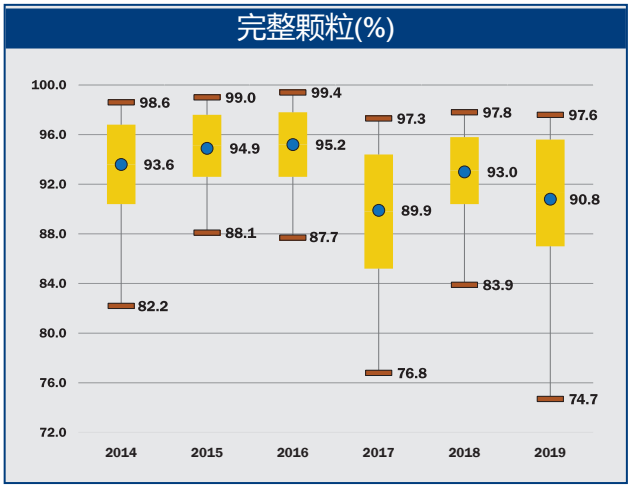


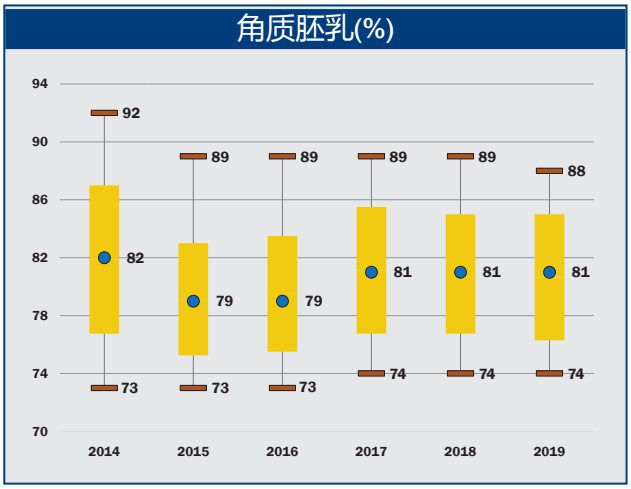
颗粒体积 (cm^3)



质量检测结果


真实密度 (cm³)
1.350
1.300
1.250
1.200
1.150
1.308
1.259
1.196
1.297
1.254
1.210
1.296
1.258
1.210
1.301
1.260
1.210
1.309
1.265
1.213
1.296
1.247
1.180
2014
2015
2016
2017
2018
2019


完整颗粒(%)
100.0
96.0
92.0
88.0
84.0
80.0
76.0
72.0
98.6
93.6
82.2
99.0
94.9
88.1
99.4
95.2
87.7
97.3
89.9
76.8
97.8
93.0
83.9
97.6
90.8
74.7
2014
2015
2016
2017
2018
2019


角质胚乳(%)
94
90
86
82
78
74
70
92
82
73
89
79
73
89
79
73
89
81
74
89
81
74
88
81
74
2014
2015
2016
2017
2018
2019

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（50x1）。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（50x5）。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。

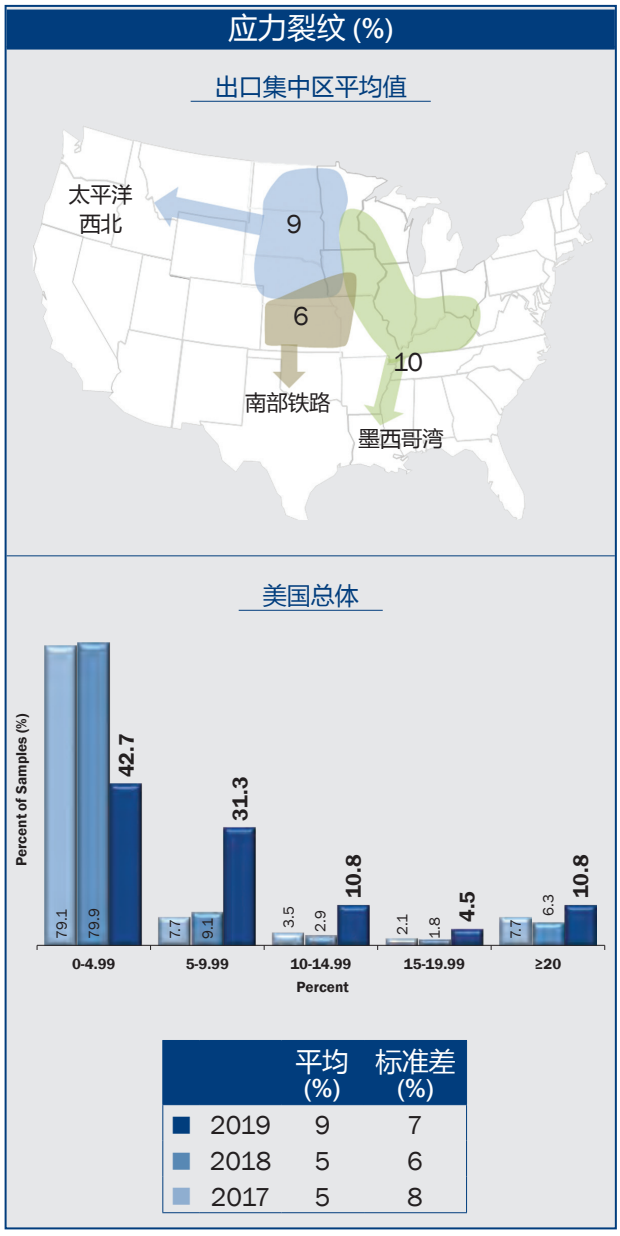
应力裂纹产生的原因是玉米颗粒角质胚乳中水分和温度变化所造成的积聚压力。这种现象可以类比为冰块投入到微温的饮品后产生的内部裂缝。内部压力在较软的、粉质的胚乳中积聚程度不及坚硬的角质胚乳；因此，角质胚乳含量较高的玉米颗粒与软一些的颗粒相比更可能产生应力裂纹。玉米颗粒应力裂纹现象具有不同的严重程度，可能会有一条、两条或者多条裂纹。应力裂纹产生的最常见原因是高温烘干使水分快速流失。高应力裂纹率对不同工序的影响包括：

- 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：造成大粒玉米糁(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

- 2019年美国玉米总体平均应力裂纹率为9%，高于2018年、2017年和五年平均值（均为5%）。
- 2019年美国总体应力裂纹标准差（7%）与2018年（6%）、2017年（7%）和五年平均值（7%）接近。
- 2019年应力裂纹率的范围在0-95%，相比之下，2018年为0-88%，2017年为0-90%。
- 2019年应力裂纹率在10.0%以下的样本比例（74.0%）低于2018年（89.0%）和2017年（86.8%）。2019年的样本中还有10.8%的应力裂纹率超过20.0%，高于2018年（6.3%）和2017年（7.7%）。应力裂纹的分布情况显示2019年的玉米破裂风险比2018年和2017的玉米破裂风险高。
- 2019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10%、9%和6%。在所有出口集中区中，南部铁路出口集中区的应力裂纹2019年、2018年、2017年和五年平均值均为最低。
- 2019年很多作物的种植晚于正常年份，后期作物田间干燥缓慢，收割也较晚。这样就导致收获时作物水分含量高，需要更多人工烘干，从而可能造成应力裂纹数比往年的多。平均水分含量（17.5%）高于2018年和2017年的作物水分含量及五年平均值。

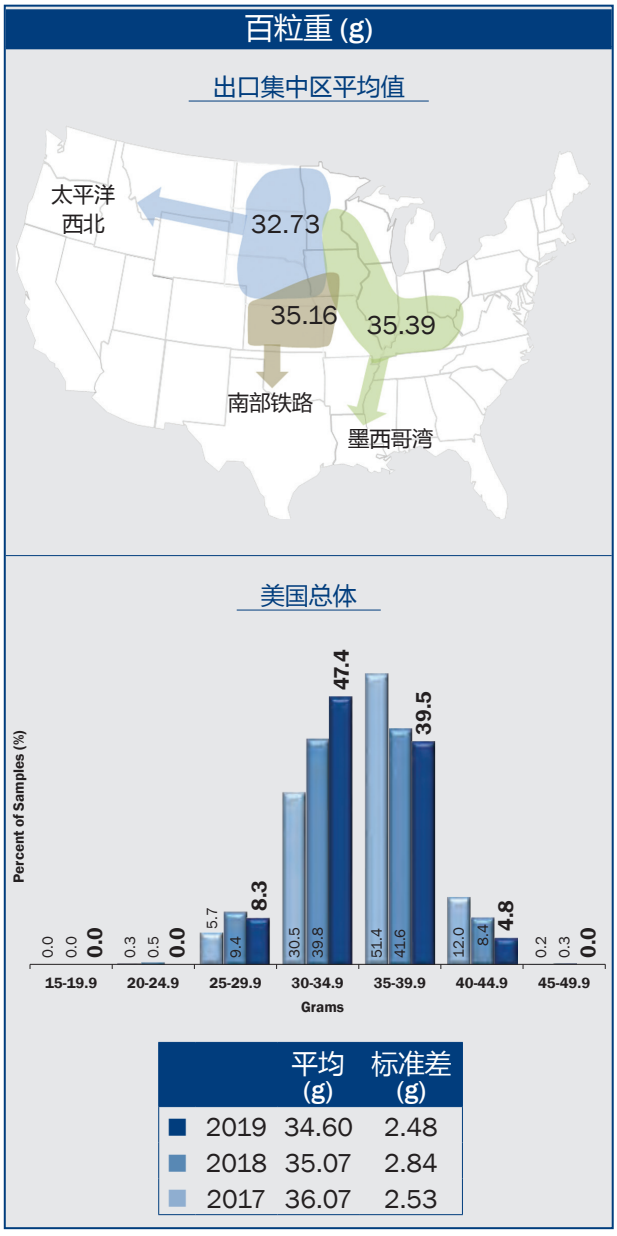


百粒重

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糁出品率更高。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

- 2019年美国玉米样本的总体平均百粒重为34.60克，低于2018年百粒重（35.07克）、2017年（36.07克）和五年平均值（34.94克）。
- 2019年美国总体百粒重波动率（标准差为2.48克）低于2018年（2.84克）、2017年（2.53克）和五年平均值（2.61克）。
- 2019年百粒重范围（25.11克-43.93克）小于2018年（23.86克-45.88克）和2017年（23.06克 - 46.44克）的百粒重范围。
- 2019年玉米样本中，百粒重大于等于35克的占比44.3%，2018年的样本比例为50.3%、2017年则为63%。该分布结果说明相比2018年和2017年，2019年大颗粒玉米的比例较低。
- 太平洋西北出口集中区的平均百粒重最低，为32.73克，墨西哥湾出口集中区为35.74克，而南部铁路出口集中区为35.16克。太平洋西北出口集中区的百粒重在2019年、2018年、2017年和五年平均值均为最低。

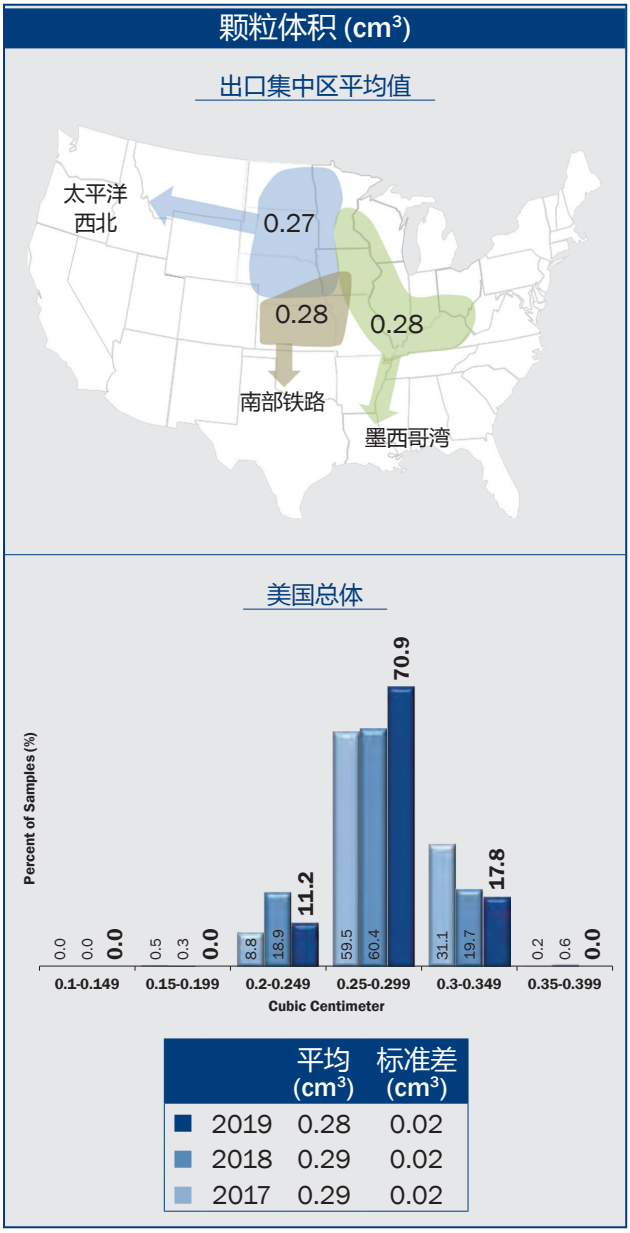


颗粒体积

用立方厘米（cm^3）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

- 2019年美国玉米总体平均颗粒体积为0.28cm^3，与2018年和五年平均值（均为0.28cm^3）相同，但低于2017年（0.29cm^3）。
- 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2019年、2018年、2017年和五年平均值均为0.02cm^3。
- 2019年颗粒体积的范围（0.22cm^3-0.34cm^3）与2018年（0.19cm^3-0.36cm^3）和2017年（0.18cm^3-0.36 cm^3）接近。
- 2019年17.8%的样本颗粒体积等于或大于0.30cm^3，2018年该比例为20.3%、2017年为31.3%。这样的分布情况表明2019年大颗粒玉米的比例低于2018年和2017年。
- 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^3、0.27cm^3和0.28cm^3。在几个出口集中区中，太平洋西北的玉米平均颗粒体积2019年、2018年、2017年和五年平均值均为最低。

