



U.S. GRAINS
COUNCIL

**2022/2023 年
玉米收获品质报告**



U.S. GRAINS
COUNCIL



这份内容深广的报告得以及时编写完成，是多家机构及个人的合作成果。美国谷物协会非常感谢Centrec咨询集团有限责任公司史蒂夫·霍芬 (Steve Hofing)、李·辛格尔顿 (Lee Singleton)、丽莎·埃克尔 (Lisa Eckel) 和亚历克斯·哈维 (Alex Harvey) 对这份报告的监督和协调。顾问公司内部人员提供了很多支持，专家小组提供了数据分析和撰写报告的支持。外部团队成员包括汤姆·惠特克 (Tom Whitaker) 博士，洛厄尔·希尔 (Lowell Hill) 博士，马文·r·保尔森 (Marvin R. Paulsen) 博士和弗雷德 (Fred Below) 博士。此外，协会还感谢伊利诺斯作物改良协会的谷物性状保护实验室 (IPG实验室) 和尚佩恩-丹维尔谷物检测机构 (CDGI) 提供的玉米质量检测服务。

最后，如果没有美国各地的粮食收购站的及时和周到的参与，这份报告是不可能完成的。我们非常感谢他们在农务繁忙的收获季节付出时间和精力收集和提供样本。

作为美国农业部项目的参与者，美国谷物协会致力于遵守联邦、州和地方的非歧视政策民权法律和美国农业部的法律。访问美国农业部网站页面 (<https://www.usda.gov/non-discrimination-statement>) 了解详情。

| | | |
|-----------|-------------------------------------|----|
| 1 | 协会致辞 | |
| 2 | 收获品质概述 | |
| 4 | 引言 | |
| 6 | 品质检测结果 | |
| | A. 等级指标 | 6 |
| | B. 水分 | 18 |
| | C. 化学成分 | 22 |
| | D. 物理指标 | 32 |
| | E. 霉菌毒素 | 49 |
| 59 | 天气和生长条件 | |
| | A. 2022年收获摘要 | 59 |
| | B. 播种和早期生长季节 | 60 |
| | C. 授粉和灌浆条件 | 62 |
| | D. 收获条件 | 64 |
| | E. 2022年与2021年、2020年及5年平均值得比较 | 66 |
| 68 | 美国玉米产量、用途和展望 | |
| | A. 美国玉米生产 | 68 |
| | B. 美国玉米消费和期末库存 | 71 |
| | C. 展望 | 71 |
| 75 | 调查与统计分析方法 | |
| | A. 概述 | 75 |
| | B. 调查设计和采样 | 76 |
| | C. 数据分析 | 79 |
| 80 | 检测分析方法 | |
| | A. 玉米定级指标 | 80 |
| | B. 水分 | 81 |
| | C. 化学成分 | 81 |
| | D. 物理指标 | 82 |
| | E. 霉菌毒素检测 | 83 |
| 85 | 历史视角 | |
| | A. 定等指标和水分 | 85 |
| | B. 化学成分 | 86 |
| | C. 物理指标 | 87 |
| | D. 霉菌毒素 | 88 |
| 89 | 美国玉米支持信息 | |
| BC | 美国谷物协会联系方式 | |

美国谷物协会欣然在这份《2022/2023年玉米收获品质报告》中展示第十二次年度玉米品质调查的结果。

协会提供这份报告，旨在提供有关美国玉米作物质量的可靠和及时的信息，并帮助行业领导者做出明智的购买决策。通过贸易，协会致力于促进全球粮食安全和经济互利。

早期寒冷的气温导致2022年美国玉米作物的种植速度略低于2021年和2020年作物的种植速度以及前五年种植的平均速度。5月份气温回暖后，种植进度迅速加快，2022年作物的大约一半是在5月9日至5月22日的两周时间内种植的。在生长季节的剩余时间里，高于平均水平的温度持续存在，使得作物的发育和成熟速度接近前五年作物的平均速度。然而，西部玉米带在6月份经历了高温和低于平均水平的降水，在生长季节的剩余时间里经历了干旱。

如果一切得以实现的话，今年作物的平均单产预计为每公顷10.81公吨(每英亩172.3蒲式耳)，略低于前五年每公顷10.90公吨(每英亩173.7蒲式耳)的平均单产。因预期单产较低，美国农业部预估2022/2023年的玉米作物产量为3.5384亿公吨(139.30亿蒲式耳)。这将是自2019/2020作物年(3.4596亿公吨或136.2亿蒲式耳)以来玉米产量的最低水平，也低于前五年的平均值(3.6453亿公吨或143.51亿蒲式耳)。

尽管面临这些生长季节的挑战，美国仍然生产出高品质的玉米作物，其供应将使其继续成为世界领先的玉米出口国，预计在市场年度占全球玉米出口的29.9%。

《2022/2023年玉米收获品质报告》提供了美国目前收获作物进入国际销售渠道时的质量信息。买方可看到玉米品质将受到后续处理、混合和储存条件的影响。协会的第二份报告是《2022/2023年玉米出口货物品质报告》，该报告将在装载点检测出口终端的玉米品质，并将于2023年初发布。

协会将此份报告作为提供给我们宝贵的贸易伙伴的一项服务，也是协会履行发展市场、促进贸易和改善生活之使命的一个方式。



您诚挚的

乔希·米勒
美国谷物协会主席
2022年11月

由于寒冷的早季温度导致轻微的种植延迟，2022年生长季的特点是从5月到9月温暖干燥。尽管这些条件导致产量下降，却加速了作物的成熟，并允许及时收获，从而保持了2022年作物的整体质量。为美国谷物协会《2022/2023玉米收获品质报告》（《2022/2023收获报告》）检测的代表性样本的平均总品质优于美国1级玉米的等级要求，表明大量2022年美国优质玉米正进入市场渠道。该报告还显示，81.5%的样本符合美国1级玉米的等级要求，95.3%符合美国2级玉米的等级要求。

相对于之前5个作物年的品质平均值（5年平均¹），2022年美国玉米作物进入市场的容重更高，总损更低，但破碎玉米和杂质（BCFM）更高，水分相似。以下几点强调了2022年作物的主要收获成果。2022年作物的主要收获结果摘要如下：

等级和水分

容重为58.5磅/蒲式耳（lb/bu）（75.3千克/百升（kg/hl））高于2021和5年平均值。

2022年美国平均总BCFM（0.9%）高于2021年（0.7%）和5年平均值（0.8%）。

2022年美国平均总损（1.2%）高于2021年（0.7%），但低于5年平均值（1.5%）。

2022年样本的美国平均总热损为0.0%，与2021年和5年平均值相同。

2022年美国平均总水分量（16.3%）与2021年相同，与5年平均值（16.4%）相似。

化学成分

2022年美国平均蛋白质含量（8.8%干基）高于2021年（8.4%）和5年平均值（8.5%）。

2022年美国平均淀粉含量（71.9%干基）低于2021年（72.2%）和5年平均值（72.3%）。

2022年美国平均总油含量（3.9%干基）高于2021年（3.8%），但低于5年平均值（4.0%）。

¹5年平均代表2017/2018年、2018/2019年、2019/2020年、2020/2021年和2021/2022年收获报告的品质指标平均值或标准偏差的简单平均值。

物理指标

2022年美国平均总应力裂纹（6.9%）高于2021年（5.1%）和5年平均值（5.9%）。

2022年美国平均百粒重为33.94g，低于2021年（34.98g）和5年平均值（35.05g），表明籽粒比以前的报告小。

2022年美国的玉米籽粒真实密度（1.253g/cm³）类似于2021年（1.252g/cm³）和5年平均值（1.256g/cm³）。2022年，美国总体整粒率平均为91.0%，低于2021年（92.3%）和5年平均值（91.7%）。

2022年美国角质（硬）胚乳的平均总量（88%）高于2021年和5年平均值（均为81%）。

霉菌毒素

2022年，98.3%的样本检测出的黄曲霉毒素达到或低于美国食品药品监督管理局（FDA）的十亿分之20.0（PPB）的限值水平，86.1%的样本检测出的黄曲霉毒素低于5.0 PPB，比例低于2021年和2020年。

2022个样本中，除了一个样本（99.4%）之外，所有样本的脱氧雪腐镰刀菌烯醇（DON）含量都达到或低于FDA的建议水平（百万分之5.0）。此外，94.4%的样本检测低于1.5 PPM，比2021年和2020年的比例略低。

2022年，98.9%的样本检测低于FDA对伏马菌素5.0 PPM的最严格指导水平。这一比例略高于2021年，与2020年持平。

在今年的收获报告中，赭曲霉毒素A、单端孢菌素（T-2）和玉米赤霉烯酮连续第三年接受检测。在“品质检测结果”一节中可以找到182个样本霉菌毒素的检测结果。

《2022/2023年收获品质报告》旨在帮助国际玉米买家了解美国黄玉米进入市场渠道时的初始品质。这是第十二次对美国玉米收成品质的年度调查。12年的研究结果显示了美国玉米从田间收获时，天气和生长条件对其品质的影响模式。

2022年生长季的特点是播种晚，授粉和灌浆期间一些地区高温干旱，干燥和收获快。鉴于所经历的中度压力，2022年美国玉米作物预计为3.5384亿公吨（139.30亿蒲式耳）。如果得以最终实现，这一产量将是自2019/2020作物以来的最低水平。尽管天气对单产有影响，播种后生长季节的天气条件有利于作物的发育加快，并有助于生产出优质谷物。与各指标的5年平均水平相比，2022作物具有更高的容重、更低的总损和更高的蛋白质。水分与2021年相同，与5年平均值相似，但BCFM和应力裂纹均高于2021年及5年平均水平。

关于这些等级指标，平均而言，进入市场渠道的2022年作物到或超过了美国1级玉米的每个等级指标要求。该报告还显示，81.5%的样本符合美国1级玉米的所有等级要求，95.3%符合美国2级玉米的等级要求。

十二年的数据为评估趋势和影响玉米品质的因素奠定了基础。连续的报告还使出口买家能够进行年度比较，并根据多年来的作物生长条件评估玉米品质模式。

《2022/2023收获报告》基于从12个主要玉米生产和出口州的指定区域采集的600个黄玉米样本。收购站的样本从当地收购站的入场谷物收集，以检测和分析原产地的品质，并提供不同地理区域质量特征可变性的代表性信息。

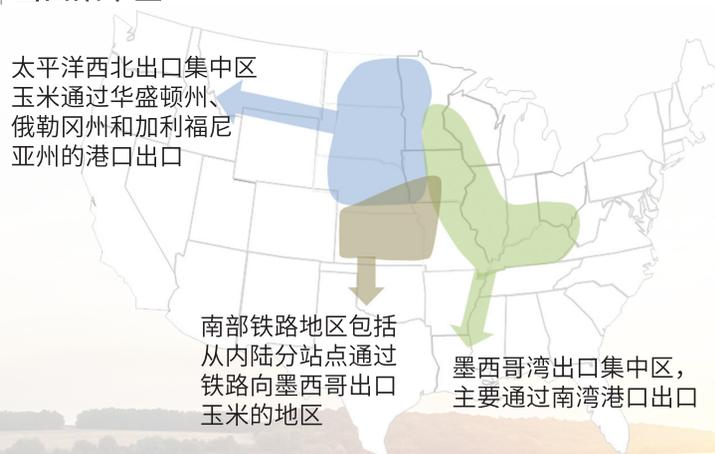
12个州的采样区分为三个大区域，分别标记为三个出口集中区。这三个出口集中区由图上显示的三个主要出口市场途径确定。

出口集中区

太平洋西北出口集中区
玉米通过华盛顿州、
俄勒冈州和加利福尼亚
州的港口出口

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

墨西哥湾出口集中区，
主要通过南湾港口出口



样本分析的检测结果以美国总体水平和三个出口集中区来分别报告，提供了美国玉米品质地理差异性的总体视角。

收获时的玉米品质特点为最终运送到出口客户手中的玉米货物品质奠定了基础。然而，当玉米在美国的销售系统运输流动时，会与各地的玉米混合在一起；再一起装入卡车、驳船和火车班列；然后又经过数次储存、装载和卸载。因此，玉米的品质和状况可能会在最初的进入市场和出口筒仓之间发生变化。因此，《2022/2023年收获品质报告》应与2023年初发布的美国谷物协会《2022/2023玉米出口货物品质报告》一起仔细比较考虑。一直以来，玉米出口货物的品质约定是由买方和卖方之间的合同确定的，针对任何重要的品质因素买方和卖方可以自由协商。

报告提供了每个品质指标检测的详细信息，包括所有样本以及三个出口集中区中每个区域样本的平均值和标准偏差。“品质检测结果”部分总结了以下品质因素：

- 等级指标:容重、破碎玉米和杂质（BCFM）、总损伤和热损伤
- 水分
- 化学成分:蛋白质、淀粉和油含量
- 物理指标:应力裂纹、百粒重、籽粒体积、籽粒真密度、完整粒和角质（硬）胚乳
- 霉菌毒素:黄曲霉毒素、呕吐毒素（DON）、伏马菌素、赭曲霉毒素A、T2和玉米赤霉烯酮

此外，《2022/2023年收获品质报告》包括了对美国作物和天气状况的简要描述；美国玉米生产、使用和前景；调查、统计分析和检测分析方法的详细说明；以及显示所有12份报告中每个品质指标平均值的历史视角。

A. 等级指标

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。本报告的“美国玉米支持信息”一节和下页中有一个表格，列出了这些指标要求。

概述：定等指标和水分

- 下一页的图表描述了每年符合美国1级玉米和2级玉米等级限值的样本百分比。平均起来，81.5%的样本符合美国1级玉米的所有品质指标要求，95.3%的样本符合美国2级玉米的品质指标要求。
- 美国玉米的平均总容重（58.5磅/蒲或75.3千克/百升）高于2021年（58.3磅/蒲或75.1千克/百升），低于2020年（58.7磅/蒲或75.5千克/百升），高于5年平均值和10年平均值¹（均为58.2磅/蒲或74.9千克/百升）。在2022个样本中，93.1%的容重达到或超过56.0磅/蒲。
- 2022年美国平均总BCFM（0.9%）高于2021年（0.7%）、2020年、5年平均值和10年平均值（均为0.8%），远低于美国1级的最大值（2.0%）。
- 97.7%的玉米样本中的BCFM水平低于或等于2级玉米3.0%的最高限值。墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的平均BCFM水平（均为0.9%）均低于美国1级玉米的限值。
- 2022年，美国总体平均破碎玉米率为0.7%，高于2021年、2020年、5年平均值和10年平均值（均为0.6%）。
- 美国玉米总体平均杂质（0.2%）与2021年、2020年、5年平均值和10年平均值相同。
- 2022年美国玉米样本的平均总损伤率为（1.2%）高于2021年（0.7%），与2020年（1.1%）相似，但低于5年平均值和10年平均值（均为1.5%），且远低于美国1级玉米的限值（3.0%）。
- 92.7%的样本中的受损籽粒不超过3.0%。墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的平均样本的总损伤分别为1.4%、0.8%和1.1%，均低于美国1级玉米的最高限值（3.0%）。

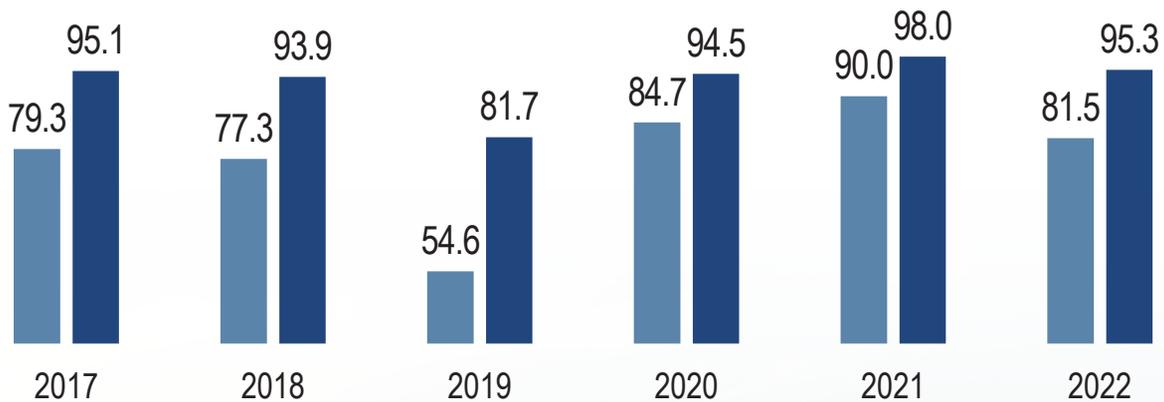
¹10年平均值代表从《2012/2013收获报告》到《2021/2022收获报告》的品质指标平均值或标准偏差的简单平均值。

概述：定等指标和水分

- 2022年的玉米样本、2021年、2020年、5年平均值和10年平均值的美国平均总热损伤均为0.0%。
- 2022年美国玉米总体平均水分（16.3%）与2021年和10年平均值年相同，与5年平均值年（16.4%）相似，但高于2020年（15.8%）。
- 2022年，墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区等地的平均水分分别为16.8%、15.7%和15.9%。与2021年的32.4%相比，2022年有32.3%的样本水分高于17.0%，应对玉米谷物注意监控并保持足够低的水分含量，以防止霉菌生长和缩短储存时间造成损失。

符合所有等级要求的样本 (%)

■ U.S. No. 1 ■ U.S. No. 2



美国玉米等级和定等标准

| 等级 | 每蒲式耳最低容重 (磅) | 最高限值 | | |
|------------|--------------|---------|---------|------------|
| | | 损伤粒 | | 破碎粒与杂质 (%) |
| | | 热损伤 (%) | 总损伤 (%) | |
| 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 |

容重

容重（单位体积的重量）是体积密度的一种度量。它经常被用作总体品质的一般指标，以及碱性蒸煮加工机和干磨机胚乳硬度的衡量标准。容重高的玉米比相同重量的容重低的玉米占用更少的存储空间。遗传差异最初会影响容重的籽粒结构。然而，容重也受到干燥方法、对籽粒的物理损伤（破碎的籽粒和磨损的表面）、样本中的杂质、籽粒大小、生长季节的压力、微生物损伤和水分含量的影响。一般来说，如果对玉米进行轻微干燥，每减少一个百分点的水分容重可能会增加0.25至0.33磅/蒲。然而，其他因素，如籽粒大小、形状、细杂、损伤和干燥速度可能是影响容重的潜在变化²。

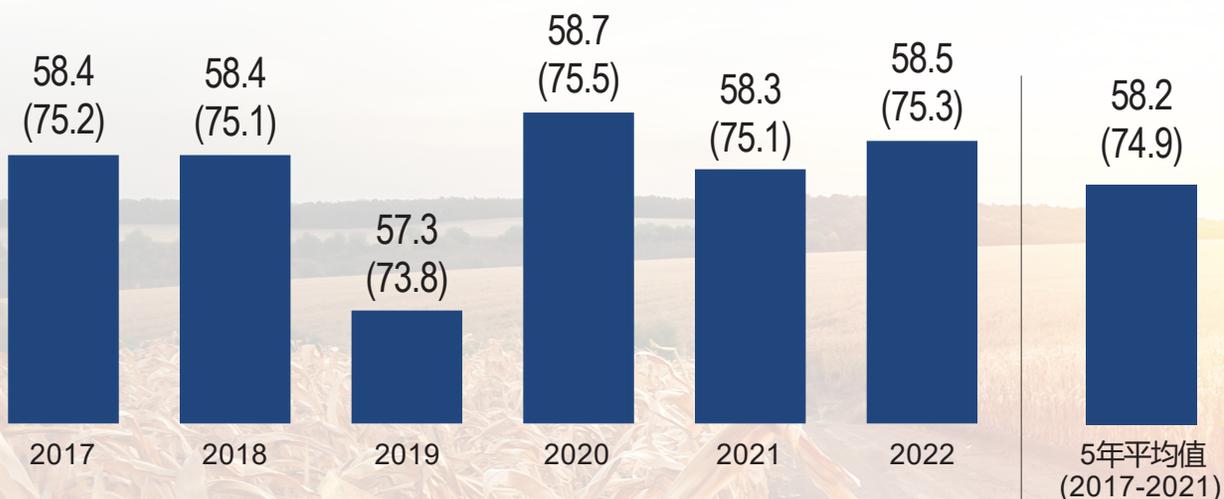
对农场送至粮食收购站的玉米进行取样和检测，在特定的水分条件下，容重高往往意味着品质好、角质（硬）胚乳比例高，并且玉米颗粒坚固、整洁。玉米的容重与真实密度呈正相关，都反映了玉米颗粒的硬度和良好的成熟状况。

结果

- 2022年美国总容重标准偏差（58.5磅/蒲或75.3千克/百升）远高于美国1级玉米的最低限值（56.0磅/蒲）。它高于2021年（58.3磅/蒲或75.1千克/百升），低于2020年（58.7磅/蒲或75.5千克/百升），高于5年平均值和10年平均值（均为58.2磅/蒲或74.9千克/百升）。

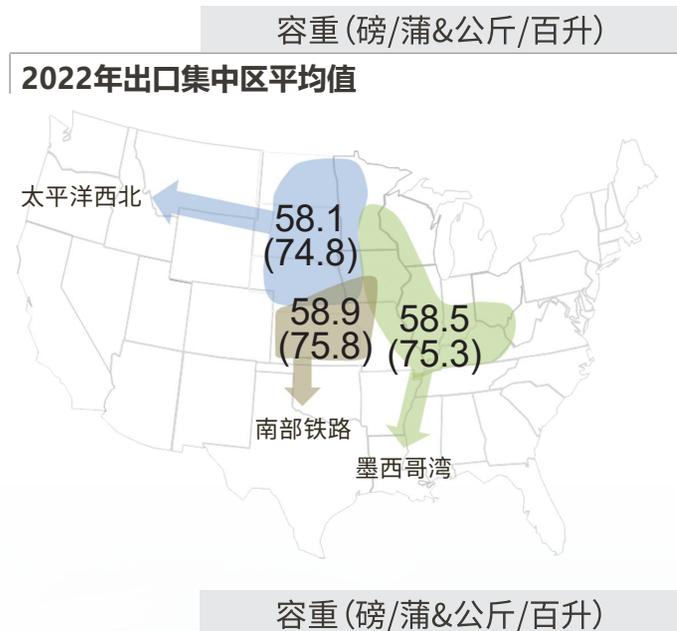
容重(磅/蒲&公斤/百升)

美国总体结果总结



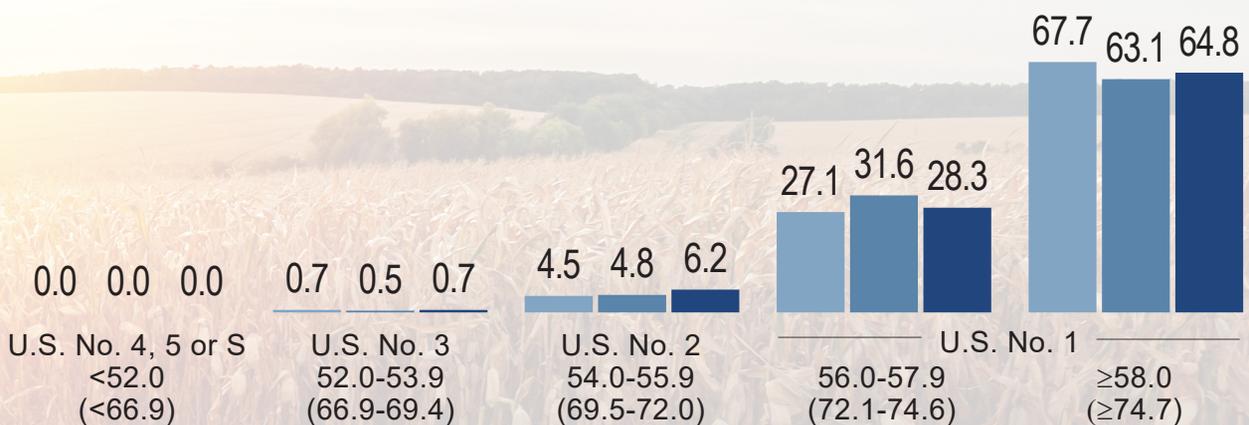
² Hellevang, K. (2019) 《许多因素影响玉米容重》。北达科他州农业通讯，2019年11月27日，北达科他州大学农业技术推广站。

- 2022年美国总容重标准偏差（1.30磅/蒲）高于2021年（1.18磅/蒲）、2020年（1.22磅/蒲）、5年平均值（1.24磅/蒲）和10年平均值（1.26磅/蒲）。
- 2022年玉米的收获样本的数值范围为10.8磅/蒲（52.3至63.1磅/蒲），高于2021年的8.8磅/蒲（53.3至62.1磅/蒲）和2020年的9.9磅/蒲（52.6至62.5磅/蒲）。
- 与2021年的94.7%和2020年的94.8%相比，2022年的容重值中有93.1%的样本达到或超过了美国1级（56.0磅/蒲）的限值。2022年，99.3%的样本超过美国2级玉米的限值（54.0磅/蒲），而2021年和2020年的比例分别为99.5%和99.3%。
- 2022年，墨西哥湾出口集中区（58.5磅/蒲）和西北太平洋集中区的平均容重最低（58.1磅/蒲）。在2022年、2021年、2020年以及5年平均值和10年平均值上，南部铁路出口集中区的容重为三个出口集中区中最高（58.9磅/蒲）。



作物年度的样本百分比

■ 2020 ■ 2021 ■ 2022



破碎玉米和杂质

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。

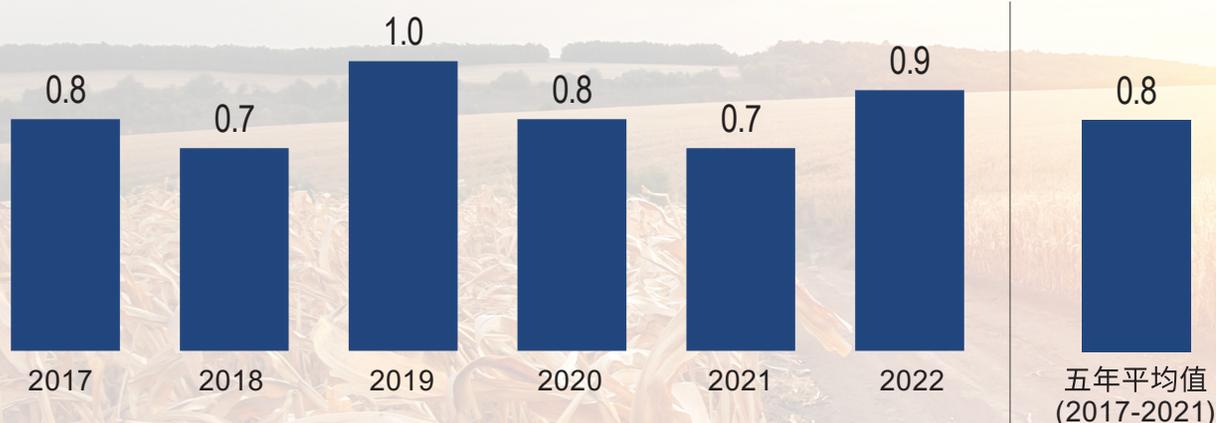
下图表展示了美国玉米等级定级时检测破碎玉米与杂质的程序。

结果

- 2022年美国总BCFM（0.9%）高于2021年（0.7%）、2020年、5年平均值和10年平均值（均为0.8%），远低于美国1级玉米的最大值（2.0%）。
- 2022年的玉米作物中破碎玉米与杂质的标准差（0.59%）高于2021年（0.46%）、2020年（0.49%）、5年平均值和10年平均值（均为0.54%）。

破碎玉米和杂质 (%)

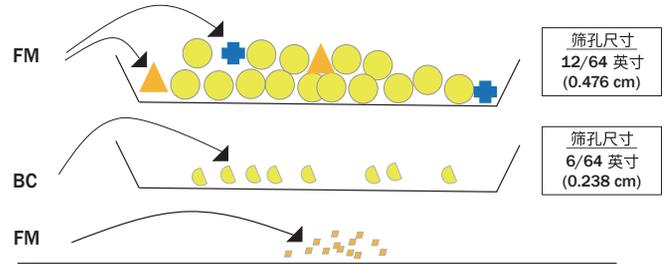
美国总体结果总结



- 2022年收获样本中BCFM的最小值和最大值之间的范围为7.0% (0.0至7.0%)，高于2021年样本的3.4% (0.0至3.4%)，低于2020年样本的8.7% (0.1至8.8%)。
- 2022的样本中，92.2%的样本小于等于美国1级玉米 (2.0%) 的最高BCFM水平，相比之下，2021年为96.6%，2020年为95.8%。几乎所有样本 (97.7%) 中的BCFM水平等于或低于美国2级标准的最大限值3.0%。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的平均BCFM水平均为0.9%，均低于美国1级玉米的最高限值。

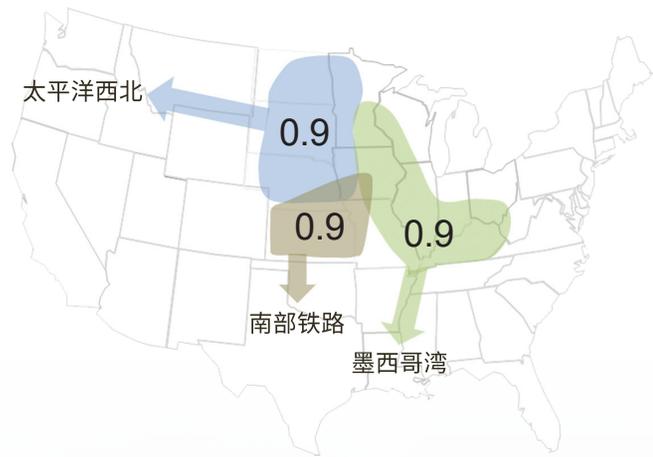
破碎玉米和杂质 (%)

破碎玉米与杂质按重量百分比计算



破碎玉米和杂质 (%)

2022年出口集中区平均值



破碎玉米和杂质 (%)

