

U.S. GRAINS COUNCIL

2024/2025 玉米收获品质报告

U.S. GRAINS COUNCIL



致谢

这份报告内容全面详实，能及时编写完成，得益于多家机构及个人的辛勤付出。美国谷物协会在此非常感谢 Centrec 咨询集团有限责任公司的史蒂夫・霍芬格（Steve Hofing）、李・辛格尔顿 (Lee Singleton)、丽莎・埃克尔（Lisa Eckel）、亚历克斯・哈维（Alex Harvey）及迪・安・霍夫曼（Dee Ann Hoffman）在报告撰写过程中起到的监督与协调作用。同时，报告编写得到了 Centrec 集团专家团队的协助，专家小组外部团队成员包括汤姆・惠特克（Tom Whitaker）博士、洛维尔・希尔（Lowell Hill）博士、马文・保尔森（Marvin Paulsen）博士、弗雷德・贝洛（Fred Below）博士及朱利安・R・泽鲍尔（Juliann R. Seebauer），本协会对他们的分析工作和写作支持深表谢意。此外，谷物协会还要感谢伊利诺伊州作物改良协会谷物性状保护实验室（IPG Lab）和尚佩恩 - 丹维尔谷物检测机构（CDGI）提供的玉米品质检测服务。

同样重要的是，全美各地粮食收购站工作人员收集并提供了构成本报告基础的样本。他们积极热忱的参与确保了报告编制工作的顺利进行。美国谷物协会对他们的拔冗付出表示敬意和感激。

作为美国农业部项目的参与者，美国谷物协会承诺遵守联邦、各州和地方民权法中的非歧视规定及美国农业部的非歧视政策。请访问美国农业部的网站页面（https://www.usda.gov/non-discrimination-statement）了解更多详情。

U.S. GRAINS COUNCIL

1 协会致辞

2 收获品质重点提要

4 引言

6 品质检测结果
- A.定级指标 6
- B.水分 18
- C.化学成分 22
- D.物理指标 32
- E.霉菌毒素 49

59 作物和天气条件
- A.2024年收获重点提要 59
- B.播种和早期生长条件 60
- C.授粉和灌浆条件 62
- D.收获条件 64
- E.2024年与2023年、2022年及5年平均值的比较 66

68 美国玉米产量、用途和展望
- A.美国玉米产量 68
- B.美国玉米的用途和期末库存 71
- C.展望 72

75 调查和统计分析方法
- A.概述 75
- B.调查设计和抽样 76
- C.统计分析 79

80 检测分析方法
- A.定级指标 81
- B.水分 82
- C.化学成分 82
- D.物理指标 82
- E.霉菌毒素 83

85 历年数据
- A.定级指标和水分 85
- B.化学成分 86
- C.物理指标 87
- D.霉菌毒素 88

89 美国玉米附录信息

BC 美国谷物协会的联系方式

协会致辞

美国谷物协会非常乐于分享与提供《2024/2025 玉米收获品质报告》中的相关调研成果，这也是该协会连续第十四个年度玉米质量调研。美国谷物协会长期致力于通过贸易提升全球粮食安全，促进经济互惠。在此过程中，我们编写了这份报告，及时提供有关美国出口玉米品质的可靠信息，协助买家做出明智合理的购买决策。

尽管 4 月和 5 月的天气条件相对潮湿，但 2024 年美国玉米作物的播种进度与前五年作物的平均播种进度相仿。6 月份，天气持续温暖，但充裕的水分避免了玉米作物应激现象的大面积蔓延。7 月份，玉米带（Corn Belt）内的多个主要玉米产区的气候较为凉爽，可能因此提高作物的单产潜力。在授粉结束之后，天气格外干燥温暖，这加快了作物的成熟与收获。

基于上述总体有利的天气条件，美国农业部预计玉米作物的平均单产将达到每公顷 11.49 公吨（每英亩 183.1 蒲式耳）的历史最高水平，比去年创下的最高单产纪录高出每公顷 0.36 公吨（每英亩 5.8 蒲式耳）。

美国农业部预计，2024 年美国将收获 3,349 万公顷（8,271 万英亩）的玉米，略低于 2023 年的 3,502 万公顷（8,651 万英亩）。尽管作物收获面积略有减少，但 2024/2025 年度的玉米产量预计将达到 3.8464 亿公吨（151.43 亿蒲式耳）。如果最终的实际玉米产量达到预估数字，2024/2025 年度将成为有史以来的第三大丰收年。

2024 年，美国不仅实现了接近创纪录规模的玉米产量，还生产出高品质的玉米作物。这将使其在本市场年度预计占全球玉米出口总量的 31.1%。

《2024/2025 玉米收获品质报告》披露了目前美国玉米进入美国国内销售渠道时的品质信息。买家看到的玉米品质将受到后续周转、混装与仓储等因素的影响。协会的第二份报告《2024/2025 玉米出口货物品质报告》将对在出口终端进行装载的玉米品质进行评估，该报告将于 2025 年初发布。

这份报告是美国谷物协会向我们珍视的贸易伙伴提供的一项服务，推动我们持续践行开发市场、促进贸易和改善生活的使命。

CULTIVATE
THE FUTURE

顺祝商祺

维里蒂·乌利巴里
美国谷物协会主席
2024年11月

2024 年，美国玉米作物在生长季节因有利的气候条件而长势良好，这些有利条件推动了创纪录的平均单产最高预期，并提升了玉米作物的品质。9 月和 10 月相对温暖、干燥的气候条件为玉米作物的快速干燥和及时收获提供了有利条件，从而成功确保了 2024 年玉米作物的整体品质。为编写《2024/2025 美国谷物协会玉米收获品质报告》（《2024/2025 收获报告》）所检测的具有代表性的玉米样本的平均整体品质在定级指标上高于美国一级玉米的定级标准。报告显示，89.2% 的样本检测达到美国一级玉米的定级标准，96.2% 的样本检测达到美国二级玉米的定级标准 。

与之前 5 年玉米作物的每个品质指标的平均值相比（5YA[1]），2024 年进入市场销售流通领域的美国玉米作物具有更高的容重、更低的破碎粒和杂质（BCFM）含量、更低的总损伤和更低的水分。特别需要指出的是，2024 年玉米作物具有本报告编制和发布以来最高的百粒重以及并列历史最高的籽粒体积，这两项检测结果均表明了接近理想状态的生长季节条件。在 2024 年玉米作物中，值得关注的关键性样本品质属性如下：

定级指标和水分

2024 年，**容重**（58.9 磅 / 蒲式耳或 75.8 千克 / 百升）高于 5 年平均值（58.2 磅 / 蒲式耳或 75.0 千克 / 百升）以及本报告编制和发布以来观测到的 2012 年的最高值（58.8 磅 / 蒲式耳或 75.6 千克 / 百升）。

2024 年，美国玉米总体平均**破碎粒和杂质含量**（0.6%）相近于 2023 年（0.5%），低于 5 年平均值（0.8%）。

2024 年，美国玉米总体平均**总损率**（1.1%）高于 2023 年（0.9%），但低于 5 年平均值（1.3%）。

2024 年，美国玉米总体平均**热损伤**（0.0%）与 2023 年及 5 年平均值持平。

2024 年，美国玉米总体平均**水分含量**（15.3%）与本报告编制和发布以来观测到的 2012 年的最低值持平。

[1]5年平均值表示2019/2020年度、2020/2021年度、2021/2022年度、2022/2023年度和2023/2024年度收获报告中品质指标平均值或标准差的简单平均值。

化学成分

2024年，美国玉米总体平均**蛋白质**含量（8.5%，干基）低于2023年（8.8%），但与近5年平均值持平。

2024年，美国玉米总体平均**淀粉**含量（72.2%，干基）高于2023年（71.9%）和5年平均值（72.1%）。

2024年，美国玉米总体平均**油脂**含量（3.9%，干基）高于2023年（3.8%）。2024年的平均油脂含量与5年平均值（3.9%）相比，存在统计学差异（较低）。