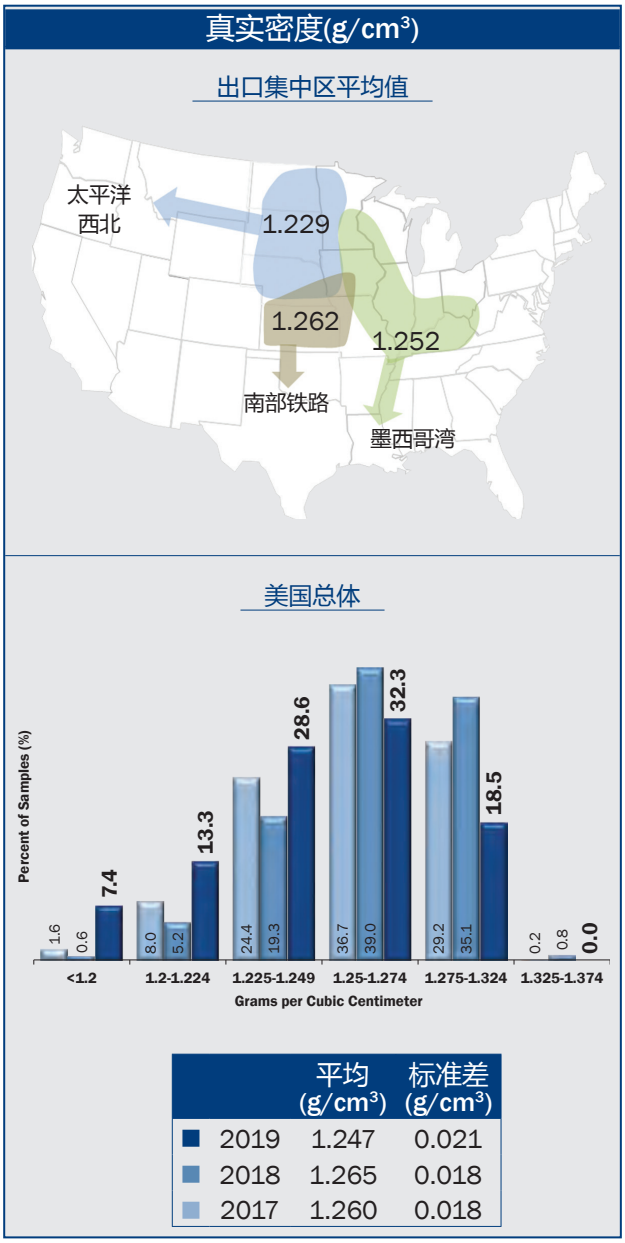


颗粒真实密度

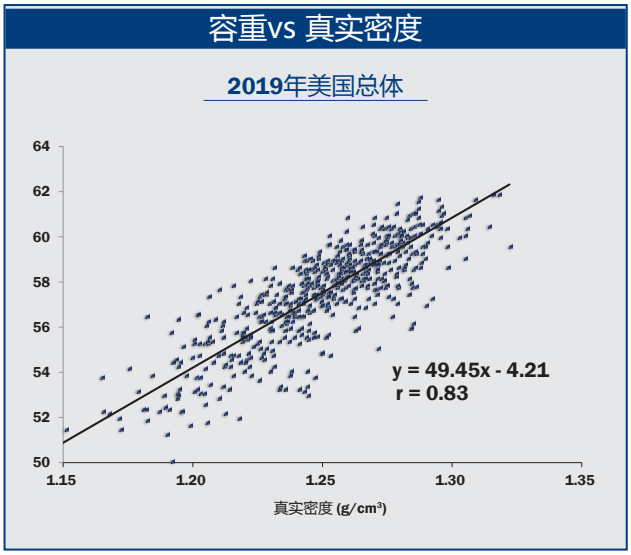
颗粒真实密度的计算方法是用一百粒玉米的重量除以同一百粒玉米的体积或排水量，以克/立方厘米（g/cm³）作计算单位。真实密度是反应籽粒硬度的相对指标，对碱法加工和干磨加工有参考价值。真实密度可能会受到玉米品种的遗传基因和生长环境的影响。在储运过程中，真实密度较高的玉米往往比密度低的玉米更不易碎裂，但如经过高温烘干，密度高的玉米产生应力裂纹的风险更大。真实密度在1.30g/cm³之上说明玉米硬度很大，适用于干磨和碱法加工。真实密度在1.275g/cm³左右或更低的玉米往往较软，适合湿磨和饲料用途。

结果

- 2019年美国玉米总体平均真实密度为1.247g/cm³，低于2018年（1.265g/cm³）、2017年（1.260g/cm³）和五年平均值（均为1.259g/cm³）。过去九年来的趋势显示，蛋白质含量高的年份真实密度亦较高。
- 基于标准差计算的2019年玉米样本真实密度波动率（0.021g/cm³）高于2018年、2017年和五年平均值（均为0.018g/cm³）相同。
- 2019年真实密度的分布范围为1.116 -1.322 g/cm³，相比之下，2018年为1.167-1.374g/cm³，2017年为1.135-1.332g/cm³。
- 2019年大约有18.5%的样本真实密度在1.275g/cm³以上，2018年和2017年年这一比例分别为35%和29.4%。由于真实密度在1.275g/cm³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2019年的玉米与2018年和2017年相比稍软。
- 2019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1.252g/cm³、1.229g/cm³和1.262g/cm³。太平洋西北出口集中区的玉米颗粒平均真实密度和容重2019年、2018年、2017年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0.83），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。2019年玉米样本的容重为57.3lb/bu，低于2018年和2017年的容重（均为58.4lb/bu），因此，2019年的真实密度和bulk 密度都比2018年和2017年的数值及五年平均值低。



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。

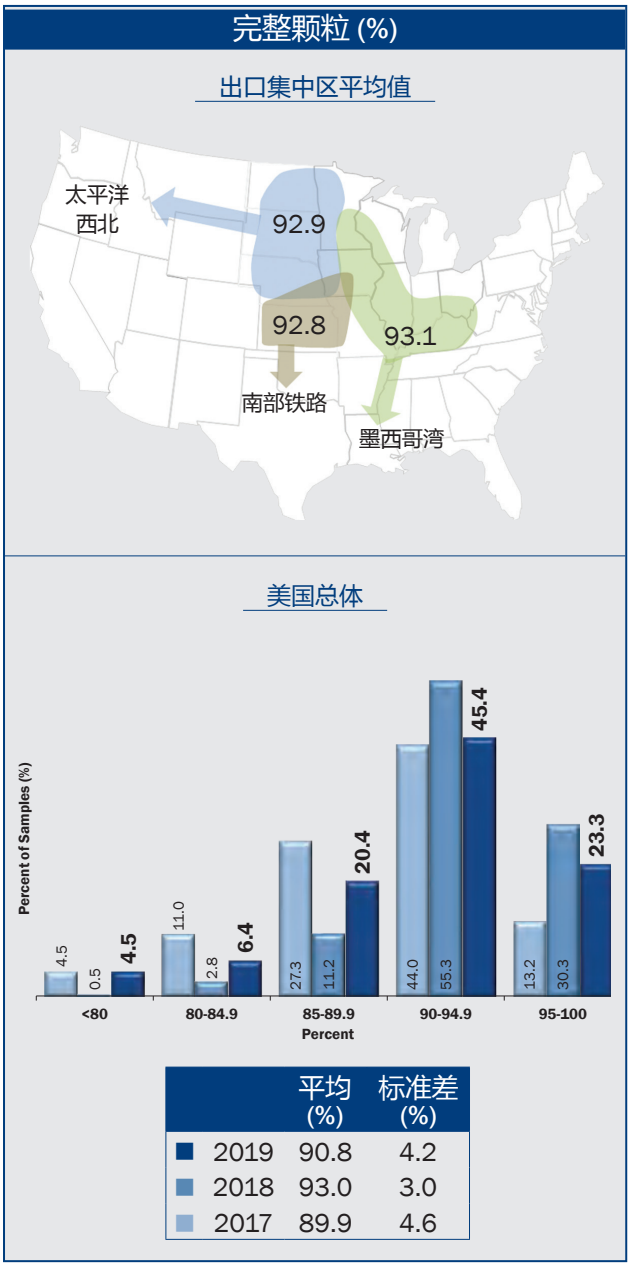
有两个主要原因使得玉米颗粒外皮完整具有很高的重要性。第一，它影响碱法蒸煮过程中的水分吸收。颗粒有缺口或表皮有裂纹，相比完整颗粒，会使水分渗入更快。蒸煮过程中摄取过多水分会导致可溶物流失、蒸煮不均、代价昂贵的程序终止和/或产品不达标。一些公司甚至愿意支付合同溢价以求收到的玉米货物中完整颗粒比例在一定水平之上。

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[4]。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。

[4]福斯特，G. H. 和L. E. 霍尔曼，1973。《货物搬运方式造成的谷物破碎》，美国农业部，ARS市场研究报告编号968。

结果

- 2019年美国玉米总体平均完整颗粒率为90.8%，低于2018年（93.0%）和五年平均值（93.3%），但高于2017年（89.9%）。
- 2019年玉米完整颗粒的标准差为4.2%，高于2018年（3.0%）和五年平均值（3.3%），但低于2017年（4.6%）。
- 2019年玉米完整颗粒的范围（25.4% - 99.6%）远高于2018年（66.0% - 98.6%）和2017年（67.0% - 99.2%）接近。
- 2019年完整颗粒含量达到或超过90%的样本比例为68.7%，2018年和2017年该比例分别为85.6%和57.2%。这一分布显示2019年样本完整颗粒的比例低于2018年的样本。
- 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91.5%，88.9%和91.7%。



角质（硬）胚乳

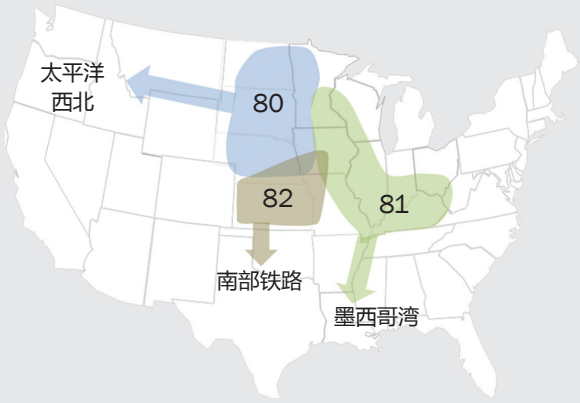
对角质（硬）胚乳的检测衡量角质或硬质胚乳含量占颗粒胚乳总量的百分比，该值通常在70%到100%之间。角质胚乳相对于软质胚乳的含量越高，可以说玉米颗粒的硬度越大。硬度的重要性取决于加工类型。较硬的玉米适合干磨法，可以产出较多的玉米糁。中等和中高硬度玉米的适用于碱法蒸煮。硬度适中和软质玉米适用于湿法加工和禽畜饲养。

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。

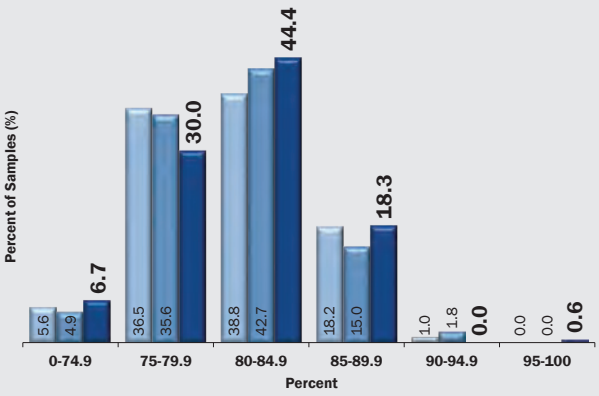
从《2019/2020年度收获报告》开始，只对送检霉菌毒素的样本检测角质胚乳。在此前八年的报告里，所有的样本都要对这一品质因素进行检测，其相对误差幅度都低于0.4%。因此，减少硬质胚乳的检测样本更能保持对角质胚乳预估精确性远低于目标水平+/-10%。可参考“调查和数据分析方法”部分了解更多关于品质因素计算误差幅度的信息。

角质胚乳 (%)

出口集中区平均值



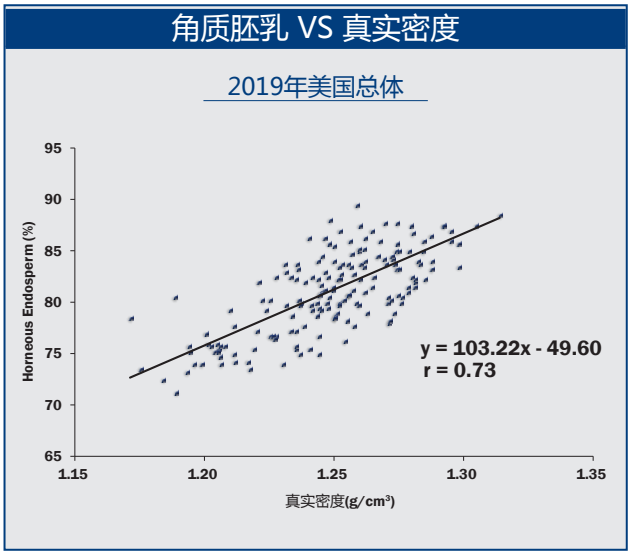
美国总体

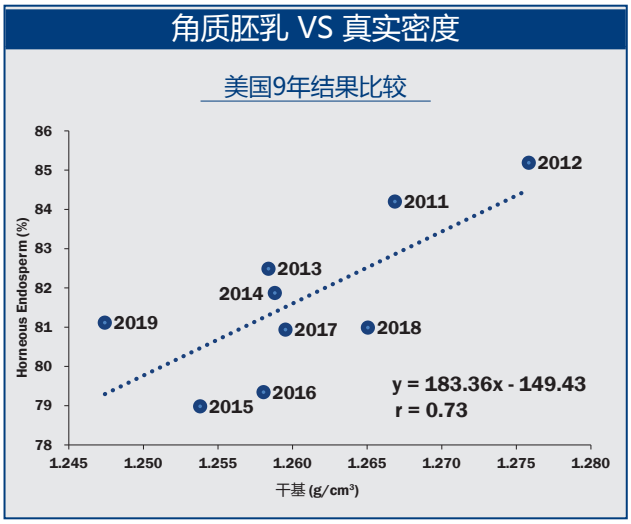


	平均值 (%)	标准差 (%)
2019	81	3
2018	81	3
2017	81	4

结果

- 2019年美国玉米总体平均角质胚乳含量（81%），与2018年和2017年相同（均为81%），但高于五年平均值（80%）。
- 2019年和2018年的美国玉米总体角质胚乳含量标准差均为3%，低于2017年和五年平均值（均为4%）。
- 2019年角质胚乳含量范围（71%-96%）与2018年（72%-92%）和2017年（71%-92%）接近。
- 2019年样本中，角质胚乳含量在80%以下的样本占比为63.3%，该比例高于2018年（59.5%）和2017年（58%）。该结果说明2019年的玉米中含有角质胚乳的颗粒数量比2018年和2017年的数量多。
- 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%、80%和82%。南部铁路出口集中区的平均角质胚乳含量2019年、2018年、2017年和五年平均值在所有出口集中区中均为最低。
- 第一个图例反映了2019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0.73）。
- 下面的图例反映了过去九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r=0.73）。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