作物年度的样本百分比

■ 2020 ■ 2021 ■ 2022



破碎玉米

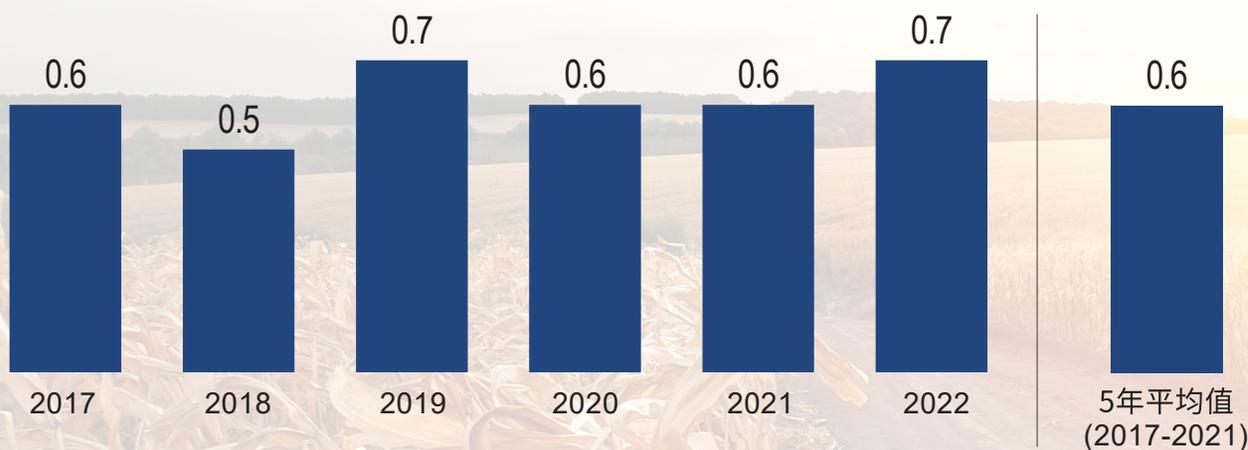
美国玉米等级对破碎玉米的定义是基于玉米颗粒的大小，通常还包括极少比例的非玉米物质。破碎的玉米粒与完整颗粒相比，更容易遭受霉变或虫害，并且可能在运输和加工的过程中发生问题。在储存筒仓中未被摊开和搅动时，破碎的玉米颗粒倾向于留在筒仓的中央而完整颗粒会因重力作用分布在外层边缘。破碎玉米颗粒集中的中心区域被称为“喷口”。如果有需要，将仓内中心部分的玉米分散能够减少这种现象。

结果

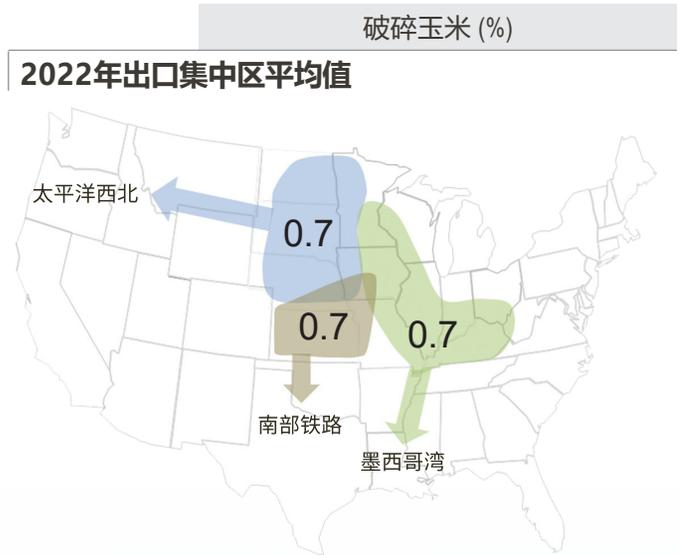
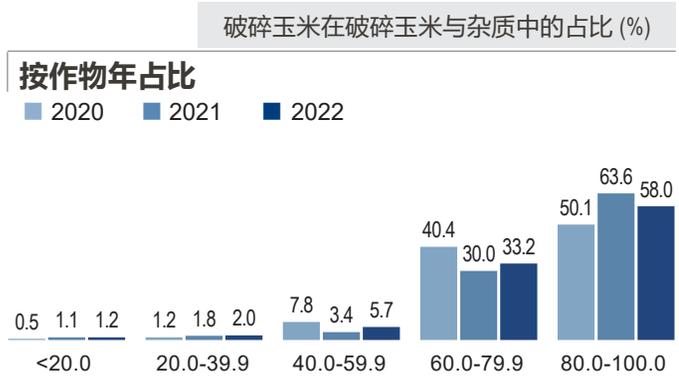
- 墨西哥湾出口集中区、太平洋西北地区和南部铁路出口集中区的平均BCFM水平均为0.9%，均低于美国1级玉米的限值。
- 2022年的玉米作物中破碎玉米的标准差略高于往年。2022、2021、2020、5年平均值和10年平均值的标准偏差分别为0.44、0.33、0.34、0.37和0.38%。
- 2022年碎玉米比例的范围为6.6%（从0.0到6.6%）。这高于2021年的2.3%（0.0至2.3%）和2020年的2.8%（0.0至2.8%）。

破碎玉米 (%)

美国总体结果总结

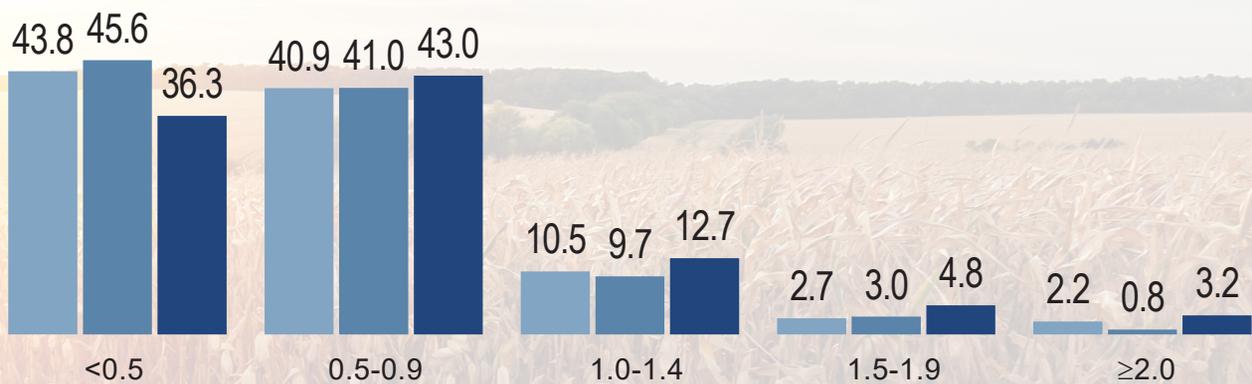


- 2022年的样本中有20.7%含有1.0%或更多的碎玉米，而2021年和2020年的这一比例分别为13.5%和15.4%。
- 右边的分布图显示碎玉米占BCFM的百分比，显示在58.0%的样本中，BCFM中包含至少80.0%的碎玉米。
- 墨西哥湾出口集中区、太平洋西北地区 and 南部铁路出口集中区的碎玉米含量均为0.7%。



作物年度样本百分比

■ 2020 ■ 2021 ■ 2022



杂质

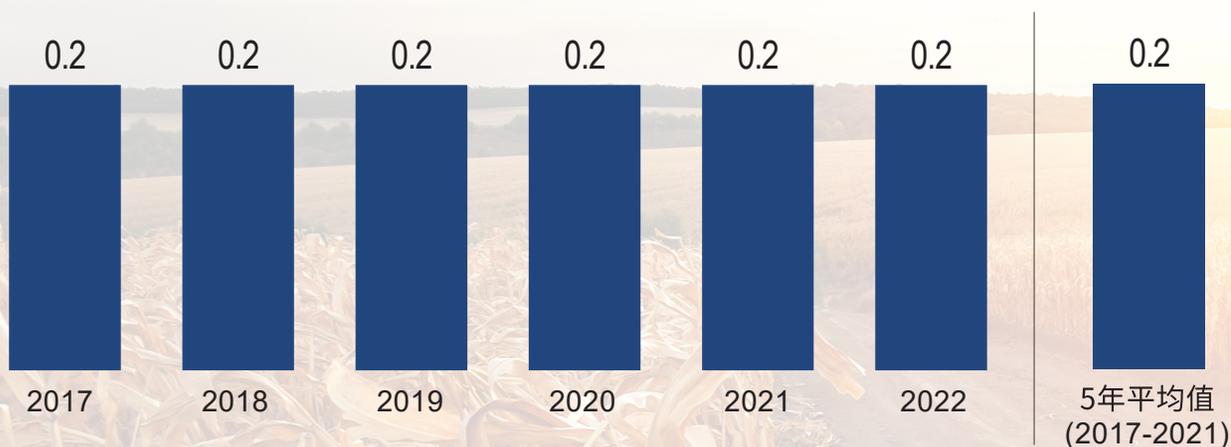
杂质含量很重要，因为它降低了进料或加工价值。其水分含量通常也比玉米高，因此，在储存过程中会造成玉米品质的恶化。此外，杂质也会导致喷口（如破碎的玉米中所述）。由于水分较高，它也有可能比碎玉米产生更多的质量问题。

结果

- 2022年、2021年、2020年、5年平均值和10年平均值，美国样本中的杂质总体平均为0.2%。考虑到多年来所发现的杂质水平一直很低，联合收割机的功能似乎很好，其设计目的是去除细的杂质。
- 2022年美国总体样本的标准差（0.23%）高于2021年（0.18%），但与2020年（0.22%）、5年平均值（0.24%）和10年平均值（0.22%）相似。
- 2022年样本中的杂质含量范围为0.0%至3.0%，高于2021年（0.0%至1.8%），但低于2020年（0.0%至8.3%）。

杂质 (%)

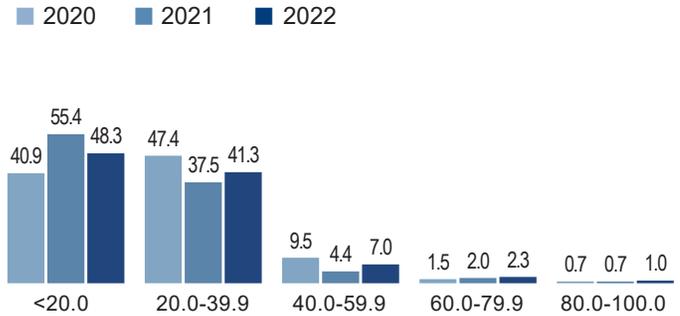
美国总体结果总结



- 在2022年的玉米作物中，89.5%的样本含有不到0.5%的杂质，低于2021年（93.4%）和2020年（92.3%）。
- 右边的分布图显示了杂质占破碎玉米和杂质（BCFM）的百分比，表明在48.3%的样本中，BCFM包括少于20.0%的杂质。
- 墨西哥湾出口集中区、太平洋西北地区 and 南部铁路出口集中区的平均杂质含量分别为0.2%、0.3%和0.2%。2021年、2020年、5年平均值和10年平均值年，所有出口集中区的平均杂质为0.2%。

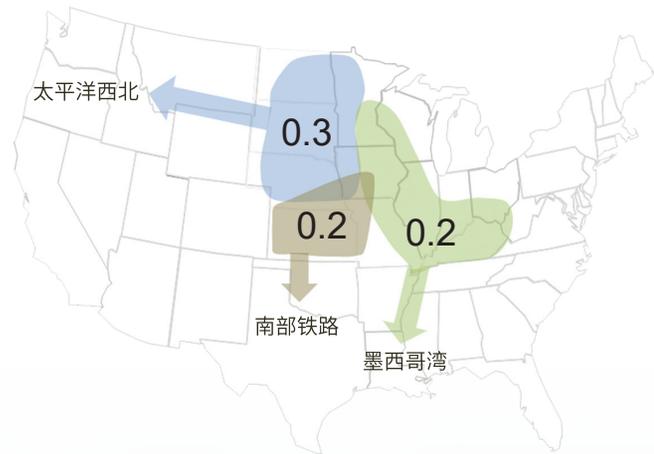
杂质在破碎玉米与杂质中的占比 (%)

按作物年占比



杂质 (%)

2022 年出口集中区平均值



杂质 (%)

作物年度样本百分比

■ 2020 ■ 2021 ■ 2022



总损

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。玉米经过干燥并降温可减少霉变几率。

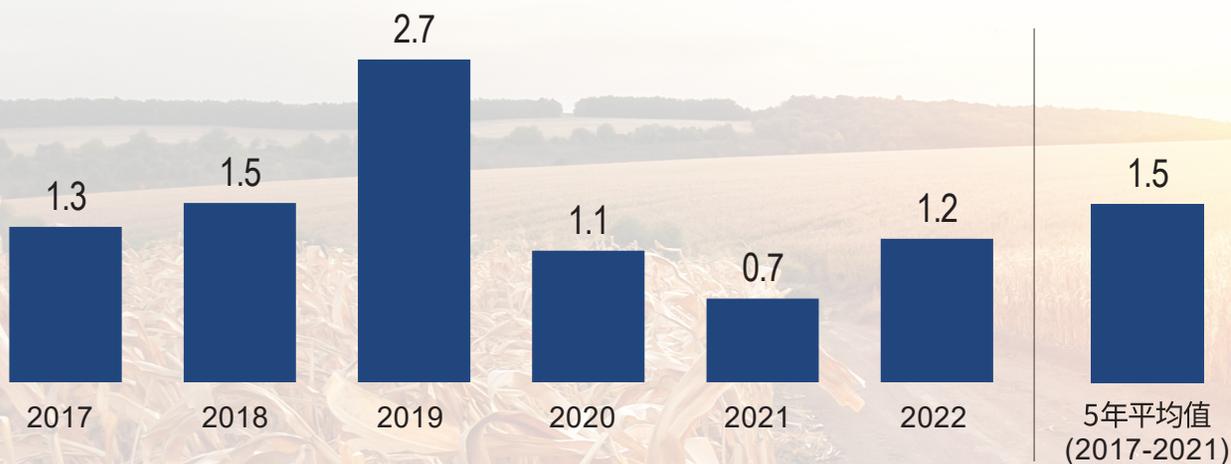
热损伤可能是由温暖、潮湿谷物中的微生物活性或干燥过程中施加的高热量引起的。在收获时直接从农场运送的玉米很少受到热损害。

结果

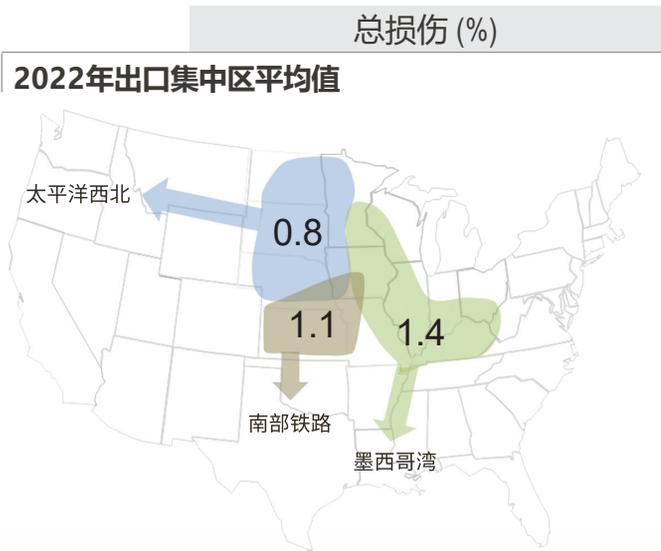
- 美国玉米2022年的平均总损（1.2%）高于2021年（0.7%），与2020年（1.1%）相似，但低于5年平均值和10年平均值（均为1.5%）。2022年的总损平均值远低于美国1级玉米的限值（3.0%）。

总损伤 (%)

美国总体结果总结



- 以标准差（1.08%）衡量，2022年作物的总损高于2021年（0.59%），与2020年（1.06%）相似，但低于5年平均值（1.28%）和10年平均值（1.20%）。
- 2022年玉米样本的总损范围（0.0%至21.2%）高于2021年（0.0%至13.4%），但与2020年（0.0%至18.3%）相似。
- 2022年收集的玉米样本的总损小于等于3.0%的样本百分比（92.7%）低于2021年（97.9%），但高于2020年（91.0%）。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的平均总损率分别为1.4%、0.8%和1.1%。所有出口集中区的平均总损低于或等于美国1级玉米的限值（3.0%）。
- 2022年玉米样本的平均总热损伤为0.0%，与2021年、2020年、5年平均值和10年平均值相同。
- 没有热损害可能部分是由于新鲜样本直接从农场运到粮食收购站，很少进行人为干燥。



作物年度样本百分比

■ 2020 ■ 2021 ■ 2022



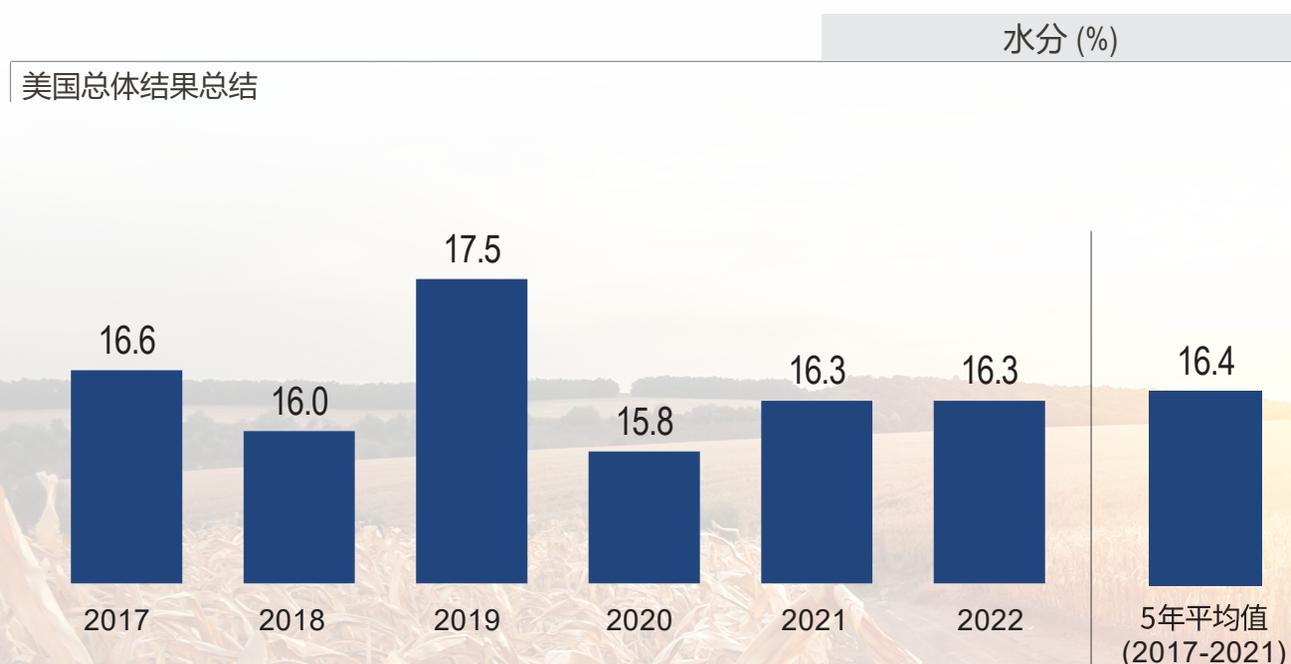
B. 水分

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，它并不决定哪个数字和样本等级匹配。水分含量很重要，因为它影响干物质出售的数量，是判断储藏时是否需要干燥的一个指标。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和颗粒破裂。

水分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、玉米成分构成和玉米籽粒的发育，而玉米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14.0%。如需储存超过一年，水分含量最好控制在13%以下³。

结果⁴

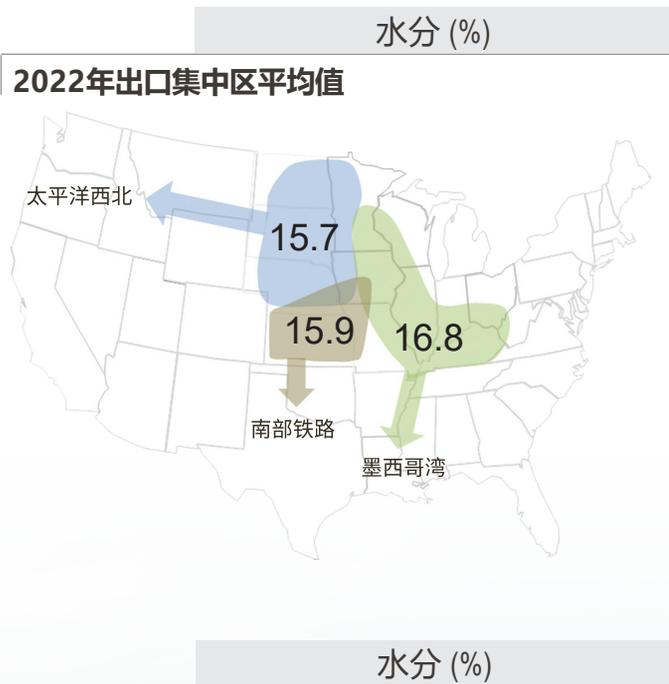
- 2022年粮食收购站记录的美国玉米的平均总体水分含量为16.3%，与2021年（16.3%）和10年平均值（16.3%）相同，与5年平均值（16.4%）相似，高于2020年（15.8%）。在过去的十二年里，美国平均总体水分含量从2012年干旱年的15.3%到2019年的17.5%不等。



³ MWPS-13, 2017。谷物干燥、装卸和储存手册。中西部计划农业推广第13号。爱荷华州立大学, Ames, IA 50011。

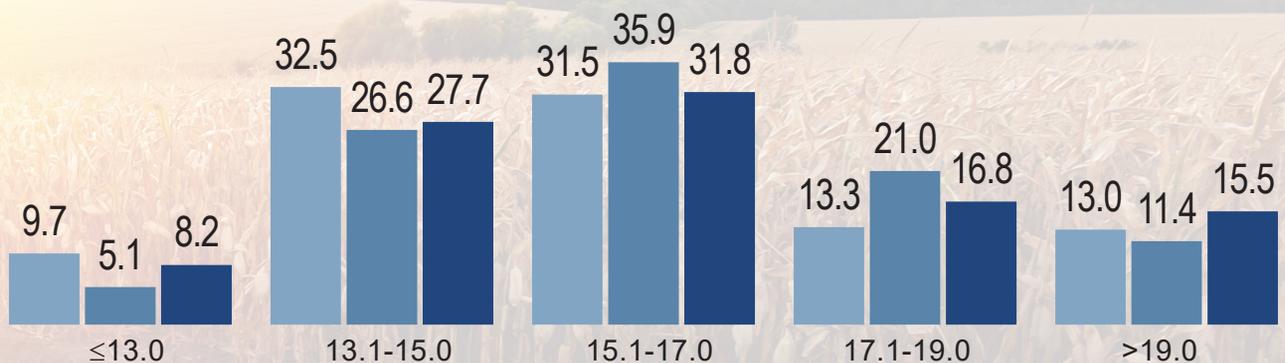
⁴ 本节的直方图之间的差异仅仅是由于四舍五入。

- 2022年美国总水分标准差 (2.09%) 高于2021年 (1.79%)、2020年 (1.97%)、5年平均 (1.92%) 和10年平均 (1.84%)。
- 2022年, 有32.3%的样本水分高于17.0%, 而2021年和2020年的这一比例分别为32.4%和26.3%。应注意监测并保持足够低的湿度水平, 以防止霉菌生长, 导致缩短玉米的储存期。
- 2022年的水分值分布为35.9%的样本含有15.0%或以下的水分。收购站收粮时折扣所用的基本水分含量一般为15.0%。这种水分含量被认为是安全的, 只适合在冬季温度较低的短时间内储存。
- 在2022年的玉米样本中, 8.2%的样本含有13.0%或更少的水分, 而2021年为5.1%。通常认为13.0%及以下的水分含量值对玉米的长期储存和运输是安全的。
- 2022年, 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的平均水分16.8%、15.7%和15.9%。在2022年之前, 南部铁路出口集中区的平均水分含量在2021年、2020年、5年平均和10年平均的所有出口集中区中是最低的。



作物年度样本百分比

■ 2020 ■ 2021 ■ 2022



概述：等级指标和水分

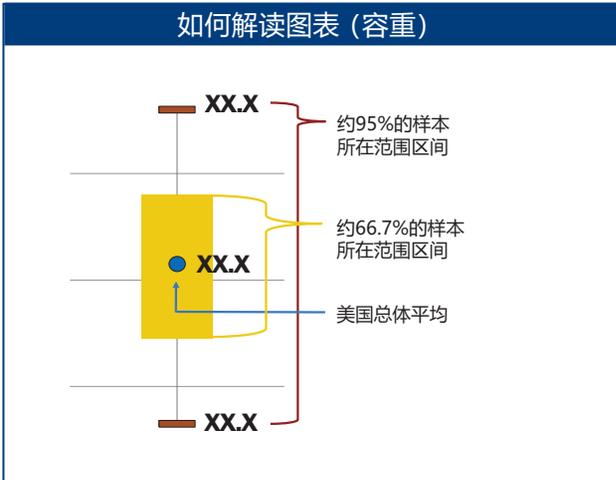
| | 2022年收获 | | | | | 2021年收获 | | 2020年收获 | | 5年平均 (2017-2021) | | 10年平均 (2012-2021) | |
|-----------------------|------------------|------|------|------|------|-------------|------|-------------|------|---------------------|------|----------------------|------|
| | 样本数 ¹ | 平均值 | 标准差 | 最小值 | 最大值 | 平均值 | 标准差 | 平均值 | 标准差 | 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 | | 美国总体 | |
| 容量(lb/bu) | 600 | 58.5 | 1.30 | 52.3 | 63.1 | 58.3* | 1.18 | 58.7* | 1.22 | 58.2* | 1.24 | 58.2* | 1.26 |
| 容量(kg/hl) | 600 | 75.3 | 1.67 | 67.3 | 81.2 | 75.1* | 1.51 | 75.5* | 1.57 | 74.9* | 1.60 | 74.9* | 1.62 |
| BCFM (%) | 600 | 0.9 | 0.59 | 0.0 | 7.0 | 0.7* | 0.46 | 0.8* | 0.49 | 0.8* | 0.54 | 0.8* | 0.54 |
| 破损玉米 (%) | 600 | 0.7 | 0.44 | 0.0 | 6.6 | 0.6* | 0.33 | 0.6* | 0.34 | 0.6* | 0.37 | 0.6* | 0.38 |
| 杂质 (%) | 600 | 0.2 | 0.23 | 0.0 | 3.0 | 0.2* | 0.18 | 0.2 | 0.22 | 0.2 | 0.24 | 0.2* | 0.22 |
| 总损伤率 (%) | 600 | 1.2 | 1.08 | 0.0 | 21.2 | 0.7* | 0.59 | 1.1 | 1.06 | 1.5* | 1.28 | 1.5* | 1.20 |
| 热损伤率 (%) | 600 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0* | 0.00 | 0.0* | 0.00 | 0.0* | 0.00 |
| 水分 (%) | 588 | 16.3 | 2.09 | 10.0 | 26.5 | 16.3 | 1.79 | 15.8* | 1.97 | 16.4 | 1.92 | 16.3 | 1.84 |
| 南湾 | | | | | | 南湾 | | 南湾 | | 南湾 | | 南湾 | |
| 容量(lb/bu) | 541 | 58.5 | 1.38 | 52.3 | 63.1 | 58.3* | 1.25 | 58.8* | 1.25 | 58.4 | 1.22 | 58.3* | 1.25 |
| 容量(kg/hl) | 541 | 75.3 | 1.78 | 67.3 | 81.2 | 75.0* | 1.61 | 75.7* | 1.61 | 75.2 | 1.57 | 75.1* | 1.61 |
| BCFM (%) | 541 | 0.9 | 0.60 | 0.0 | 7.0 | 0.7* | 0.45 | 0.8* | 0.53 | 0.8* | 0.54 | 0.8* | 0.54 |
| 破损玉米 (%) | 541 | 0.7 | 0.46 | 0.0 | 6.6 | 0.6* | 0.32 | 0.6* | 0.36 | 0.6* | 0.36 | 0.6* | 0.38 |
| 杂质 (%) | 541 | 0.2 | 0.22 | 0.0 | 2.4 | 0.2* | 0.17 | 0.2 | 0.25 | 0.2 | 0.24 | 0.2 | 0.22 |
| 总损伤率 (%) | 541 | 1.4 | 1.24 | 0.0 | 21.2 | 0.8* | 0.66 | 1.5 | 1.42 | 1.7* | 1.46 | 1.7* | 1.39 |
| 热损伤率 (%) | 541 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0* | 0.00 | 0.0* | 0.00 | 0.0* | 0.00 |
| 水分 (%) | 541 | 16.8 | 2.22 | 10.0 | 26.5 | 16.8 | 1.90 | 16.6 | 2.16 | 16.8 | 2.00 | 16.6 | 1.91 |
| 美西 | | | | | | 美西 | | 美西 | | 美西 | | 美西 | |
| 容量(lb/bu) | 299 | 58.1 | 1.14 | 54.6 | 63.1 | 58.1 | 1.05 | 58.3 | 1.19 | 57.4* | 1.34 | 57.5* | 1.30 |
| 容量(kg/hl) | 269 | 74.8 | 1.47 | 70.3 | 81.2 | 74.8 | 1.35 | 75.0 | 1.53 | 73.9* | 1.72 | 74.0* | 1.67 |
| BCFM (%) | 299 | 0.9 | 0.57 | 0.1 | 7.0 | 0.8* | 0.51 | 0.8* | 0.44 | 0.9 | 0.59 | 0.9 | 0.60 |
| 破损玉米 (%) | 299 | 0.7 | 0.39 | 0.0 | 6.6 | 0.6 | 0.36 | 0.6 | 0.32 | 0.7 | 0.41 | 0.7 | 0.42 |
| 杂质 (%) | 299 | 0.3 | 0.26 | 0.0 | 3.0 | 0.2* | 0.20 | 0.2* | 0.19 | 0.2* | 0.24 | 0.2* | 0.24 |
| 总损伤率 (%) ² | 299 | 0.8 | 0.87 | 0.0 | 21.2 | 0.4* | 0.34 | 0.5* | 0.64 | 1.0* | 1.06 | 0.8 | 0.80 |
| 热损伤率 (%) | 299 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0* | 0.00 | 0.0* | 0.00 | 0.0* | 0.00 |
| 水分 (%) | 299 | 15.7 | 1.81 | 10.0 | 22.7 | 15.7 | 1.57 | 14.9* | 1.74 | 16.2* | 1.96 | 15.9 | 1.81 |
| 南部铁路 | | | | | | 南部铁路 | | 南部铁路 | | 南部铁路 | | 南部铁路 | |
| 容量(lb/bu) | 359 | 58.9 | 1.27 | 53.5 | 63.1 | 58.7 | 1.12 | 58.9 | 1.18 | 58.8 | 1.17 | 58.6* | 1.22 |
| 容量(kg/hl) | 359 | 75.8 | 1.64 | 68.9 | 81.2 | 75.6 | 1.45 | 75.8 | 1.51 | 75.6 | 1.51 | 75.4* | 1.57 |
| BCFM (%) | 359 | 0.9 | 0.59 | 0.0 | 7.0 | 0.7* | 0.42 | 0.8* | 0.44 | 0.8* | 0.46 | 0.8* | 0.48 |
| 破损玉米 (%) | 359 | 0.7 | 0.44 | 0.0 | 6.6 | 0.6* | 0.29 | 0.6* | 0.32 | 0.6* | 0.33 | 0.6* | 0.34 |
| 杂质 (%) | 359 | 0.2 | 0.24 | 0.0 | 3.0 | 0.2* | 0.19 | 0.2 | 0.20 | 0.2 | 0.20 | 0.2* | 0.20 |
| 总损伤率 (%) | 359 | 1.1 | 0.93 | 0.0 | 21.2 | 0.8* | 0.72 | 0.9* | 0.68 | 1.4* | 0.98 | 1.4* | 1.00 |
| 热损伤率 (%) | 359 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0* | 0.00 | 0.0* | 0.00 | 0.0* | 0.00 |
| 水分 (%) | 359 | 15.9 | 2.13 | 10.0 | 26.5 | 15.5* | 1.74 | 14.8* | 1.77 | 15.5* | 1.55 | 15.6* | 1.57 |