物理指标

2024年，美国玉米总体平均**应力裂纹**（9.3%）低于2023年（19.2%)），但相近于5年平均值（9.1%）。

2024年，美国玉米总体平均**百粒重**（36.66克）高于5年平均值（34.71克），是本报告自编制和发布以来的历史最高值。

2024年，美国玉米总体平均**籽粒真实密度**（1.265g/cm^3）高于2023年（1.250g/cm3）和5年平均值（1.252g/cm^3）。

2024年，美国玉米总体平均**完整籽粒率**（93.1%）高于2023年（92.5%）和5年平均值（91.8%）。

2024年，美国玉米总体平均**角质（硬质）胚乳**含量（85%）与2023年持平，但高于5年平均值（83%）。

霉菌毒素

2024年，98.9%的样本检测出的**黄曲霉毒素**含量等于或低于美国食品药品监督管理局（FDA）的20.0ppb的限值，91.7%的样本中的黄曲霉毒素含量低于5.0ppb，比例略低于2023年（93.9%）。2024年，98.9%的样本检测出的呕吐毒素（DON）含量等于或低于FDA的5.0ppm建议限值。与此同时，93.9%的样本中的呕吐毒素含量低于1.5ppm，比例略高于2023年（93.4%）。

2024年，97.2%的样本检测出的伏马菌素含量低于FDA最严格的指导限值（5.0ppm），比例略低于2023年。

在编制本年度的《收获报告》的过程中，美国谷物协会连续第五年针对样本中的**赭曲霉毒素A、单端孢霉烯族毒素(T-2)** 和**玉米赤霉烯酮**含量进行检测。有关180份样本中的其他霉菌毒素含量的检测结果，请参阅“品质检测结果”一节。

《2024/2025收获报告》的编制初衷旨在协助国际玉米买家便捷有效地了解进入市场销售流通领域时的美国黄玉米的初始品质。这是我们第14次对美国玉米作物的收获品质进行年度调查。连续14年的调查结果显示了生长和天气条件对美国玉米从田间收获时的品质的影响模式。

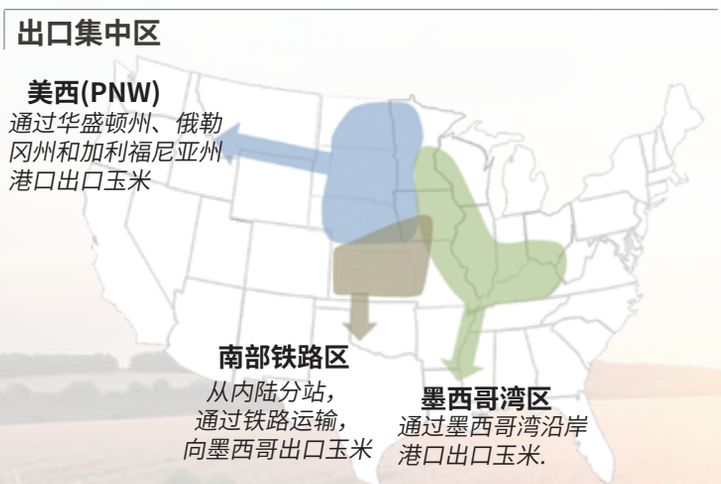
2024年生长季的特点是快速播种、生长期气候温暖、水分充裕、授粉期气候温和、完熟和收获期气候温暖干燥。鉴于上述普遍有利的生长条件，玉米作物平均产量预计将达到历史最高水平。尽管相对上一年度而言，本年度的玉米作物收获面积略有减少，但2024/2025年度的玉米产量预计将达到3.8464亿公吨（151.43亿蒲式耳）。如果最终的实际玉米产量得以实现，2024/2025年度将成为有史以来的第三大丰收年。

有利的生长季节条件和及时收获有助于美国出产谷物品质优良的玉米作物。与之前5年玉米作物的各个品质指标的平均值相比，2024年玉米作物具有更高的容重以及更低的的BCFM。特别需要指出的是，2024年玉米作物具有本报告编制和发布以来最高的容重和百粒重，以及与2012年持平并列历史最低的平均水分含量。

得益于上述亮眼的品质指标表现，平均而言，进入市场销售流通领域的 2024 年玉米作物在每个定级指标上达到或超过美国一级玉米标准限值规定的数值要求。《收获报告》还显示，89.2%的样本检测达到美国一级玉米标准限值规定的所有定级指标要求，96.2%的样本检测达到美国二级玉米标准限值规定的定级指标要求。

这些数据为评估影响玉米品质的趋势和因素奠定了基础。累计编制和发布的年度报告使得出口买家能够进行逐年比较并根据不同年份的作物生长条件评估玉米品质的变化规律。

《2024/2025收获报告》的编制基础源自于从12个主要玉米生产和出口州的指定区域采集的620份黄玉米样本。从当地收购站收集的入库样本用于测量和分析玉米作物在原产地时的品质，同时提供不同地理区域的玉米作物品质特性差异的代表性信息。



12个州的取样区域被分为三个主要地域组群，统称为“出口集中区”（ECAs）。地图所示的三个出口集中区代表了通向出口市场的三个主要路径。

样本分析检测结果按照“美国整体水平”和三个出口集中区分别予以展示，提供了美国玉米品质地理差异性的总体视角。

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收获时确认的玉米品质特性为最终到达出口客户手中的谷物质量奠定了基础。不过然而，随着玉米进入美国的市场销售流通领域，将与来自其他地方的玉米混杂在一起合，然后经由卡车、驳船和铁路运输被送至下一个目的地，其间不得不经过多次储存和装卸作业。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玉米品质和状态在最初进入市场销售流通领域和送至出口谷仓收购站这个过程中间，可能会发生变化。有鉴于此，我们建议读者同时参考《2024/2025收获报告》以及将于2025年初发布的《2024/2025玉米出口货物品质报告》中所提供的数据和信息。一如既往，玉米出口货物的品质由买卖双方在合同中进行约定，并且买家可以就对其重要的任何品质指标与卖方展开自由协商。

本报告提供了检测的每个项品质指标的详细信息，包括整体样本以及来自每个出口集中区的样本的品质指标的平均值和标准差。“品质检测结果”一节对以下品质指标进行了总结：

- 定级指标：容重、破碎粒与杂质（BCFM）、总损伤和热损伤
- 水分
- 化学成分：蛋白质、淀粉和油脂含量
- 物理指标：应力裂纹、百粒重、籽粒体积、籽粒真实密度、完整籽粒比例和角质（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、单端孢霉烯族毒素（T-2）和玉米赤霉烯酮

此外，《2024/2025收获报告》简要说明了美国玉米作物的生长和天气条件；美国玉米的生产、使用和市场展望；详细介绍了调查方法、统计分析方法和检测分析方法；“历年数据”一节展示了全部14份收获报告中所载的每项品质指标的平均值。

A. 定级指标

美国农业部联邦谷物检验局（USDA FGIS）已针对多项品质指标建立了数字分级、定义和检验标准。决定玉米等级的品质因素包括容重、破碎粒与杂质（BCFM）、总损伤和热损伤。各项指标的数字要求详见本报告的“美国玉米附录信息”一节以及下一页的表格。