	2019年收获					2018年收获			2017年收获			五年平均 (2014-2018年)	
	样品数[1]	平均值	标准差	最小值	最大值	样品数[1]	平均值	标准差	样品数[1]	平均值	标准差	平均值	标准差
美国总体						**美国总体**			**美国总体**			**美国总体**	
应力裂纹 (%)	623	9	7	0	95	618	5*	6	627	5*	8	5	7
百粒重 (g)	623	34.60	2.48	25.11	43.93	618	35.07*	2.84	627	36.07*	2.53	34.94	2.61
颗粒体积 (cm^3)	623	0.28	0.02	0.22	0.34	618	0.28	0.02	627	0.29*	0.02	0.28	0.02
真实密度 (g/cm^3)	623	1.247	0.021	1.116	1.322	618	1.265*	0.018	627	1.260*	0.018	1.259	0.018
完整颗粒 (%)	623	90.8	4.2	25.4	99.6	618	93.0*	3.0	627	89.9*	4.6	93.3	3.3
角质胚乳 (%)	180	81	3	71	96	618	81	3	627	81	4	80	4
南湾						**南湾**			**南湾**			**南湾**	
应力裂纹 (%)	594	10	9	0	95	587	4*	5	612	6*	8	5	7
百粒重 (g)	594	35.39	2.60	26.61	43.93	587	35.74*	2.86	612	36.94*	2.45	35.55	2.63
颗粒体积 (cm^3)	594	0.28	0.02	0.22	0.34	587	0.28	0.02	612	0.29*	0.02	0.28	0.02
真实密度 (g/cm^3)	594	1.252	0.019	1.116	1.322	587	1.266*	0.017	612	1.262*	0.018	1.261	0.018
完整颗粒 (%)	594	91.5	3.8	58.0	99.6	587	93.1*	3.0	612	90.0*	4.7	93.4	3.3
角质胚乳 (%)	170	81	3	71	96	587	81	3	612	81	4	80	4
美西						**美西**			**美西**			**美西**	
应力裂纹 (%)[2]	318	9	7	0	58	288	7*	8	291	5*	7	5	6
百粒重 (g)	318	32.73	2.19	25.11	42.33	288	32.97	2.67	291	33.39*	2.68	32.86	2.48
颗粒体积 (cm^3)	318	0.27	0.02	0.22	0.34	288	0.26*	0.02	291	0.27	0.02	0.26	0.02
真实密度 (g/cm^3)	318	1.229	0.025	1.116	1.316	288	1.257*	0.018	291	1.249*	0.018	1.251	0.018
完整颗粒 (%)	318	88.9	5.2	25.4	99.0	288	92.9*	3.1	291	89.4	4.8	93.1	3.5
角质胚乳 (%)	95	80	3	73	90	288	81*	3	291	81*	4	80	3
南部铁路						**南部铁路**			**南部铁路**			**南部铁路**	
应力裂纹 (%)	324	6	5	0	95	355	3*	4	393	4*	6	4	5
百粒重 (g)	324	35.16	2.54	27.21	42.74	355	35.59*	2.98	393	36.26*	2.65	35.42	2.69
颗粒体积 (cm^3)	324	0.28	0.02	0.22	0.34	355	0.28	0.02	393	0.29*	0.02	0.28	0.02
真实密度 (g/cm^3)	324	1.262	0.018	1.182	1.322	355	1.274*	0.019	393	1.265*	0.018	1.264	0.018
完整颗粒 (%)	324	91.7	3.8	58.0	99.6	355	92.8*	2.7	393	90.0*	4.3	93.3	3.1
角质胚乳 (%)	91	82	3	73	96	355	82	3	393	81*	3	81	4

*数据显示平均值与2019年有差异，统计基于双尾T检验，可信度为95%

[1]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

[2]预测收获总体平均值的相对公差超过±10%

E. 霉菌毒素

霉菌毒素是谷物中天然存在的真菌产生的有毒化合物。当摄入过量时，霉菌毒素可能导致人类和动物疾病。黄曲霉毒素、黄曲霉毒素和伏马菌素被认为是玉米中最常见的三种霉菌毒素。

与之前的收获报告一样，对2019年收获样本的一个子集进行了黄曲霉毒素和DON的检测。在《2019/2020年收获品质报告》中，伏马菌素被添加到检测的霉菌毒素清单中。这样报告将汇总三种霉菌毒素的情况，包括黄曲霉毒素、呕吐毒素和伏马菌素。由于霉菌毒素的产生受生长条件的影响很大，《收获品质报告》的目标是，一旦在收获的玉米作物中检测出黄曲霉毒素、呕吐毒素或伏马菌素，必严格报告。

《收获品质报告》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。此外，该报告并不意味着该评估将涵盖12个州或3个出口集中区调查的所有霉菌毒素实例。本《收获品质报告》的调查结果仅应被当作从田间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品质报告，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。《2019/2020年美国谷物协会出口玉米品质报告》会报告出口地点的玉米品质，将更准确地反映美国2019/2020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。

最高限量水平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.*

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。真菌通常侵袭玉米上的几个颗粒，然后往往会通过虫咬损伤处进入颗粒。在干旱环境下，也会通过玉米丝侵入个别颗粒。

食物中自然滋生的黄曲霉毒素有4种——黄曲霉毒素B1、B2、G1和G2，这四种黄曲霉毒素统称为“黄曲霉毒素”或“总黄曲霉毒素”。黄曲霉毒素

B1在食物和饲料中最常见，也是毒性最强的。研究表明黄曲霉毒素B1是动物体内自然生成的强力致癌物，与人类罹患癌症密切相关。另外，奶牛会将黄曲霉素B1代谢成另外一种形式的黄曲霉毒素，称为黄曲霉毒素M1，后者可能在牛奶中沉积。

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进一步制定了关于黄曲霉毒素超标的玉米掺混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从而使得黄曲霉毒素的总含量降低至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
20.0 ppb	奶牛、全年龄段的宠物、未成熟的动物（包括未成熟的家禽）及用途不明的动物
100.0 ppb	育种肉牛、种猪和成熟家禽
200.0 ppb	100磅以上的育肥猪
300.0 ppb	育肥（如育肥场）肉牛

来源： *www. Ngfa.org*

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素引起，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、嗜睡和肠道出血。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，建议水平如下表所示：

DON 建议限量水平	适用标准
百万分之5.0	猪，不超过饲喂量 20%
百万分之5.0	其他未列明动物，不超过饲喂量20%
百万分之10.0	鸡，不超过饲喂量 50%
百万分之10.0	月龄四个月以上的反刍肉牛和奶牛

来源：*www. Ngfa.org*

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

背景：伏马菌素

伏马菌素是一种天然的霉菌毒素，主要存在于谷物中，常见于玉米。与黄曲霉毒素和DON相比，伏马菌素是最近才发现的。伏马菌素是由镰刀菌属的几种真菌产生的。伏马菌素家族由伏马菌素B1、B2和B3组成。伏马菌素B1最为丰富，约占总伏马菌素的70~80%。伏马菌素的主要问题是饲料污染会对动物造成有害影响，特别是对马匹和猪只。真菌和伏马菌素形成主要发生于收获之前的田地中。昆虫在伏马菌素污染中起着重要的作用，因为它们是一种致伤剂。温度和降雨条件与真菌生长和伏马菌素污染也有关联。一般来说，伏马菌素污染与作物压力、虫害、干旱和土壤墒情有关。2001年，FDA发布了对以玉米为原料的食品和饲料中伏马菌素含量的指导水平，以减少人和动物的接触。FDA的建议限制水平如下所示：

伏马菌素建议限量水平	适用标准
百万分之5.0	马和兔子，不超过饲喂量20%
百万分之20.0	猪和鲶鱼，不超过饲喂量50%
百万分之30.0	育种反刍动物、育种家禽和育种水貂，不超过饲喂量50%
百万分之60.0	月龄三个月以上供屠宰的反刍动物，供制皮的水貂，不超过饲喂量 50%
百万分之100.0	供屠宰的家禽，不超过饲喂量50%
百万分之10.0	其他未列明动物，不超过饲喂量50%

来源： *www. Ngfa.org*

评估黄曲霉毒素、脱氧雪腐镰刀菌烯醇(DON或呕吐毒素)和伏马菌素是否存在

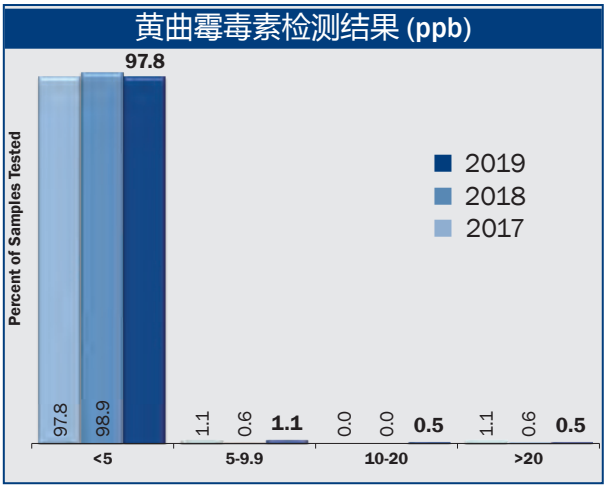
检测了最低目标样本数量（600个）中的至少25%，以评估2019年的生长条件对美国玉米作物中黄曲霉毒素和呕吐毒素发展总量的影响。抽样标准在"调查和统计分析方法"一节中描述，结果共有182个霉菌毒素样品被检测。本研究中霉菌毒素的检测方法详见"检测分析方法"部分。

结果：黄曲霉毒素

2019年检测黄曲霉毒素样本182个，2018年、2017年该项检测样本数分别为181个、180个。2019年检测结果如下：

- 178个样本，即182个样本中的97.8%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2018年和2017年未检测出黄曲霉毒素的样本比例，分别为98.9%和97.8%。
- 182个样本中有2个样本(2)或1.1%的黄曲霉毒素水平大于或等于5.0 ppb，但小于10.0 ppb。这一比例与2018年(0.6%)和2017年(1.1%)几乎相同。
- 182个样本中有1个样本检测出黄曲霉毒素水平大于等于10ppb，但小于等于20ppb的FDA最高限量，占总样本数0.5%。这一比例与2018年（0.0%）和2017年（0.0%）接近。
- 182个样本中有1个样本的黄曲霉毒素水平高于20ppb的FDA最高限量，占总样本数0.5%。这一比例与2018年（0.6%）和2017年的比例（1.1%）几乎持平。
- 这些结果表明，2019年182个样本的检测结果中，有181个样本（99.4%）小于等于20ppb的FDA最高限量，而2018年的比例为99.5%，2017年这一比例为98.9%。

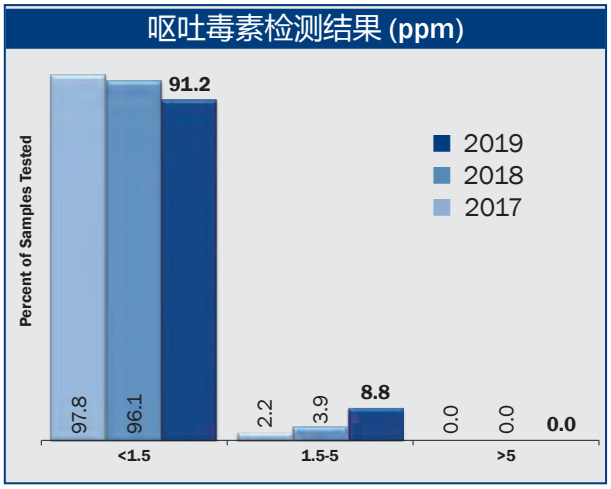
较多样本（97.8%）低于联邦谷物检验局5ppb的LCL阈值的原因可能是2019年天气条件并不利于黄曲霉毒素的滋生。（了解2019年生产条件的更多信息，请参见"作物与天气条件"一节）。



结果：脱氧雪腐镰刀菌烯醇或呕吐毒素

- 2019年共对182个样本进行了呕吐毒素检测，2018年、2017年该项检测样本数分别为181和180个。2019年检测结果如下：
- 166个样本，即182个样本中的91.2%检测到呕吐毒素水平低于1.5ppm。2019年的这一比例低于2018年检测出呕吐毒素水平的样本比例（96.1%）和2017年的比例（97.8%）。
- 16个样本，即182个样本中的8.8%检测到呕吐毒素水平高于或等于1.5ppm，但低于FDA的建议限制水平5.0ppm。2019年这一比例高于2018年的比例（3.9%）和2017年（2.2%）。
- 0个样本，即182个样本中的0.0%检测到呕吐毒素水平高于或等于FDA建议限量水平5，与2018年和2017年相同。

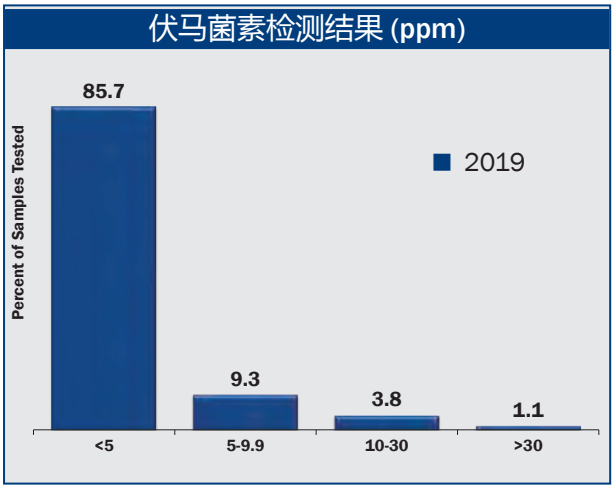
2019年检测出低于1.5ppm的样本比例低于前两年，可能因为2019年的潮湿天气，为滋生呕吐毒素制造了条件。



结果：伏马菌素

2019年共对182个样本进行了伏马菌素检测。此为第一年对样本进行伏马菌素的检测，因此本调查没有与此前年份的比较。2019年检测结果如下：

- 155个样本，即182个样本中的85.6%检测到伏马菌素水平低于5ppm，此为动物（马和兔）饲料建议限量水平的最低值。
- 17个样本，即182个样本中的9.4%检测到伏马菌素水平大于等于5.0ppm，但小于10.0ppm。
- 7个样本，即182个样本中的3.9%检测到伏马菌素水平大于等于10.0ppm，但小于30.0ppm
- 2个样本，即182个样本中的1.1%检测到伏马菌素水平大于30.0ppm，此为反刍种畜、鸡和貂饲料的建议限量水平。