*数据显示平均值与2022年有差异，统计是基于双尾T检验，可信度为95%。

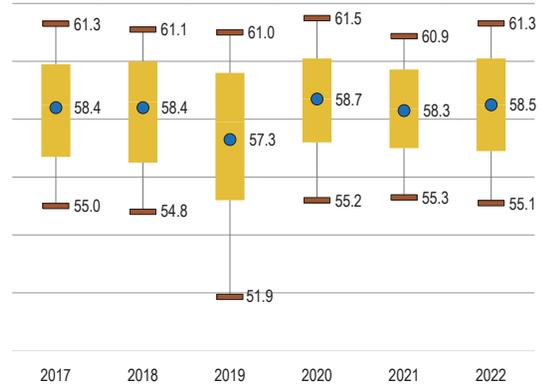
¹由于各出口集中区的检验结果是复合统计值，三个出口集中区的样本数之和高于美国总值。

²预估收获谷物的相对平均误差为10.0%。

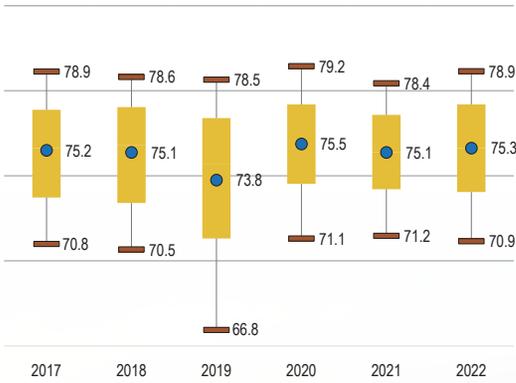
等级指标 六年来的总值对比



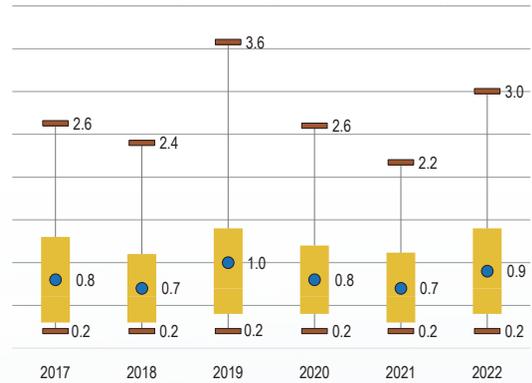
容重 (lb/bu)



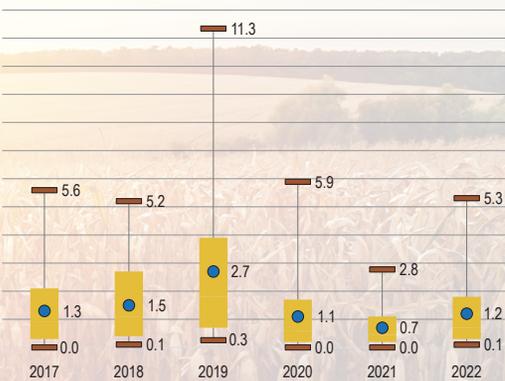
容重 (kg/hl)



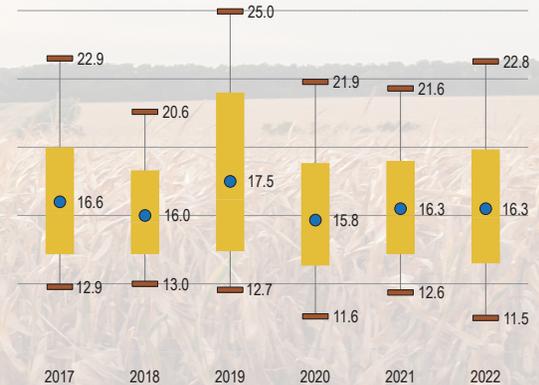
杂质 (%)



总损伤 (%)



水分 (%)



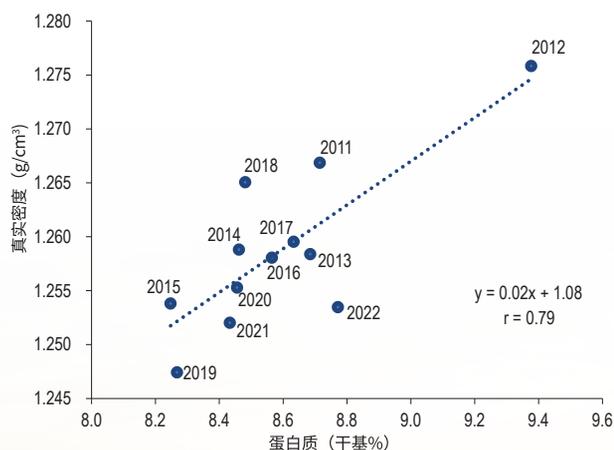
C. 化学成分

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。

总结：化学成分

- 2022年美国总蛋白平均含量 (8.8%干基) 高于2021年 (8.4%)、2020年和5年平均值 (均为8.5%) 以及10年平均值 (8.6%)。
- 在2022年、2021年、2020年、以及5年平均值和10年平均值中，墨西哥湾出口集中区的玉米蛋白质含量为所有集中区最低。
- 根据过去12年的美国总平均值，随着蛋白质含量的增加，真实密度也会增加 (相关系数为0.79)，如右图所示。一般来说，蛋白质含量在真实密度较低的年份较低，而在真实密度较高的年份较高。
- 2022年美国总淀粉平均含量 (71.9%干基) 低于2021年和2020年 (均为72.2%)、5年平均值 (72.3%) 和10年平均值 (72.8%)。

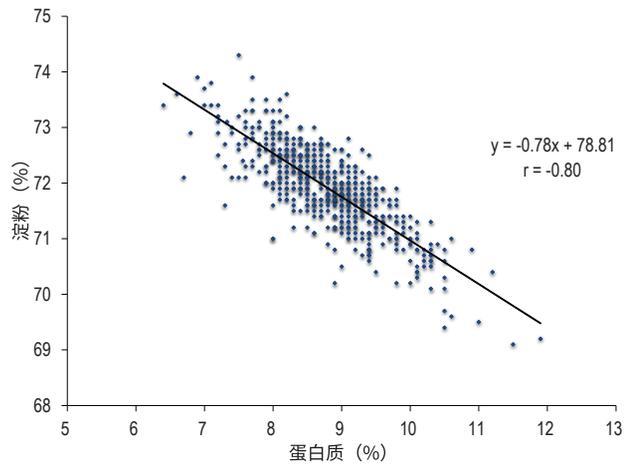
真密度vs蛋白
美国十一年总体水平



概述:化学成分

- 在所有出口集中区里, 墨西哥湾出口集中区在2022年、2021年、2020以及5年平均值和10年平均值上, 平均淀粉含量最高, 平均蛋白含量最低。
- 由于淀粉和蛋白质是两种最大的玉米成分, 当其中一种成分的百分比上升时, 另一种通常会下降。下图说明了这种关系, 表明淀粉和蛋白质之间呈负相关 ($r = -0.80$)。

淀粉vs蛋白, 2022美国总体水平



- 2022年美国总体平均油含量 (干基 3.9%) 高于2021年 (3.8%), 但与2020年和10年平均值 (均为3.9%) 相同, 低于5年平均值 (4.0%)。
- 2022年, 墨西哥湾、西北太平洋和南部铁路出口集中区的平均油含量均为3.9%。2022年、2021年、2020年以及5年平均值和10年平均值的所有出口集中区的平均油含量始终相差0.1%或更低。

蛋白

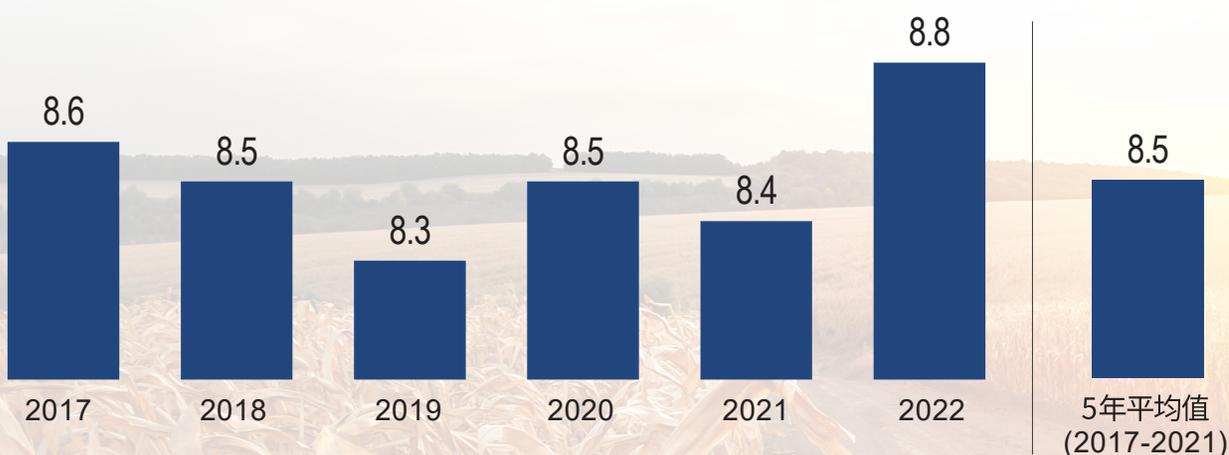
蛋白质对于畜禽饲养非常重要, 它能够提供必需的含硫氨基酸, 并有助于提高饲料转化率。当土壤中可利用的氮含量降低以及在单产高的年份里蛋白质含量与淀粉含量通常呈负相关。检测结果建立在干基法基础上。

结果

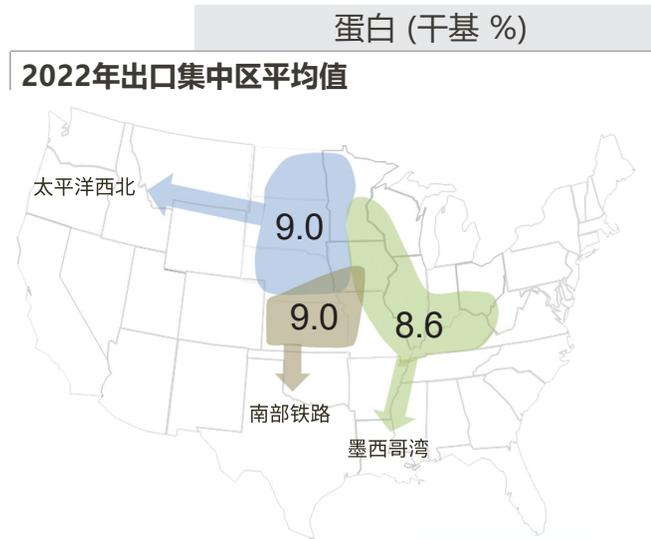
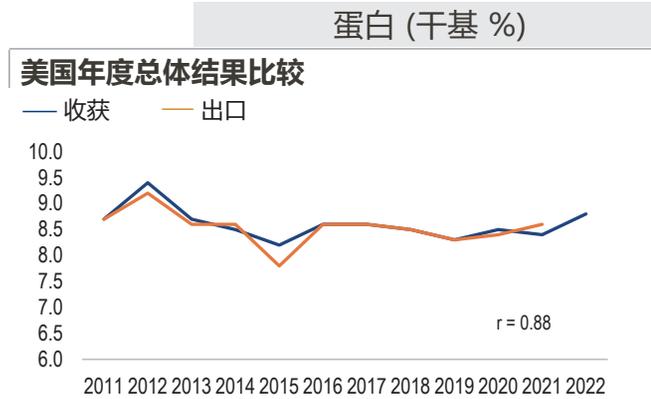
- 2022年美国平均总蛋白质含量 (8.8%) 高于2021年 (8.4%)、2020年和5年平均值 (均为8.5%) 和10年平均值 (8.6%)。
- 2022年美国总蛋白平均标准差 (0.53%) 与2021年 (0.53%) 相同, 与2020年 (0.58%)、5年平均值 (0.54%) 和10年平均值 (0.56%) 相似。
- 2022年蛋白含量范围 (6.4%至11.9%) 与2021年 (6.4%至11.8%) 和2020年 (6.1%至10.7%) 的范围相似。
- 2022年蛋白质含量分布为8.0%以下的占11.0%, 8.0~8.9%的占49.3%, 9.0%以上的占39.6%。蛋白质含量分布显示, 2022年比2021年或2020年有更多的高蛋白样本。

蛋白 (干基 %)

美国总体结果总结

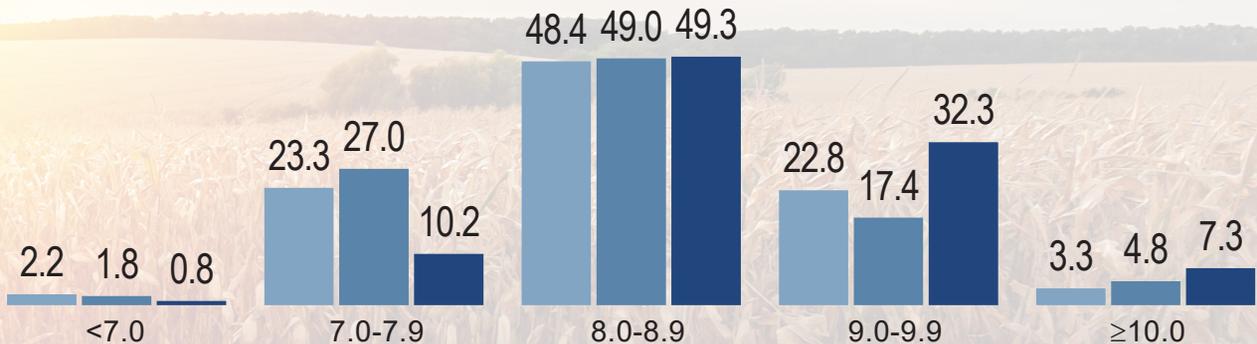


- 从收获到出口对玉米进行额外的处理、混合和储存对平均化学成分几乎没有影响。在每年的《收获报告》和《出口货物报告》中观察到类似的化学成分。右侧的折线图显示了在这些报告中观察到的美国总体蛋白含量。相关系数 (R=0.88) 高说明了这种一致性。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的蛋白质含量平均值分别为8.6%、9.0%和9.0%。墨西哥湾出口集中区在2022年、2021年、2020年蛋白质含量最低，5年平均值和10年平均值。墨西哥湾出口集中区的平均蛋白含量在2022年，2021年，2020年，5年平均值和10年平均值均为最低。



作物年度样本百分比

■ 2020 ■ 2021 ■ 2022



淀粉

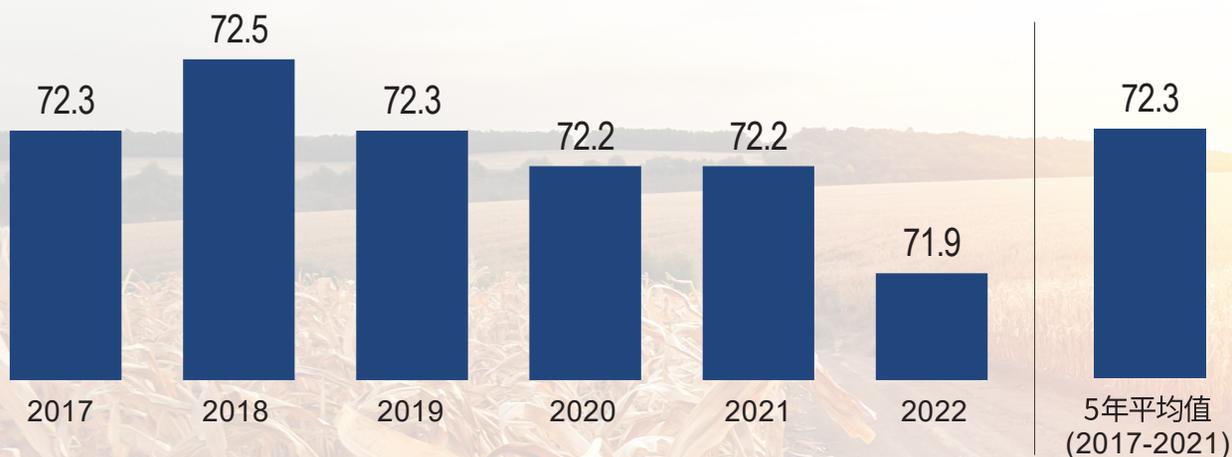
淀粉含量对于湿法玉米加工商和用干磨法生产乙醇的厂商是一项重要指标。高淀粉含量往往说明玉米颗粒成熟度好、籽粒饱满，颗粒密度适中。淀粉与蛋白质含量通常为负相关。检测结果建立在干基法的基础上。

结果

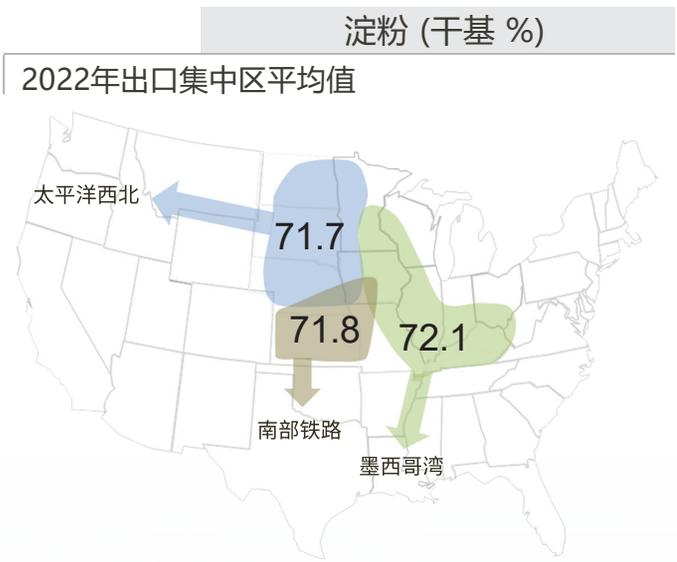
- 2022年美国总淀粉平均含量 (71.9%干基) 低于2021年和2020年 (均为72.2%)、5年平均
值 (72.3%) 和10年平均值 (72.8%)。
- 2022年美国总淀粉标准差 (0.59%)，接近2021年 (0.54%)、2020年 (0.61%)、5年平均
值 (0.60%) 和10年平均值 (0.61%)。
- 2022年的淀粉含量范围 (69.1%至74.3%) 与2021年 (68.8%至74.0%) 和2020年 (69.7%至
74.5%) 相似。
- 2022年淀粉含量分布为72.0%以下的样本占50.7%，72.0~72.9%的样本占42.5%，73.0%及
以上的样本仅占6.9%。这种分布表明，2022年高淀粉样本的数量低于2021年或2020年。

淀粉 (干基 %)

美国年度总体结果比较

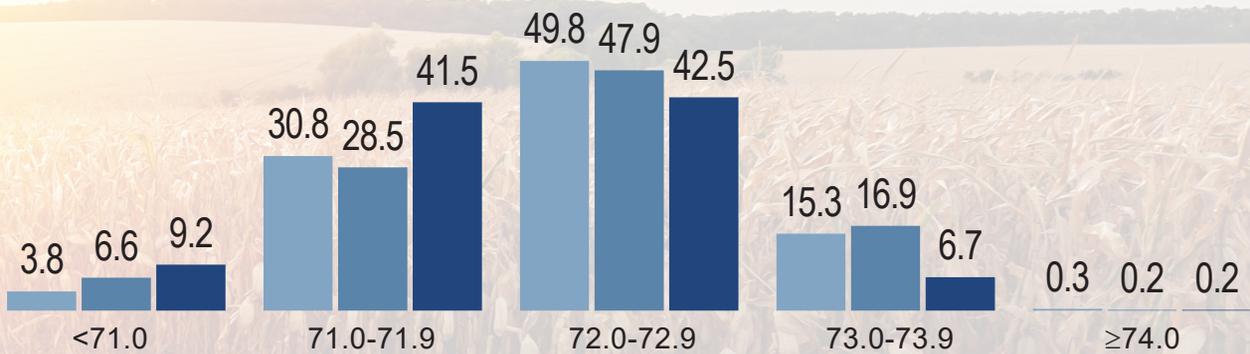


- 从收获到出口对玉米进行的额外处理、混合和储存对平均化学成分几乎没有影响。在每年的《收获报告》和《出口货物报告》中观察到类似的化学成分。右侧的折线图显示了在这些报告中观察到的美国聚集淀粉含量。相关系数 ($r=0.97$) 高说明了这种一致性。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的淀粉含量平均值分别为72.1%、71.7%和71.8%。2022年、2021年、2020年、5年平均值和10年平均值，墨西哥湾出口集中区的淀粉含量平均值最高。2022年、2021年、2020年、5年平均值和10年平均值，墨西哥湾出口集中区的淀粉含量最高，蛋白质含量最低。



作物年度样本百分比

■ 2020 ■ 2021 ■ 2022



油

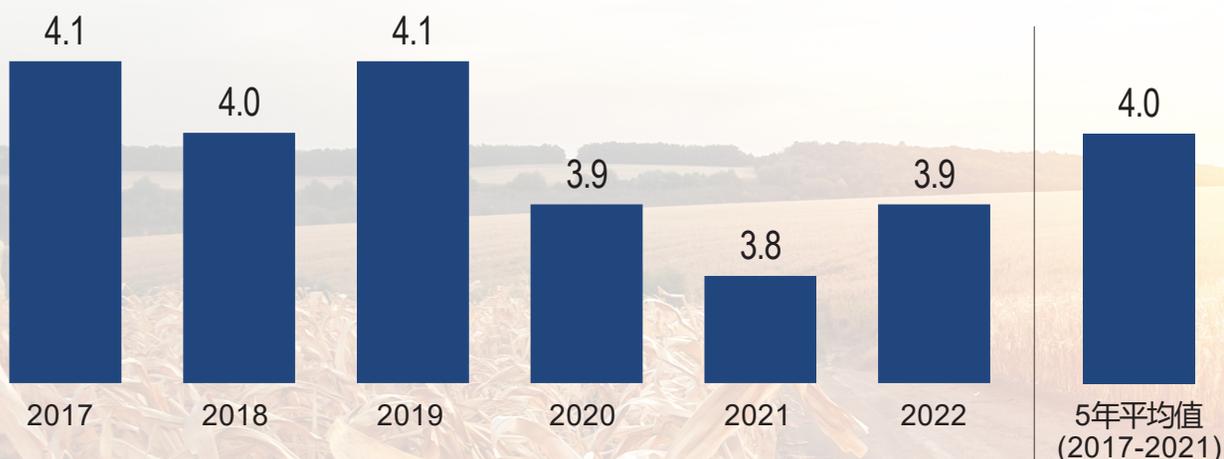
油是畜禽饲料配方中的关键成分。它作为一种量来源,可使脂溶性维生素被吸收,并提供某些必需的脂肪酸。油还是玉米湿法加工和干法加工的一种重要副产品。检测结果建立在干基基础上。

结果

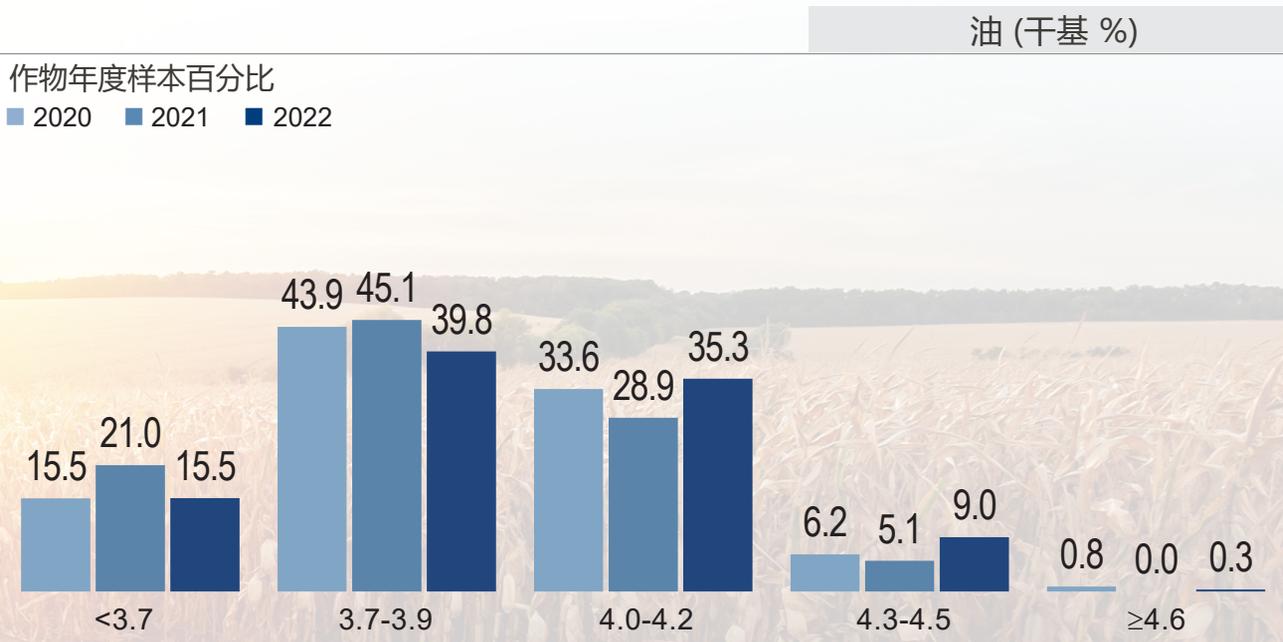
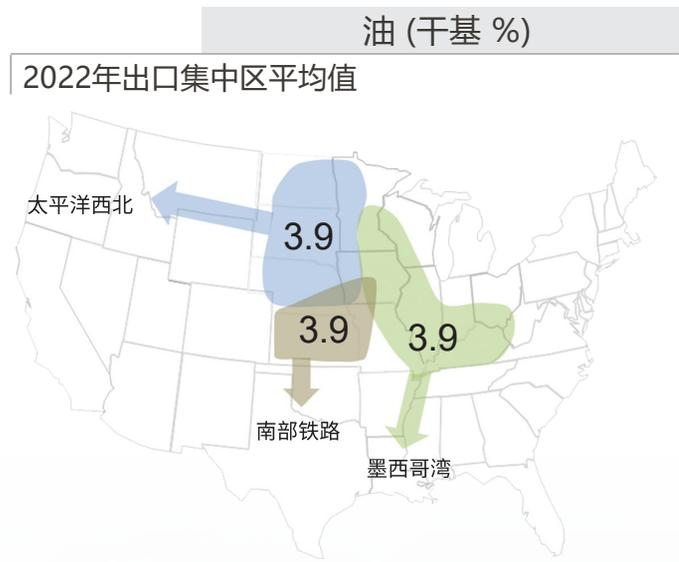
- 2022年美国玉米的油平均总含量 (3.9%) 高于2021年 (3.8%), 但与2020年 (3.9%) 和10年平均值 (3.9%) 相同, 低于5年平均值 (4.0%)。
- 2022年美国玉米总体油含量的标准差 (0.24%) 与2021年 (0.23%)、2020年和5年平均值 (均为0.22%) 以及10年平均值 (0.26%) 相似。
- 2022年玉米样本的油含量范围 (3.0至4.8%) 与2021年 (3.0至4.5%) 和2020年 (3.2至4.8%) 相似。
- 2022年玉米的油含量分布为分布为15.5%的样本小于3.7%, 75.1%的样本在3.7-4.2%, 9.3%的样本在4.3%及以上。2022年的分布显示, 与2021年或2020年相比, 油含量为4.0%或更高的样本数量更多。

油 (干基%)

美国年度总体结果比较



- 从收获到出口对玉米进行的额外处理、混合和储存对平均化学成分几乎没有影响。在每年的《收获报告》和《出口货物报告》中观察到类似的化学成分。右侧的折线图显示了在这些报告中观察到的美国油总含量。相关系数 ($r=0.88$) 高说明了这种一致性。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的油含量平均值均为3.9%。2022年、2021年、2020年、5年平均值和10年平均值的出口集中区之间的平均油含量差异为0.1%或更低。