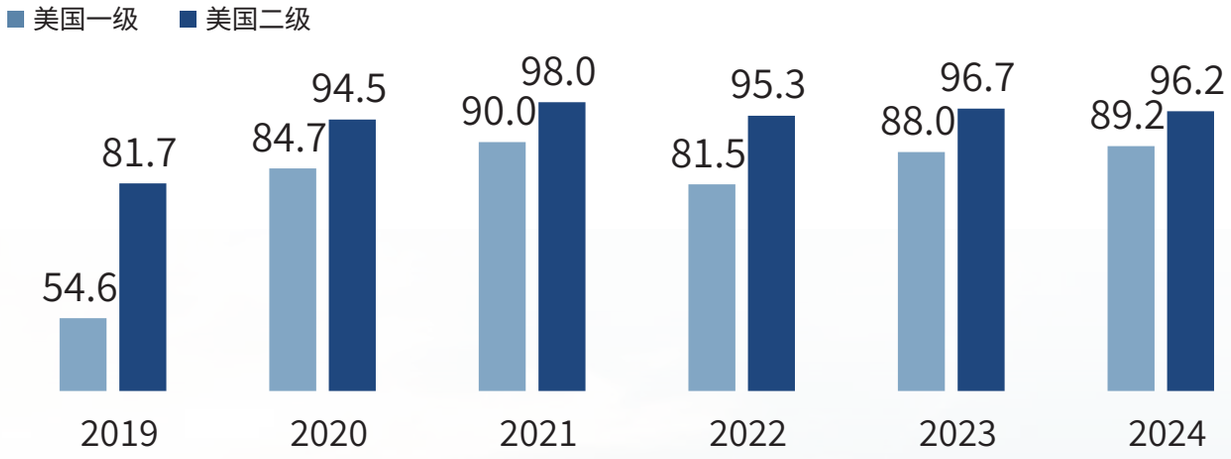
概述：定级指标和水分

- 下页的数字显示了每年符合美国一级和二级玉米定级指标限值要求的样本的百分比。平均而言，89.2%的样本检测达到美国一级玉米标准限值规定的所有定级指标要求，96.2%的样本检测达到美国二级玉米标准限值规定的定级指标要求。
- 美国玉米的平均总容重（58.9磅/蒲式耳或75.8千克/百升）远高于美国一级玉米标准限值规定的最低容重要求（56.0磅/蒲式耳），同时高于5年平均值（58.2磅/蒲式耳或75.0千克/百升）以及本报告编制和发布以来观测到的2012年的最高值（58.8磅/蒲式耳或75.6千克/百升）。
- 2024年，美国玉米的平均总BCFM（0.6%）相近于2023年（0.5%），但低于2022年（0.9%）、5年平均值和10年平均值（均为0.8%）以及美国一级玉米最高限值（2.0%）。
- 99.2%的玉米样本的BCFM达到或低于美国二级玉米最高限值（3.0%）。
- 墨西哥湾区、美西(PNW)和南部铁路区的平均BCFM分别为0.6%、0.6%和0.5%，均低于美国一级玉米限值。
- 2024年，美国玉米总体平均破碎粒比例为0.4%，与2023年持平（0.4%），但低于2022年（0.7%）、5年平均值和10年平均值（均为0.6%）。
- 2024年，美国玉米总体平均杂质含量（0.1%）低于2022年、5年平均值和10年平均值（均为0.2%）。2024年的平均杂质含量与2023年（0.1%）相比，存在统计学差异（较高）。
- 2024年，美国玉米总体样本的平均总损伤（1.1%）高于2023年（0.9%），相近于2022年（1.2%），但低于5年平均值（1.3%）和10年平均值（1.5%），并且远低于美国一级玉米标准限值（3.0%）。
- 93.0%的样本的籽粒破损率达到或低于3.0%。来自墨西哥湾区、美西(PNW)和南部铁路区的样本的平均总损伤分别为1.4%、0.4%和1.1%，均远低于美国一级玉米标准限值（3.0%）。
- 在三个出口集中区内，美西(PNW)的平均总损率在2024年、2023年、2022年、5年平均值和10年平均值方面处于最低水平。

概述：定级指标和水分

- 2024 年收获玉米样本的美国总体平均热损伤水平为 0.0%，与 2023 年、2022 年、5 年平均值和 10 年平均值持平。
- 2024 年，美国玉米总体平均水分含量（15.3%）低于 2023 年和 2022 年（均为 16.3%）、5 年平均值（16.4%）和 10 年平均值（16.3%）。
- 2024 年，墨西哥湾区、美西（PNW）和南部铁路区的平均水分含量分别为 15.6%、14.9% 和 14.6%。在三个出口集中区内，南部铁路区的平均水分含量在 2024 年、2023 年、5 年平均值和 10 年平均值方面处于最低水平。
- 2024 年，19.9% 的样本的水分含量超过了 17.0%，而 2023 年为 30.8%，2022 年为 32.3%。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止发生霉变，使储存期缩短。

满足对应等级所有要求的样本数量（%）



美国玉米等级和等级要求

等级	最低容重/蒲式耳（磅）	破损粒 最高限值 热损伤（%）	破损粒 最高限值 总损率（%）	破损粒 最高限值 破碎粒与杂质（%）
美国一级	56.0	0.1	3.0	2.0
美国二级	54.0	0.2	5.0	3.0
美国三级	52.0	0.5	7.0	4.0
美国四级	49.0	1.0	10.0	5.0
美国五级	46.0	3.0	15.0	7.0

容重

容重（单位体积的重量）是对容积密度的测量。是反映玉米整体品质的常规指标，同时也是对玉米进行碱法蒸煮和干磨加工时衡量胚乳硬度的指标。在同等重量条件下，容重高的玉米占用的储存空间少于容重低的玉米。影响玉米容重的根本因素在于籽粒结构的基因差异。不过，容重也与其他因素有关，包括干燥方法、籽粒的物理性损伤（破碎籽粒和表面磨损）、样本杂质、籽粒大小、作物生长期的应激现象、微生物破坏和水分。一般而言，如果对玉米进行轻微干燥，当水分含量每下降一个百分点时，容重则可能相应地增加0.25至0.33磅/蒲式耳。与此同时，籽粒大小、形状、细杂、损伤和干燥速度可能影响容重的潜在变化。[1]

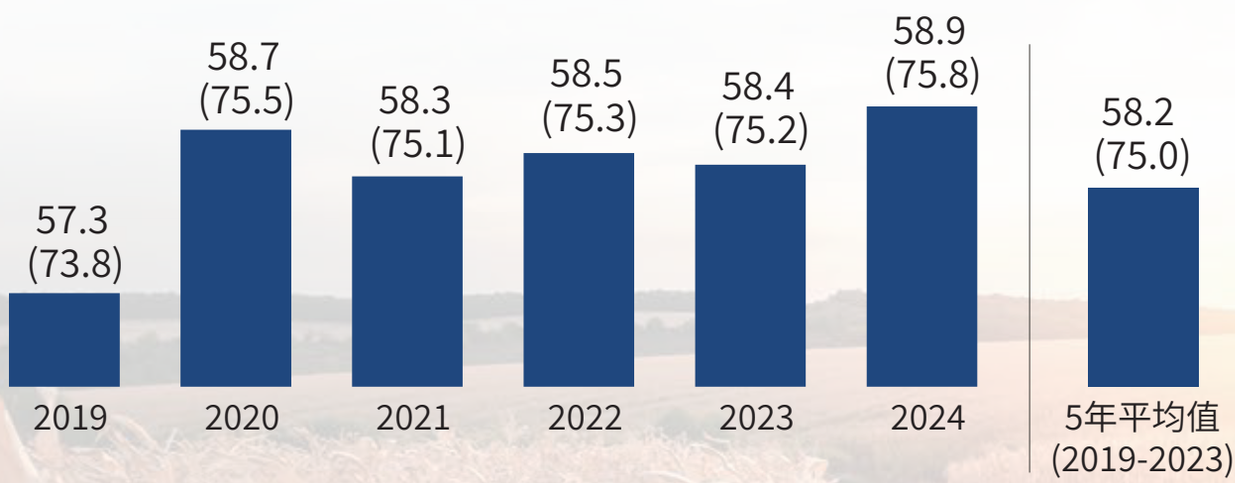
在农场交付点进行取样测量时，若水分含量一定，则高容重通常意味着玉米品质好、角质（硬）胚乳比例高、籽粒坚硬干净。容重与真实密度正相关，反映了籽粒硬度和良好的成熟条件。