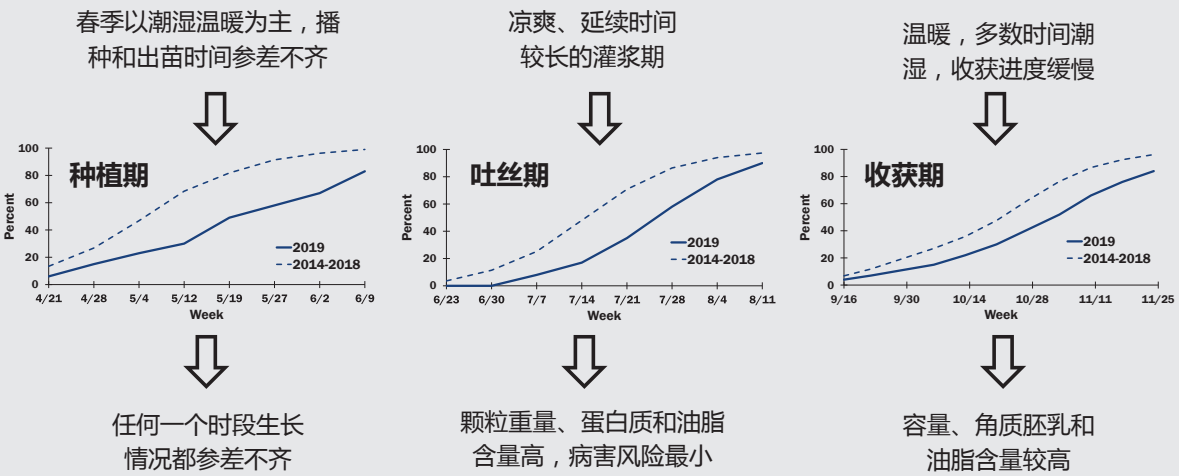
A. 2019年收获要点

天气在玉米的种植过程、田间生长条件和谷物发育过程中起着至关重要的作用。这些因素反过来又会影响玉米的最终产量和质量。总体来说，2019年玉米生长的特点是营养生长期（即从萌苗到授粉之间的生长期）迟缓、接着是授粉期温暖的时间延长，随后灌浆期气候多变，最后收获期进展缓慢、间歇不连贯。本级玉米作物平均种植时间打破了最晚种植记录，并且经历了一个困难重重的生长季，作物状况评级[1]"从良好到优秀"的比例远远低于近五年平均值。虽然美国农业部预测2019年玉米产量适中，但是该作物的平均容重、百粒重、真密度以及蛋白质含量均低于近五年平均值。而该作物的平均应力裂纹、破碎粒和总损伤均高于五年平均值。以下是2019年玉米生长季的关键事件：

- 由于寒冷的天气和过多的降雨推迟并延长了播种期，比墨西哥湾出口集中区的伊利诺伊州五年平均值晚了六周。但晚播有利于植物迅速萌苗。
- 授粉（吐丝期）比五年平均值推迟了一到两周。七月的天气变化范围广，太平洋西北出口集中区潮湿而温暖，南部铁路出口集中区凉爽而干燥，而墨西哥湾出口集中区的天气则是炎热和干燥。
- 八月，整个美国玉米带的粒籽发育早期的气候以凉爽和潮湿为主要特征，从而促进了粒籽油脂的积累，而墨西哥湾出口集中区东部的气候则是温暖而干燥。
- 整个玉米产区在九月灌浆期后半期气候相对较热，但墨西哥湾北部和太平洋西北部出口集中区的天气较为湿润，而南部铁路出口集中区较干燥，这些因素有利于玉米角质胚乳水平。
- 今年的玉米作物成熟进度也为记录上最慢，从而推迟收获季。除了这些，再加上十月和十一月的雨雪天气，使玉米生产者不得不在水分高于理想水平的情况下收割玉米，从而导致了碎玉米的增加和容重的减少。

以下章节描述了2019年生长季的天气如何影响美国玉米产区的产量和谷物质量。

作物生长条件及其对作物的影响



[1]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

五月寒冷而潮湿的天气导致播种时间为记录上最迟，并有所延长

影响玉米单产和品质的天气因素包括即将进入玉米生长季时及生长季中期的降雨量和气温。这些天气因素又和玉米品种及土壤肥力相互作用。谷物单产是每英亩的植株数、每株玉米的籽粒数以及每个籽粒重量的乘积。播种时寒冷或潮湿的天气可能会减少植株数或阻碍谷物生长，从而导致单产下降。在播种季和早期生长阶段，一定程度的干燥气候对作物生长是有益的，因为它可以促使根系在生长季后期向土壤更深处延展以便充分吸取水分，为作物后期生长汲取氮肥。

总体来说，2019年美国玉米带的种植分多个阶段，许多地区由于气候潮湿而重新种植或放弃种植。

没有提前播种的情况。作物在营养生长期间，大多处于潮湿和寒冷的气候条件，从而导致今年植株大小比平均值小且矮。

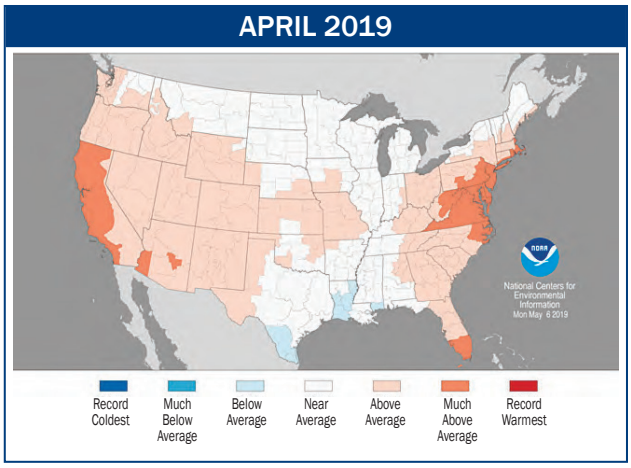
在太平洋西北部出口集中区，幼苗受降雨过量、洪水和低温影响，导致植物压力的发生。六月份的气候持续凉爽但是相对比较干燥。

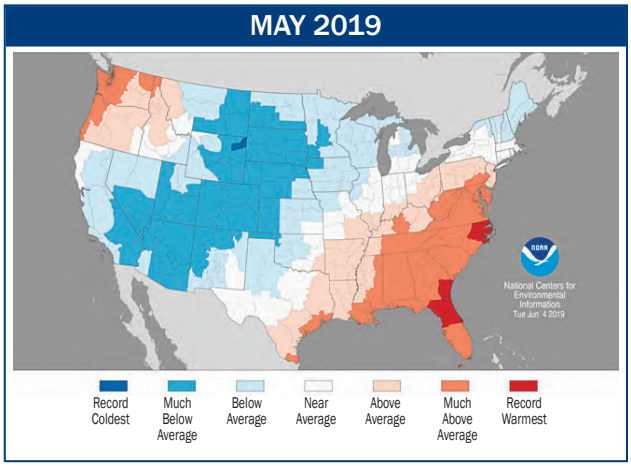
四月墨西哥湾出口集中区的气候非常潮湿，这种状况一直持续到五月，种植季的推迟时间不等，从最南部开始推迟了若干天，到中部地区（伊利诺伊州）推迟了将近一个多月。六月气候继续保阴冷和潮湿，这些不利的天气因素阻碍了作物的最佳生长。

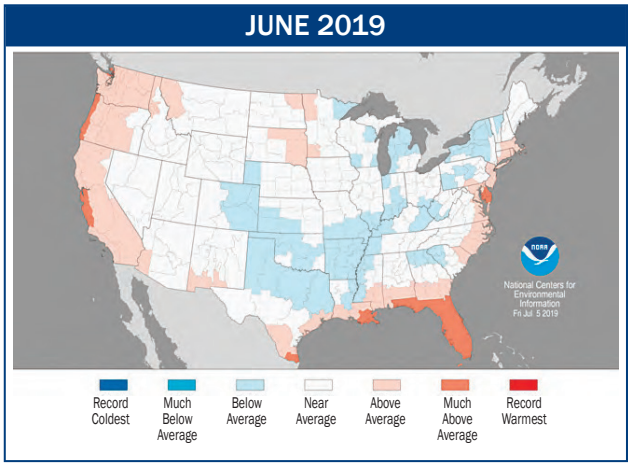
南部铁路出口集中区的气候在播种过程中也是阴冷而潮湿，播种时间平均延迟了一周左右。营养生长期早期的平均温度稍微干燥，最小化了植物的压力。

U.S. GRAINS COUNCIL

各区平均温度
(时期: 1895-2019)

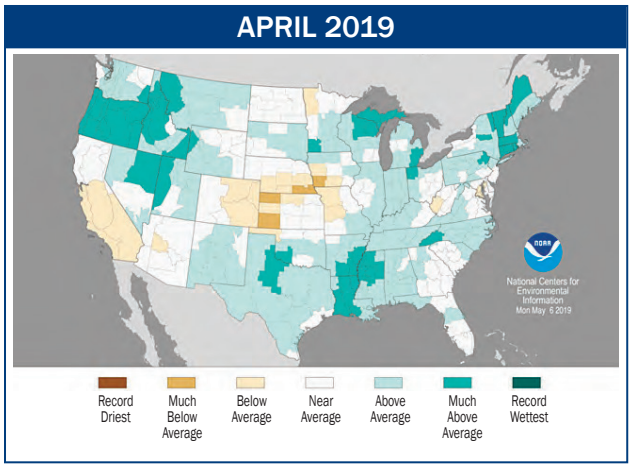


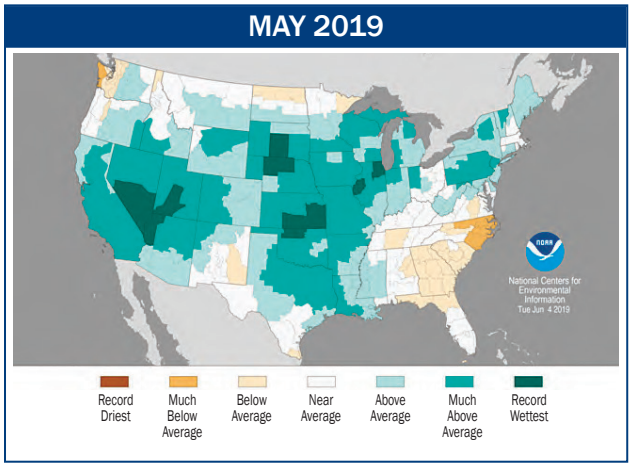


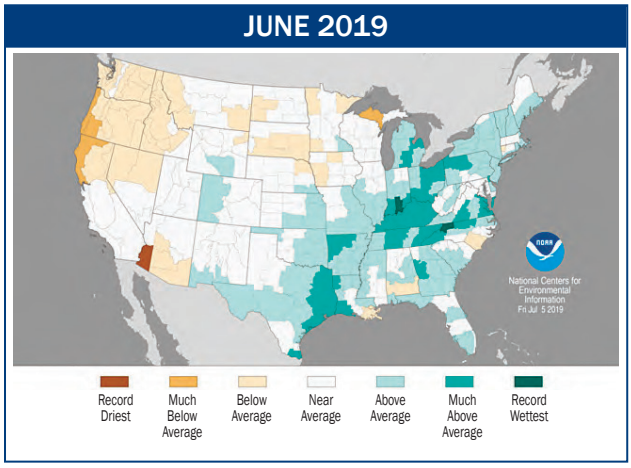


来源: NOAA/地区天气中心

各区降雨量图
(时期: 1895-2019)







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粒籽油脂和角质胚乳

玉米授粉通常发生在七月。在授粉期间，温度高于平均水平或者降雨量较少通常会减少玉米籽粒的数量。七八月正值谷物灌浆早期，此时的气候条件对玉米谷物成分的构成至关重要。在授粉过程中，适量的降雨以及低于平均水平的温度，尤其是夜间温度，会促进玉米粒籽的淀粉和油脂聚集，并提高单产。降雨量较少和高温，尤其是在灌浆期第二阶段（八月到九月），有助于蛋白质的合成。在灌浆后期，氮元素也会从叶面重新分配到籽粒中，从而增加了籽粒蛋白和硬质胚乳含量。

2019年，玉米植株的营养生长期缩短，授粉现象加速，几乎接近五年平均值。授粉和灌浆期间的天气在热压力和凉爽之间循环，一些地区经历了一系列降水，从东南部玉米带的干旱到墨西哥湾北部和太平洋西北部出口集中区的洪水。八月份的低温再次延缓了籽粒发育成熟，而九月份则转为创纪录高温导致灌浆迟，促进了更高的角胚乳水平。

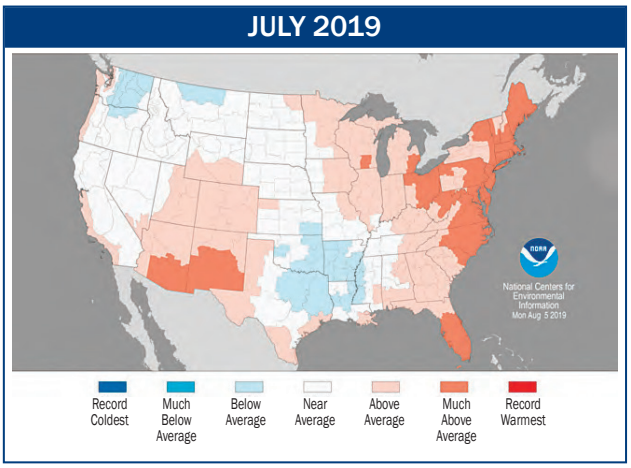
在太平洋西北出口集中区，七月和八月在授粉和早期籽粒灌浆期间的天气条件从潮湿到凉爽，有利于籽粒油脂的积累。然而，充沛的降雨导致蛋白质含量低于五年平均值。

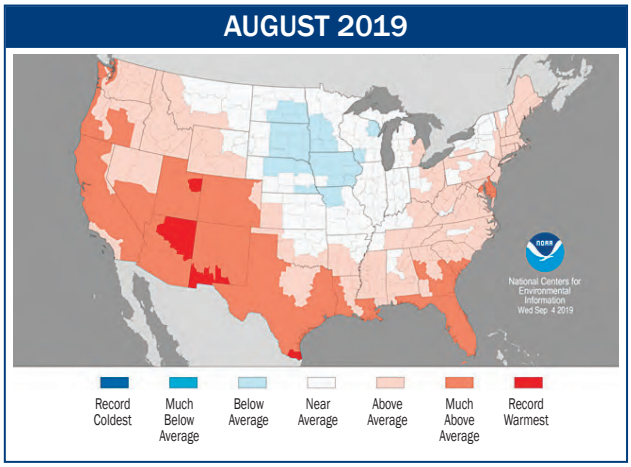
相比之下，墨西哥湾出口集中区在七月授粉期间相对炎热和干燥。在南部地区，八月谷物灌浆早期气温逐渐转凉，雨水增多。南部出口集中区在九月遭遇热应力并伴有干旱，而北部地区则多雨。

总而言之，南部铁路出口集中区的气候干燥而凉爽，易于授粉。在九月份创纪录的高温到来之前，出口集中区在八月份迎来了充沛的降雨量。南部铁路集中区的气候条件有利于谷物生长。