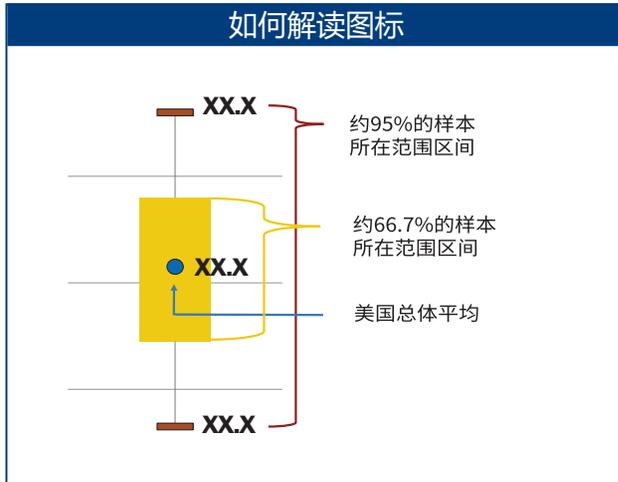
总结：化学成分

| | 2022 年收获 | | | | | 2021 年收获 | | 2020 年收获 | | 五年平均 (2017-2021) | | 十年平均 (2012-2021) | |
|-------------|------------------|------|------|------|------|-------------|------|-------------|------|---------------------|------|---------------------|------|
| | 样本数 ¹ | 平均值 | 标准差 | 最小值 | 最大值 | 平均值 | 标准差 | 平均值 | 标准差 | 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 | | 美国总体 | |
| 蛋白质 (干基 %) | 600 | 8.8 | 0.53 | 6.4 | 11.9 | 8.4* | 0.53 | 8.5* | 0.58 | 8.5* | 0.54 | 8.6* | 0.56 |
| 淀粉 (干基 %) | 600 | 71.9 | 0.59 | 69.1 | 74.3 | 72.2* | 0.54 | 72.2* | 0.61 | 72.3* | 0.60 | 72.8* | 0.61 |
| 油脂 (干基 %) | 600 | 3.9 | 0.24 | 3.0 | 4.8 | 3.8* | 0.23 | 3.9 | 0.22 | 4.0* | 0.22 | 3.9 | 0.26 |
| 南湾 | | | | | | 南湾 | | 南湾 | | 南湾 | | 南湾 | |
| 蛋白质 (干基 %) | 541 | 8.6 | 0.50 | 6.4 | 11.2 | 8.2* | 0.52 | 8.4* | 0.56 | 8.3* | 0.53 | 8.4* | 0.55 |
| 淀粉 (干基 %) | 541 | 72.1 | 0.59 | 69.5 | 74.3 | 72.4* | 0.53 | 72.3* | 0.60 | 72.4* | 0.59 | 72.9* | 0.61 |
| 油脂 (干基 %) | 541 | 3.9 | 0.25 | 3.0 | 4.8 | 3.8* | 0.24 | 3.9 | 0.23 | 4.0* | 0.23 | 3.9 | 0.27 |
| 美西 | | | | | | 美西 | | 美西 | | 美西 | | 美西 | |
| 蛋白质 (干基 %) | 299 | 9.0 | 0.55 | 6.4 | 11.2 | 8.9 | 0.53 | 8.5* | 0.63 | 8.6* | 0.58 | 8.8* | 0.59 |
| 淀粉 (干基 %) | 299 | 71.7 | 0.57 | 69.4 | 73.7 | 71.7 | 0.53 | 72.2* | 0.65 | 72.1* | 0.61 | 72.6* | 0.61 |
| 油脂 (干基 %) | 299 | 3.9 | 0.21 | 3.0 | 4.8 | 3.9* | 0.21 | 3.9* | 0.21 | 4.0* | 0.21 | 3.9* | 0.25 |
| 南部铁路 | | | | | | 南部铁路 | | 南部铁路 | | 南部铁路 | | 南部铁路 | |
| 蛋白质 (干基 %) | 359 | 9.0 | 0.55 | 6.4 | 11.9 | 8.5* | 0.53 | 8.7* | 0.54 | 8.7* | 0.54 | 8.8* | 0.57 |
| 淀粉 (干基 %) | 359 | 71.8 | 0.61 | 69.1 | 74.3 | 72.2* | 0.57 | 72.1* | 0.58 | 72.2* | 0.59 | 72.6* | 0.61 |
| 油脂 (干基 %) | 359 | 3.9 | 0.24 | 3.0 | 4.8 | 3.9 | 0.22 | 3.9 | 0.21 | 4.0* | 0.21 | 3.9 | 0.25 |

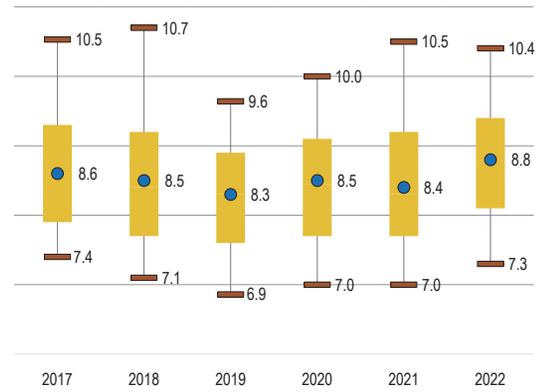
*数据显示平均值与2022年有差异，统计基于双尾T检验，可信度为95%。

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。

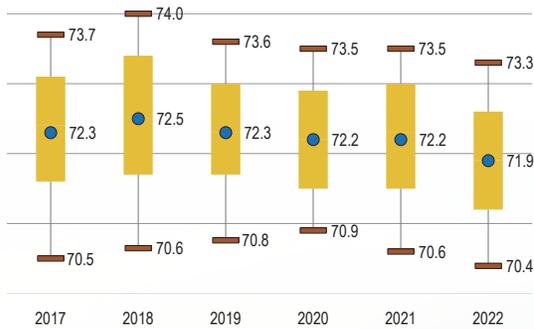
化学成分 六年总体情况比较



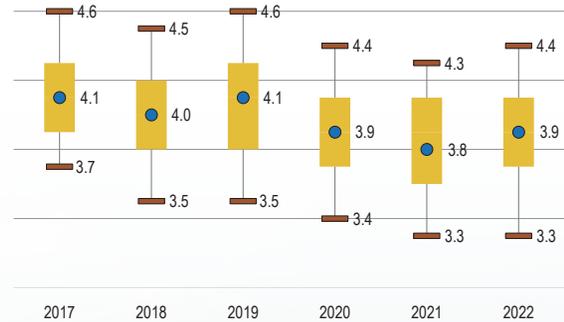
蛋白质 (干基%)



淀粉 (干基%)



油 (干基%)

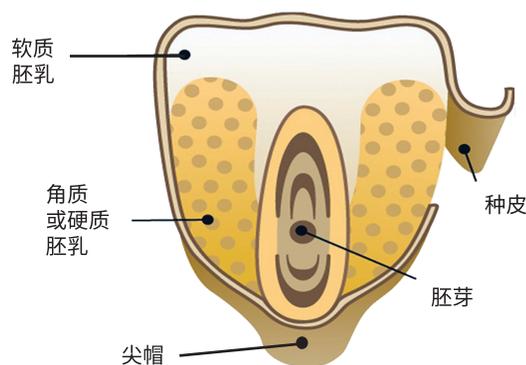


D. 物理指标

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,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。

玉米籽粒构成



来源: 摘编自玉米精炼者协会。2011

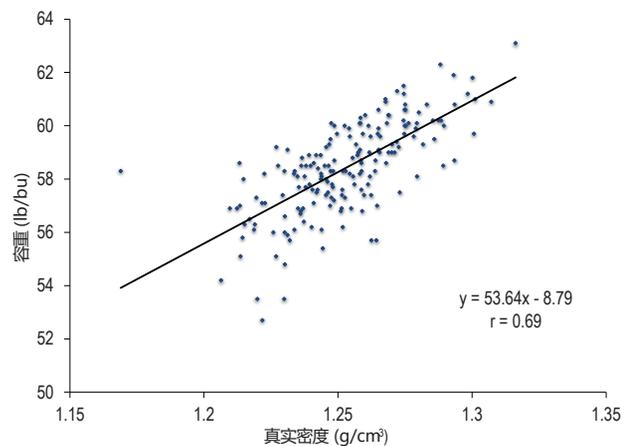
概述: 物理指标

- 2022年美国玉米的平均总应力裂纹率(6.9%)高于2021年(5.1%)、2020年(5.8%)、5年平均值(5.9%)和10年平均值(5.8%)。这表明2022年的易破损率高于2021年和2020年。
- 在所有的出口集中区中,墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的应力裂纹平均值分别为7.8、5.8和5.5%。南部铁路出口集中区在所有出口集中区中,2022年、2021年、2020年、5年平均值和10年平均值的应力裂纹平均值均为最低。
- 2022年美国百粒重平均值为33.94g,低于2021年(34.98g)、2020年(34.53g)、5年平均值(35.05g)和10年平均值(34.49g),表明2022年的籽粒非常小。
- 2022年美国平均总颗粒体积平均为0.27cm³,低于5年平均值(0.28cm³),与2020年和10年平均值(均为0.27cm³)相同。2021年的平均籽粒体积(0.28cm³)与2022年没有统计学差异。在2022年、2021年、2020年、5年平均值和10年平均值中,太平洋西北出口集中区的平均百粒重最低,颗粒体积最小。

概述:物理指标

- 2022年美国玉米的籽粒真实密度平均为1.253g/cm³, 与2021年 (1.252g/cm³)、2020年 (1.255g/cm³) 和5年平均值 (1.256g/cm³) 相似, 但低于10年平均值 (1.260g/cm³)。出口集中区中, 西北太平洋在2022年、2021年、2020年、5年平均值和10年平均值具有最低的真实密度和最低的容重。
- 容重, 也称为体积密度, 是基于一夸脱杯中包含的质量。容重受真实密度影响, 如下图所示 ($r = 0.69$)。容重还受水分、果皮损伤 (整粒)、破损等因素影响。
- 2022年美国玉米完整籽粒率平均为91.0%, 低于2021年 (92.3%)、2020年 (92.5%)、5年平均值 (91.7%) 和10年平均值 (93.0%)。
- 2022年的样本中, 只有67.3%含有90.0%或更高的完整籽粒, 相比之下, 2021年为76.2%, 2020年为79.9%。这种分布表明, 与前两年相比, 2022年的整粒百分比比较低, 这与2022年发现的较高BCFM和应力裂纹百分比一致。
- 2022年美国平均总角质 (硬) 胚乳 (88%) 高于2021年、2020年、5年平均值 (均为81%) 和10年平均值 (82%)。

容重vs真密度
美国2022总体情况



应力裂纹

应力裂纹是玉米籽粒角质(硬)胚乳中的内部裂纹。有应力裂纹率的表皮(或外层)籽粒通常不会受损,因此,即使存在应力裂纹,第一眼看上去,玉米颗粒可能不会受到影响。

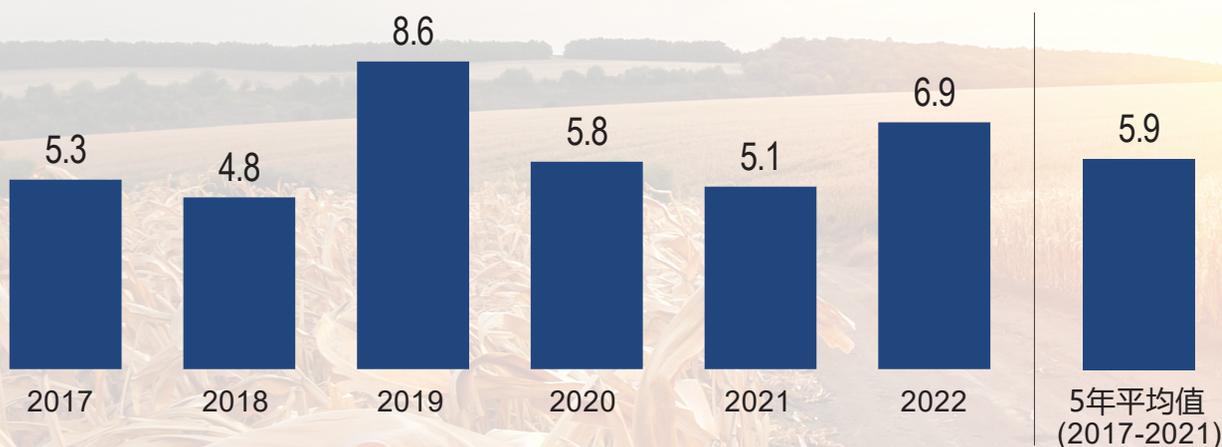
应力裂纹产生的原因是玉米颗粒角质胚乳中水分和温度变化所造成的积聚压力。这种现象可以类比为冰块投入到微温的饮品后产生的内部裂缝。内部压力在较软的、粉质的胚乳中积聚程度不及坚硬的角质胚乳;因此,角质胚乳含量较高的玉米颗粒与软一些的颗粒相比更可能产生应力裂纹。玉米颗粒应力裂纹现象具有不同的严重程度,可能会有一条、两条或者多条裂纹。应力裂纹产生的最常见原因是高温烘干使水分快速流失。高应力裂纹率对不同工序的影响包括:

- 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。

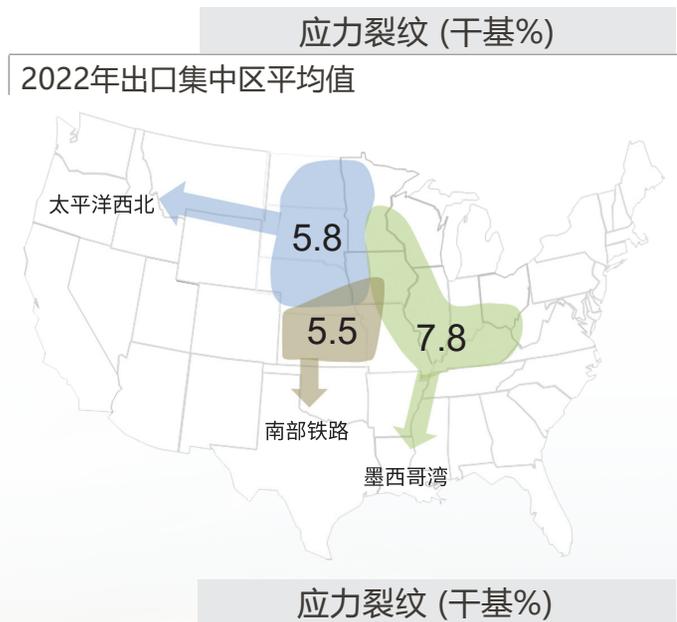
应力裂纹 (%)

美国总体水平总结



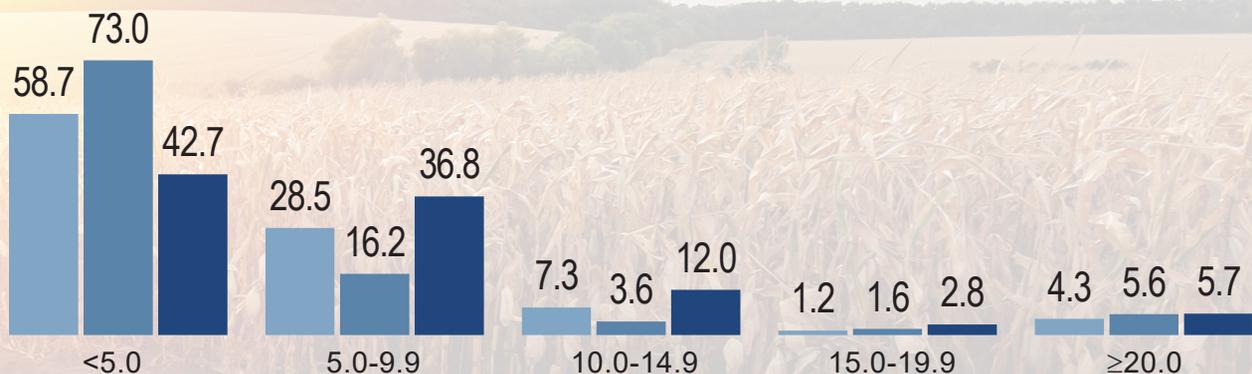
结果

- 2022年美国玉米总应力裂纹平均为6.9%，高于2021年（5.1%）、2020年（5.8%）、5年平均（5.9%）和10年平均（5.8%）。
- 2022年美国玉米总应力裂纹标准差（5.2%）低于2021年（6.0%）、5年平均（6.5%）和10年平均（6.7%），但与2020年（5.1%）相似。
- 2022年应力裂纹小于5.0%的样本百分比（42.7%）低于2021年（73.0%）和2020年（58.7%）。应力裂纹分布表明，2022年的玉米比2021年和2020年的玉米具有更高的破裂。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的美国总应力裂纹平均值分别为7.8%、5.8%和5.5%。在所有出口集中区中，南部铁路出口集中区在2022年、2021年、5年平均和10年平均的应力裂纹率最低。
- 虽然作物是在2022年底种植的，由于生长季节天气温暖，这种作物的成熟进度与5年平均成熟速度相当。成熟后的干燥条件允许生产者收获谷物几乎没有延误，可能限制了能够在田间充分干燥的谷物比例。这可能是由于平均水分与5年平均和应力相似尽管干燥条件良好，但裂纹仍高于5年平均。



美国年度总体结果比较

■ 2020 ■ 2021 ■ 2022



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。

百粒重是从两个100粒复制的平均重量中确定的, 使用的分析天平测量到最接近0.1mg。

从《2020/2021年收获报告》开始, 只对进行霉菌毒素检测的样本进行百粒重的测量。虽然在当前的收获报告中, 检测百粒重的样本数量减少到180个, 但这一品质指标的相对差预计将远低于10.0%的目标精度水平。本研究所采用的抽样标准的进一步细节, 见“调查和统计分析方法”一节。

结果

- 2022年美国百粒重平均为33.94g, 低于2021年 (34.98g)、2020年 (34.53g)、5年平均值 (35.05g) 和10年平均值 (34.49g)。这表明与前几年相比, 2022年的籽粒尺寸非常小。
- 2022年美国百粒重 (标准偏差为4.13g) 的波动率高于2021年 (3.50g)、2020年 (3.64g)、5年平均值 (3.00g) 和10年平均值 (2.83g)。

百粒重 (g)

美国总体水平总结

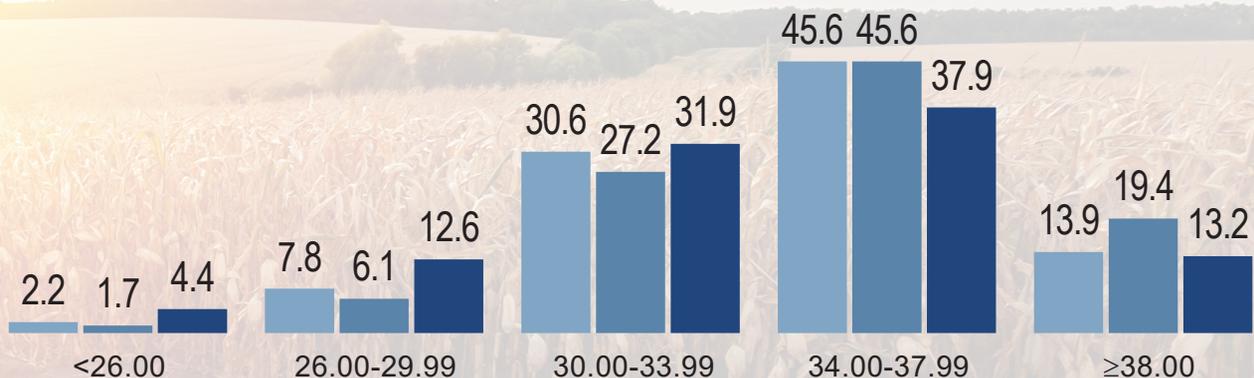


- 2022年百粒重范围 (22.05至43.32g) 与2021年 (23.52至43.87g)、2020年 (22.32至43.18g) 相似。
- 2022年的百粒重分布中, 只有51.1%的样本具有34.0g或更大的百粒重, 相比之下, 2021年为65.0%, 2020年为59.5%。这种分布表明, 与2021年相比, 2022年大籽粒的百分比要低得多。
- 太平洋西北出口集中区的平均百粒重最低 (31.71g), 而墨西哥湾出口集中区为 (35.08g) 和南部铁路出口集中区为 (33.77g)。太平洋西北区出口集中区的百粒重在2022年、2021年、2020年、5年平均值和10年平均值均为最低。



美国年度总体结果比较

■ 2020 ■ 2021 ■ 2022



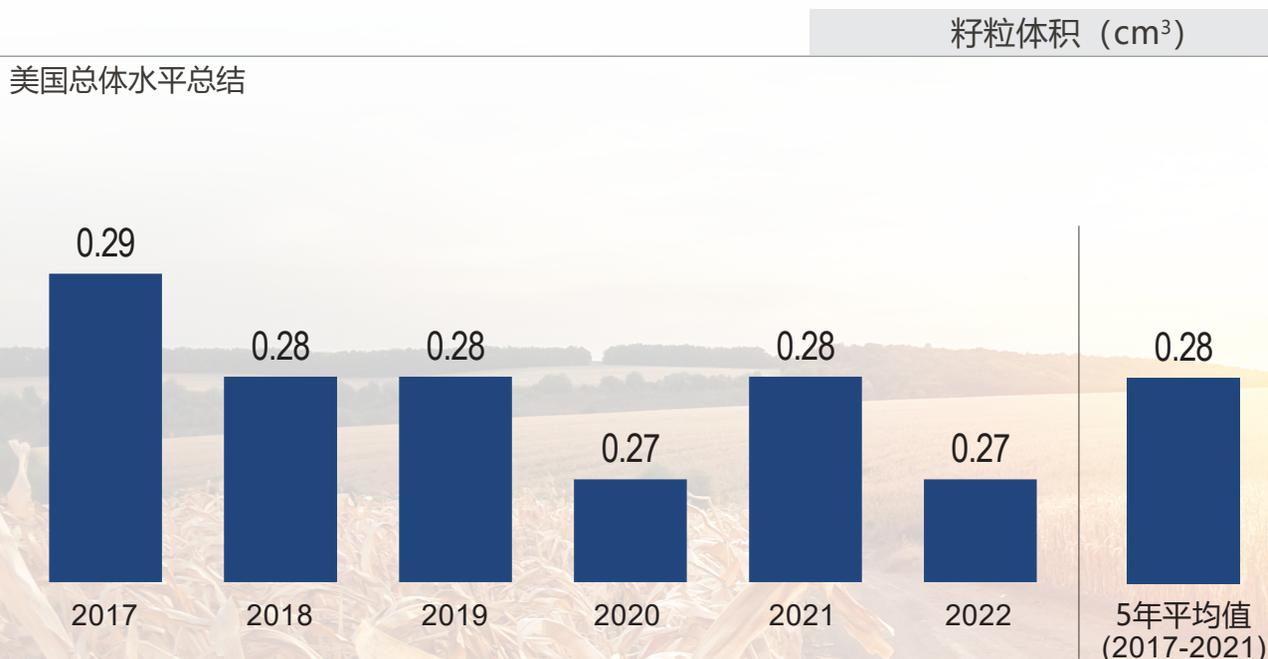
籽粒体积

籽粒体积使用氮比重瓶计算, 以立方厘米 (cm³) 表示。籽粒体积通常反应了生长条件的情况。如果天气干燥, 玉米籽粒可能会比一般条件下生长的籽粒小。如果干旱发生在生长季节后期, 玉米粒可能灌浆不足。小的或圆的颗粒更难去胚。此外, 小颗粒也可能会在处理的时候增加的清洗损失, 从而产生更多的纤维。

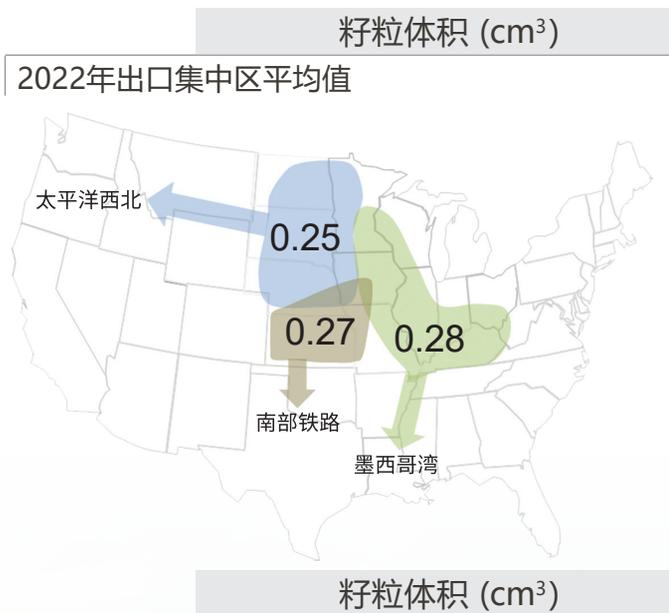
从《2020/2021收获报告》开始, 只对真菌毒素检测的样本进行了籽粒体积检测。虽然在当前的收获报告中将籽粒体积检测的样本数量减少到180个, 但该品质指标的相对误差幅度预计仍将不超过10.0%的目标精度水平。本研究采用的抽样标准的更多细节在“调查和统计分析方法”一节中描述。

结果

- 美国2022年的总籽粒体积平均为0.27cm³, 低于5年平均值 (0.28cm³), 但与2020年和10年平均值相同。2021年的平均籽粒体积 (0.28cm³) 与2022年没有统计学差异。
- 2022年美国总体籽粒体积的标准偏差为0.03cm³, 与2021年和2020年相同, 但高于5年平均值和10年平均值 (均为0.02cm³)。

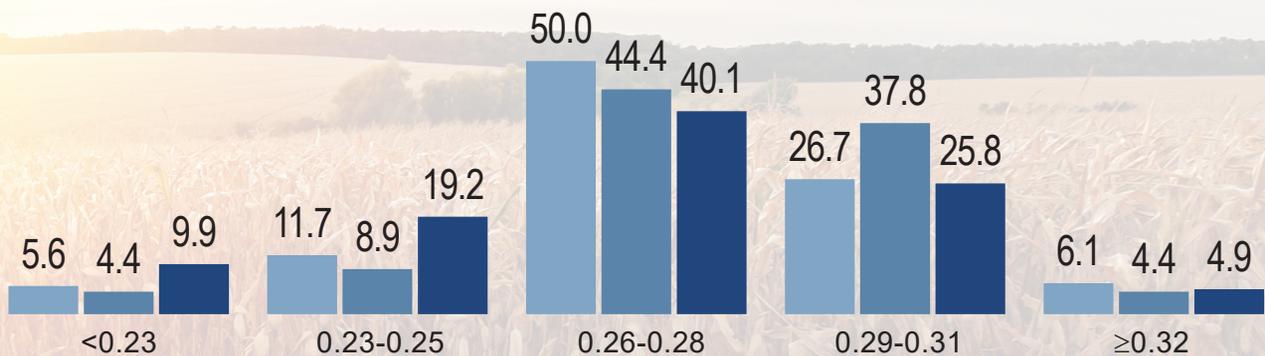


- 2022年的籽粒体积范围 (0.18至0.33cm³) 与2021年 (0.19至0.35cm³) 和2020年 (0.19至0.33cm³) 相似。
- 与2021年 (42.2%) 和2020年 (32.8%) 相比, 2022的样本中的籽粒体积分布仅30.7%具有0.29cm³或更大的籽粒体积。这一分布表明, 2022年大粒玉米的百分比低于2021年和2020年。
- 墨西哥湾、太平洋西北部和南部铁路出口集中区的平均籽粒体积分别为0.28cm³、0.25cm³和0.27cm³。在三个出口集中区中, 太平洋西北出口集中区在2022年、2021年、2020年、5年平均值和10年平均值的平均籽粒体积最小。



美国年度总体结果比较

■ 2020 ■ 2021 ■ 2022



籽粒真实密度

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 g/cm^3 (克/立方厘米) 作计算单位。真实密度是反映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。

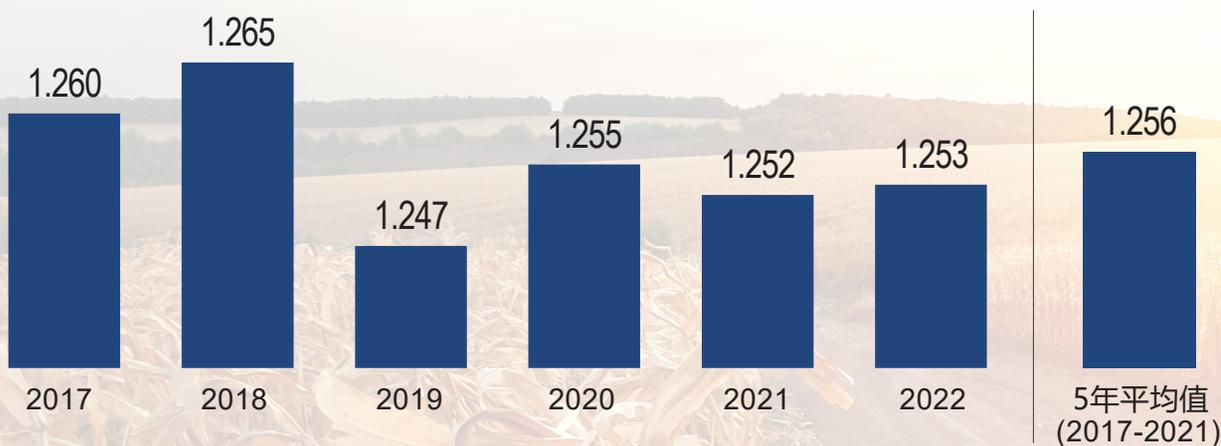
从《2020/2021年收获报告》开始, 只对进行霉菌毒素检测的样本进行百粒重和籽粒体积的测量。虽然该方案将当前收获报告中具有真实密度结果的样本数量减少至180个, 但这一品质指标的相对差预计将不超过10.0%的目标精度水平。本研究所采用的抽样标准的进一步细节, 见“调查和统计分析方法”一节。

结果

- 2022年美国平均总体籽粒真实密度 ($1.253\text{g}/\text{cm}^3$) 与2021年 ($1.252\text{g}/\text{cm}^3$)、2020年 ($1.255\text{g}/\text{cm}^3$)、5年平均值 ($1.256\text{g}/\text{cm}^3$) 相似, 但低于10年平均值 ($1.260\text{g}/\text{cm}^3$)。在过去的12年里, 蛋白质含量高的年份, 真实密度往往更高, 相关系数为0.79。

真实密度 (g/cm^3)