结果

- 美国玉米总体平均容重（58.9磅/蒲式耳或75.8千克/百升）远高于美国一级玉米的最低标准（56.0磅/蒲式耳），同时高于5年平均值（58.2磅/蒲式耳或75.0千克/百升）以及本报告编制和发布以来观测到的2012年的最高值（58.8磅/蒲式耳或75.6千克/百升）。

容重（磅/蒲式耳，千克/百升）

美国整体结果

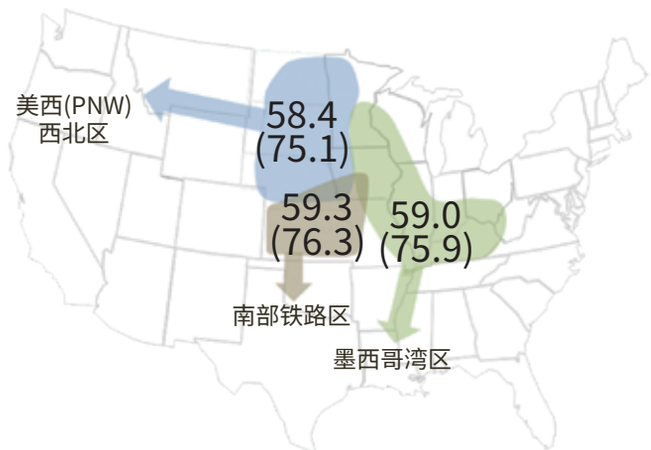


[1] *赫乐旺·K（Hellevang, K.）：《影响玉米容重的诸多因素》，北达科他州立大学农业交流会议，2019年11月27日，北达科他州立大学拓展服务中心*

- 2024 年，美国玉米总体平均容重的标准差（1.27 磅 / 蒲式耳）相近于 2023 年（1.23 磅 / 蒲式耳）、2022 年（1.30 磅 / 蒲式耳）、5 年平均值（1.27 磅 / 蒲式耳）和 10 年平均值（1.24 磅 / 蒲式耳）。
- 2024 年，玉米样本容重数值范围差为 11.3 磅 / 蒲式耳（52.5 至 63.8 磅 / 蒲式耳），低于 2023 年 16.6 磅 / 蒲式耳（46.4 至 63.0 磅 / 蒲式耳），但相近于 2022 年 10.8 磅 / 蒲式耳（52.3 至 63.1 磅 / 蒲式耳）。
- 2024 年，玉米样本容重数据检测结果显示：97.3% 的样本容重值远高于美国一级玉米限值（56.0 磅 / 蒲式耳），2023 年为 93.7%，2022 年为 93.1%。2024 年，99.7% 的玉米样本容重值高于美国二级玉米限值（54.0 磅 / 蒲式耳），2023 年为 99.6%；2022 年为 99.3%。
- 2024 年，美西 (PNW) 的玉米平均容重（58.4 磅 / 蒲式耳）处于最低水平。墨西哥湾区和南部铁路区的玉米平均容重分别为 59.0 磅 / 蒲式耳和 59.3 磅 / 蒲式。

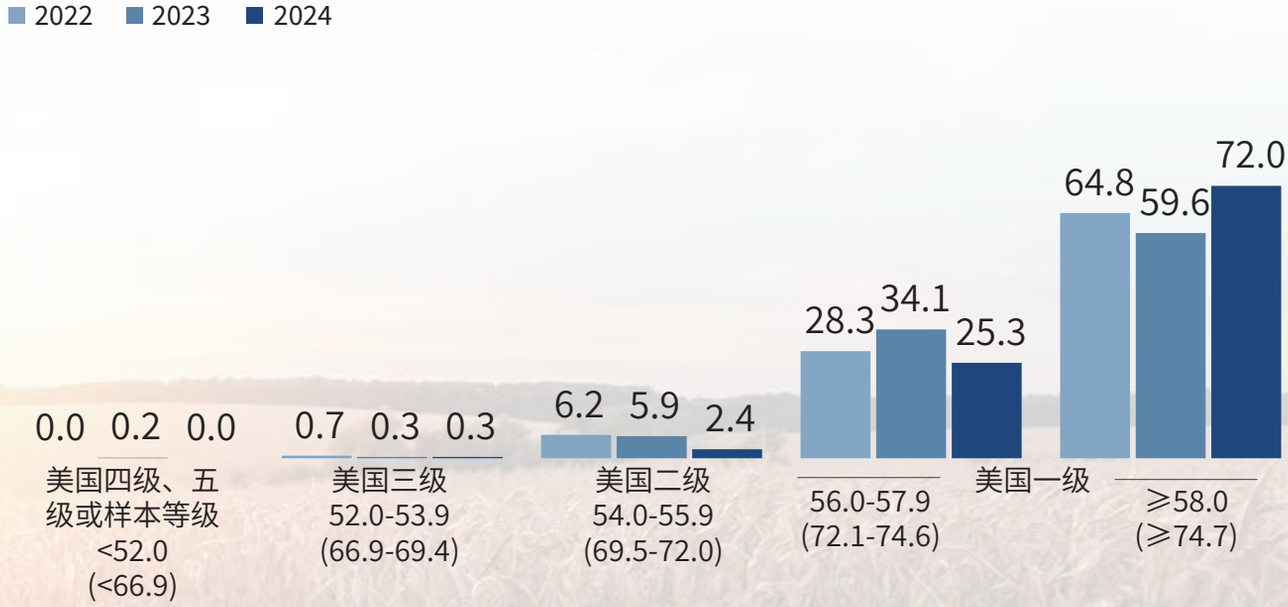
容重（磅/蒲式耳，千克/百升）

2024年，各出口集中区的平均值



容重（磅/蒲式耳，千克/百升）

各收获年份的样本百分比



破碎粒和杂质

破碎粒和杂质（BCFM）是可用于饲料和加工用途的坚实干净玉米的数量指标。破碎粒和杂质含量越低，样本中的杂质或破碎籽粒就越少。来自农场的样本出现较多破碎粒与杂质往往源于收割操作或田间的杂草种子。一般而言，在玉米烘干和储运环节，破碎粒和杂质含量将会增加，导致更多的破碎籽粒的出现，但具体情况取决于使用的干燥方法、储运手段以及籽粒本身的完好程度。