U.S. GRAINS COUNCIL

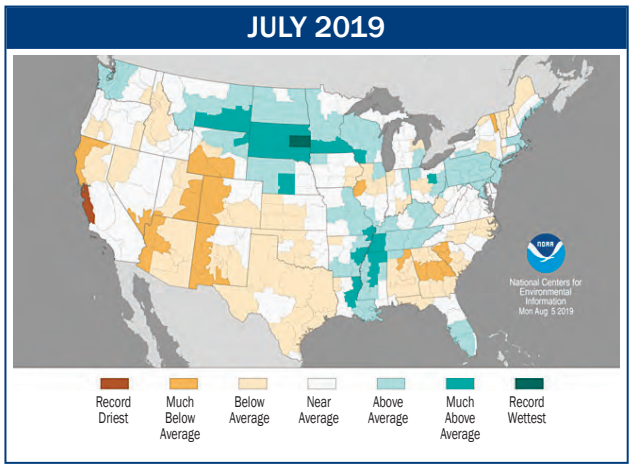
各区平均温度
(时期: 1895-2019)

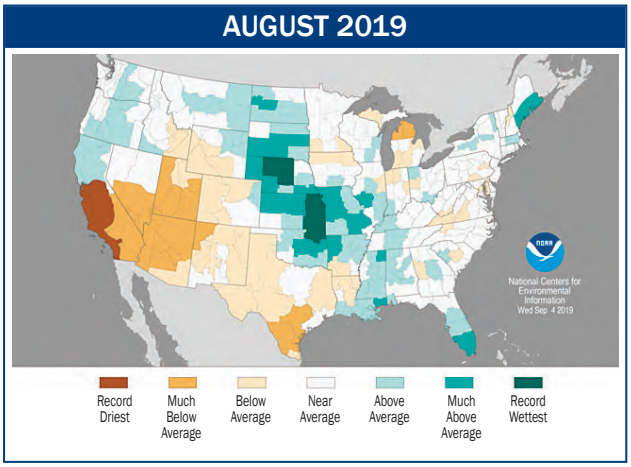




来源: NOAA/地区天气中心

各区降雨量图
(时期: 1895-2019)





来源: NOAA/地区天气中心

D. 收获条件

缓慢而潮湿的收割季

成熟的玉米籽粒含水量在25-40%之间。在生长季结束时，谷物的干燥率取决于光照、温度和土壤湿度，从而达到15-20%最佳的含水量。晴朗、温暖而干燥的气候可以使玉米进行最有效的脱水，使得对玉米品质的不利影响降到最低。另一个与生长季末期相关的气候因素是霜冻天气。在玉米有效脱水前，如果霜冻提早到来，会降低玉米的单产、真密度和容重。此外，如果过早收割，水分较高的谷物比干燥的谷物更容易产生应力裂纹和破碎。

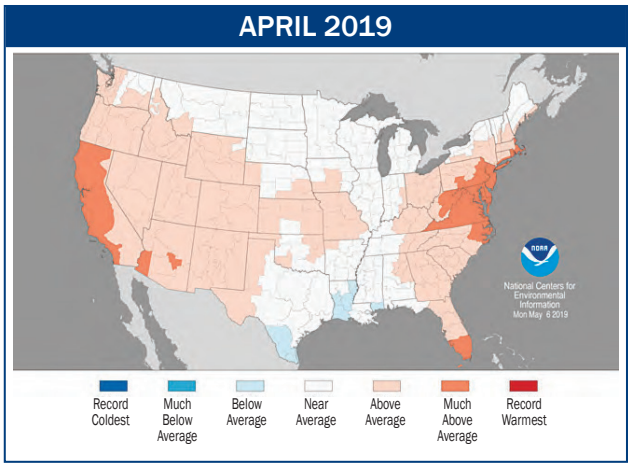
通常，美国20%的玉米在是十月初收割。但是，到了2019年收割季到来的时候，只有不到一半的作物成熟，仅收割了大约10%。因此，十月份降雨再次来临时，仍有高于平均水平的作物残留在田地里，特别是在墨西哥湾和太西洋西北部出口汇集区，这使得收割季延迟。尽管大部分作物在常见的霜冻和降雪之前就已经成熟了，但寒冷潮湿的天气并不能帮助谷物自然干燥。因此，在墨西哥湾和太西洋西北部出口集中区收割的玉米，其水分含量均高于平均水平。这种情况既影响了初始容重，又导致破碎玉米数量大于平均水平。

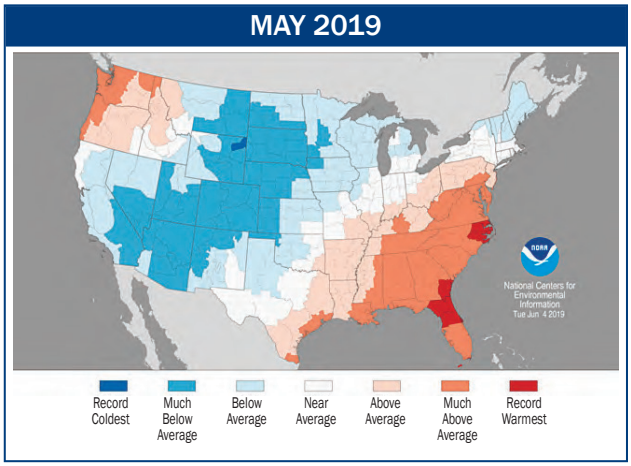
授粉后不久，在凉爽和（或）潮湿的气候条件下，会促进镰刀菌引起的穗腐病（赤穗腐病）的发生。2019年七月在授粉期间，气候温暖。但在粒籽发育初期，美国玉米带大部分地区凉爽而潮湿，这些因素可能会增加镰刀菌感染。镰刀菌导致的伏马菌素与谷物灌浆期间长时间的暴雨和相对高湿度有关，此外还和10到30摄氏度的特定气温有关。温度上下波动会促进伏马菌素的生长。2019年玉米作物在籽粒灌浆期间没有经历必要的日间温度变化波动。谷物灌浆早期，白天和夜间都很凉爽，灌浆后期则转为温热。镰刀菌导致的霉菌毒素DON（呕吐毒素）通常与收割延误或将高水分含量玉米进行储存有关。2019年，玉米作物的的水分含量相对较高，收割季大大延迟，但人工干燥程序将使DON（呕吐毒素）的积累降至最低。

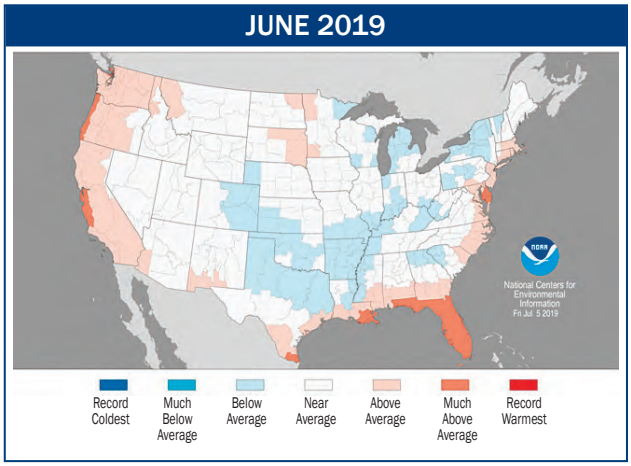
另外，黄曲霉毒素属于由曲霉科霉菌科，其产生与高温少雨及干旱，以及紧跟其后的高湿度气候条件相关。虽然在灌浆后期，整个美国玉米种植区的气候都很炎热，但是2019年大部分玉米作物都有充足的水分供给。因此，在这样的气候条件下，今年谷物样品中很少有黄曲霉毒素。

U.S. GRAINS COUNCIL

各区平均温度
(时期: 1895-2019)

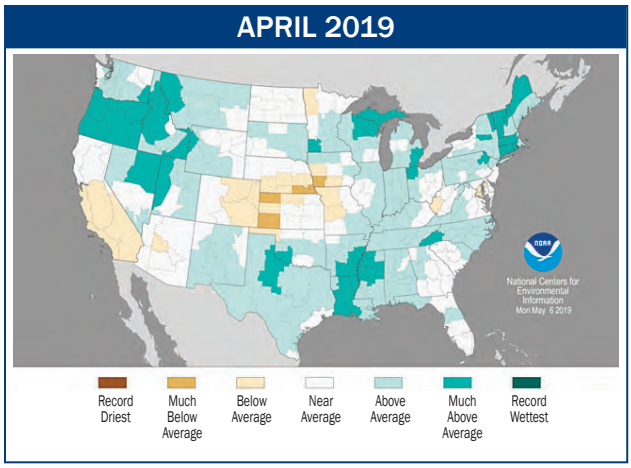


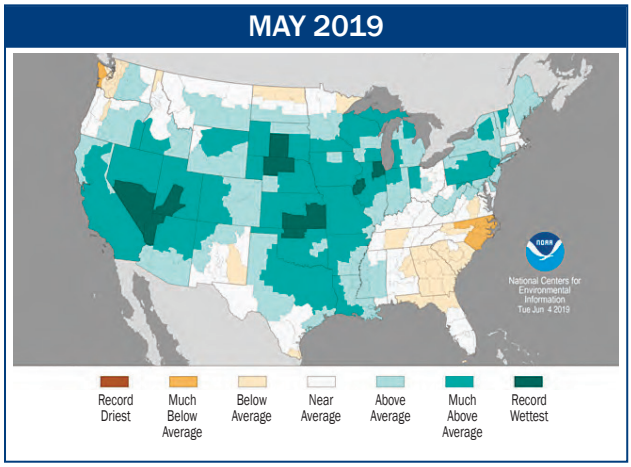


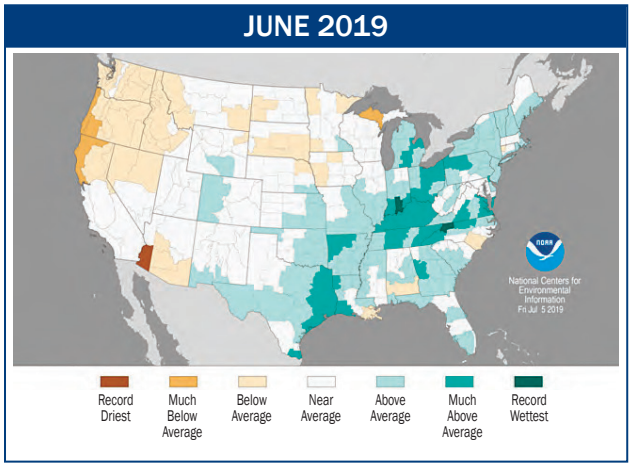


来源: NOAA/地区天气中心

各区降雨量图
(时期: 1895-2019)





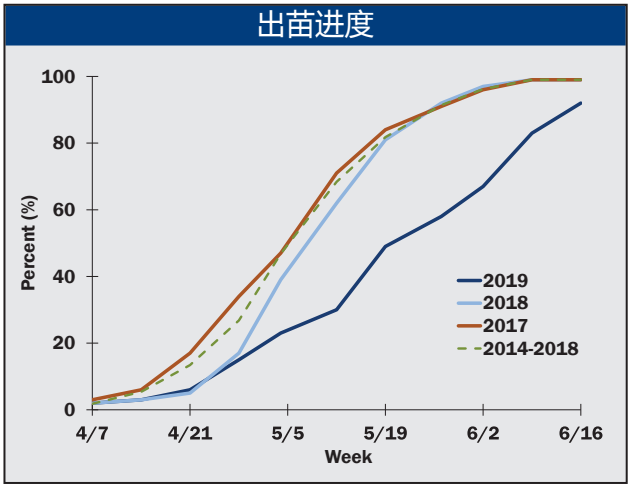


来源: NOAA/地区天气中心

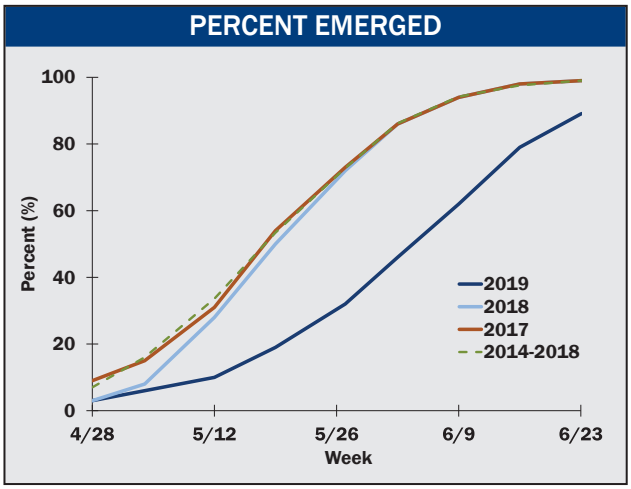
E. 2019年与2018年、2017年及5年平均值相比较

2019年作物生长缓慢

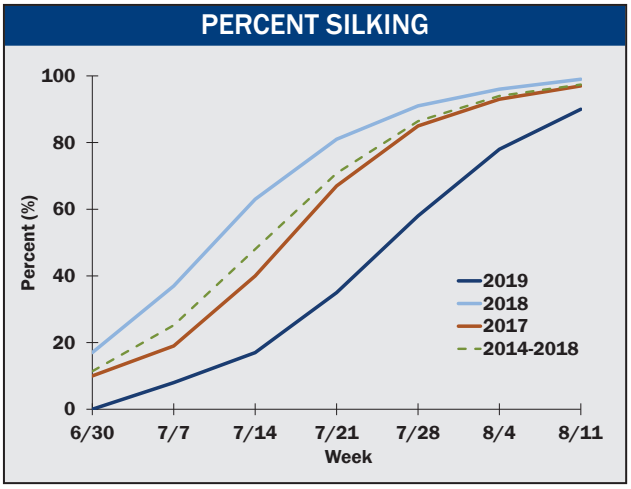
由于春季气候潮湿，2017年农作物需要大量重新种植。2018年寒冷的天气使播种速度略低于五年平均值。相比之下，2019年作物播种季被大大延迟，从五月开始一直持续到六月。由于潮湿的气候条件，大面积的田地无法种植。



2017年和2018年温暖的天气导致播种季的时间接近五年平均值，而2019年播种季则滞后了两到三周。2017年和2018因天气温暖，作物在营养生长期的生长速度快于五年平均。



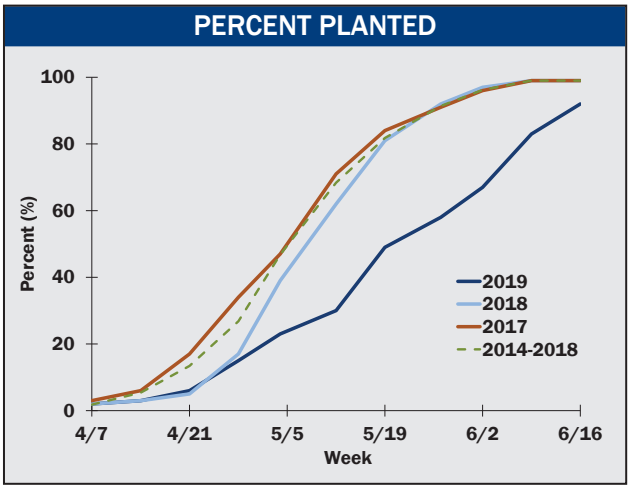
2017年7月，太平洋西北部及南部铁路出口汇集区的降雨量逐渐减少。2018年墨西哥湾出口集中区也出现了类似的情况。这些因素最大限度地促进了授粉。同时在2017年7月，墨西哥湾出口集中区在灌浆早期也经历了大量降雨。在2019年，谷物发育期正赶上了授粉期，仅仅比五年平均值晚了两周左右。