美国总体水平总结

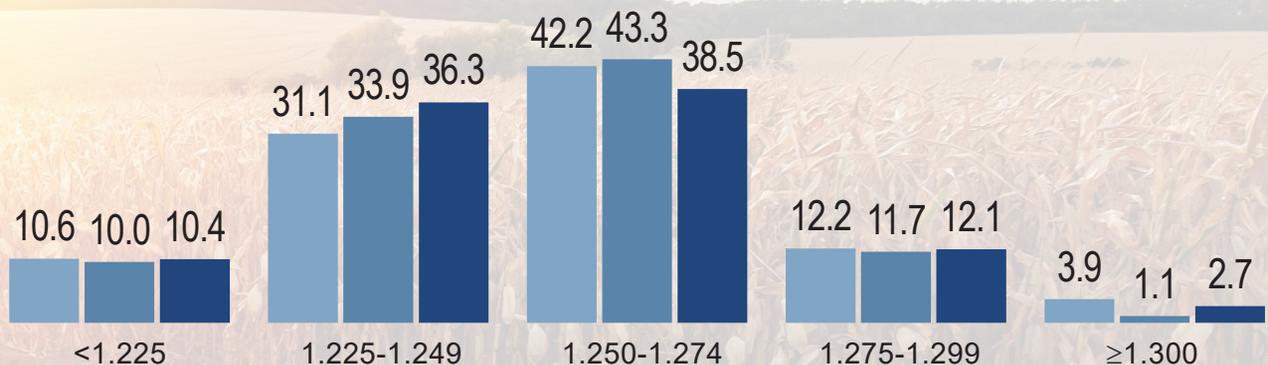


- 在标准差的基础上计算, 2022年的波动率 (0.022g/cm³) 与2021年 (0.021g/cm³) 和2020年 (0.023g/cm³)、5年平均值 (0.020g/cm³) 和10年平均值 (0.019g/cm³) 相似。
- 与2021年 (1.196至1.305g/cm³) 和2020年 (1.171至1.312g/cm³) 相比, 2022年的真实密度范围为1.169至1.316g/cm³。
- 在2022个样本中, 14.8%的真密度达到或超过1.275g/cm³, 而2021年和2020年的真密度分别为12.8%和16.1%。由于高于1.275g/cm³的值通常被认为代表硬玉米, 低于1.275 g/cm³的值通常被认为代表软玉米, 这种分布表明2022个样本中玉米的硬度与前两年相似。
- 墨西哥湾、太平洋西北部和南部铁路出口集中区的籽粒真实密度分别平均为1.256g/cm³、1.247g/cm³和1.255g/cm³。2022年、2021年、2020年、5年平均值和10年平均值, 太平洋西北出口集中区的平均真实密度和容重低于其他出口集中区的值。



美国年度总体结果比较

■ 2020 ■ 2021 ■ 2022

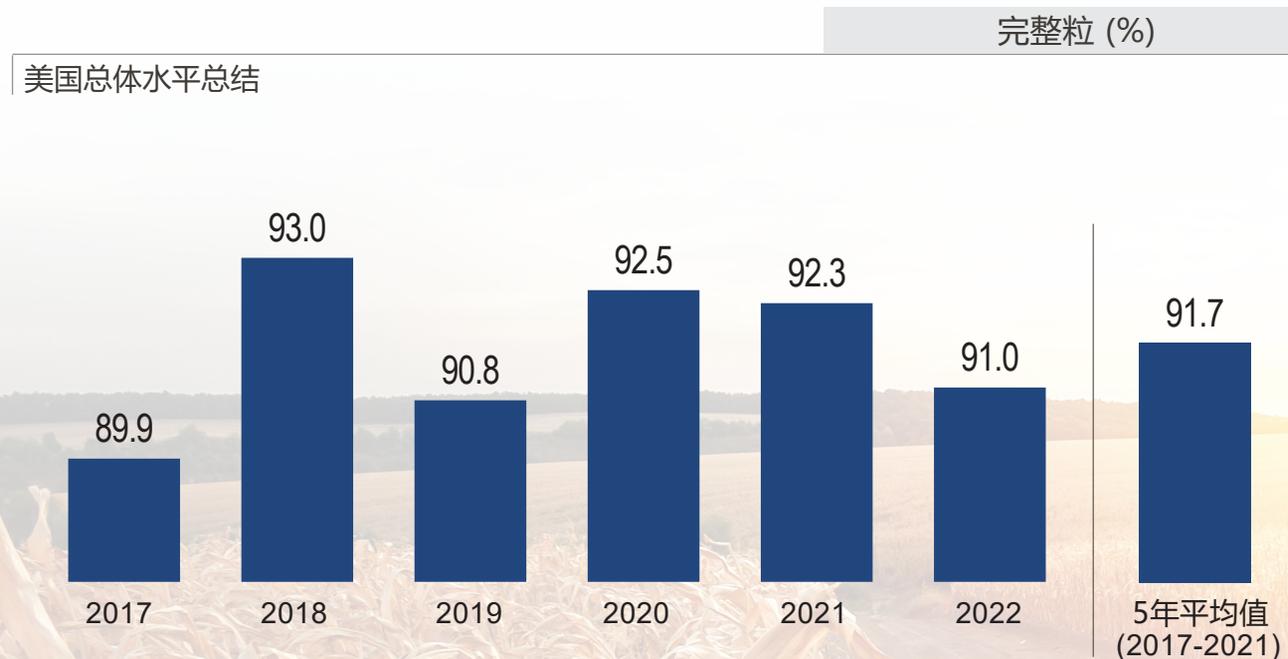


完整粒

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。

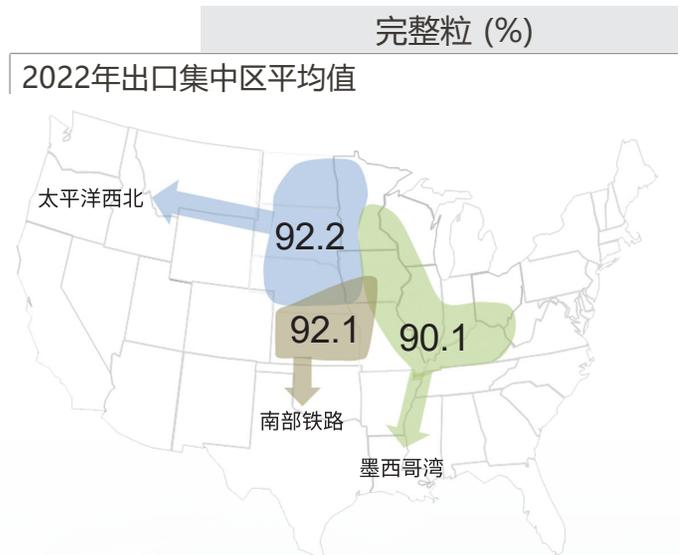
第二,完好无损的颗粒在储存过程中霉变和在运输中破碎的风险更小。尽管硬质胚乳的结构与更软的玉米相比能使更多的颗粒保持完整,但保证玉米交货时颗粒完整的主要因素在于收割时和储运过程的处理。从联合收割机的正确设置开始,之后从农场运到最终用户所需物流系统的类型、运输次数和距离都有影响。所有后续的处理程序都会产生更多玉米籽粒的破碎。水分减少、落差增加和/或籽粒在碰撞时的速度增加,都会造成玉米颗粒实际破损量呈指数级增长⁵。此外,收割时水分含量偏高(例如,高于25%)与水分较低的情形相比,会造成表皮软化和更多表皮损伤。



⁵ G. H.福斯特和L. E.霍尔曼,《商业处理方式造成的谷物破损》。美国农业部, ARS市场研究报告第968号。

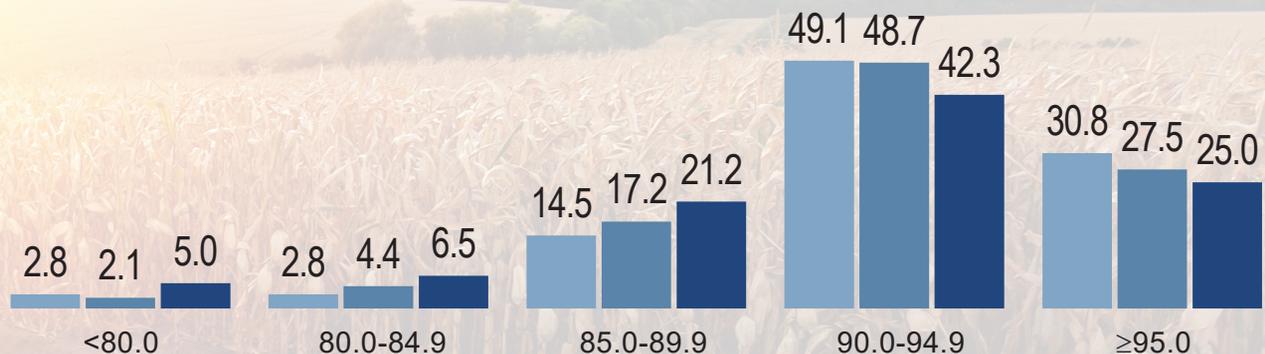
结果

- 2022年美国总体完整籽粒率平均为91.0%，低于2021年（92.3%）、2020年（92.5%）、5年平均值（91.7%）和10年平均值（93.0%）。
- 2022年的完整籽粒标准差（4.6%）类似于2021年（3.7%）和2020年（3.9%），5年平均值（3.9%）和10年平均值（3.5%）。
- 2022年的完整籽粒范围（65.2~100.0%）大于2021年（72.0~99.4%），但低于2020年（35.8~99.6%）。
- 在2022年的样本中，只有67.3%含有90.0%或更高的完整籽粒，相比之下，2021年为76.2%。这一分布表明，2022年的整粒率低于前两年的样本。与2022年相比，这一较低的整粒率百分比与较高的应力裂纹和BCFM百分比相一致。与前两年相比，2022年整粒率百分比比较低，这与应力裂纹和BCFM百分比比较高是一致的。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路等出口集中区的完整籽粒率平均值分别为90.1%，92.2%和92.1%。



美国年度总体结果比较

■ 2020 ■ 2021 ■ 2022



角质（硬）胚乳

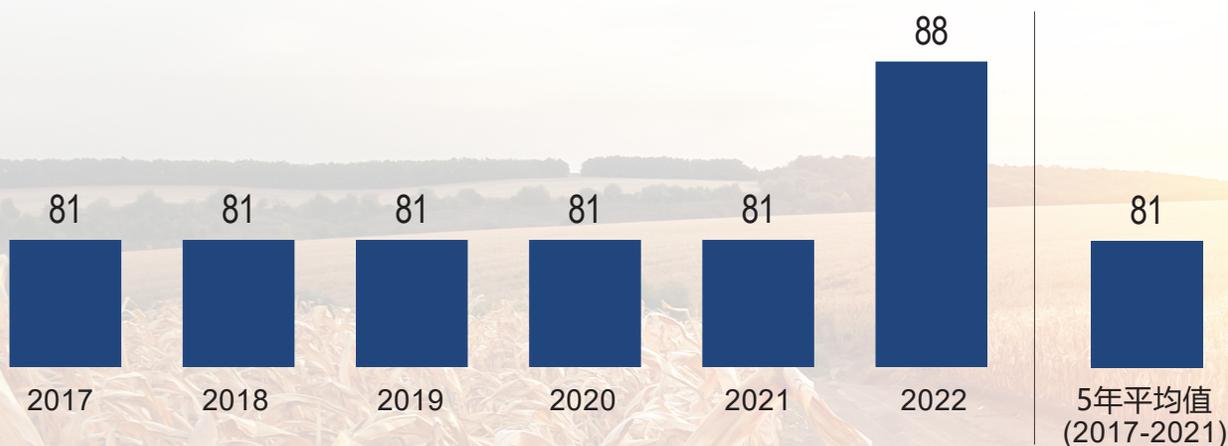
对角质（硬）胚乳的检测衡量角质或硬质胚乳含量占颗粒胚乳总量的百分比，该值通常在70%到100%之间。角质胚乳相对于软质胚乳的含量越高，可以说玉米颗粒的硬度越大。硬度的重要性取决于加工类型。较硬的玉米适合干磨法，可以产出较多的玉米糝。中等和中高硬度玉米的适用于碱法蒸煮。硬度适中和软质玉米适用于湿法加工和禽畜饲养。

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。因此，在当前的收获报告中，该方案的继续对180个样本进行检测。自《2011/2012年品质报告》至《2018/2019年品质报告》，对所有样本都进行了品质指标的检测。本研究采用的抽样标准的更多细节在“调查和统计分析方法”一节中描述。

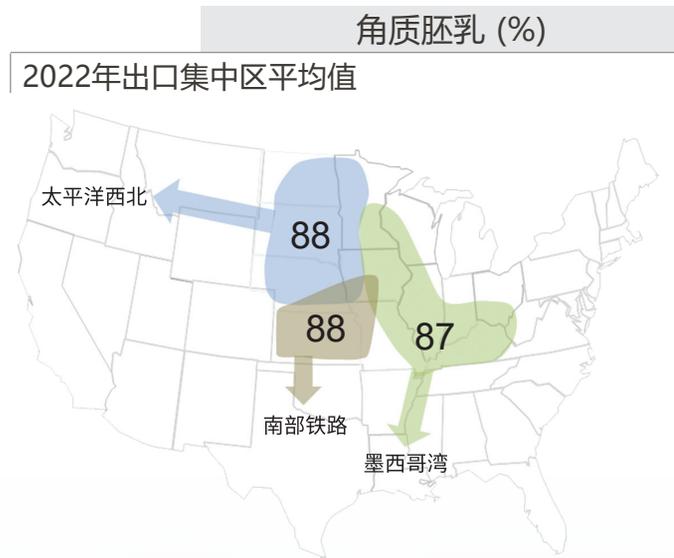
角质胚乳 (%)

美国总体水平总结



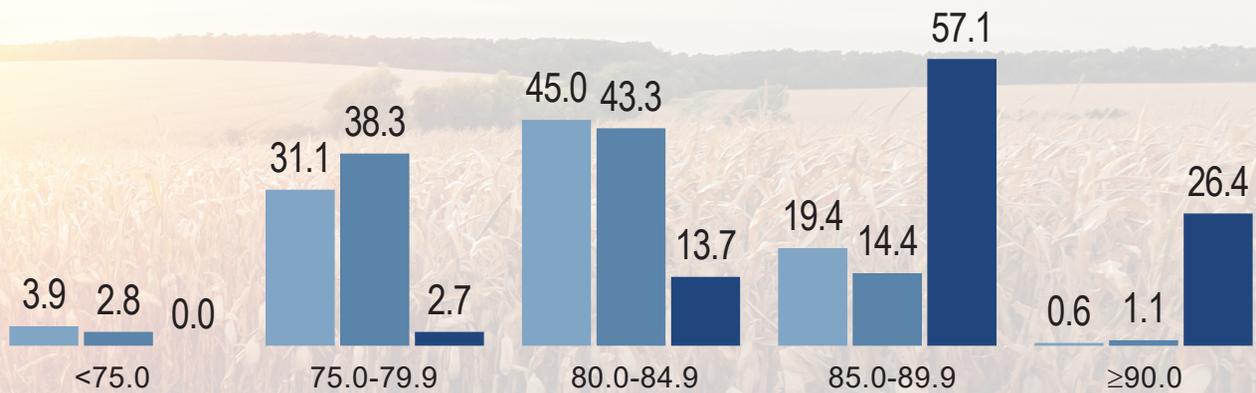
结果

- 2022年美国总角质胚乳平均值 (88%) 高于2021年、2020年和5年平均值 (均为81%) 和10年平均值 (82%)。
- 2022年美国角质胚乳的总体标准偏差标准偏差为3%，低于2021年、2020年、5年平均值和10年平均值 (均为4%)。
- 2022年角质胚乳范围 (78%至95%) 类似于2021年 (72%至90%) 和2020年 (72%至92%)。
- 2022年的玉米样本中, 含有80% 以上的角质胚乳占比97.2%, 高于 2021 (58.8%) 和2020 (65.0%)。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路 这三个出口集中区的平均角质胚乳 分别为87%, 88%和 88%。



美国年度总体结果比较

■ 2020 ■ 2021 ■ 2022



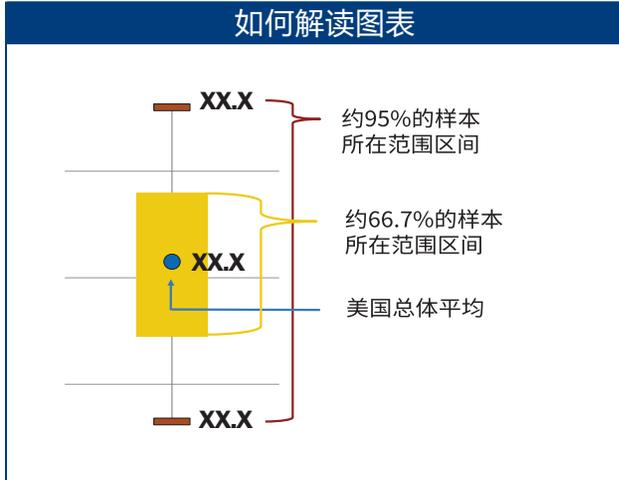
总结:物理指标

| | 2022 年收获 | | | | | 2021 年收获 | | 2020 年收获 | | 五年平均 (2017-2021) | | 十年平均 (2012-2021) | |
|---------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------------|-------|---------------------|-------|---------------------|-------|
| | 样本数 ¹ | 平均值 | 标准差 | 最小值 | 最大值 | 平均值 | 标准差 | 平均值 | 标准差 | 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 | | 美国总体 | |
| 应力裂纹 (%) | 600 | 6.9 | 5.2 | 0 | 66 | 5.1* | 6.0 | 5.8* | 5.1 | 5.9* | 6.5 | 5.8* | 6.7 |
| 百粒重(g) | 182 | 33.94 | 4.13 | 22.05 | 43.32 | 34.98* | 3.50 | 34.53 | 3.64 | 35.05* | 3.00 | 34.49 | 2.83 |
| 颗粒体积 (cm ³) | 182 | 0.27 | 0.03 | 0.18 | 0.33 | 0.28 | 0.03 | 0.27 | 0.03 | 0.28* | 0.02 | 0.27 | 0.02 |
| 真实密度 (g/cm ³) | 182 | 1.253 | 0.022 | 1.169 | 1.316 | 1.252 | 0.021 | 1.255 | 0.023 | 1.256 | 0.020 | 1.260* | 0.019 |
| 完整颗粒 (%) | 600 | 91.0 | 4.6 | 65.2 | 100.0 | 92.3* | 3.7 | 92.5* | 3.9 | 91.7* | 3.9 | 93.0* | 3.5 |
| 角质胚乳 (%) | 182 | 88 | 3 | 78 | 95 | 81* | 4 | 81* | 4 | 81* | 4 | 82* | 4 |
| 南湾 | | | | | | 南湾 | | 南湾 | | 南湾 | | 南湾 | |
| 应力裂纹 (%) | 541 | 7.8 | 6.1 | 0 | 48 | 5.9* | 6.8 | 6.9* | 6.4 | 6.5* | 7.1 | 5.9* | 7.3 |
| 百粒重(g) | 164 | 35.08 | 3.99 | 22.05 | 43.32 | 35.82* | 3.19 | 35.56 | 3.31 | 35.89* | 2.88 | 35.12 | 2.80 |
| 颗粒体积 (cm ³) | 164 | 0.28 | 0.03 | 0.18 | 0.33 | 0.29 | 0.02 | 0.28 | 0.02 | 0.29* | 0.02 | 0.28 | 0.02 |
| 真实密度 (g/cm ³) | 164 | 1.256 | 0.022 | 1.169 | 1.316 | 1.253 | 0.021 | 1.259 | 0.024 | 1.258 | 0.020 | 1.262* | 0.019 |
| 完整颗粒 (%) | 541 | 90.1 | 5.2 | 65.2 | 100.0 | 91.8* | 3.9 | 92.2* | 4.2 | 91.7* | 3.9 | 93.1* | 3.5 |
| 角质胚乳 (%) | 164 | 87 | 3 | 78 | 95 | 81* | 3 | 82* | 4 | 81* | 4 | 82* | 4 |
| 美西 | | | | | | 美西 | | 美西 | | 美西 | | 美西 | |
| 应力裂纹 (%) | 299 | 5.8 | 4.4 | 0 | 66 | 4.3* | 5.4 | 4.6* | 3.6 | 6.0 | 6.3 | 5.7 | 6.3 |
| 百粒重(g) | 90 | 31.71 | 3.65 | 23.49 | 40.90 | 33.40* | 3.29 | 33.01* | 3.37 | 33.10* | 2.84 | 32.57* | 2.65 |
| 颗粒体积 (cm ³) | 90 | 0.25 | 0.03 | 0.19 | 0.33 | 0.27 | 0.03 | 0.26* | 0.03 | 0.27* | 0.02 | 0.26* | 0.02 |
| 真实密度 (g/cm ³) | 90 | 1.247 | 0.022 | 1.169 | 1.316 | 1.248 | 0.018 | 1.247 | 0.022 | 1.246 | 0.020 | 1.250 | 0.019 |
| 完整颗粒 (%) | 299 | 92.2 | 3.9 | 71.6 | 100.0 | 93.1* | 3.3 | 92.9* | 3.9 | 91.5* | 4.1 | 92.7* | 3.7 |
| 角质胚乳 (%) | 90 | 88 | 3 | 78 | 95 | 81* | 4 | 81* | 4 | 81* | 4 | 81* | 3 |
| 南部铁路 | | | | | | 南部铁路 | | 南部铁路 | | 南部铁路 | | 南部铁路 | |
| 应力裂纹 (%) | 359 | 5.5 | 3.7 | 0 | 48 | 4.0* | 4.3 | 4.7* | 3.8 | 4.3* | 4.5 | 3.9* | 4.5 |
| 百粒重(g) | 103 | 33.77 | 4.12 | 23.53 | 43.32 | 34.59* | 3.38 | 33.95 | 3.32 | 35.11* | 2.98 | 34.77* | 2.86 |
| 颗粒体积 (cm ³) | 103 | 0.27 | 0.03 | 0.20 | 0.33 | 0.28 | 0.03 | 0.27 | 0.02 | 0.28* | 0.02 | 0.27* | 0.02 |
| 真实密度 (g/cm ³) | 103 | 1.255 | 0.022 | 1.206 | 1.316 | 1.256 | 0.021 | 1.258 | 0.021 | 1.263* | 0.019 | 1.265* | 0.018 |
| 完整颗粒 (%) | 359 | 92.1 | 3.9 | 67.0 | 99.6 | 92.5* | 3.8 | 92.7* | 3.5 | 91.9 | 3.6 | 93.2* | 3.3 |
| 角质胚乳 (%) | 103 | 88 | 3 | 78 | 95 | 81* | 4 | 82* | 4 | 82* | 3 | 82* | 4 |

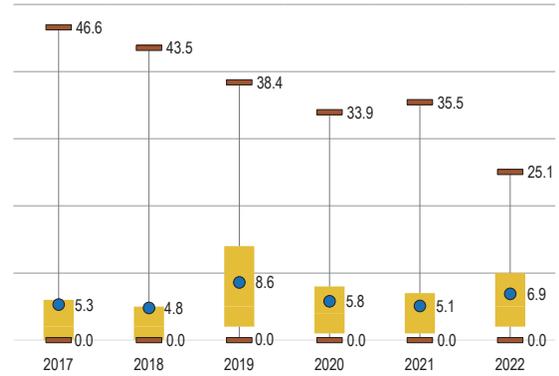
*数据显示平均值与2022年有差异, 统计基于双尾T检验, 可信度为95%。

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。

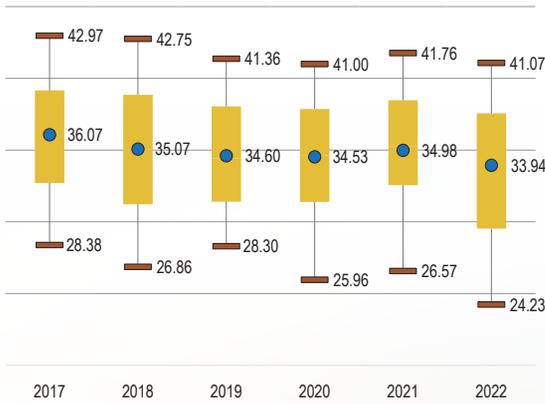
物理指标 六年总体水平比较



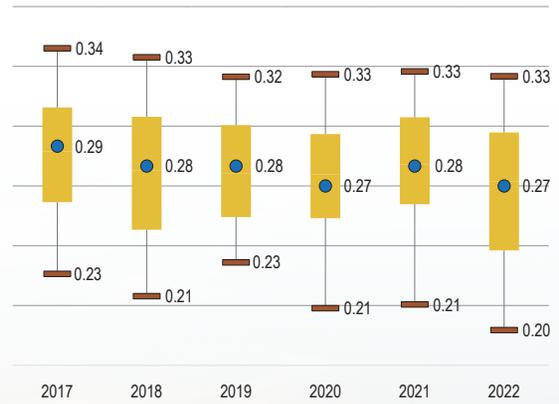
应力裂纹 (%)



百粒重 (g)

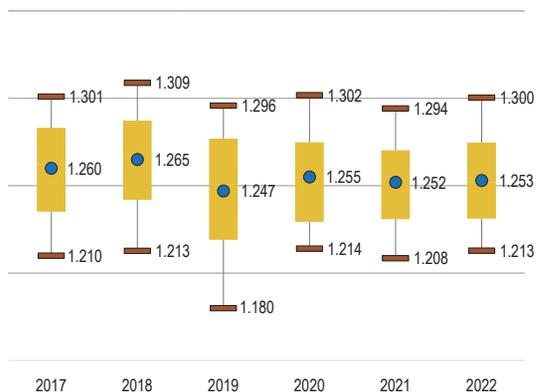


颗粒体积 (cm³)

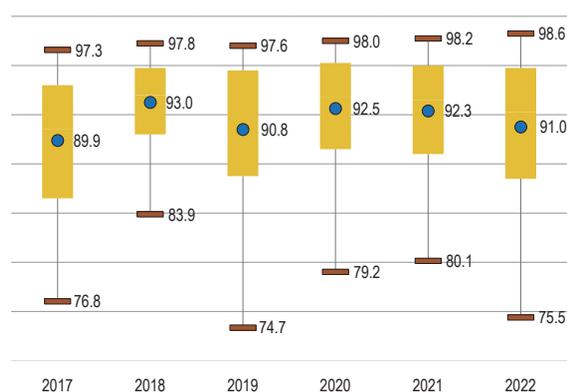


物理指标
六年总体水平比较

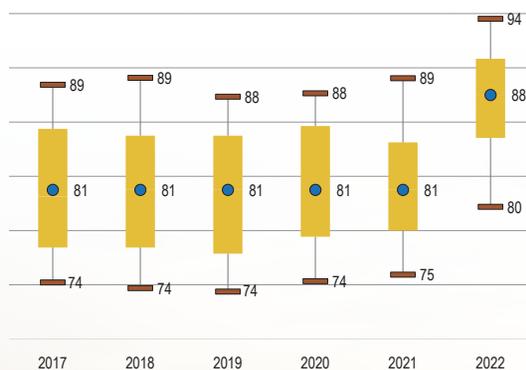
真实密度 (g/cm³)



完整籽粒 (%)



角质胚乳 (%)



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，黄曲霉毒素、DON（呕吐毒素或脱氧雪腐镰刀菌烯醇）和伏马菌素是玉米中常见的三种霉菌毒素。

在所有12年的收获报告中，对部分收获样本进行了黄曲霉毒素和DON检测。从《2019/2020收获报告》开始，伏马菌素被添加到真菌毒素检测列表中。《2020/2021收获报告》还开始检测样本中的赭曲霉毒素A、T-2和玉米赤霉烯酮。

不同的年份，玉米生产和储存的环境条件可能对某种特定的霉菌毒素形成提供有利条件，从而影响人和动物对玉米的使用。人和动物在不同程度上对霉菌毒素敏感。因此，FDA已经发布了黄曲霉毒素的最高限量，以及DON和伏马菌素的建议限量。

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保留采取强制执行行为的权利，不过执法行为并不是设定建议水平的根本目的。

由于生长条件对霉菌毒素的产生有重要的影响作用，收获报告的目的是严格报告在收获时在玉米作物中检测到霉菌毒素的情况，而不是预测美国玉米出口可能出现霉菌毒素的水平。由于美国谷物销售渠道的多个阶段和指导该行业的法律法规，玉米出口中出现的霉菌毒素水平可能低于最初收获时出现的水平。收获报告的结果应该仅作为一个指标，表明在收获时玉米中存在霉菌毒素的可能性。

《2022/2023年玉米出口货物品质报告》将报告出口点的玉米品质，并更美国玉米出口货物中的霉菌毒素做更准确的说明。

根据“调查和统计分析方法”一节所述的抽样标准，总共检测了180个霉菌毒素样本。本研究中霉菌毒素检测方法的详细内容见“检测分析方法”一节。

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，奶牛会将黄曲霉毒素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)。

对于黄曲霉毒素含量超过这些阈值水平的玉米混合，FDA已经制定了额外的政策和法律规定。一般来说，美国食品和药物管理局目前不允许降低黄曲霉毒素含量的玉米在普通商业市场销售。

| 黄曲霉毒素最高限量 | 标准 |
|-----------|--|
| 十亿份之二十 | 奶类动物，所有年龄的宠物，未成熟的动物(包括未成熟的家禽)以及动物用途未知时 |
| 十亿份之一百 | 肉牛种牛、种猪和成熟家禽 |
| 十亿份之二百 | 100磅或以上的育肥猪 |
| 十亿份之三百 | 育肥 (即饲养场)肉牛 |

来源: www.ngfa.org

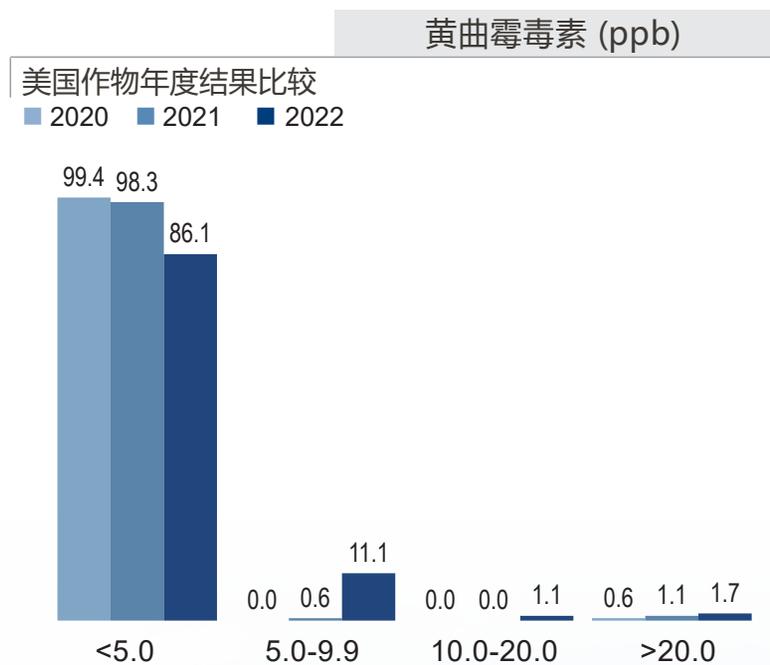
更多信息, 请参阅国家谷物和饲料协会的指导文件, “FDA霉菌毒素监管指南”, 见https://drive.google.com/file/d/1tqeS5_eOtsRmxZ5RrTnYu7NCI896KGX/view.