破碎粒（BC）是指能通过 12/64 英寸圆孔筛，但无法通过 6/64 英寸圆孔筛的玉米和所有其他物质（如野草种子）。

杂质（FM）是指所有无法通过 12/64 英寸圆孔筛的非玉米物质，以及所有可以通过 6/64 英寸圆孔筛的细小物质。

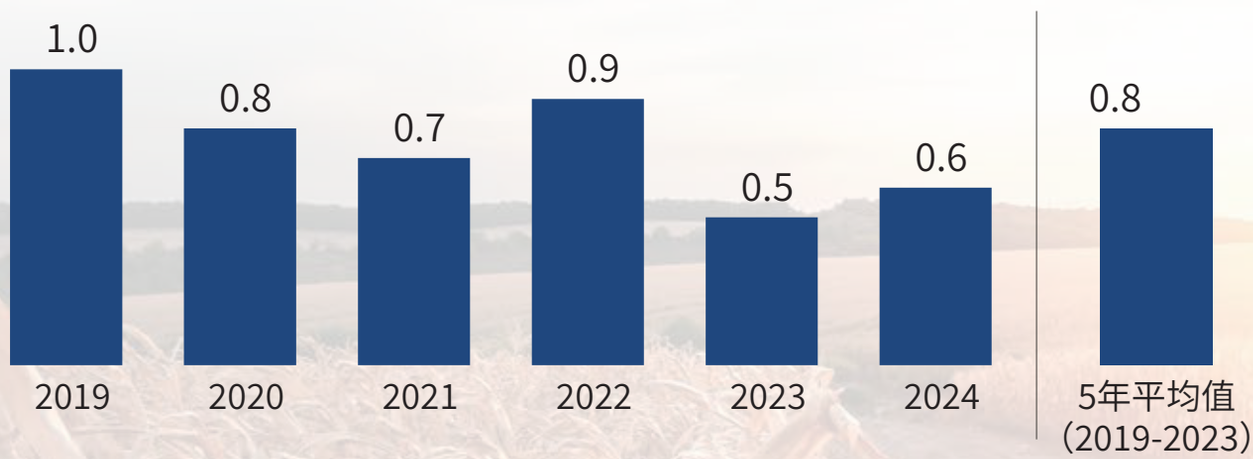
下页的图表显示了在为美国玉米进行定级时，所使用的破碎粒和杂质含量检测方法。

结果

- 2024 年，美国玉米总 BCFM（0.6%）与 2023 年（0.5%）相近，但低于 2022 年（0.9%）、5 年平均值和 10 年平均值（均为 0.8%），并远低于美国一级玉米最高限值（2.0%）。
- 2024 年作物中 BCFM 的波动率所体现的标准差 (0.38%）与 2023 年（0.45%）相近，但低于 2022 年（0.59%）、5 年平均值和 10 年平均值（均为 0.53%）。

破碎粒和杂质（%）

美国整体结果

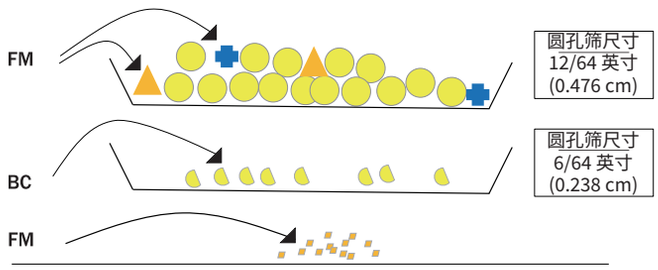


U.S. GRAINS COUNCIL

- 2024 年，样本中 BCFM 含量的最大值与最小值之差为 7.3%（0.1 至 7.4%），相近于 2023 年的 5.9%（0.0 至 5.9%）和 2022 年的 7.0%（0.0 至 7.0%）。
- 2024 年，作物样本中 BCFM 含量检测结果显示：98.3% 的样本 BCFM 含量达到或低于美国一级玉米最高限值（2.0%）；相比之下，2023 年为 97.2%，2022 年为 92.2%。2024 年，几乎所有样本（99.2%）的 BCFM 含量达到或低于美国二级玉米最高限值（3%）。
- 墨西哥湾区、美西 (PNW) 和南部铁路区的平均 BCFM 含量分别为 0.6%、0.6% 和 0.5%，均低于美国一级玉米标准限值。