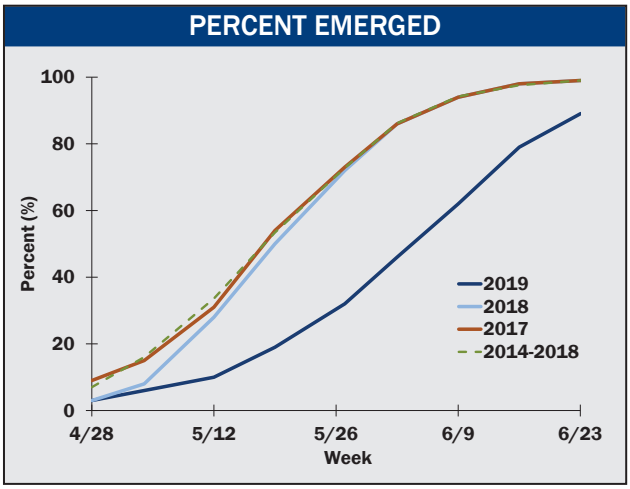


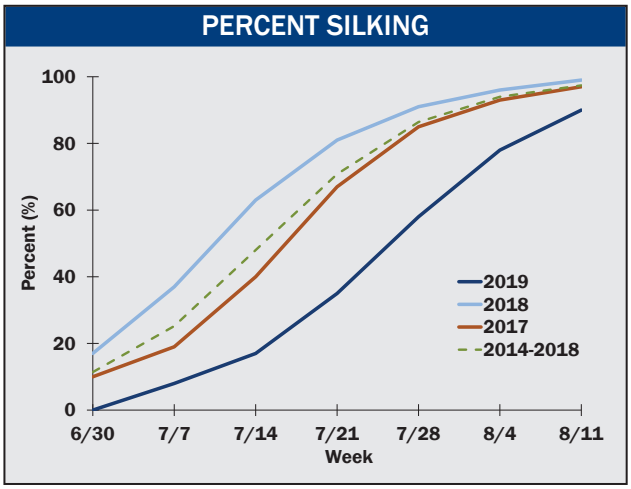
2017年8月，整个玉米带天气凉爽，为谷物灌浆提供了良好条件。2017年，温和的天气和延迟的成熟期使谷物灌浆期推迟到了九月，略晚于五年平均值。2018年墨西哥湾出口集中区的谷物灌浆期比五年平均值要早，该地区天气持续温暖。然而太平洋西北部和南部铁路出口集中区的气候较冷，有利于出产更大的玉米颗粒。2019年，伴随着低温，八月的灌浆期速度减缓；而九月份创纪录的高温对提高谷物发育速度也没有任何帮助。

2019年的收割季与2017年相似。与五年平均值相比，2017年和2019年这两年植株成熟期较晚，田地湿润。2018年由于温暖的天气提前来临，收割季开始迅速，玉米作物的成熟期比五年平均值提前了两周左右。

与五年平均值相比，2019年玉米作物评定等级为2级，介于良与优之间，说明当年生长季的气候条恶劣且多变。2018年玉米作物评级等级高于五年平均值，而且生长季初期长势良好。然而，在生长期末期由于高温和叶病影响了综合评定等级；然而这也标志着当年作物长势良好[2]，使得光合作用发挥正常，籽粒大且单产高。2017年，整个生长季节中60%至68%的作物评级为良或者优；而当年玉米单产仍创历史新高。







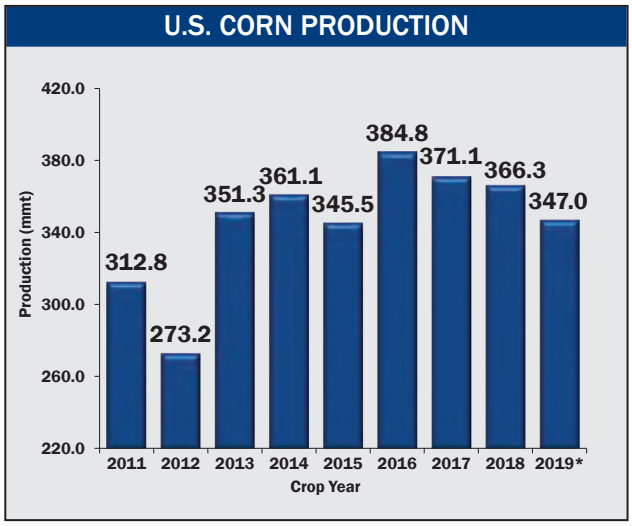
[2]"良好"评级意味着产量前景正常。水分充足，病虫害和杂草风险较小。"优秀"的评级意味着产量前景高于正常水平，作物几乎没有受到任何压力。病害、虫害和杂草风险均不显著。

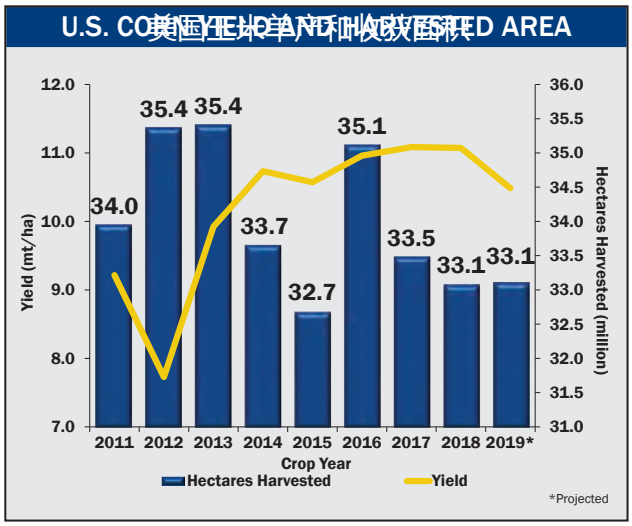
A. 美国玉米产量

美国平均产量和单产

根据2019年美国农业部（USDA）《全球农业供需预估报告》（WASDE），美国2019年玉米预估产量为3.4701亿吨（136.61亿蒲式耳）。如果与实际相符，今年的产量将是在2015年玉米产量3.4551亿吨（136.02亿蒲式耳）以来产量最低的。尽管2019年的预估产量低于近几年的产量，但是必须注意的是，过去三年美国玉米的产量和单产均为历史上最高。 因此，从历史的角度看，尽管播种刷新了最晚种植日期，带来各种挑战，2019年的作物总产量在历史记录上排名第六位。

2019年美国玉米的单产和收获面预计均低于五年平均水平。平均单产预计为10.48吨/公顷（167.0蒲/英亩），而总产量的五年平均值为10.89吨/公顷（173.4蒲/英亩）。收获面积预计为3312万公顷（8180万英亩），也略低于五年平均值3361万公顷（8300万英亩）。





农业统计区（ASD）和州级产量

《2019/2020玉米收获品质报告》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）2019玉米预期产量地图上看到。这些州玉米出口量占全美国的90%以上[1]。

美国玉各州米产量表总结了2018年和预计的2019年各州的产量的变化，包括收获面积和单产变化的相关性。绿色色块表示2018年到2019年预计值的相对增加，而红色色块表示相对减少。表格显示，参与调查的十二个州里，八个州2019年的产量相比2018年可能会有较大的变化（超过10%）。

美国玉米产量

州	2018	2019*	差异 MMT	差异 百分比	相对% 变化† 面积	相对% 变化† 单产
伊利诺伊	57.9	46.6	(11.3)	-19.5%		
印第安纳	25.0	20.5	(4.4)	-17.7%		
艾奥瓦	63.7	63.9	0.2	0.3%		
堪萨斯	16.4	20.3	3.9	23.7%		
肯塔基	5.5	6.5	1.1	19.2%		
明尼苏达	34.6	31.6	(3.1)	-8.8%		
密苏里	11.8	12.0	0.2	1.4%		
内布拉斯加	45.4	45.1	(0.3)	-0.7%		
北达科他	11.4	11.9	0.6	4.8%		
俄亥俄	15.7	10.7	(5.0)	-31.6%		
南达科他	19.8	15.0	(4.7)	-23.9%		
威斯康星	13.8	11.8	(2.1)	-15.1%		
美国总计	366.3	347.0	(19.3)	-5.3%		

†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.

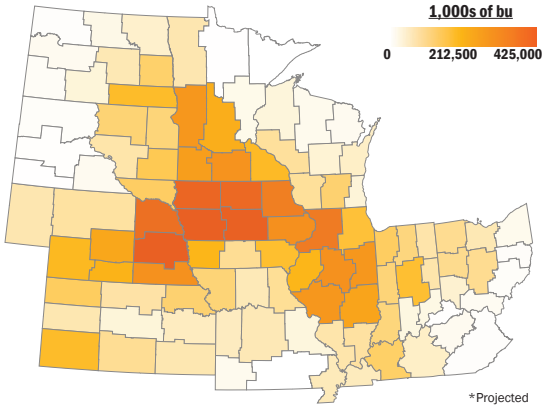
*预测

来源：美国农业部，美国国家农业统计局

[1]来源: USDA NASS, USDA GIPSA 和Centrec 预计。

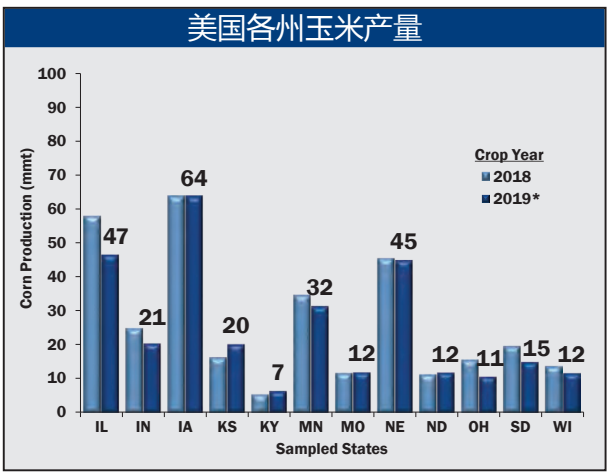
推迟种植虽然不是产量变化的唯一影响因素，但却是导致2019年作物产量减少的主要原因，十二个主产州中有五个州作物产量同比减少超过15.0%，包括：伊利诺伊州、印第安纳州、俄亥俄州、南达科他州和威斯康辛州。明尼苏达州是美国第四大玉米生产州，也预计比2018年减产8.8%。另一方面，堪萨斯州和肯塔基州的产量同比去年预计分别增长23.7%和19.2%，主要是因为收获面积的增加。仅有北达科他州、密苏里州、内布拉斯加州和艾奥瓦州这四个州预计同比2018年产量变化不超过5%。

美国各农业统计区玉米产量 (2019*)



来源: USDA NASS和 Centrec Estimates

美国各州玉米产量



来源: USDA NASS

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。

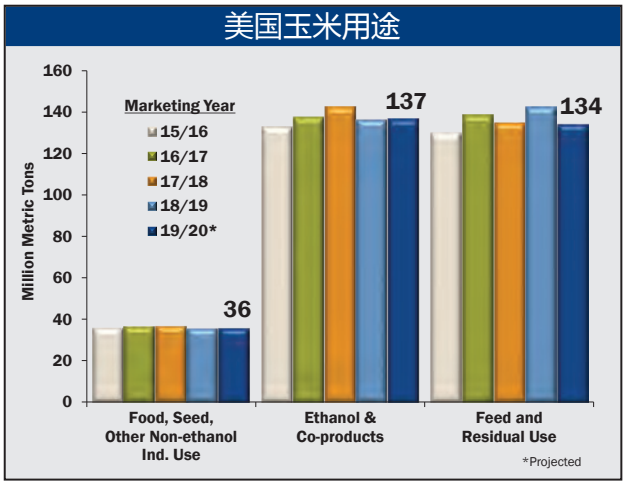
国内乙醇生产所需的玉米用量完全取决于美国对汽油的消费。从2015/16市场年度到2017/18市场年度，汽油消费量相对稳定，乙醇出口量的增加导致每年用于生产乙醇的玉米的消费量略有增加。然而，美国汽油消费量的小幅下降和用于乙醇生产的高粱比例的增加所带来的影响超过了乙醇出口在2018/19市场年度的增长，导致2018/19市场年度用于乙醇生产的玉米比2017/18市场年度下降了4.1%。

由于玉米供应充足及价格比其他饲料原料更有竞争力，因此用于国内畜禽饲料原料的玉米直接消费始终保持强劲。

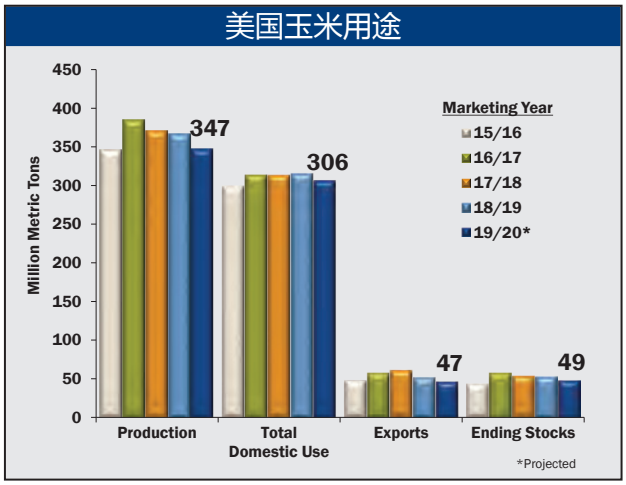
在2016、2017年两年的创纪录产量之后，美国玉米出口在2017/18市场年度也达到峰值。国内消费小幅增长和2018年产量相对减少，使得2018/19年市场年度可供出口的玉米不多。

期末库存在2016年的创纪录产量后，在每个峰值都有所下降。期末库存在2017年后稍有下降，仍然是历史记录上第二大库存量。

自2016年美国玉米产量创下记录以来，期末库存每年都有所下降。



来源: USDA WASDE和 ERS



来源: USDA WASDE和 ERS

C. 展望

美国展望

预计2019年美国的玉米产量将低于前三年的产量，导致可供出口的玉米供应减少。然而，值得注意的是，前三年的作物是美国历史上玉米产量最大、单产最高的。此外，尽管种植季节遭遇了恶劣天

气，2019美国玉米产量预计在美国历史产量上排名第六。2019/20年玉米供应充足，可满足国内消费及出口，给玉米价格施加了下行压力。

2019/20市场年度用于食品、种子及非乙醇用途的玉米预计与2018/19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。