根据联邦法律, 美国出口的玉米必须检测黄曲霉毒素。除非合同豁免, 否则从美国出口的玉米检测必须经过联邦谷物检验局 (FGIS) 的黄曲霉毒素检测。含量超过20ppb的FDA最高限量的玉米不得出口, 除非有其他严格的条件。正因为如此, 出口玉米的黄曲霉毒素含量水平相对较低。

结果

2022年共检测了180份黄曲霉毒素样本, 而2021年和2020年也分别检测了180份。2022年的调查结果如下:

- 一百五十五 (155) 个样本, 即 180 个样本中的 86.1%, 未检出黄曲霉毒素 (低于FGIS一致性下限为5.0ppb)。这低于2021年 (98.3%) 和2020年 (99.4%) 未检出黄曲霉毒素的样本百分比。
- 二十 (20) 个样本或180个样本中的11.1%显示黄曲霉毒素水平大于或等于5.0ppb但小于10.0ppb。这一比例高于2021年 (0.6%) 和2020年 (0.0%)。
- 一百八十 (180) 个样本中的两 (2) 个样本或1.1%显示黄曲霉毒素水平大于或等于10.0ppb, 但小于或等于FDA最高限量水平20.0ppb。这一百分比虽然略高, 但与2021年 (0.0%) 和2020年 (0.0%) 相似。
- 180个样本中有三 (3) 个样本 (占1.7%) 显示黄曲霉毒素水平高于FDA的最高限量水平20.0ppb。这一比例略高于2021年 (1.1%) 和2020年 (0.6%)。
- 这些结果表明, 与2021年和2020年的样本相比, 2022年收获季节的样本中黄曲霉毒素含量略高 (尽管含量很低)。



这些样本结果可能部分归因于2022年有利于黄曲霉毒素发展的天气条件 (参见“作物和天气条件”一节了解更多关于2022年生长条件的信息)。

脱氧雪腐镰刀菌烯醇 (DON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。

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。

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：

| DON 建议限量 | 标准 |
|----------|------------------------|
| 百万分之五 | 猪饲料不能超过饲料配方的20%； |
| 百万分之五 | 其他未列明的动物，不得超过其饲料配方的40% |
| 百万分之十 | 鸡饲料中不能超过饲料配方的50% |
| 百万分之十 | 反刍动物应用于四个月以上的肉牛和奶牛 |

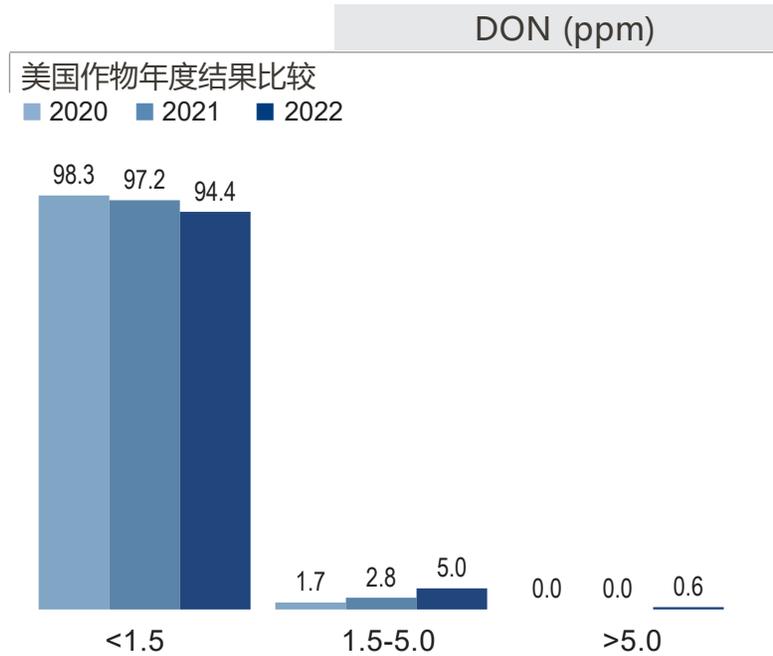
数据来源：www.mgfa.org

更多信息，请参阅国家谷物和饲料协会的指导文件，“FDA霉菌毒素监管指南”，见https://drive.google.com/file/d/1tqeS5_eOtsRmxZ5RrTnYu7NCI896KGX/view。

结果

2022年共对180份玉米样本进行DON的检测分析, 而2021年和2020年用于检测的样本也分别为180份, 2022年的调查结果如下:

- 一百七十 (170) 个样本, 即180个样本中的94.4%, 检测出小于1.5ppm。2022年的这一百分比虽然略低, 但与2021年 (97.2%) 和2020年 (98.3%) 相似。
- 九 (9) 个样本, 或180个样本中的5.0%, 测试大于或等于1.5ppm, 但小于或等于FDA建议限量水平5.0 ppm。2022年的这一比例略高于2021年 (2.8%) 和2020年 (1.7%)。
- 一 (1) 个样本或180个测试样本中的0.6%高于FDA的建议限量5.0ppm, 与2021年 (0.0%) 和2020年 (0.0%) 相似。



在2022年检测中, 检出具有高于1.5ppm的相对高百分比的样本可能归因于有利于2022年DON发展的天气条件。

伏马菌素

伏马菌素是谷物自然滋生的一种毒素，常见于玉米。相比黄曲霉毒素和呕吐毒素，伏马菌素是较新的发现。它由镰刀菌素的几种真菌引起，伏马菌素属包括B1、B2和B3。伏马菌素B1占比最大，为总伏马菌素的70-80%。对于伏马菌素，主要关注其污染饲料从而造成对动物的伤害，尤其是对马匹和猪只。真菌的滋生和伏马菌素的形成主要发生于收割之前的田地中。昆虫是伏马菌素污染的一个重要因素，因为它们扮演了损伤中介。气温、降水情况、真菌滋生和伏马菌素的污染也有关联。一般情况下，伏马菌素的发生和作物压力、虫害、干旱和土壤墒情都有关。2001年FDA就以玉米为原料的食品和饲料中伏马菌素含量水平提供了指导，以减少人和动物的接触。FDA的最高限量水平如下所示：

| DON 建议限量 | 标准 |
|----------|---|
| 百万分之五 | 马、兔饲料中伏马菌素含量不能超过饲料配方的20% |
| 百万分之二十 | 猪和鲑鱼饲料中伏马菌素含量不能超过饲料配方的50% |
| 百万分之三十 | 反刍动物种畜、种禽和奶牛种畜饲料含伏马菌素含量不能超过饲料配方的50% |
| 百万分之六十 | 月龄3个月以上的肉用反刍动物和养殖取皮的貂饲料伏马菌素含量不能超过饲料配方的50% |
| 百万分之一百 | 肉鸡饲料中的伏马菌素含量不能超过饲料配方的50% |
| 百万分之十 | 所有其他未列出的动物饲料中伏马菌素含量不能超过饲料配方的50% |

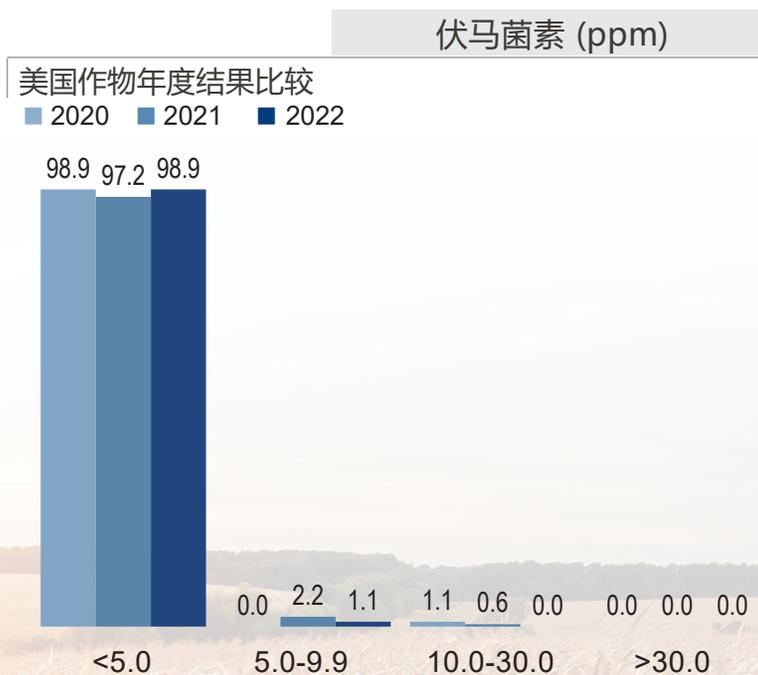
数据来源：www.mgfa.org

更多信息，请参阅国家谷物和饲料协会的指导文件，“FDA霉菌毒素监管指南”，见https://drive.google.com/file/d/1tqeS5_eOtsRmxZ5RrTnYu7NCIr896KGX/view。

结果

2022年共对180个样本进行了整体伏马菌素分析。自《2019/2020收获报告》开始, 对收集的样本进行伏马菌素检测。2022年调查结果如下:

- 180个检测样本中有178个 (98.9%) 低于5.0ppm, 这是动物 (马科动物和兔子) 的最低建议限量。2022年的这一比例与2021年 (97.2%) 和2020年 (98.9%) 相似。
- 180个检测样本中的两 (2) 个或1.1%大于或等于5.0ppm, 但小于10.0ppm。2022年的这一比例与2021年 (2.2%) 和2020年 (0.0%) 大致相当。。
- 180个检测样本中的零 (0) 或0.0%大于或等于10.0ppm, 但不大于30.0ppm。2022年的这一百分比与2021年 (0.0%) 和2020年 (1.1%) 相似。
- 检测的180个样本中, 零 (0) 或0.0%大于30.0ppm, 这是饲养反刍动物、家禽和貂的建议限量。2022年的这一百分比与2021年和2020年相同。



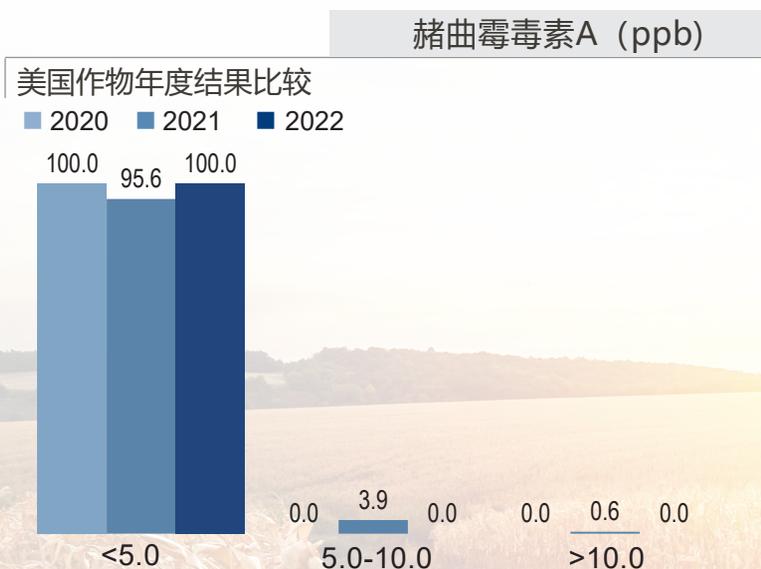
赭曲霉毒素A

赭曲霉毒素被认为是一种危险的霉菌毒素，由许多真菌种类产生，如疣状青霉菌和赭曲霉，它们可以寄生在谷物、杂粮和一系列其他食品中。在这些产品中，赭曲霉毒素摄入量的50-80%来自谷物和杂粮。真菌可以产生赭曲霉毒素A、B和C，但赭曲霉毒素A的生产含量最大。虽然赭曲霉毒素A可以发生在从田地到仓库的整个生产链上，但主要问题在储存环节。储存在高湿度/湿度 (>14%) 和温暖温度 (>20°C) 和/或干燥不足的谷物有可能被真菌污染并产生赭曲霉毒素。此外，机械、物理或昆虫对谷物的破坏也为真菌提供了一个入口。真菌最初在谷物中生长时，可以通过新陈代谢形成足够的水分，以便进一步生长和形成霉菌毒素。由于谷物和杂粮产品占人类饮食的很大一部分，一些国家已确定未加工谷物中赭曲霉毒素A的最高水平。欧洲委员会确定了原粮中赭曲霉毒素A的最高含量为十亿分之五。FDA没有发布赭曲霉毒素A的建议限量。

结果

自2020/2021年收获报告以来，已开始对调查样本进行了赭曲霉毒素A检测。2022年对180份样本进行赭曲霉毒素A分析的结果如下：

- 一百八十份 (180份) 或100.0%的检测样本低于5.0ppb，欧盟委员会规定了赭曲霉毒素A的最高水平。2021年的这一百分比低于2020年 (100.0%) 这一比例高于2021年 (95.6%)，与2020年 (100.0%) 持平。
- 零 (0) 个或0.0%的检测样本高于或等于5.0ppb，但不高于10.0ppb。2022年的这一比例低于2021年 (3.9%)，与2020年 (0.0%) 持平。
- 零 (0) 或0.0%的检测样本大于10.0ppb。2022年的这一比例低于2021年 (0.6%)，与2020年 (0.0%) 持平。



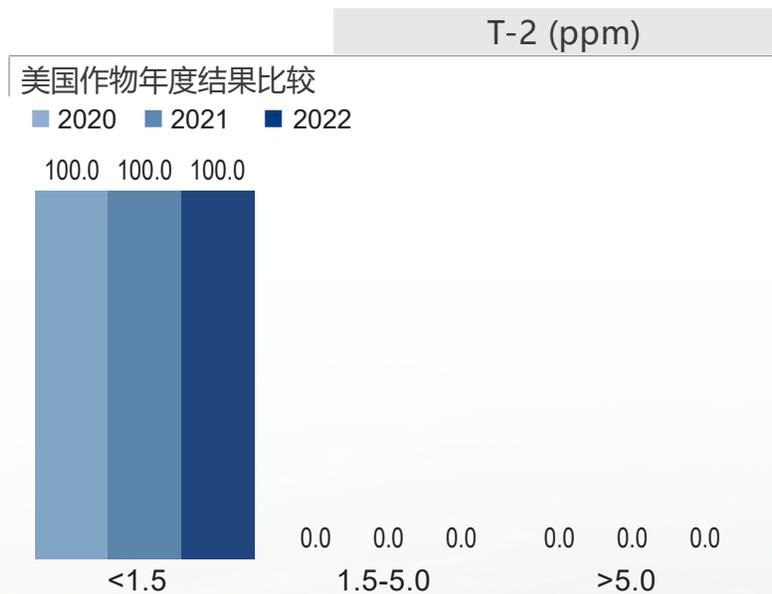
T-2

T-2是几种真菌毒素中的一种 (包括脱氧雪腐镰刀菌醇或DON), 属于一种真菌毒素, 称为trichocenenene。T-2毒素是由多种镰刀菌真菌在谷类作物生长过程中产生的。这种真菌可以在很宽的温度范围内生长 (-2到35°C), 而且只有在水分活度高于0.88的情况下才可以生长。因此, T-2通常不会在收获时的谷物中发现, 而是在收获后留在田间 (特别是在冬季) 遭受水害的谷物中发现。但是, 如果粮食在贮存过程中遭受水浸损害, 则会发生T-2。FDA没有发布T-2毒素的建议限量。

结果

自2020/2021年收获报告以来, 已开始对收集样本进行了T-2测试。2022年T-2的180个样本分析结果如下:

- 一百八十 (180) 个或100.0%的测试样本低于1.5ppm。2022年的这一百分比与2021年 (100.0%) 和2020年 (100.0%) 相同。
- 零 (0) 或0.0%的样本检测结果大于或等于1.5ppm, 但不大于5.0ppm, 与2021年 (0.0%) 和2020年 (0.0%) 相同
- 零份 (0份) 或0.0%的样本检测结果大于5.0ppm, 与2021年 (0.0%) 和2020年 (0.0%) 相同。



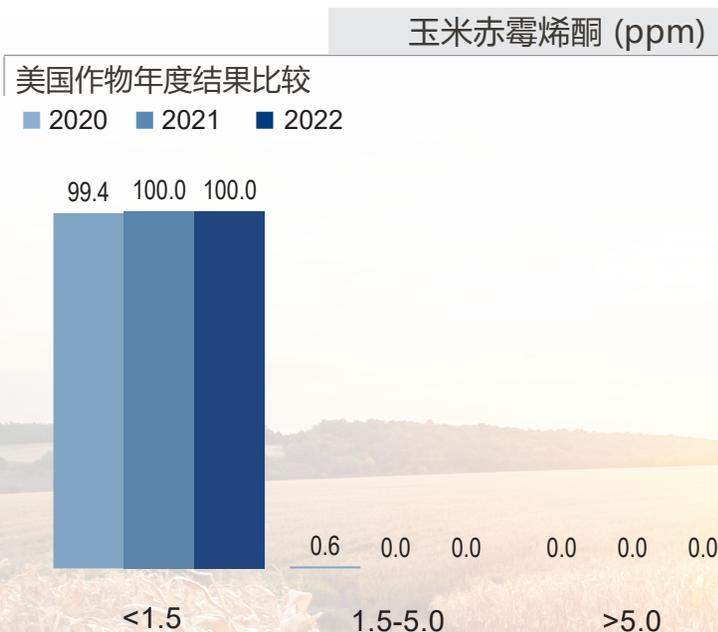
玉米赤霉烯酮

玉米赤霉烯酮是一种真菌毒素,在大多数方面与脱氧雪腐镰刀菌醇(DON)非常相似,但也有少数例外。两者都是由真菌的镰刀菌种产生的。因此,在谷物和谷物制品中同时发现霉菌毒素的情况并不罕见。玉米赤霉烯酮生产的生长条件与DON非常相似,最佳温度为65至85华氏度。生长过程中的温度下降也会刺激真菌产生毒素。真菌生产玉米赤霉烯酮所需要的水分含量为20%或更多,这与生产DON所需要的水分含量相似。但如果生长过程中的水分含量低于15%,毒素就会停止产生。这就是为什么人们建议储存的玉米应干燥到水分低于15%的原因之一。就算低至0.1ppm至5.0ppm的水平也已被证明会导致猪的繁殖问题,因此在给猪饲喂可能受污染的谷物时应非常小心。FDA并没有发布玉米赤霉烯酮的建议限值,但只建议观察DON的水平。与其他真菌毒素一样,至少对目标样本数量的25%(600个)进行了检测,以评估今年的生长条件对赭曲霉毒素A、T-2和玉米赤霉烯酮的影响。所采用的抽样准则及检测方法,分别载于“调查及统计分析方法”及“检测分析方法”部分。

结果

自2020/2021年收获报告以来,已开始对调查样本进行了玉米赤霉烯酮检测。2022年分析的180个样本的结果如下:

- 一百八十(180)份或100.0%的样本检测低于1.5ppm。这一比例与2021年(100.0%)持平,与2020年(99.4%)相近。
- 检测样本中零(0)份或0.0%大于或等于1.5ppm,但不超过5.0ppm。一比例与2021年(0.0%)持平,与2020年(0.6%)相近。
- 180个样本中零(0)个或0.0%检测大于5.0ppm,与2021年和2020年相同(均为0.0%)。



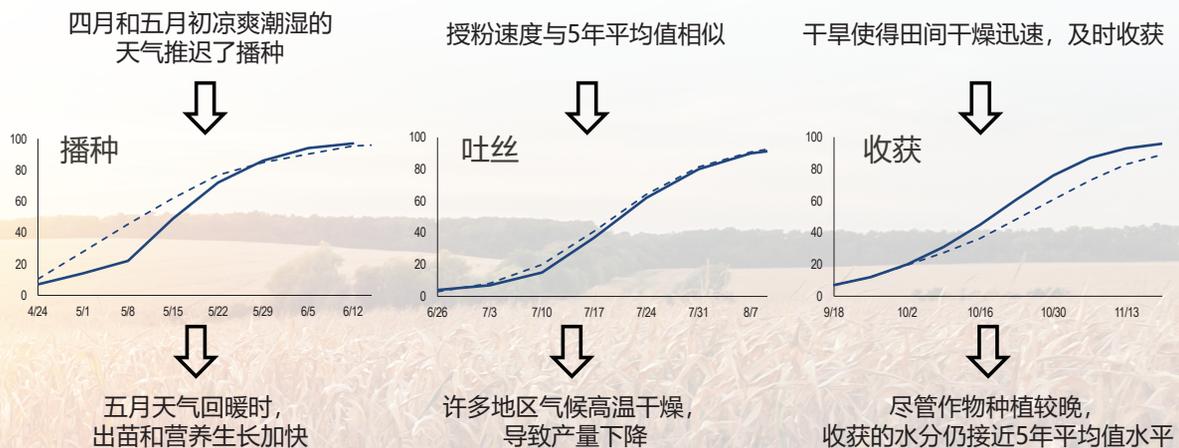
A. 2022年收获摘要

天气在玉米种植过程、生长条件和田间谷物发育中起着重要作用。这些反过来影响最终的谷物产量和质量。总体而言，2022年的特点是播种晚，授粉期雨水稀少，灌浆期炎热干旱，干燥和收获快。这种作物的种植时间晚于平均水平，经历了温暖干燥的整个生长季节，与5年平均值相比，良好至优良作物条件的评级¹在整个季节都在下降。与5年平均值相比，天气条件增加了作物的平均测试重量和蛋白质浓度。以下是2022年生长季的主要事件：

- 凉爽、潮湿的环境推迟了种植季节，但随后更长的日照、更温暖的天气加快了作物的生长。
- 授粉（吐丝期）时间与5年平均值相似，天气高温干燥，除了墨西哥湾出口集中区东半部在7月温度和降雨接近平均水平。
- 玉米籽粒在墨西哥湾出口集中区平均天气条件下生长，而其他地方的高温和干旱增加了蛋白质和硬胚乳的含量。
- 季末的干旱条件有利于快速的田间干燥和干燥谷物的及时收获。
- 下半年，随着周期性的降雨玉米继续生长，温度再次回暖，玉米作物的快速成熟使得田间脱水进度快，并促进了对干燥谷物的收获，有利于减少总体损失、应力裂纹和破碎玉米和杂质（BCFM）的产生。

作物生长条件及对作物的影响

— 2022 — 2017-2021



¹美国农业部在生产周期中每周对美国玉米作物进行评级。该评级基于产量潜力和植物压力，这些因素包括极端温度、水分过多或不足、疾病、虫害和/或杂草压力。

B. 播种和早期生长季节

晚播，整齐出苗，然后高温干旱胁迫

影响玉米产量和品质的天气因素包括玉米生长季节之前和期间的降雨量和温度。这些天气因素与种植的玉米品种和土壤肥力相互作用。玉米的产量是每英亩植物数量、每株植物的粒数和每粒重量的函数。播种时的寒冷或潮湿天气可能会减少植物数量或阻碍了植物生长，这就可能会导致单位面积产量降低。在播种期和生长初期出现一些干燥的天气条件是有益的，这会促进根系向更深初发展，以便在生长季节后期更好地获得水分，并保持氮肥可用于后期植物生长。

2022

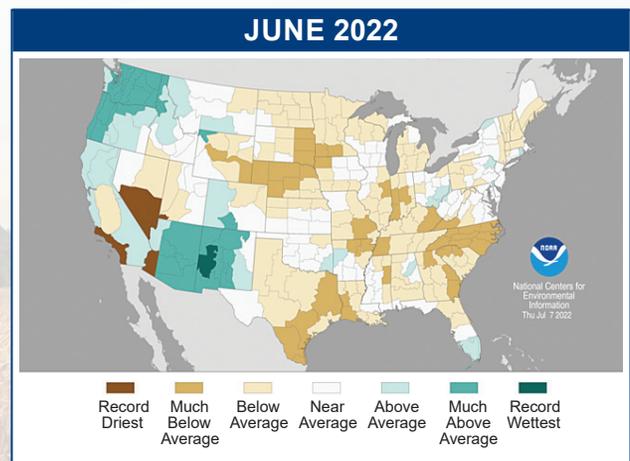
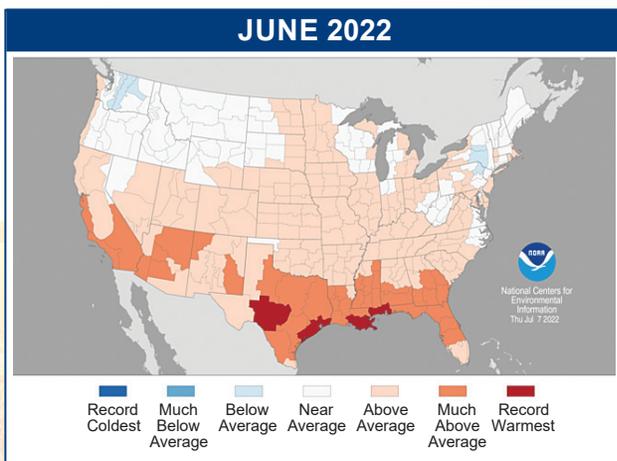
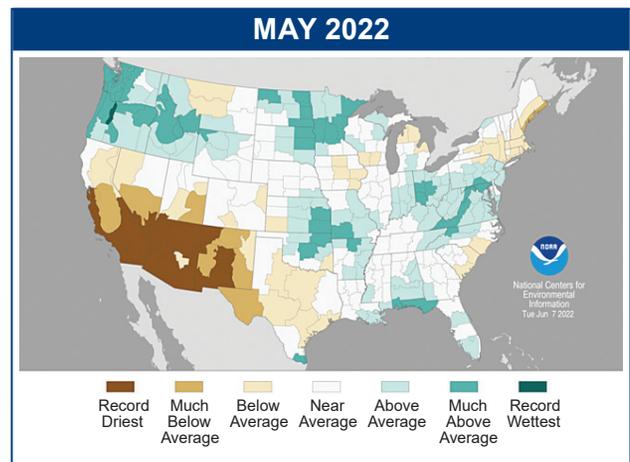
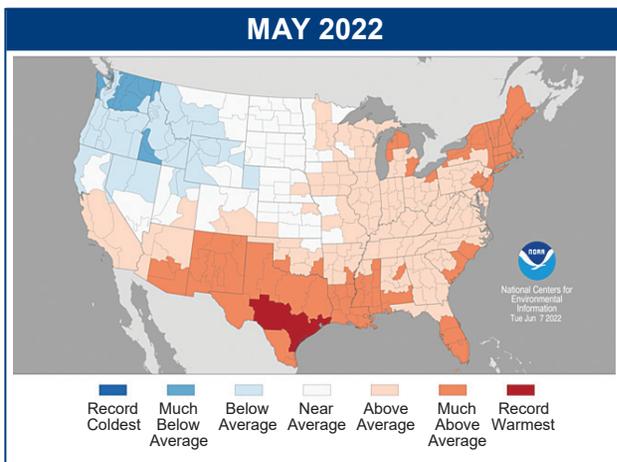
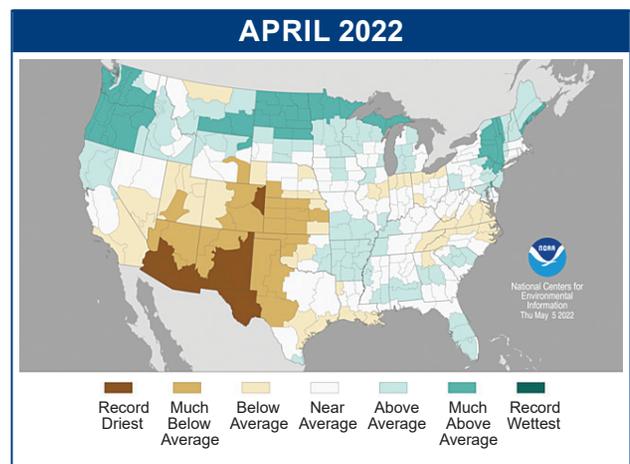
总体而言，在2022年，由于寒冷潮湿的田地，玉米种植比5年平均值晚了约1至2周。因此，播种后温度较高、日照时间较长会导致极好的均匀出苗。6月营养后期持续的温暖和干燥条件维持了快速生长，这与5年平均值的进度相匹配。

在西北太平洋出口集中区，过多的雨水推迟种植并没有缓解长期干旱，幼苗受到压力。

墨西哥湾和南部铁路出口集中区的春雨减少了干旱面积，这有助于幼苗在六月的炎热和干旱中生长。

区域平均气温
(时期: 1895-2022)

区域平均降雨量
(时期: 1895-2022)



来源: 美国国家海洋和大气管理局/区域气候中心

来源: 美国国家海洋和大气管理局/区域气候中心

C. 授粉和灌浆的条件

高温胁迫降低了籽粒数量

玉米授粉通常发生在7月。在授粉时，高于平均水平的温度或缺少雨水通常会造成籽粒数量的减少。在7月和8月的早期灌浆期间，天气条件对于确定最终的谷物成分至关重要。授粉时，适度的降雨和低于平均温度，尤其是夜间温度，可导致产量增加。降雨少，气温高，尤其是在玉米灌浆的后半段（8月至9月），会让玉米形成更多的蛋白质。在籽粒灌浆后期，氮也从叶片向籽粒转移，导致籽粒蛋白质和硬胚乳增加。

就霉菌毒素的形成而言，黄曲霉毒素的产生是由开花期间的高温、低降水和干旱，及随后的温暖的高湿度时期引起的。虽然DON的产生与高水分玉米的收获延迟或储存有关，但通过玉米穗丝感染，授粉后三周内的凉爽温度（26至28℃）或潮湿条件会促进真菌感染产生DON。