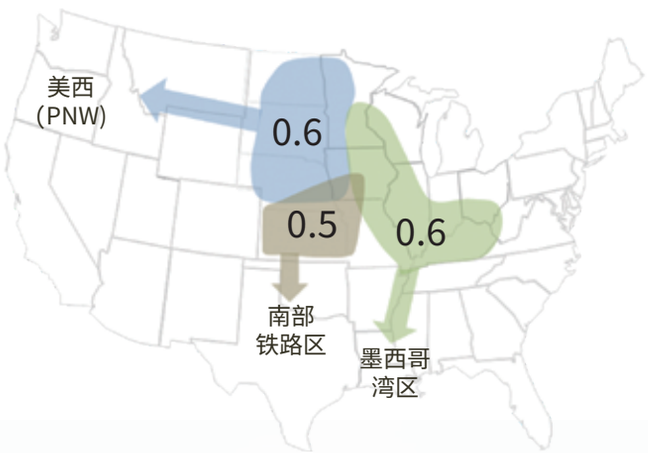
破碎粒和杂质 （%）

破碎粒和杂质（按重量百分比计算）



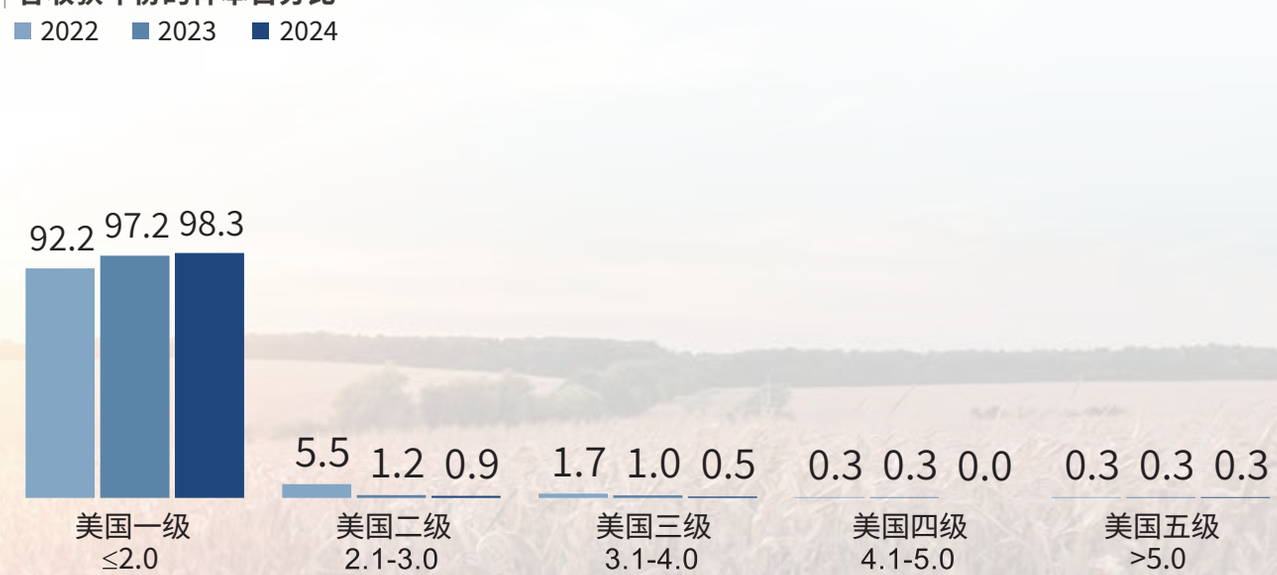
破碎粒和杂质 （%）

2024年，各出口集中区的平均值



破碎粒和杂质 （%）

各收获年份的样本百分比



破碎粒

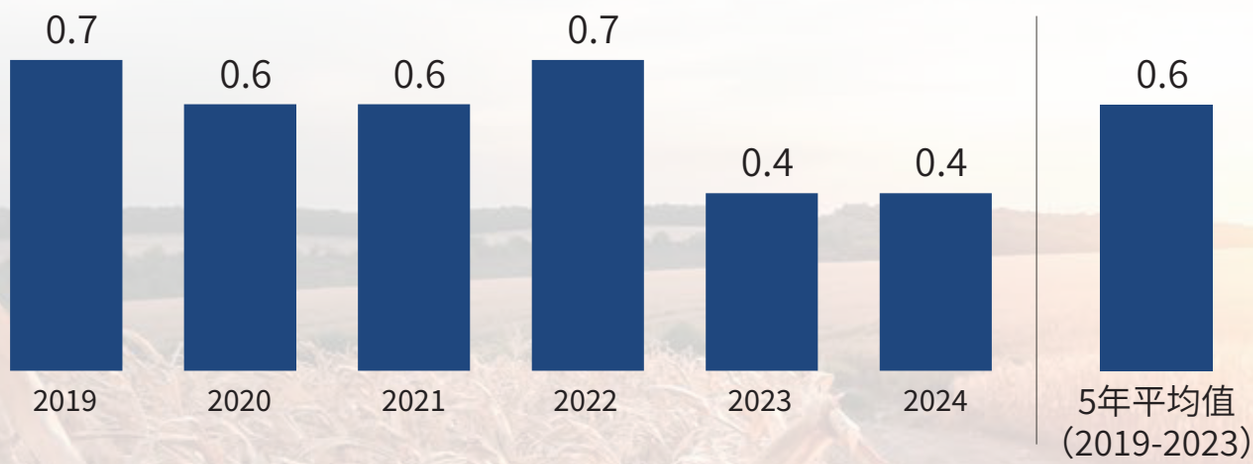
在美国玉米定级体系中，破碎粒的判断标准取决于籽粒的大小，通常还包括小部分的非玉米物质。相对完整籽粒而言，破碎粒更易遭受霉变或虫害，并且在转运和加工环节，可能引发多种问题。当玉米在储存筒仓中未被摊开或搅动时，破碎粒容易集中在筒仓中央，而完整籽粒在重力作用下，将逐渐向筒仓外侧移动。破碎粒籽粒集中的中心区域被称为“喷管线”(spout-line)。必要时，可以取出筒仓中央的破碎粒籽粒，减小或消除这种现象。

结果

- 2024年，美国玉米总体样本的破碎粒含量平均值为0.4%，与2023年（0.4%）持平，但低于2022年（0.7%）、5年平均值和10年平均值（均为0.6%）。
- 2024年作物中破碎粒以标准差计量的波动率略低于2023年，但与此前的其他年份持平。2024年、2023年、2022年、5年平均值和10年平均值的标准差分别为0.26%、0.35%、0.44%、0.38%和 0.38%。
- 2024年，样本的破碎粒含量极差为4.6%（0.0至4.6%），低于2023年的5.0%（0.0至5.0%）和2022年的6.6%（0.0至6.6%）。

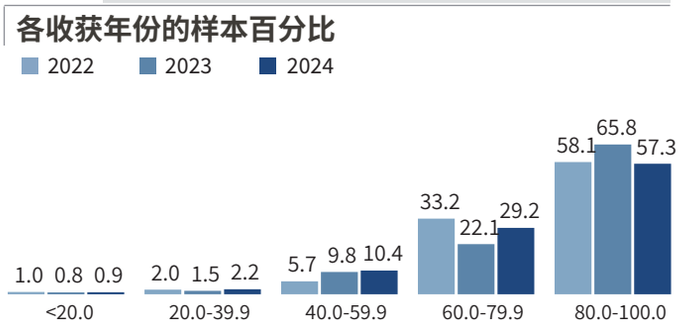
破碎粒（%）

美国总体结果

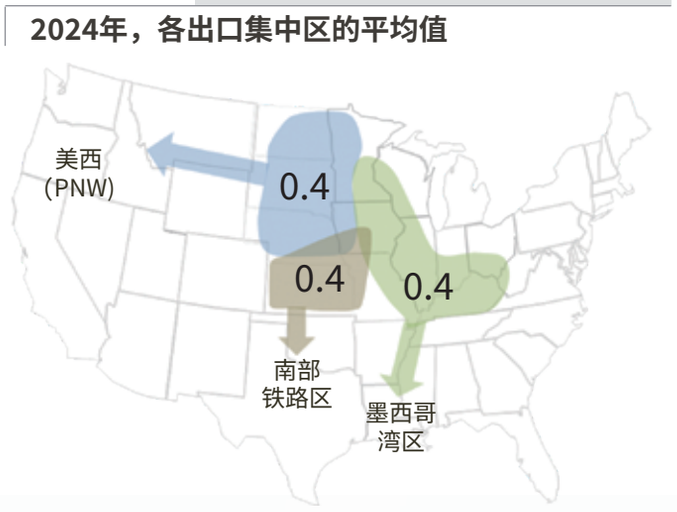


- 2024 年，6.5% 的样本的破碎粒含量达到或高于 1.0%；相比之下，2023 年的样本比例为 7.1%，2022 年的样本比例为 20.7%。
- 右侧样本比例分布图显示了各个收获年份，破碎粒在破碎粒和杂质中所占的百分比。2024 年，在 57.3% 的样本中，破碎粒至少占破碎粒和杂质的 80.0%。
- 墨西哥湾区、美西（PNW）和南部铁路区的破碎粒含量均为 0.4%。