2019/20市场年度用于生产乙醇的玉米总量预计与2018/19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和乙醇出口受到部分影响。由于汽油消费停滞不前，乙醇出口的增加是近年来玉米乙醇使用量保持稳定的原因。不过，预计2019/20市场年度的乙醇出口将略低于2018/2019市场年度，从而抵消了国内汽油消费预期的反弹。

由于2019/20市场年度的玉米供应减少，国内用作饲料和下脚料的玉米消费量预计比2018/19市场年度低817万吨（减少6.1%）。

2019/20市场年度美国玉米的出口预计下降。美国玉米出口预计比2018/19市场年度的出口减少546万吨（下降10.0%）。

除了美国的出口和饲料及下脚料使用量减少外，预计美国的期末库存在2019/20市场年度也将减少，以抵消产量的下降，预计与前一个市场年度相比将减少519万吨（9.7%）。

2019/20年的库存使用比预计为13.7%，略低于2016年的库存使用比15.7%。2016年的库存使用比是自2005/06市场年度（17.5%）以后最高的库存使用比。但2019/20市场年度的库存使用比预计略高于过去10个完整市场年度的平均值（11.6%）。

国际展望[2]

全球供应

2019/20年度的全球玉米产量预计位11.0862亿吨，比201/19市场年度的产量减少1587万吨（1.4%），主要因为美国玉米的产量减少。

除了美国玉米出口量预计减少，美国以外的国家在2019/20市场年度的总出口量也比2018/19市场年度减少829万吨（下降6.5%）。

全球需求

全球玉米消费预计将从2018/19市场年度的11.4667亿吨下降到2019/20年度的11.2723亿吨，比上年下降1.7%。

主要的玉米消费国家和地区，包括阿根廷、中国和东南亚，每个市场2019/20年度的消费均预计增加100万吨。而欧洲和加拿大的消费均预计比2018/19年度内减少100万吨。然而，与2018/19市场年度相比，国内玉米消费变化最大的是美国，预计减少873万吨（下降2.7%）。

2019/2020市场年度全球玉米进口量预计同比会有所提高。

[2]美国农业部/海外农业服务局—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	15/16	16/17	17/18	18/19	19/20*
面积(百万公顷)					
种植面积	35.64	38.06	36.50	36.08	36.41
收获面积	32.69	35.12	33.50	33.09	33.12
单产 (mt/ha)	10.57	10.96	11.09	11.07	10.48
供应(百万吨)					
期初库存	43.97	44.12	58.25	54.37	53.71
产量	345.51	384.78	371.10	366.29	347.01
进口	1.72	1.45	0.91	0.71	1.27
总供应	**391.20**	**430.35**	**430.27**	**421.36**	**401.98**
用途(百万吨)					
食品、种子和其他非乙醇用途	36.16	36.92	36.89	35.94	35.94
乙醇及其副产品	132.69	137.98	142.37	136.56	136.53
饲料和下脚料	130.00	138.94	134.73	142.70	133.99
出口	48.23	58.27	61.92	52.46	46.99
总用量	**347.07**	**372.10**	**375.89**	**367.66**	**353.46**
期末库存	44.12	58.25	54.37	53.71	48.52
平均农场价格 ($/mt**)	142.12	132.28	132.28	142.12	151.57

英制单位	15/16	16/17	17/18	18/19	19/20*
面积(百万英亩)					
种植面积	88.0	94.0	90.2	89.1	89.9
收获面积	80.8	86.7	82.7	81.7	81.8
单产 (bu/ac)	168.4	174.6	176.6	176.4	167.0
供应(百万蒲式耳)					
期初库存	1,731	1,737	2,293	2,140	2,114
产量	13,602	15,148	14,609	14,420	13,661
进口	68	57	36	28	50
总供应	**15,401**	**16,942**	**16,939**	**16,588**	**15,825**
用途(百万蒲式耳)					
食品、种子和其他非乙醇用途	1,424	1,453	1,452	1,415	1,415
乙醇及其副产品	5,224	5,432	5,605	5,376	5,375
饲料和下脚料	5,118	5,470	5,304	5,618	5,275
出口	1,899	2,294	2,438	2,065	1,850
总用量	**13,664**	**14,649**	**14,798**	**14,474**	**13,915**
期末库存	1,737	2,293	2,140	2,114	1,910
平均农场价格 ($/bu**)	3.61	3.36	3.36	3.61	3.85

*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。19/20年度的农场价格根据WASDE11月份预计价格计算。

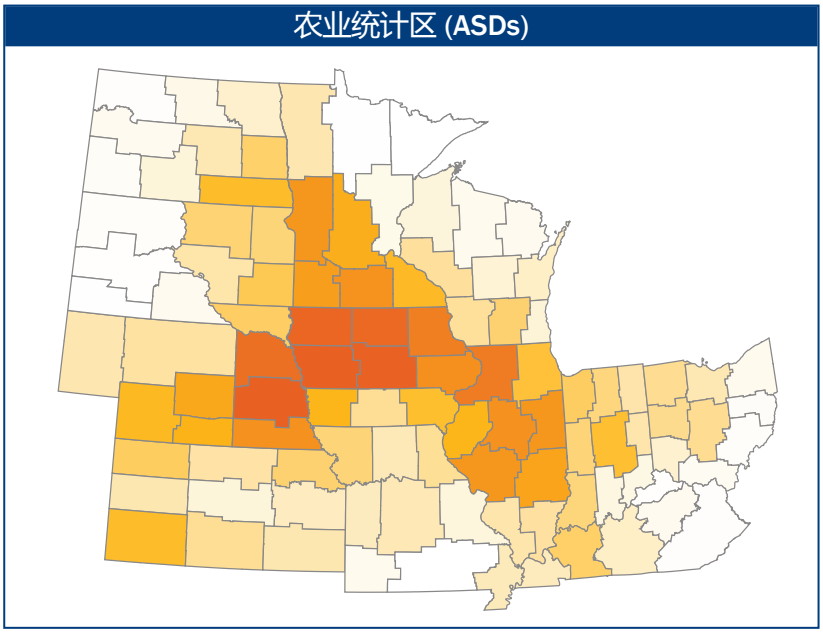
来源: USDA WASDE 和 ERS

A. 概述

《2019/2020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：

- 沿用前八年《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90%。
- 我们的目标是从12个主产州收集605份样本，以保证达到95%可信度，最大相对误差为±10%。2019年8月30日至12月3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623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180份样本进行了黄曲霉毒素、呕吐毒素测试和伏马菌素。
- 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。评估美国总体品质的所有因子的相对误差都在±10%以内。然而，西北太平洋出口集中区的总破损率相对误差为12.6%。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2019年和2018年及2019年和2017年品质指标平均值的统计学差异。

农业统计区 (ASDs)



B. 调查设计和采样

调查设计

这份《2019/2020年收获报告》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90%[1]。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。《2019/2020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。《2019/2020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17项品质指标的差异性，因此我们采用《2018/2019年收获报告》当中的差异性估计值作为替代。我们运用2018年对618份样本所做的分析结果，计算出了相对误差在±10%范围内的14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。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605份。

应力裂纹率的相对误差在2018年的调查结果中小于等于±10%，在此前八年的报告中，这一品质因子有三年的相对误差高于±10%。鉴于2019年报

[1]来源：USDA NASS, USDA GIPSA 和Centrec的预测

告的取样数量及这一品质因子的差异性，存在应力裂纹率未达美国总体品质目标水平精度的可能。但是，在过去所有报告中，应力裂纹率的相对误差从未高于12%。

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%，预期精准度95%。

我们预测至少测试最小总体样本数（600份）的25%就能达到所要求的精准度。换句话说，检测大于等于150份样本所得到黄曲霉毒素含量低于美国食品和药品监督管理局20.0ppb限量的检测结果，其样本百分比的可信度达到95%；呕吐毒素低于美国食品与药品监督管理局5.0ppm建议限量的样本的相对误差小于或等于±10%。因缺乏伏马菌素过往方差数据，今年的报告没有该霉菌毒素的目标水平精度。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量的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180份。

自《2019/2020收获报告》起，只有经过霉菌毒素检测的样品才会进行角状胚乳的检测。这一品质因子的相对误差从没超过0.4%，远低于±10%的目标水平精度。因此，减少对角状胚乳的检测样本数量可能会使该质量因子估计数的精度远远低于±10.0%的目标水平。

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2019年8月30日至12月3日之间，我们收到了收购站从农场运粮车上抽取的623份未经混合的样本，并对其进行了检测。

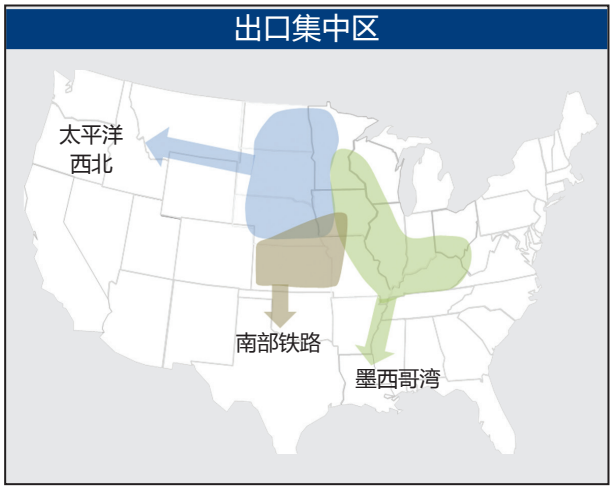
C．统计分析

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。

《2019/2020年收获报告》还包括了过去五年的收获报告（2014/2015年，2015/2016年、2016/2017年、2017/2018年、2018/2019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。美国总体品质的各项指标相对误差均在±10%以内。然而，西北太平洋出口集中区的相对误差高于±10%，为12.6%。虽然这一精度低于预期水平，但并不会使该估值无效。在“物理指标”汇总表的备注里注明了这一品质指标的相对误差大于±10%。在“品质检测结果”部分的参考附注中，对2018/2019年和2019/2020年，以及2017/2018年和2019/2020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。

《2019/2020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/IEC 17025:2005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/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。破碎玉米与杂质用原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 Infratec 1241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 Infratec 1241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（cm^3）/粒。小颗粒与大颗粒玉米体积的范围一般为每粒0.14-0.36cm^3。

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（g/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1.30g/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。

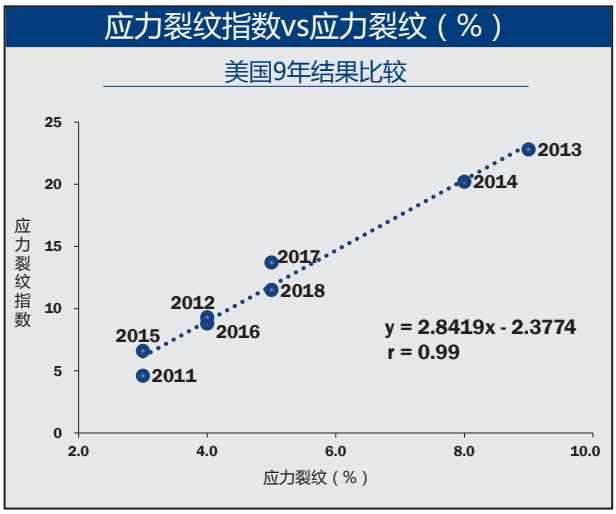
应力裂纹指数（SCI）是应力裂纹的加权平均数。该检测值体现应力裂纹的严重程度。SCI的计算公式是：

SCI = [SSC x 1] + [DSC x 3] + [MSC x 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。

下面的散点图显示了来自前8份收获报告的美国总应力裂纹百分比和应力裂纹指数。鉴于其与应力裂纹百分比的强相关性（r = 0.99），我们确定应力裂纹指数提供的附加值有限，并在2018/2019收获报告后停止使用。



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一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，《2019/2020年玉米收获质量报告》评估霉菌毒素的目的只是报告当前收成中霉菌毒素的检出个例数，而并不涉及出口玉米中霉菌毒素的具体水平值。

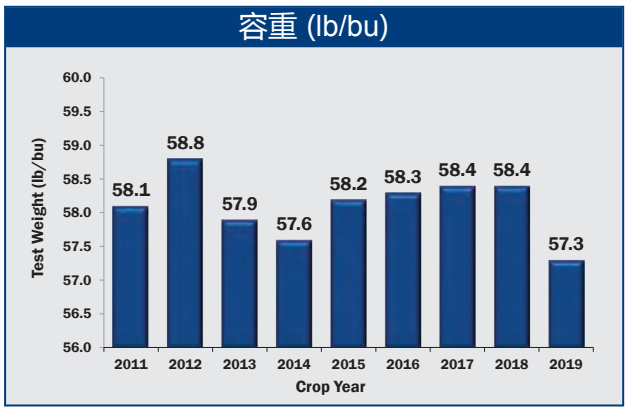
为了得出《2019/2020年玉米收获质量报告》中黄曲霉毒素、呕吐毒素和伏马菌素出现的频率，IPG实验室用FGIS标准程序和被其认可的检测套件进行了霉菌毒素检测。FGIS标准程序要求从运粮车上选取至少908克（2磅）的玉米样本，经碾磨后进行黄曲霉毒素检测，选取大约200克样本研磨后进行呕吐毒素检测，并选取选908克（2磅）的玉米样本进行伏马菌素检测。为了完成这项研究，2千克用于调查的玉米粒样本被分为1千克一组的实验室样本，进行黄曲霉毒素分析。将1千克调查用样本用Romer Model2A磨碎机磨成粉，使其中的60%～75%可通过20目网筛。在充分混合的粉状物中取每份检测样本份量50克分别用于三种霉菌毒素的检测。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、呕吐毒素和伏马菌素的分析。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。

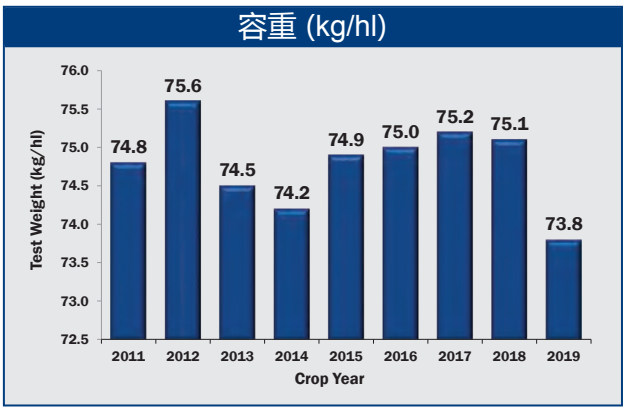
在霉菌毒素浓度超出特定限值，即“检出限值”（LOD）的情况下，EnviroLogix定量测试套件能报告其具体浓度水平。检出限值的定义是能检出的最低浓度值，且与用所使用的分析方法测试空白对照物（不含霉菌毒素）结果值不同。不同的霉菌毒素种类、检测套件应用和玉米批次组合，检出限值也会有所不同。AQ309 BG和AQ 304 BG的黄曲霉毒素检出限值为十亿分之2.7（2.7ppb），呕吐毒素检出限值为百万分之0.1（0.1 ppm）。EnviroLogix AQ311 BG的伏马菌素的检出限值为百万分之1.5.