2022

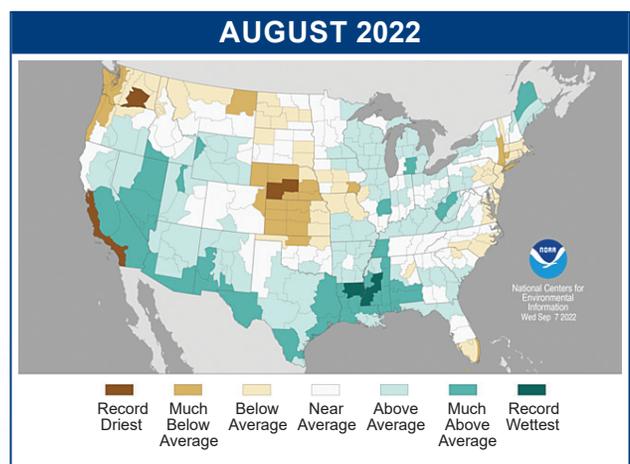
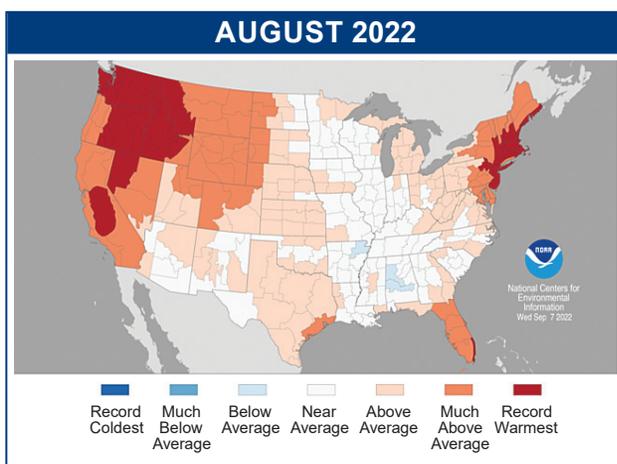
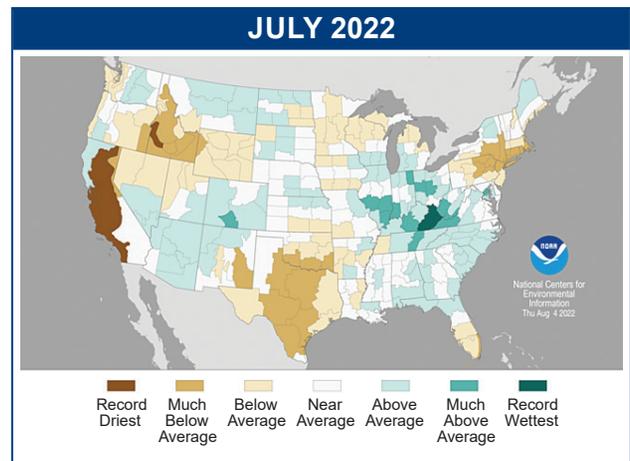
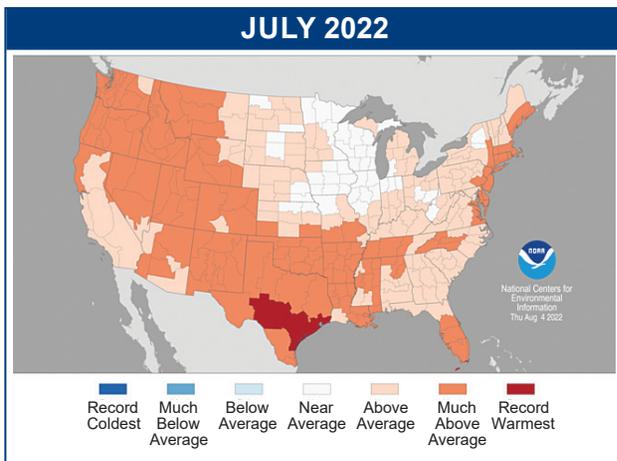
总的来说，在2022年，授粉发生在温暖的温度下，在墨西哥湾出口集中区获得有利降雨，但在西北太平洋出口集中区和南方铁路出口集中区的天气更干燥。这些天气条件不利于黄曲霉毒素或DON的广泛形成。

在西北太平洋地区，中部地区雨水充沛，缓解了作物生长的干旱压力。然而，整个集中出口区中存在热胁迫，导致更少的籽粒发育和更少的淀粉积累。一些极度干旱的地区没有授粉，或者提前收割，用作青贮饲料而不是以谷粒收获。

南部铁路出口集中区的北部地区在7月份获得了良好的降雨和授粉生长条件，但8月份温暖干燥，有利于蛋白质积累，而非淀粉和油的积累。南部铁路出口集中区的南部，许多地区极端干旱，玉米没有发生授粉，或者提前收割用作青贮饲料而不是谷物。极端干旱地区的检测样本数量减少，因这些地区产量和出口量预期较低。

区域平均气温
(时期: 1895-2022)

区域平均降雨量
(时期: 1895-2022)



来源: 美国国家海洋和大气管理局/区域气候中心

来源: 美国国家海洋和大气管理局/区域气候中心



D. 收获条件

干旱，收获期早

玉米成熟时的水分在25%到35%之间。在生长季节结束时，田间玉米脱水能否达到15-20%水分的理想水平取决于阳光、温度、湿度和土壤湿度。在阳光充足、温暖干燥的日子里，玉米可以最有效地脱水，对品质的不利的影响也降低到最小。早霜是生长季节结束时会遇到的天气问题。在谷物充分干燥之前遇到早霜可能会导致产量、真实密度和容重降低。如果过早收获，较高水分的玉米可能比较脱水干燥的玉米更容易产生应力裂纹和破碎。

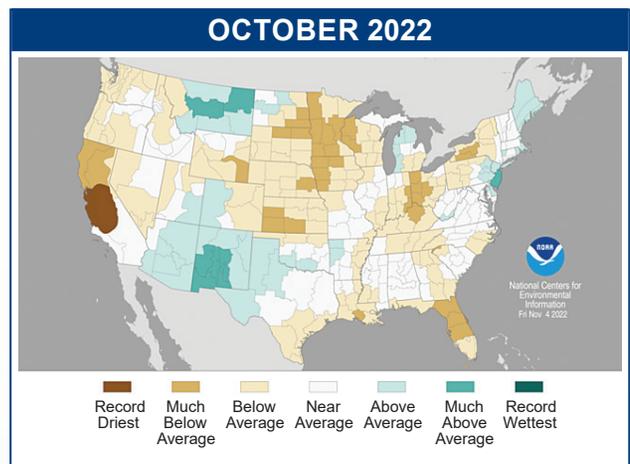
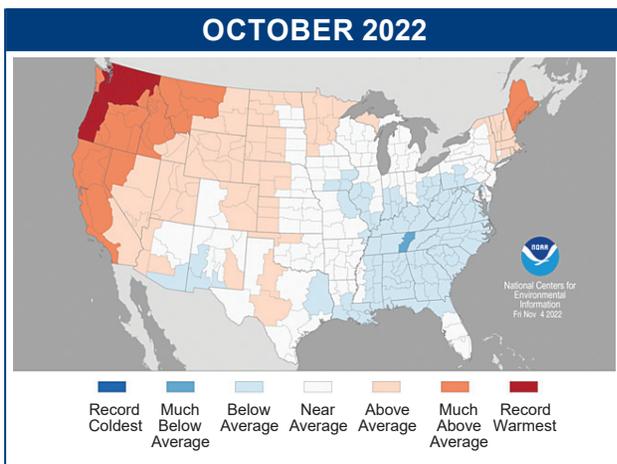
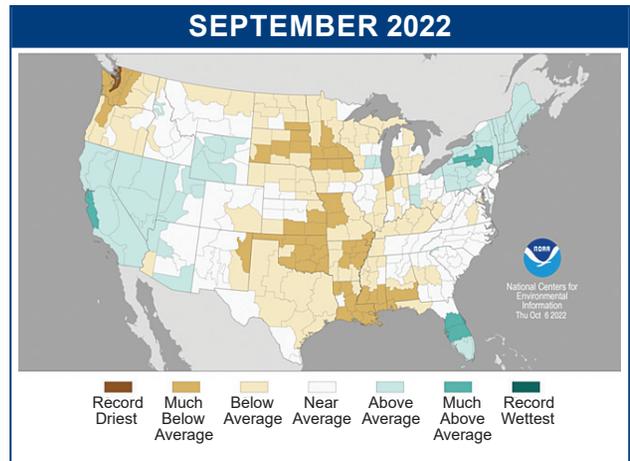
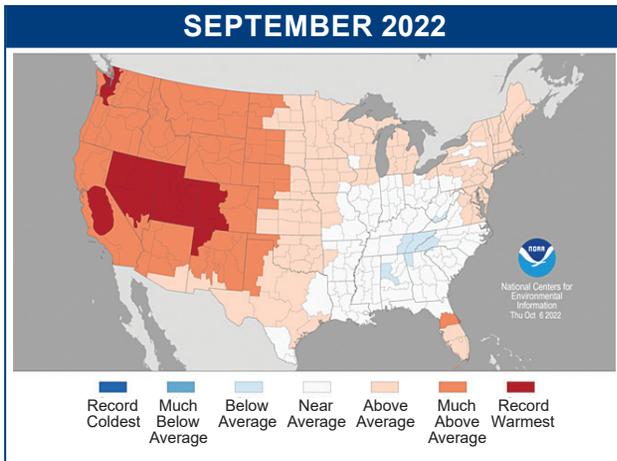
2022

虽然今年的作物在2022年播种较晚，但发育进展很快，成熟程度与5年平均值速度相似。成熟后持续的干旱条件使得生产者可以进行收获，不会在收获期出现降雨延迟或冰冻天气。

作物在生长季节结束时经历的温暖条件不利于真菌毒素如DON、伏马菌素、赭曲霉毒素A、T-2和玉米赤霉烯酮。这些相同的条件也加速了作物的成熟，有助于及时收获，进一步防止这些真菌毒素的关键发展。

区域平均气温
(时期: 1895-2022)

区域平均降雨量
(时期: 1895-2022)



来源: 美国国家海洋和大气管理局/区域气候中心

来源: 美国国家海洋和大气管理局/区域气候中心



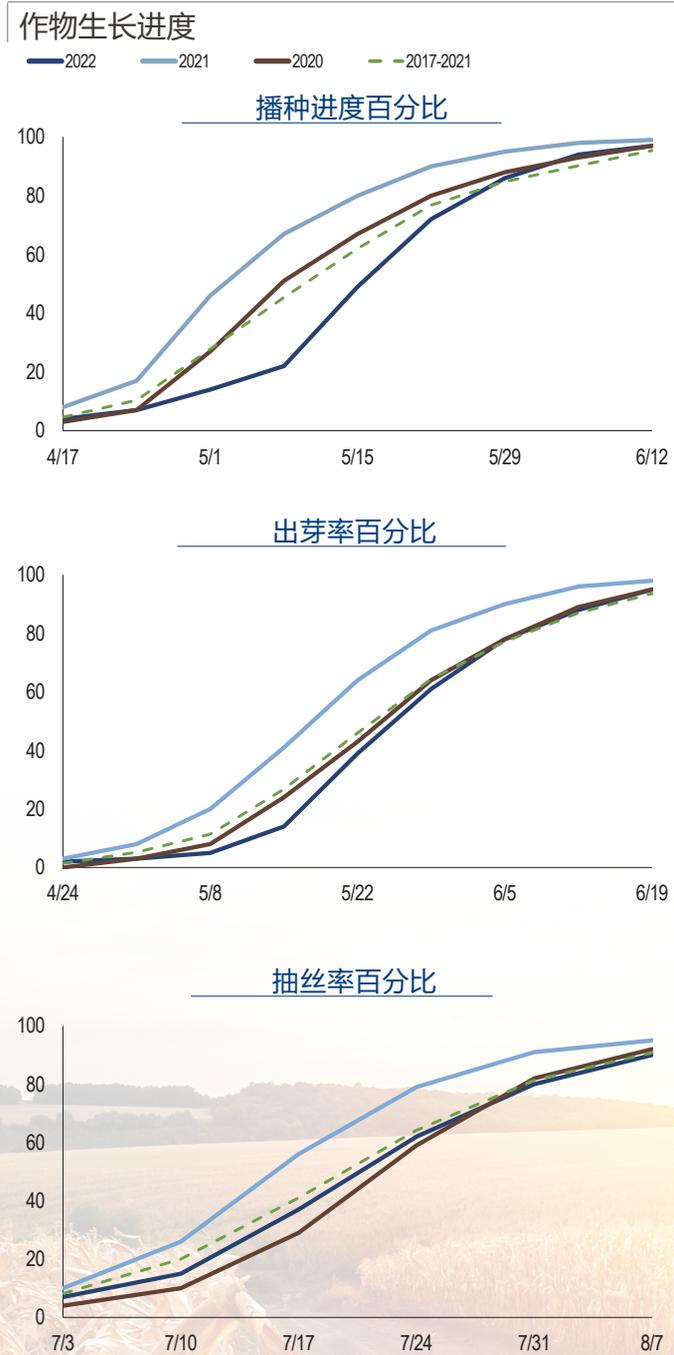
E. 2022年与2021年、2020年和5年平均值的比较

2022年作物生长快速，作物压力中等

寒冷潮湿的4月导致2022年作物的种植比2020年和5年平均值晚了一周，比2021年晚了两周。2020年春天凉爽干燥的天气也导致种植进度比5年平均值进度提前。

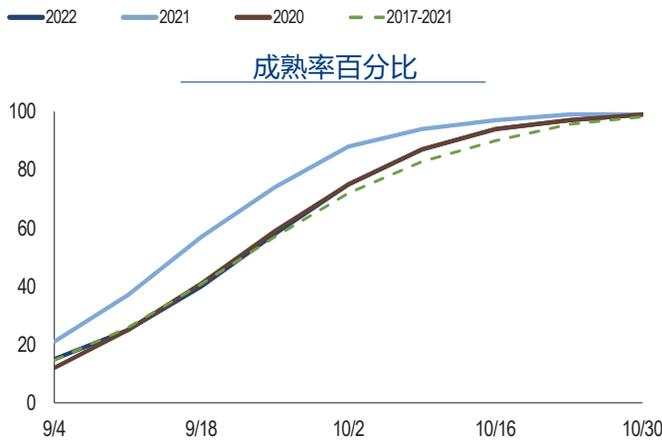
由于气温温暖，作物出苗时间很快接近2020年的进度和5年平均值，但仍比2021年晚一周。与5年平均值相比，2020年持续的凉爽条件减缓了营养生长，而2021年的生长延迟较少。

2022年吐丝/授粉时间与2020年和5年平均值相似，但仍不早于2021年，因为2021年种植较早。2021年，较低的温度有助于授粉，而在2020年，有雨水抵消了早期的干燥。2022年墨西哥湾出口集中区的作物受益于授粉期附近的降雨。2022年，高于平均温度限制了淀粉积累，有利于形成蛋白和硬胚乳。

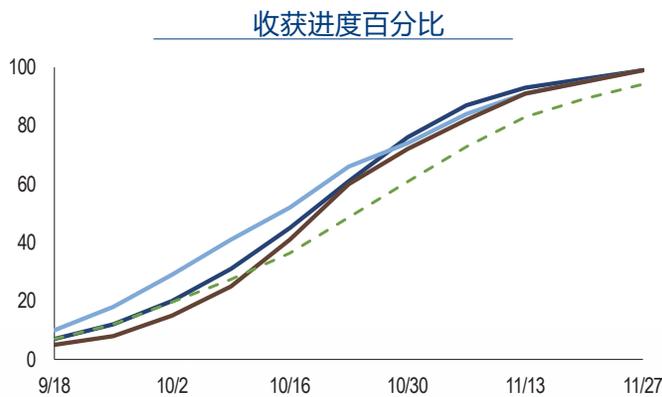


来源: 美国农业部国家农业统计局

作物生长进度

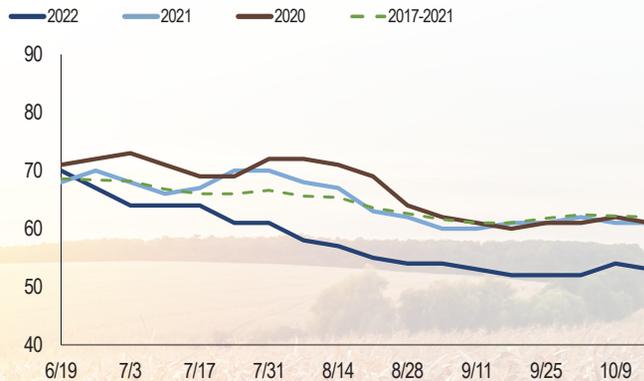


与2020和5年平均值相似，干燥条件使2022作物成熟。2021年，加拿大和西部野火产生的烟雾降低了气温，抑制了一些光合作用和淀粉积累。



由于天气干旱高温，作物得以快速成熟，2022年的作物提前收获。由于干旱条件，2020年和2021年的收获比5年平均值快。

作物生长状况 优良率百分比



在2022年，农作物开始有较高的良好到极好的优良率评级²，但是在作物生长和发育阶段，过度的高温和干旱逐渐将评级降低到2020年、2021年和5年平均值以下。炎热和干燥的条件不利于光合作用，而光合作用是淀粉和油的直接前提。

来源: 美国农业部国家农业统计局

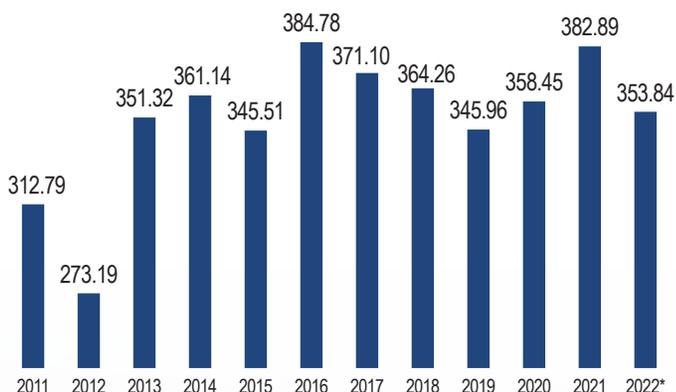
²良好的评级意味着单产前景正常:水分含量充足; 疾病、虫害和杂草压力都很小。优秀评级意味着单产前景高于正常水平; 作物压力很少或没有; 疾病、虫灾和杂草压力微不足道。

A. 美国玉米生产

美国玉米平均产量和单产

根据2022年11月美国农业部世界农业供需估计 (WASDE) 报告, 2022年美国玉米产量预计为3.5384亿公吨 (139.30亿蒲式耳)。如果实现, 这一数量将是2019/2020年度作物以来的最低水平 (3.4596亿公吨或136.2亿蒲式耳), 低于前五次作物的平均产量水平 (3.6453亿公吨或143.51亿蒲式耳)。2022年较低的预计产量是收获面积和预期产量的结果。与3320万公顷 (8200万英亩) 的5年平均相比, 预计2022年总收获量为3273万公顷 (8080万英亩)。平均单产估计也低于5年平均。预计平均产量为每公顷10.81公吨 (每英亩172.3蒲式耳), 而前五年的平均单产为每公顷10.90公吨 (每英亩173.7蒲式耳)。

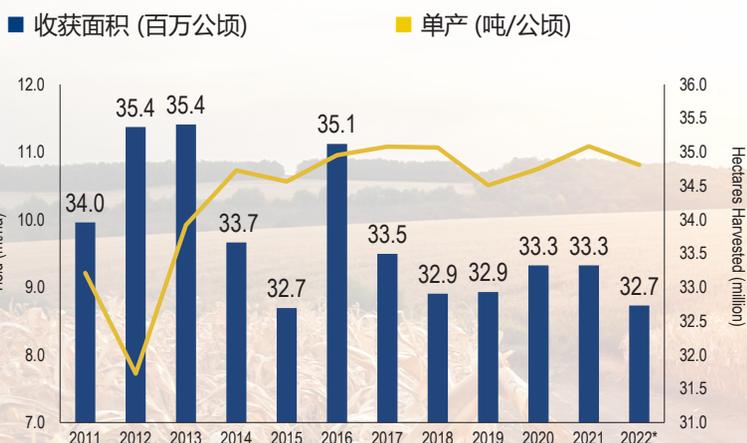
美国玉米产量 (百万吨)



*预估

来源: 美国农业部国家农业统计局

美国玉米单产和收获面积



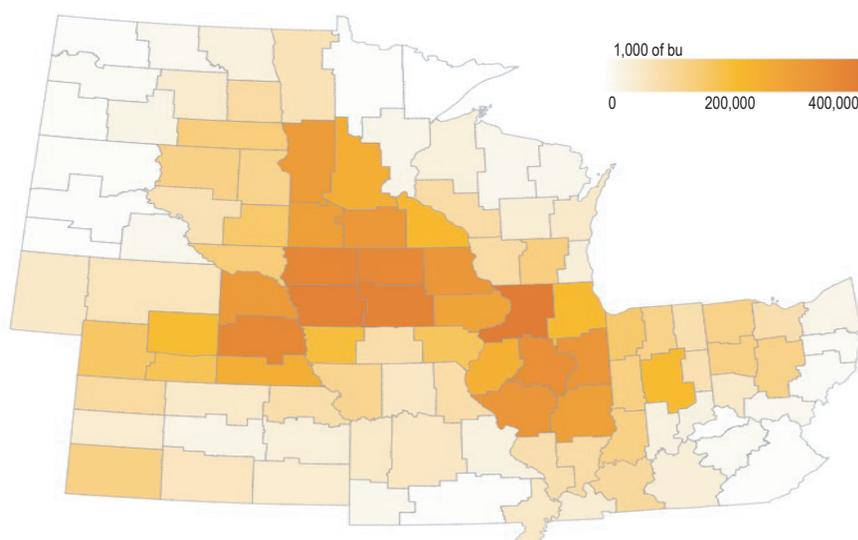
*预估

来源: 美国农业部国家农业统计局

农业统计区和各州产量

《2022/2023年玉米收获品质报告》中包括的地理区域涵盖了美国最高的玉米产区。下图显示了美国农业部农业统计区预测的2021年玉米产量。这些州的出口量占美国玉米出口的90%以上¹。

农业统计区2022年美国玉米产量预估



来源: 美国农业部国家农业统计局

¹资料来源:美国农业部美国农业部国家农业统计局、美国农业部谷物检验、批发及畜牧场管理局和Centrec估计数。

美国各州玉米产量图表总结了各州2021年和2022年玉米产量的变化。该表还显示了收获面积和产量的相对变化。绿色柱表示相对增加，红色柱表示从2021年到预计的2022年相对减少。

12个主要玉米生产州中的5个预计产量将比2021年大幅下降（至少10%）。预计2022年，只有明尼苏达州、伊利诺伊州和北达科他州的产量会同比增长。这也是仅有的三个预计产量比2021年增加1%以上的州，因为2022年炎热干燥的天气导致许多地区产量预期下降。

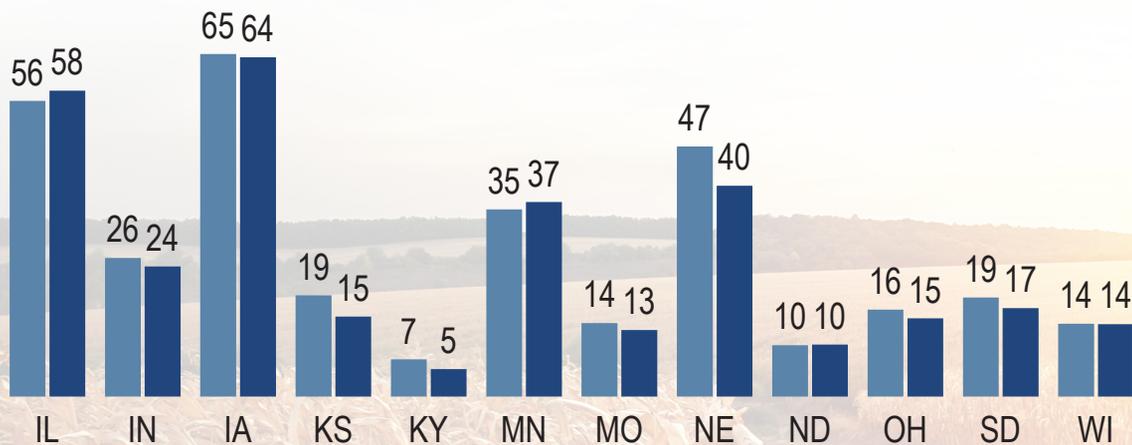
美国各州玉米产量

| 州 | 2021 | 2022* | 差异 | | 相对%变化 [†] | |
|-------|--------|--------|---------|---------|--------------------|-------|
| | | | MMT | Percent | Acres | Yield |
| 伊利诺伊 | 55.67 | 57.62 | 1.94 | 3.5% | | |
| 印第安纳 | 26.10 | 24.50 | (1.60) | -6.1% | | |
| 艾奥瓦 | 64.51 | 63.88 | (0.63) | -1.0% | | |
| 堪萨斯 | 19.07 | 15.04 | (4.02) | -21.1% | | |
| 肯塔基 | 7.02 | 5.17 | (1.85) | -26.4% | | |
| 明尼苏达 | 35.25 | 36.63 | 1.38 | 3.9% | | |
| 密苏里 | 13.85 | 12.52 | (1.34) | -9.6% | | |
| 内布拉斯加 | 47.11 | 39.69 | (7.42) | -15.8% | | |
| 北达科他 | 9.68 | 9.81 | 0.13 | 1.3% | | |
| 俄亥俄 | 16.37 | 14.74 | (1.63) | -10.0% | | |
| 南达科他 | 18.65 | 16.67 | (1.98) | -10.6% | | |
| 威斯康星 | 13.72 | 13.64 | (0.08) | -0.6% | | |
| 美国总计 | 382.89 | 353.84 | (29.06) | -7.6% | | |

[†]绿色表示高于前一年，红色表示低于前一年；色块高度表示相对数量*预估
来源：美国农业部国家农业统计局

美国各州玉米产量 (百万吨)

■ 2021 ■ 2022*



*预估
来源：美国农业部国家农业统计局

B. 美国玉米消费和期末库存

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情况保持不变。

用于国内乙醇生产的玉米数量很大程度上取决于美国成品汽油的消费。在19/20和20/21市场年度因COVID-19大流行而下降后, 21/22市场年度用于国内乙醇生产的玉米比20/21市场年度增加了5.9%。

在21/22市场年度, 作为饲料成分的玉米在家畜和家禽口粮中的直接消耗量也有所增加, 与20/21市场年度相比上升了2.0%。尽管用于国内乙醇生产的玉米有所增加, 但美国有记录以来第二大玉米作物为充足的供应和相对于其他饲料原料的竞争价格做出了贡献。

尽管作物产量接近历史最高水平, 但国内消费总量的增加导致21/22市场年度可供出口的玉米减少, 与20/21市场年度相比, 玉米出口下降了10.0%。

在21/22市场年度, 期末库存同比增长11.5%。尽管美国玉米产量大增, 但国内消费总量的增加使期末库存保持在自13/14市场年度以来的第二低水平。

C. 展望

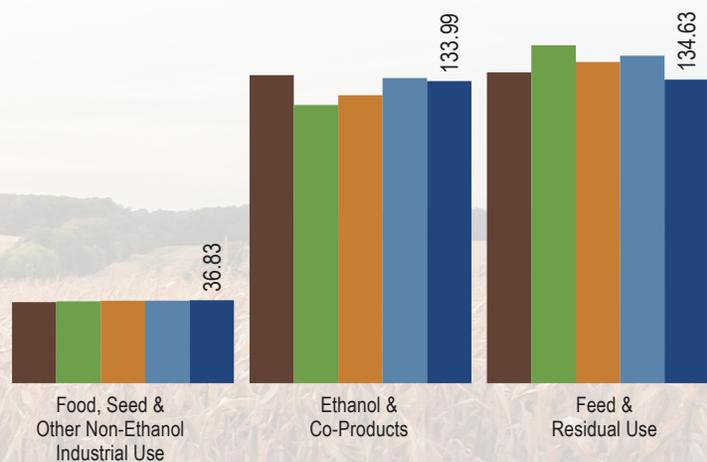
美国展望

预计2022年美国玉米产量将比2021年低2906万公吨（11.44亿蒲式耳）（下降7.6%）。鉴于作物产量减少, 预计22/23市场年度的消费和出口水平将会下降。

预计22/23市场年度的玉米乙醇用量略低于21/22市场年度, 但仍高于19/20和20/21市场年度的疫情水平。继21/22市场年度同比增长5.9%之后, 预计22/23市场年度乙醇玉米用量将下降1.0%。

按市场年度美国玉米用途

■ MY18/19 ■ MY19/20 ■ MY20/21 ■ MY21/22 ■ MY22/23*



*预估

来源: 美国农业部全球农业供需预估报告和经济研究局

在22/23市场年度，国内玉米用作饲料和剩余物预计为1.3463亿公吨。这一估计值比21/22市场年度低1059万公吨（低7.3%），比5年平均值（14201万公吨）低739万公吨（低5.2%）。

与21/22市场年度相比，22/23市场年度用于食品、种子和非乙醇工业用途的玉米预计将保持基本不变，延续前四个市场年度的模式。

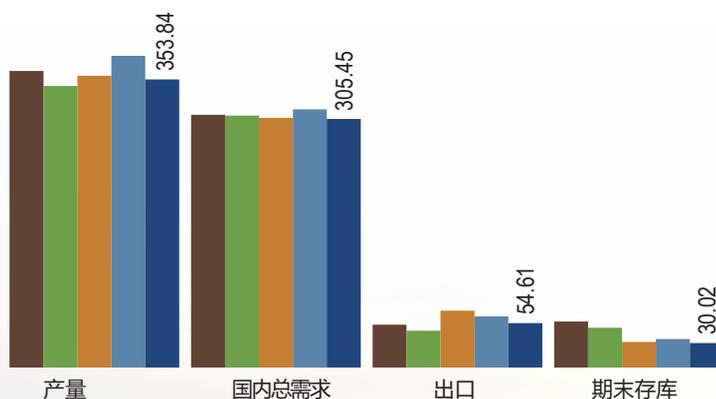
由于预计玉米产量减少，预计22/23市场年度美国玉米出口将减少。美国玉米出口预计在22/23市场年度为5461万公吨，比21/22市场年度减少816万公吨（减少13.0%），比5年平均值减少382万公吨（减少6.5%）。

鉴于玉米产量预期下降，预计美国期末库存也将从21/22市场年度开始下降。期末库存预计为3002万公吨，比21/22市场年度低496万公吨（低14.2%）。如果实现，这将是自12/13市场年度以来的最低期末库存水平，该年度的期末库存为2086万公吨。