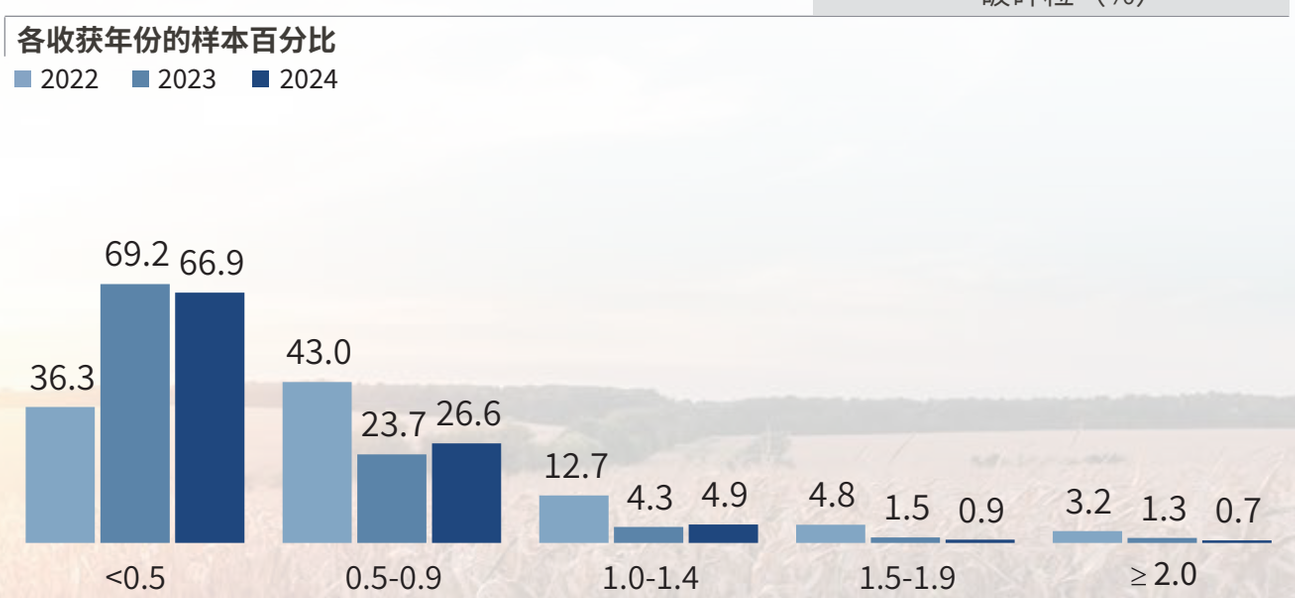
破碎粒（在破碎粒和杂质中的占比）



破碎粒（%）



破碎粒（%）



杂质

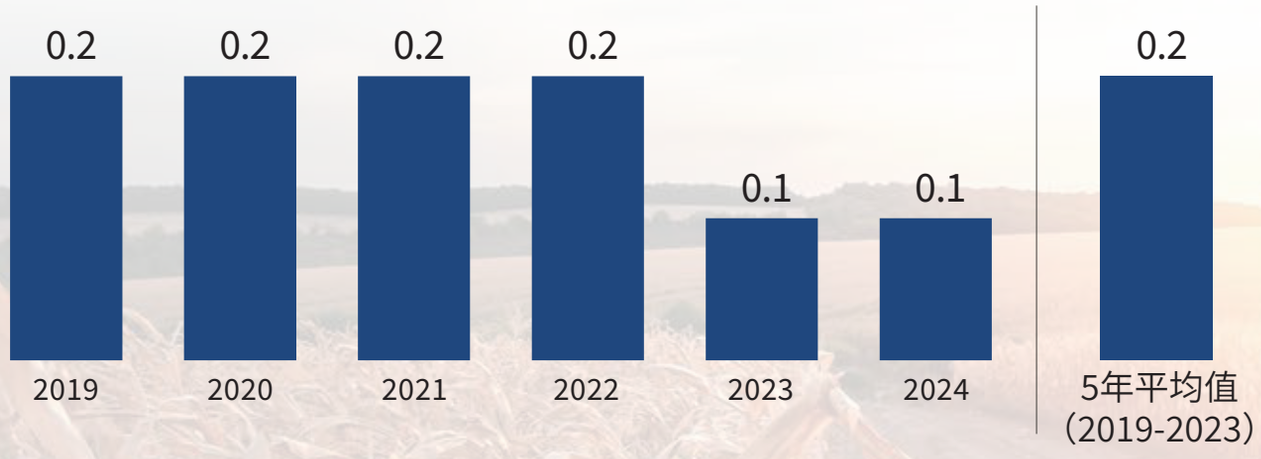
杂质含量是玉米品质定级的一项重要指标，因为它会降低玉米的饲用或加工价值；由于杂质中的水分含量通常高于玉米中的水分含量，这很可能造成玉米在储存环节出现品质下降；杂质与筒仓喷管线的形成有关（具体信息请参阅“破碎粒”）。此外，由于较高的水分含量，杂质比破碎粒更容易引发品质问题。

结果

- 2024年，美国玉米总体样本的杂质含量平均值为0.1%，低于2022年、5年平均值和10年平均值（均为0.2%）。2024年的平均杂质含量与2023年（0.1%）相比，存在统计学差异（更高）。得益于联合收割打谷机的完善功能以及在细小物质清除作业中的出色表现，历年的杂质含量检测结果均维持在较低的水平。
- 2024年标准差所反映出的美国玉米总体样本杂质含量的波动率（0.19%），相近于2023年（0.16%）、2022年（0.23%）、5年平均值（0.21%）和10年平均值（0.22%）。
- 2024年样本的杂质含量分布范围为样本（0.0至3.5%），高于2023年（0.0至2.3%），但相近于2022年（0.0至3.0%）。

杂质（%）

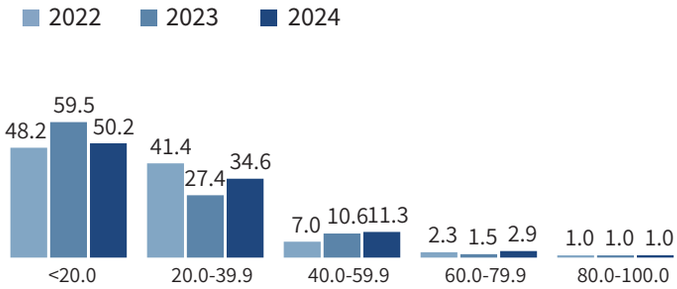
美国整体结果



- 在 2024 年的玉米作物样本中，94.4% 的样本的杂质含量低于 0.5%，相近于 2023 年（95.1%）和 2022 年（89.5%）的样本比例。
- 右侧样本比例分布图显示了各个收获年份，杂质在破碎粒和杂质中所占的百分比。2024 年，在 50.2% 的样本中，杂质占破碎粒和杂质的比例低于 20.0%。
- 墨西哥湾区、美西 (PNW) 和南部铁路区的杂质含量均为（0.1%），与 2023 年持平，相近于 2022 年的含量水平（分别为 0.2%、0.3% 和 0.2%）。三个出口集中区的杂质含量平均值在 2024 年、2023 年、2022 年、5 年平均值和 10 年平均值均等于或低于 0.3%。

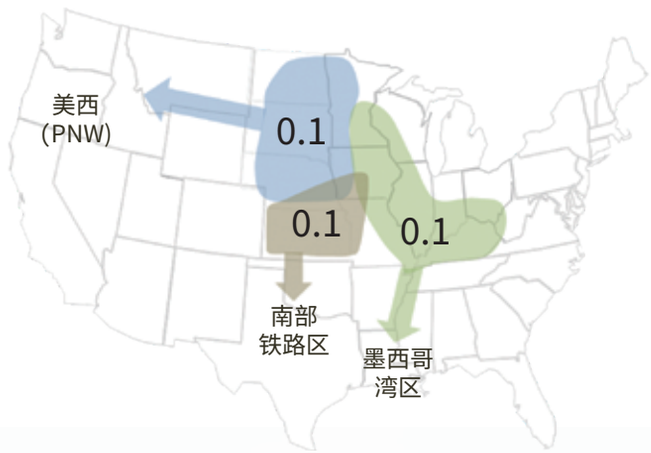
杂质（在破碎粒和杂质中的占比）

各收获年份的样本百分比



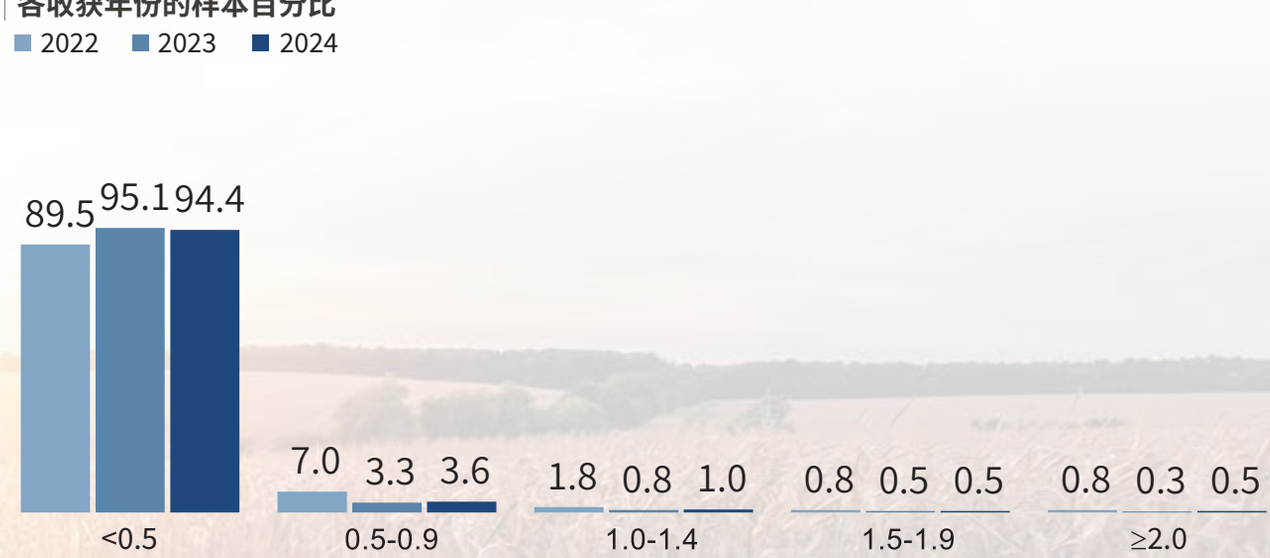
杂质（%）

2024年，各出口集中区的平均值



杂质（%）

各收获年份的样本百分比



总损率

总损伤是指外观具有某种可见损伤的玉米籽粒和籽粒碎片的比例，包括霉变损伤、霜冻损伤、虫害损伤、发芽损伤、病害损伤、天气损伤、田间损伤、生物损伤和热损伤。热损伤是玉米等级中，定级指标“总损伤”的一个子集，在美国等级标准中有单独的限值。其中大部分损伤会导致籽粒的颜色或或结构发生变化。损伤不包括外观正常的破碎籽粒。