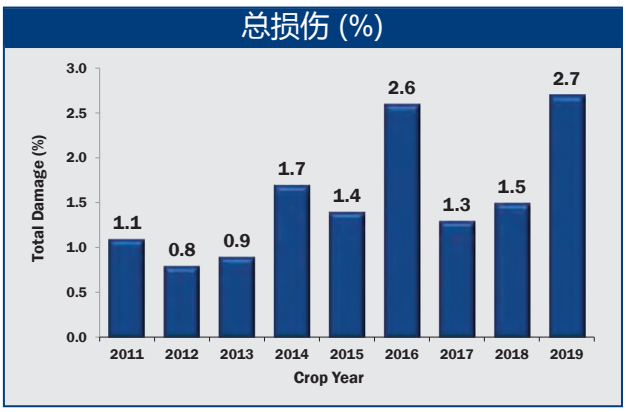
联邦谷物检验局为使用Envirologix公司AQ 309 BG、AQ 304 BG和EnviroLogix AQ311 BG套件分别检测黄曲霉毒素、呕吐毒素和伏马菌素的量化值出具了性能说明函。

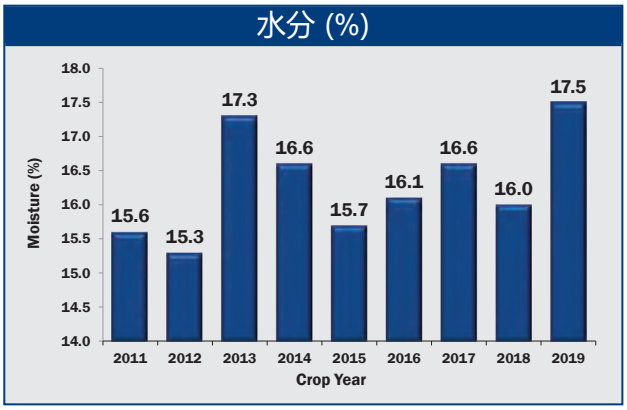
A. 定等指标和水分

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。这一系列品质报告自始至终采取一致、透明的调查方法，提供了富有洞见的比较。下面的图表显示了美国所有报告的平均汇总，为今年的结果提供了历史背景。



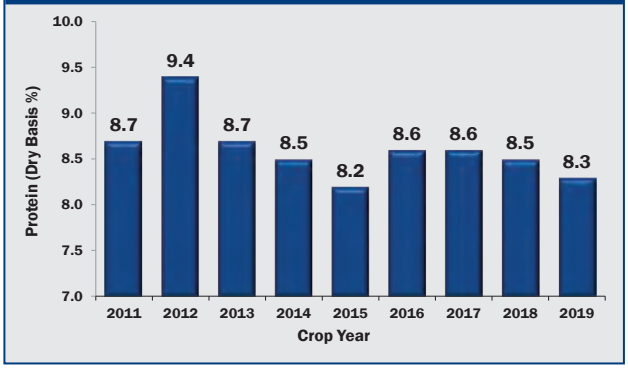






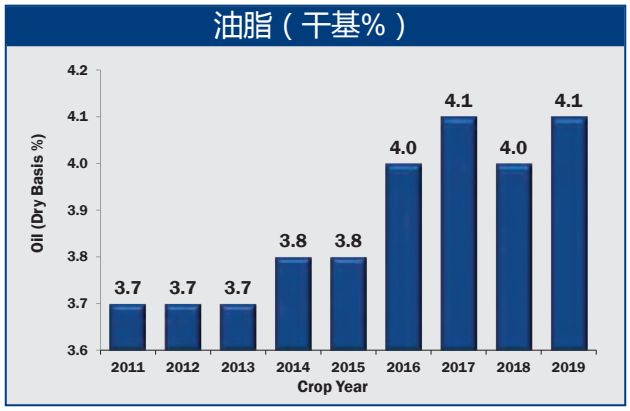
B. 化学成分

蛋白质（干基%）



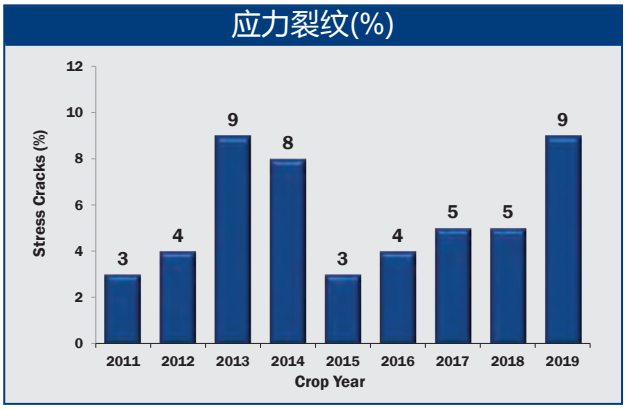
淀粉（干基%）

油脂（干基%）



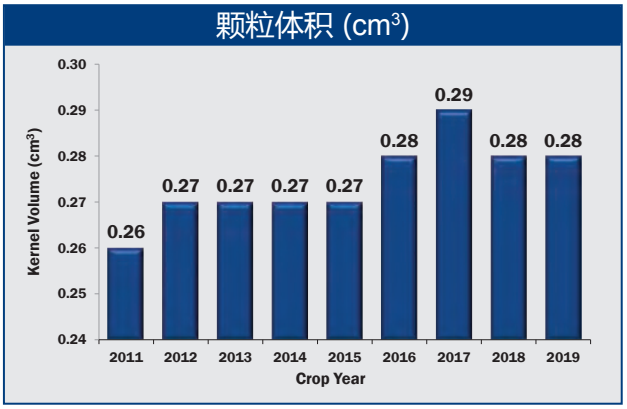
C. 物理指标

应力裂纹(%)

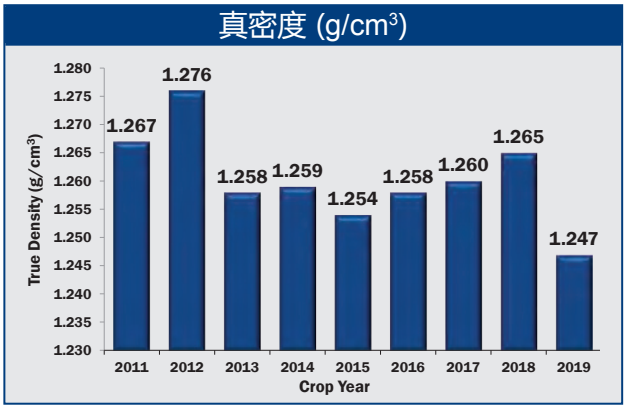


百粒重(g)

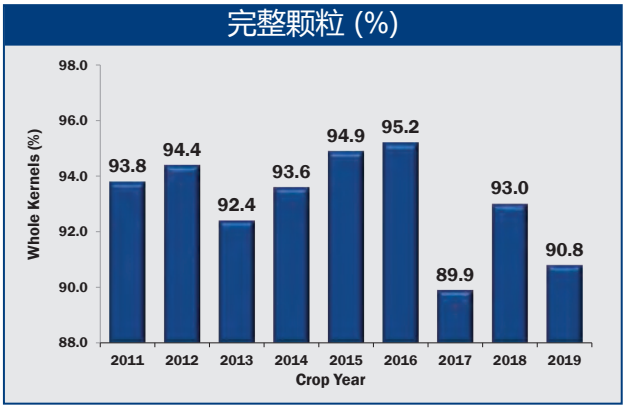
颗粒体积 (cm^3)



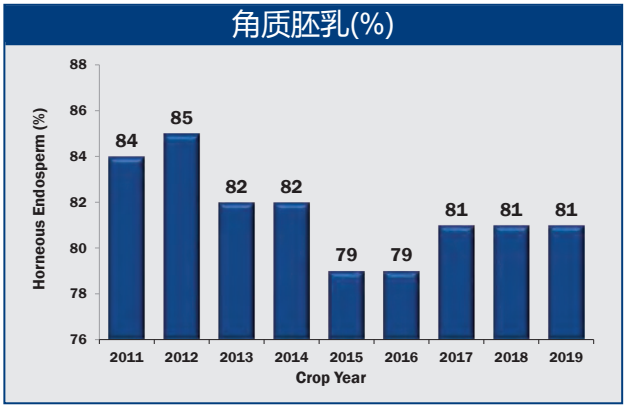
真密度 (g/cm^3)



完整颗粒 (%)

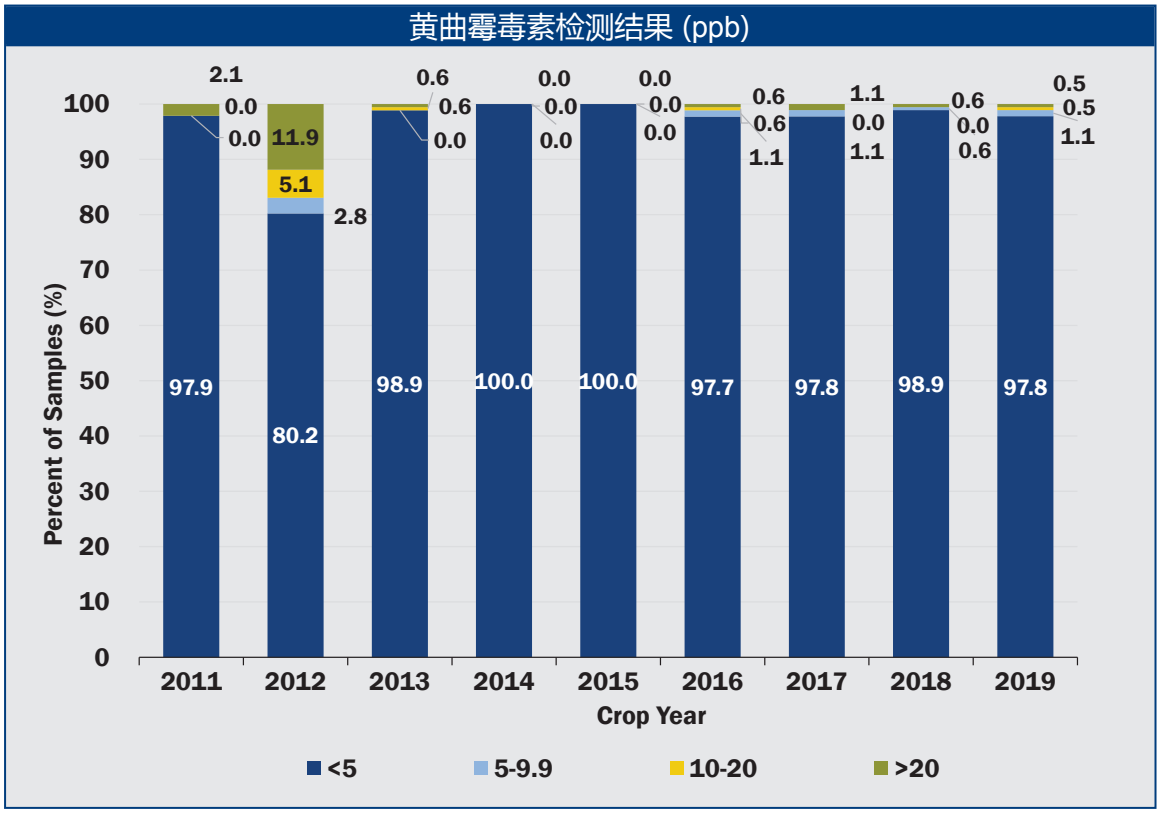


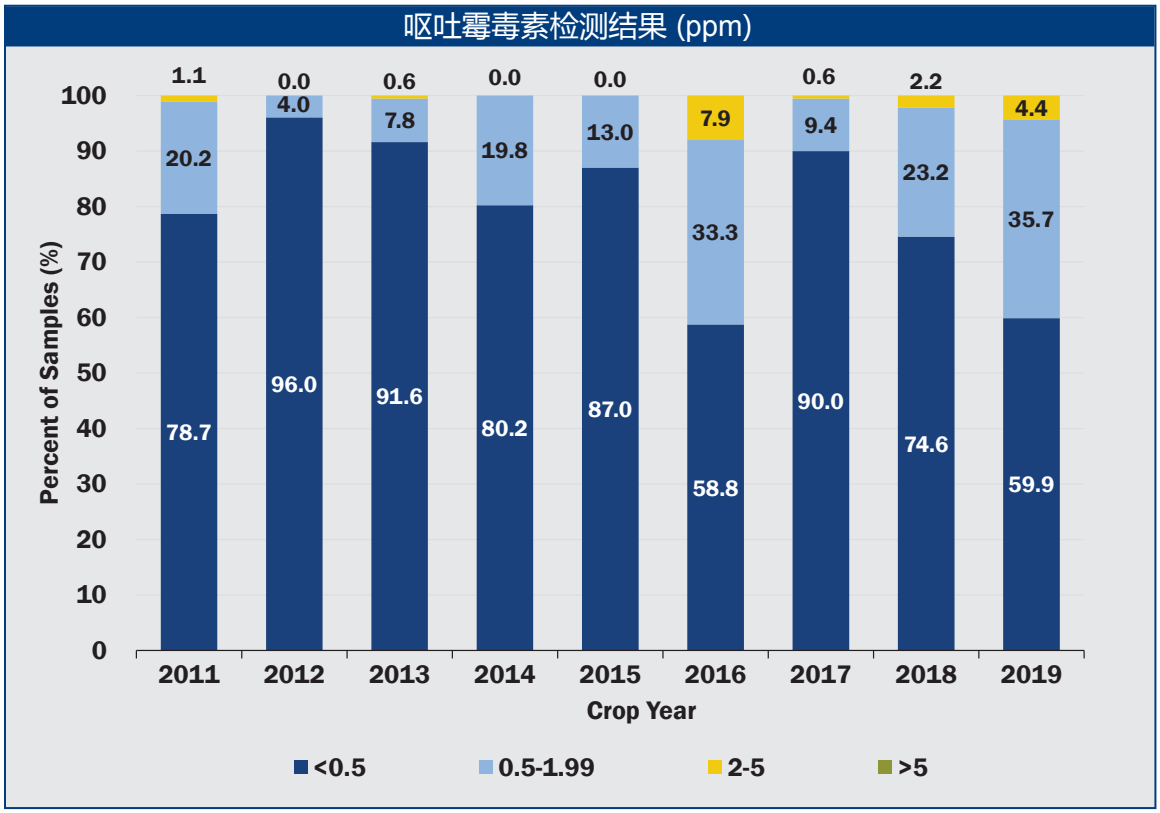
角质胚乳(%)



U.S. GRAINS COUNCIL

D. 霉菌毒素





美国玉米等级和定等标准

	损伤颗粒最高限值			
等级	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）混有石块的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（RicinuscommunisL）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。

资料来源:《联邦法规法典》，第7卷，第810部分，第D部分，美国玉米标准

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

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.cn

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@usgrains.net

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