就库存-使用比率而言，市场年度22/23的比率预计为8.3%。虽然这与两个市场年度的比率相符，但库存使用比率上一次低于8.3%是在12/13市场年度（7.4%）。

美国玉米产量和去向

■ MY18/19 ■ MY19/20 ■ MY20/21 ■ MY21/22 ■ MY22/23*



国际展望²

全球供应

22/23市场年度的全球玉米产量预计为11.6839亿公吨。与市场年度1/22相比,产量减少了4907万公吨(4.0%),这主要是因为美国和乌克兰的产量预计会下降。

此外,22/23市场年度的全球玉米出口预计为1.8274亿公吨,比21/22市场年度减少1909万公吨(9.5%)。虽然预计巴西和阿根廷的出口将会增加,但这些增长无法弥补美国和乌克兰出口的下降。

全球需求

全球玉米消费量预计将从21/22市场年度的12.0259亿公吨下降至22/23市场年度的11.7530亿公吨,降幅为2.3%。预计美国、欧盟和加拿大在22/23市场年度的玉米消费量将比上一市场年度至少减少100万公吨。相比之下,巴西和中国的玉米消费量预计将比上一个市场年度增加100多万公吨。

预计加拿大、中国和巴西的进口量将同比减少至少100万公吨。没有哪个国家预计进口量会逐年增加至少100万公吨。

²美国农业部/外国农业服务-生产、供应和分销数据库。2022年11月检索的数据。

各市场年度美国玉米供应和用途一览

| 公制单位 | 18/19 | 19/20 | 20/21 | 21/22 | 22/23* |
|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 面积 (百万公顷) | | | | | |
| 种植面积 | 35.98 | 36.33 | 36.72 | 37.77 | 35.87 |
| 收获面积 | 32.91 | 32.93 | 33.33 | 34.54 | 32.73 |
| 单产(mt/ha) | 11.07 | 10.51 | 10.75 | 11.09 | 10.81 |
| 供应 (百万吨) | | | | | |
| 期初库存 | 54.37 | 56.41 | 48.76 | 31.36 | 34.98 |
| 产量 | 364.26 | 345.96 | 358.45 | 382.90 | 353.84 |
| 进口 | 0.71 | 1.06 | 0.62 | 0.62 | 1.27 |
| 总供应 | 419.34 | 403.44 | 407.82 | 414.87 | 390.08 |
| 用途 (百万吨) | | | | | |
| 食品、种子和其他非乙醇用途 | 35.93 | 36.31 | 36.55 | 36.61 | 36.83 |
| 乙醇及其副产品 | 136.61 | 123.37 | 127.71 | 135.29 | 133.99 |
| 饲料和下脚料 | 137.85 | 149.83 | 142.43 | 145.21 | 134.63 |
| 出口 | 52.54 | 45.18 | 69.78 | 62.78 | 54.61 |
| 总用量 | 362.93 | 354.68 | 376.46 | 379.89 | 360.06 |
| 期末库存 | 56.41 | 48.76 | 31.36 | 34.98 | 30.02 |
| 平均农场价格(\$/mt**) | 142.12 | 140.15 | 178.34 | 236.21 | 267.70 |

| 公制单位 | 18/19 | 19/20 | 20/21 | 21/22 | 22/23* |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 面积 (百万英亩) | | | | | |
| 种植面积 | 88.9 | 89.7 | 90.7 | 93.3 | 88.6 |
| 收获面积 | 81.3 | 81.3 | 82.3 | 85.3 | 80.8 |
| 单产(bu/ac) | 176.4 | 167.5 | 171.4 | 176.7 | 172.3 |
| 供应 (百万蒲式耳) | | | | | |
| 期初库存 | 2,140 | 2,221 | 1,919 | 1,235 | 1,377 |
| 产量 | 14,340 | 13,620 | 14,111 | 15,074 | 13,930 |
| 进口 | 28 | 42 | 24 | 24 | 50 |
| 总供应 | 16,509 | 15,883 | 16,055 | 16,333 | 15,357 |
| 用途 (百万蒲式耳) | | | | | |
| 食品、种子和其他非乙醇用途 | 1,415 | 1,429 | 1,439 | 1,441 | 1,450 |
| 乙醇及其副产品 | 5,378 | 4,857 | 5,028 | 5,326 | 5,275 |
| 饲料和下脚料 | 5,427 | 5,899 | 5,607 | 5,717 | 5,300 |
| 出口 | 2,068 | 1,778 | 2,747 | 2,471 | 2,150 |
| 总用量 | 14,288 | 13,963 | 14,821 | 14,956 | 14,175 |
| 期末库存 | 2,221 | 1,919 | 1,235 | 1,377 | 1,182 |
| 平均农场价格 (\$/bu**) | 3.61 | 3.56 | 4.53 | 6.00 | 6.80 |

*预估

**农场价格根据农场运输各批次作物计算的加权平均值。

22/23*年度的农场价格根据WASDE 11月份预计价格计算

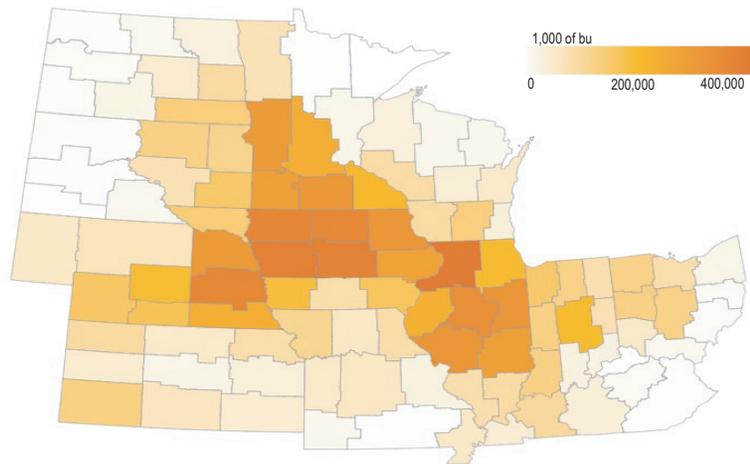
来源: 美国农业部全球农业供需预测报告和经济研究局

A. 概述

《2022/2023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：

- 遵循前11个收获报告开发的方法，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%。

2022各农业统计区美国玉米产量预估



来源：美国农业部国家农业统计局

- 我们总共从12个州收集了600个样本，以保证达到95%可信度，最大相对误差为 $\pm 10\%$ 。

- 共收到600份未混合玉米样本，并对报告进行了检测。这些样本是在2022年8月25日至11月17日期间由当地收购站在农场卡车进场时，从车上直接抽样的。
- 我们在12个州中调查了其他品质指标，对各生产州的霉菌毒素检测采用了比例分层抽样技术。此次抽检的结果是对180个样本进行了黄曲霉毒素、DON、伏马菌素、赭曲霉毒素A、T-2和玉米赤霉烯酮的检测。
- 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。评估美国总体品质各项指标的相对误差都在10%以内。然而，西北太平洋出口集中区的总损率相对误差为12.4%。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检验来评估今年的品质指标于前两年的报告的平均值以及5年平均值和10年平均值的差异。

B. 调查设计和采样

调查设计

这份《2022/2023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。

《2022/2023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。《2022/2023年收获报告》所采用的精准度小于等于10.0%的相对误差，预计可信度为95.0%。

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差异性）。一项品质指标的水平或数值差异性越大，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，品质指标的差异性通常各不相同。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。

¹ 资料来源:美国农业部美国农业部国家农业统计局、美国农业部谷物检验、批发及畜牧场管理局和Centrec估计数。

由于我们还不知道今年收获的玉米作物的16项品质指标的差异性，因此我们采用《2021/2022年收获报告》当中的差异性估计值作为替代。我们基于2021年610个样本的计算方差，估算出13个品质指标在相对误差不高于10.0%的情况下，所需的样本数。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。

虽然应力裂纹率的相对误差在2021年的调查结果中不高于10%，在此前11年的报告中，这一品质指标有三年的相对误差略高于10%。鉴于2021年报告的取样数量及这一品质指标变化的不可预测性，存在应力裂纹率无法达到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幅度从未高于12%。

等级、水分、化学和物理特性的检测采用了与玉米样本霉菌毒素检测相同的比例分层取样方法。除了使用相同的抽样方法，还需要相对误差不高于10.0%的相同精度水平，估计置信度为95.0%。

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 ppb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 ppm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、赭曲霉毒素、T-2和玉米赤霉烯酮的过往方差数据，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农业统计区抽取一份样本进行测试。为达到检测目标样本总数的25%且每个农业统计区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。

从《2019/2020年收获报告》开始，将只对进行霉菌毒素检测的样本进行角质胚乳的检测。在《2020/2021收获报告》中，该检测到方案扩展到百粒重、籽粒体积和籽粒真实密度。在《2020/2021年收获报告》之前的十份报告中测试的样本中，这些品质特性的相对误差幅度从未超过0.6%，远低于此前十份报告检测的样本的精度10.0%的目标水平。因此，减少角质胚乳的检测样本数量、百粒重、籽粒体积和籽粒真实密度可能会使这些品质特性的估计精度远低于10.0%的目标水平。

在前8年的收获报告中,除了应力裂纹百分比之外,还报告了应力裂纹指数,以表明应力开裂的严重程度。应力裂纹指数的确定采用以下计算方法:

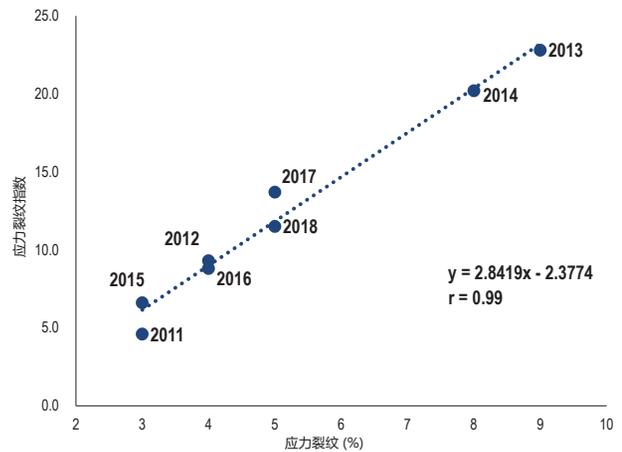
$$[\text{SSC} \times 1] + [\text{DSC} \times 3] + [\text{MSC} \times 5]$$

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。

右侧的散点图显示了前8个收获报告的美 国应力裂纹汇总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 ($r=0.99$),确定应力裂纹指数提供的附加价值有限,并在《2018/2019年收获报告》之后停止使用。

应力裂纹指数vs应力裂纹(%)
美国8年总体情况



取样

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2250g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粮食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。邮寄到参与采样地点的每个采样工具包都包括最多四个样本袋,以确保所收集样本的地理差异。我们从当地收购站总共收集了600个从农场的运粮车上提取的未加工玉米样本进行检测。参与调查的粮食收购站表明,这些样本是从2022年8月25日至11月17日从入场的农场卡车上提取的,在每个样本袋上都写有收集日期。

C. 数据分析

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。

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²。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。

出口集中区

太平洋西北出口集中区
玉米通过华盛顿州、
俄勒冈州和加利福尼亚
州的港口出口

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

墨西哥湾出口集中区，
主要通过南湾港口出口



《2022/2023收获报告》包含前五份收获报告（2017/2018、2018/2019、2019/2020、2020/2021和2021/2022）的中各项品质指标和标准偏差的简单平均值。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，在报告的正文和汇总表中称为“5年平均值（五年平均）”。“10年平均值”的引用也贯穿于报告。10年平均值代表从《2012/2013收获报告》到《2021/2022收获报告》的品质指标平均值的简单平均值。

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总损率相对误差为12.4%。虽然这一精度低于预期水平，但并不会使该估值无效。在汇总表的备注里注明了这一品质指标的相对误差大于10%。

双尾t检验验证了“质量测试结果”部分中的参考，即今年的品质指标平均值与前两份报告、5年平均值和10年平均值在95.0%可信度下的统计或显著差异。今年的品质指标平均值与前两份报告的品质指标平均值，及与5年平均值和10年平均值之间的差异描述是“相似”，除非差异在95.0%的可信度上具有统计学意义。

²由于供检测样本数量的减少，角质胚乳、百粒重、籽粒体积和籽粒真密度的报告标准差未加权。

2022/2023年的收获报告样本 (每个约2200g) 直接从当地的谷物收购站送到伊利诺斯州香槟市的伊利诺斯作物改良协会的谷物形状保护实验室 (IPG实验室)。样本到达后, 在必要时, 将水分含量高于16.0%的样本自然干燥至合适的水分含量, 以防止检测期间的任何后续变质。选用的样本采用环境-空气干燥技术进行干燥, 以防止应力开裂和热损伤。然后, 用伯尔纳分压器将样本分成两个约1100g的子样本, 同时保持两个谷物子样本均匀一致。一个子样本被送到伊利诺斯州厄巴纳市的香槟-丹维尔谷物检验局 (CDGI) 进行分级。CDGI是美国农业部联邦谷物检测机构 (FGIS) 指定的伊利诺斯州中东部地区的官方谷物检测服务提供商。分级检测程序符合FGIS的谷物检验手册, 并在以下部分进行了描述。IPG实验室按照行业标准或多年实践中完善的程序, 对另一个子样本的化学成分和其他物理因素进行了分析。IPG实验室的许多测试都获得了ISO/IEC 17025:2017国际标准的认证。完整的认证范围可访问<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 (BCFM) 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。

经过培训和资格认证的检测人员用目测的方式对250g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250g无破碎玉米和杂质的玉米样本进行目测查验。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550-600g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粒样本得到的平均重量。百粒重的平均值用g表示。

颗粒体积是用氦比重仪对两份100粒样本分别进行计量得出的，单位为立方厘米 (cm³) /粒。小颗粒与大颗粒玉米体积的范围一般为每粒0.14-0.36cm³。

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/cm³)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 g/cm³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。

完整籽粒

在完整颗粒检测中，50g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50g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，《2022/2023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频次，而并不涉及出口玉米中霉菌毒素的具体水平值。

为了得出《2022/2023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908g (2磅) 的玉米样本，经研磨后进行黄曲霉毒素检测，选取大约200g样本研磨后进行呕吐毒素检测，并选取选908g (2磅) 的玉米样本进行伏马菌素检测。为了完成这项研究，2kg用于调查的玉米粒样本被分为1kg一组的实验室样本，进行黄曲霉毒素分析。将1kg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50g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。

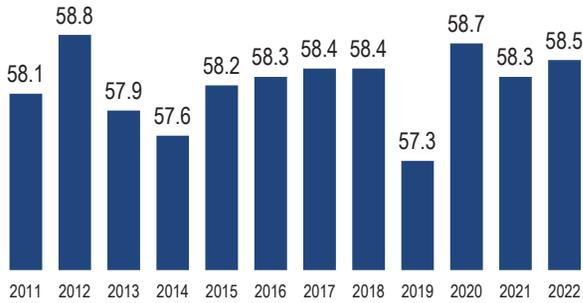
在霉菌毒素浓度超出特定限值, 即“检出限值” (LOD) 的情况下, EnviroLogix定量测试套件能报告其具体浓度水平。检出限值的定义是能检出的最低浓度值, 且与用所使用的分析方法测试空白对照物 (不含霉菌毒素) 结果值不同。不同的霉菌毒素种类、检测套件应用和玉米批次组合, 检出限值也会有所不同。AQ309 BG和AQ 304 BG的黄曲霉毒素检出限值为十亿分之2.7 (2.7ppb), 呕吐毒素检出限值为百万分之0.1 (0.1 ppm)。EnviroLogix AQ311 BG的伏马菌素的检出限值为百万分之1.5。FGIS为使用Envirologix公司AQ 309 BG、AQ 304 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证书。

从2020/2021收获报告开始, 赭曲霉毒素A、T-2和玉米赤霉烯酮被添加到分析的真菌毒素列表中, 以补充黄曲霉毒素、DON和伏马菌素测试结果提供的信息。今年的收获报告继续对这三种额外的真菌毒素进行检测。EnviroLogix AQ 113 BG、AQ 314 BG和AQ 412 BG定量检测试剂盒分别用于检测赭曲霉毒素A、T-2和玉米赤霉烯酮。用于赭曲霉毒素A检测的EnviroLogix AQ 113 BG定量检测试剂盒的检测极限为十亿分之1.5。赭曲霉毒素A用谷物缓冲液 (每克5毫升) 提取。对于T-2测试, AQ 314 BG定量测试试剂盒的检测极限为十亿分之五十。用水 (每克5毫升) 提取T-2。用于玉米赤霉烯酮检测的EnviroLogix AQ 412 BG定量检测试剂盒的检测限为十亿分之五十。玉米赤霉烯酮测试使用25g测试份的玉米。使用EB17提取粉末试剂和75毫升每份样本的水缓冲液提取玉米赤霉烯酮。

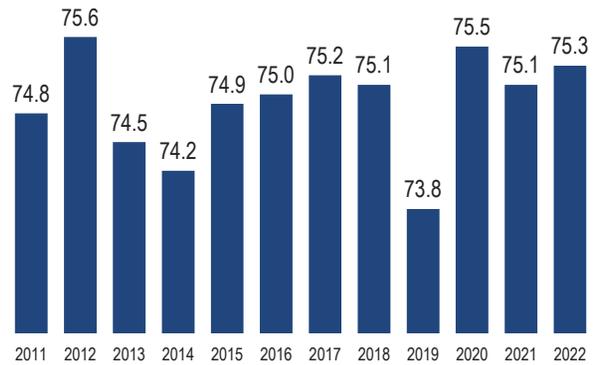
A. 定等指标和水分

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。

作物年度容重(lb/bu)



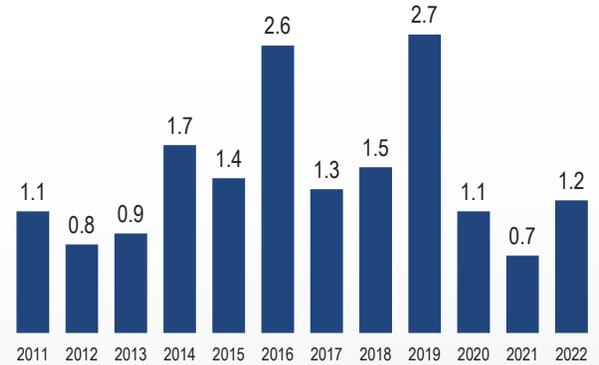
作物年度容重 (kg/hl)



作物年度破碎和杂质(%)



作物年度总损伤 (%)

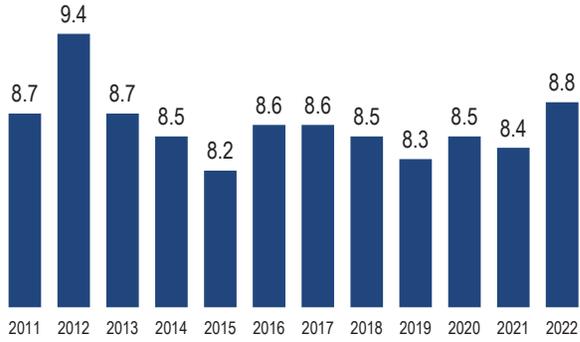


作物年度水分 (%)

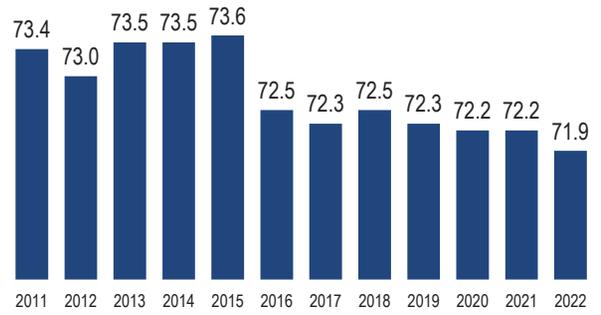


B. 化学成分

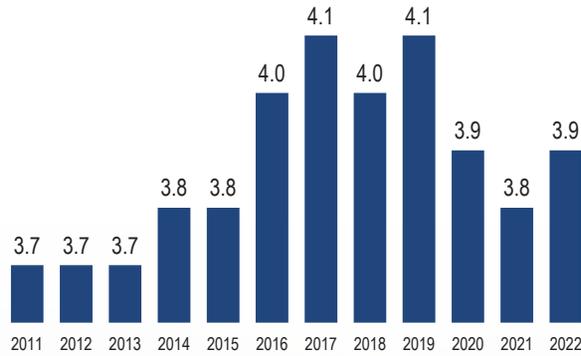
作物年度蛋白质 (干基 %)



作物年度淀粉 (干基 %)

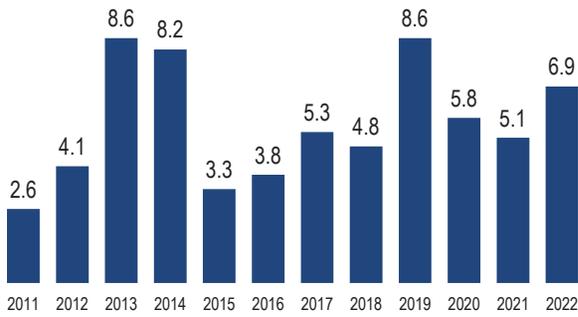


作物年度油脂 (干基 %)

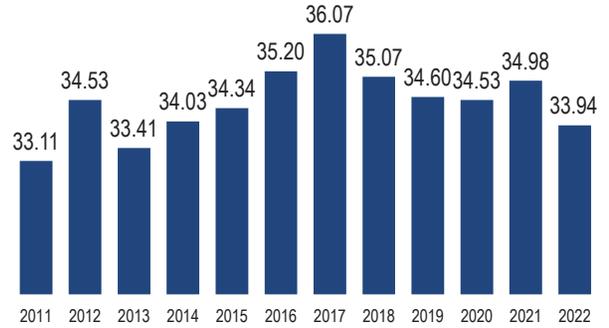


C. 物理指标

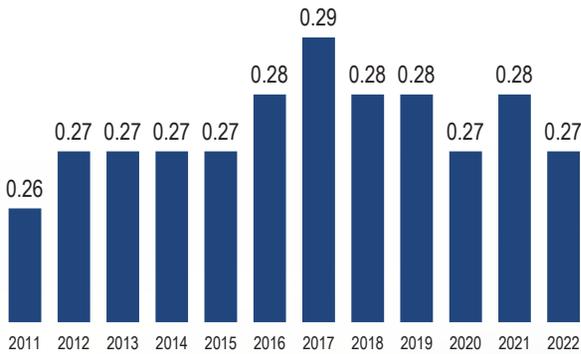
作物年度应力裂纹 (%)



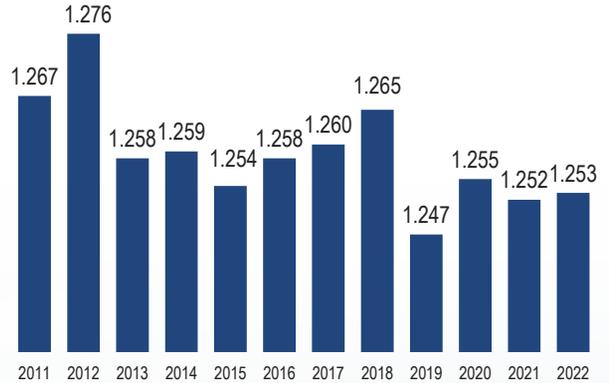
作物年度百粒重(g)



作物年度颗粒体积(cm³)



作物年度真实密度(g/cm³)



作物年度完整颗粒 (%)



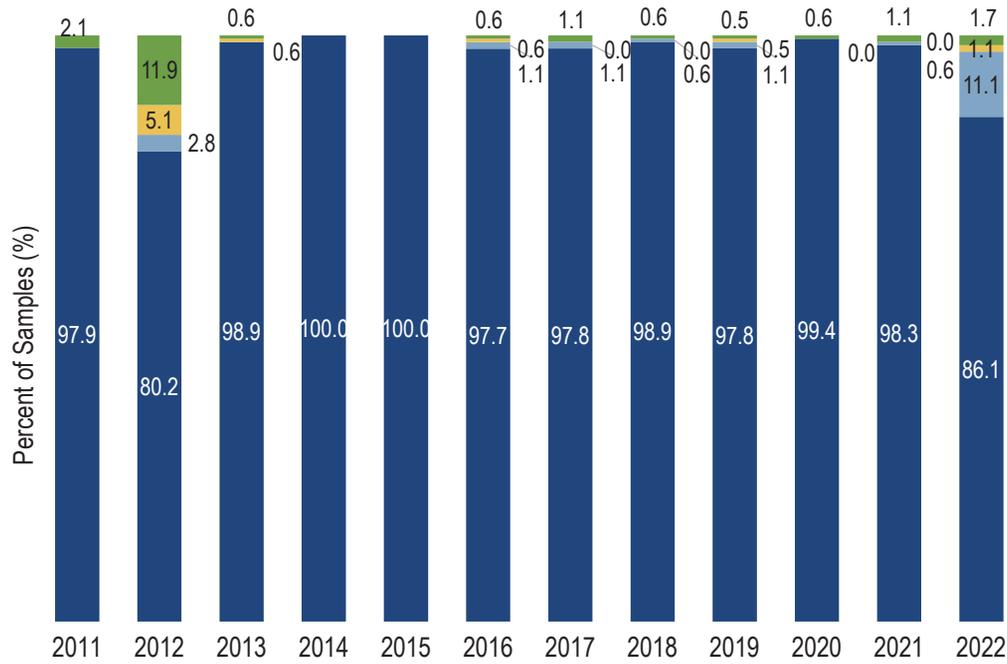
作物年度角质胚乳 (%)



D. 霉菌毒素

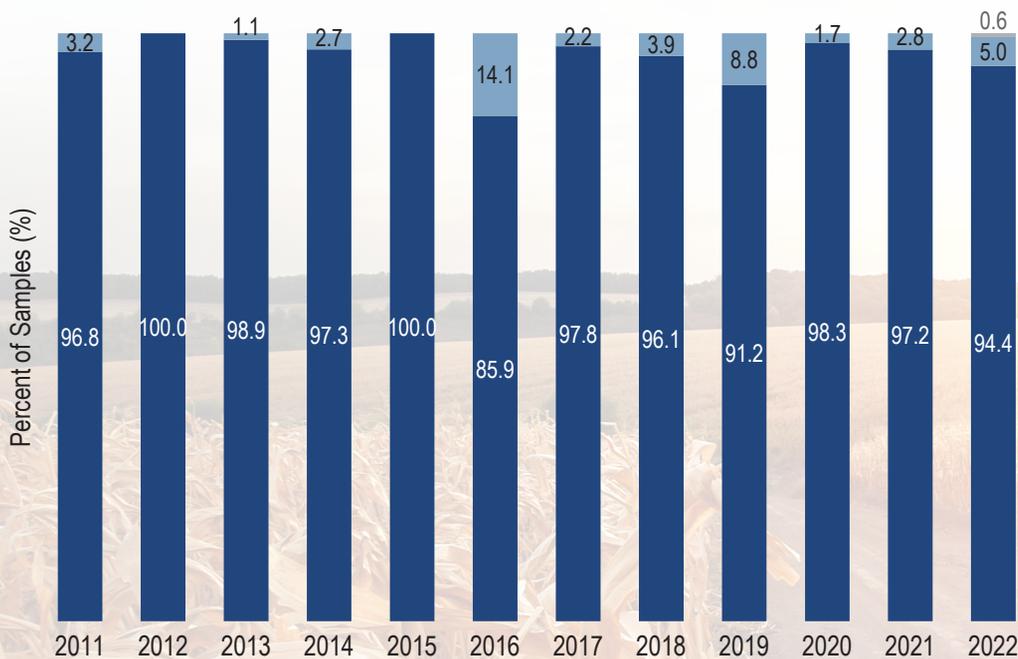
作物年度黄曲霉毒素检测结果 (ppb)

■ <5.0 ■ 5.0-9.9 ■ 10.0-20.0 ■ >20.0



作物年度呕吐霉毒素检测结果 (ppm)

■ <1.5 ■ 1.5-5.0 ■ >5.0



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) 混有石块的重量超出样本重量的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1000g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 = 56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 |

单位缩写

| |
|----------------------------|
| cm ³ = 立方厘米 |
| g = 克 |
| g/cm ³ = 每克立方厘米 |
| kg/hl = 每百升公斤 |
| lb/bu = 每蒲式耳磅 |
| ppb = 十亿分之一 |
| ppm = 百万分之几 |



**美国总部:
HEADQUARTERS:**

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

**中华人民共和国: 北京
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA: Beijing**

Tel1: 011-86-10-6505-1314 • Tel2: 011-86-10-6505-2320
Fax: 011-86-10-6505-0236 • grainsbj@grains.org.cn

**日本: 东京
JAPAN: Tokyo**

Tel: 011-81-3-6206-1041 • Fax: 011-81-3-6205-4960
japan@grains.org • www.grainsjp.org

**韩国: 首尔
KOREA: Seoul**

Tel: 011-82-2-720-1891 • Fax: 011-82-2-720-9008
seoul@grains.org

**墨西哥: 墨西哥城
MEXICO: Mexico City**

Tel1: 011-52-55-5282-0244 • Tel2: 011-52-55-5282-0973
Tel3: 011-52-55-5282-0977 • Fax: 011-52-55-5282-0974
mexico@grains.org

**中东、非洲和欧洲: 突尼斯
MIDDLE EAST, AFRICA AND EUROPE: Tunis**

Tel: 011-216-71-191-640 • Tel: 011-216-71-191-642
Tel: 011-216-71-191-642 • tunis@grains.org

**南亚: 新德里
INDIA: New Delhi**

Tel: 011-202-695-5904 • adcastillo@grains.org

**东南亚: 科伦坡
SOUTH EAST ASIA: Kuala Lumpur**

Tel: 011-603-2789-3288 • grains@grainssea.org

**台湾地区: 台北
TAIWAN: Taipei**

Tel: 011-886-2-2523-8801 • Fax: 011-886-2-2523-0189
taipei@grains.org

**坦桑尼亚: 达累斯萨拉姆
TANZANIA: Dar es Salaam**

Tel: 011-255-68-362-4650
mngalaba@grains.org

**拉丁美洲: 巴拿马城
LATIN AMERICA: Panama City**

Tel: 011-507-315-1008 • lta@grains.org