霉变损伤通常与生长或储存期间较高的含水量和高湿天气有关。在玉米生长时期内，色二孢茎腐病、曲霉菌、镰刀霉和赤霉菌等田间霉菌，在天气条件适宜的情况下，会迅速滋生繁殖，进而导致籽粒发生霉变。尽管某些导致霉变损伤的真菌也会产生霉菌毒素，但是并非所有真菌都会产生霉菌毒素。玉米经过干燥降温处理之后，可以减少霉变发生的可能。

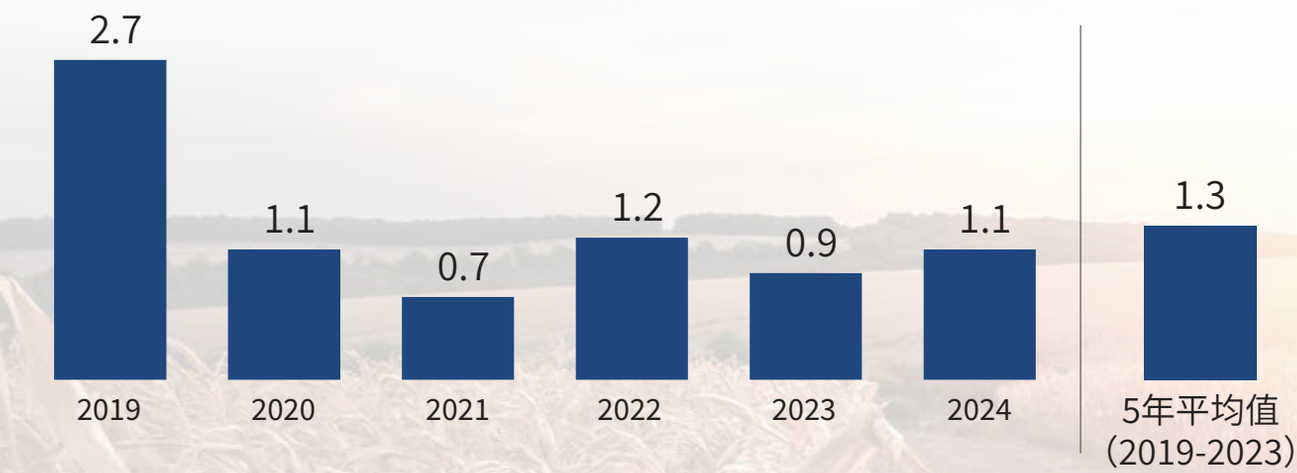
热损伤可能是由温暖、潮湿谷物中的微生物活性或干燥过程中施加的高热引起的。在收获过程中，直接从农场交付的玉米很少发生热损伤的情形。

结果

- 2024 年，美国玉米总体平均总损伤（1.1%），高于 2023 年（0.9%），但低于 5 年平均值（1.3%）和 10 年平均值（1.5%）。2023 年样本总损伤平均值低于美国一级玉米限值（3.0%）。

总损率（%）

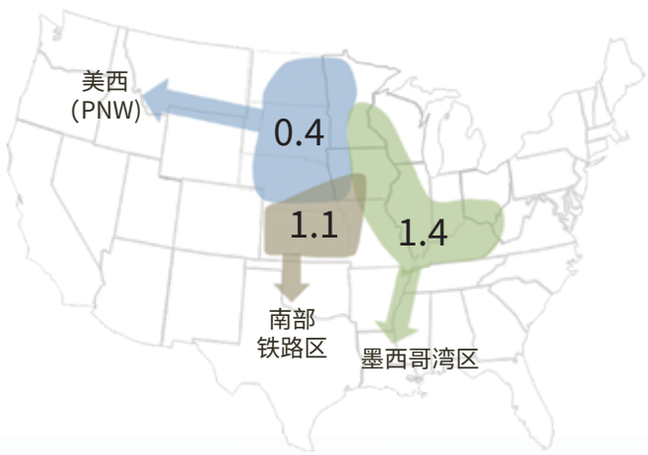
美国整体结果



- 2024 年作物以标准差计量的总损波动率（1.05%）高于 2023 年（0.88%），接近 2022 年（1.08%），但低于 5 年平均值（1.21%）和 10 年平均值（1.23%）。
- 2024 年，玉米的总损分布范围（0.0 至 21.3%）相近于 2023 年（0.0 至 26.0%）和 2022 年（0.0 至 21.2%）。
- 2024 年，玉米总损样本达到或低于 3.0% 的样本比例为 93.%；低于 2023 年的 95.1%，但高于 2022 年的 92.3%。
- 墨西哥湾区、美西 (PNW) 和南部铁路区的总损伤平均值分别为 1.4%、0.4% 和 1.1%。在三个出口集中区内，美西 (PNW) 的总损伤平均值在 2024 年、2023 年、2022 年、5 年平均值和 10 年平均值方面，处于最低水平。三个出口集中区的总损伤平均值均等于或低于美国一级玉米限值（3.0%）。
- 2024 年收获玉米的美国总体平均热损伤（0.0%）与 2023 年、2022 年、5 年平均值和 10 年平均值持平。
- 在 2024 年度的调查检测中，未发现任何样本出现热损伤。其部分原因可能是从农场直接送至当地收购站的新鲜样本未经过人工干燥处理。

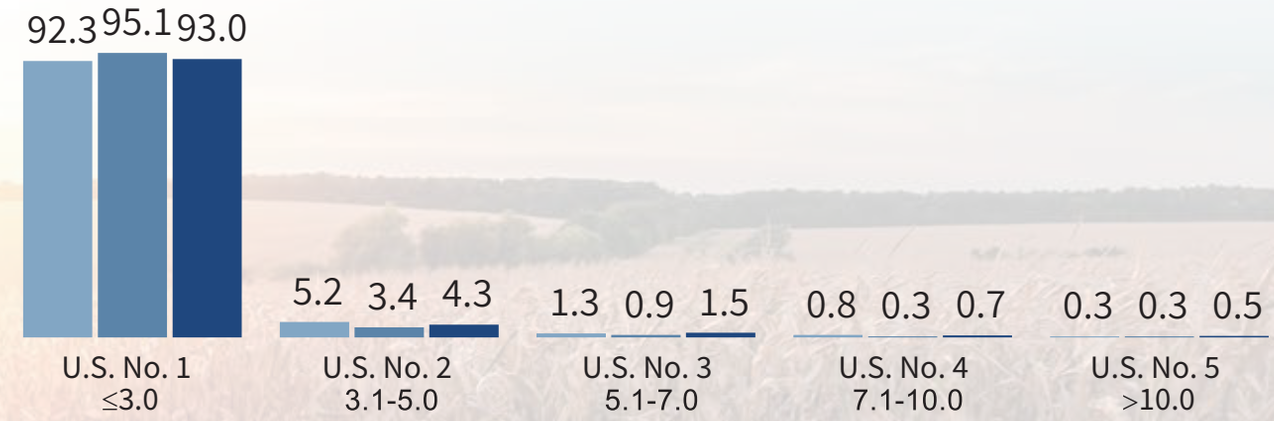
总损率（%）

2024年，各出口集中区的平均值



总损率（%）

各收获年份的样本百分比



B. 水分

通常，官方等级证书会标注水分含量，并且买卖双方也会在合同中约定水分含量的最大值。尽管如此，水分含量并不是玉米品质定级标准的定级指标，因此它不决定样本的等级。作为判断玉米作物是否需要干燥作业的一个指标，水分含量的确是重要的考量因素，原因在于它能够影响出售玉米中干物质的数量。水分也是判断储存时是否需要进行干燥的一个指标。如果玉米作物在收获时含有较高的水分含量，这意味着在之后的收割和干燥环节，籽粒受损的可能性将大大增加，因为所需的干燥作业强度将影响应力裂纹和破裂籽粒的形成。

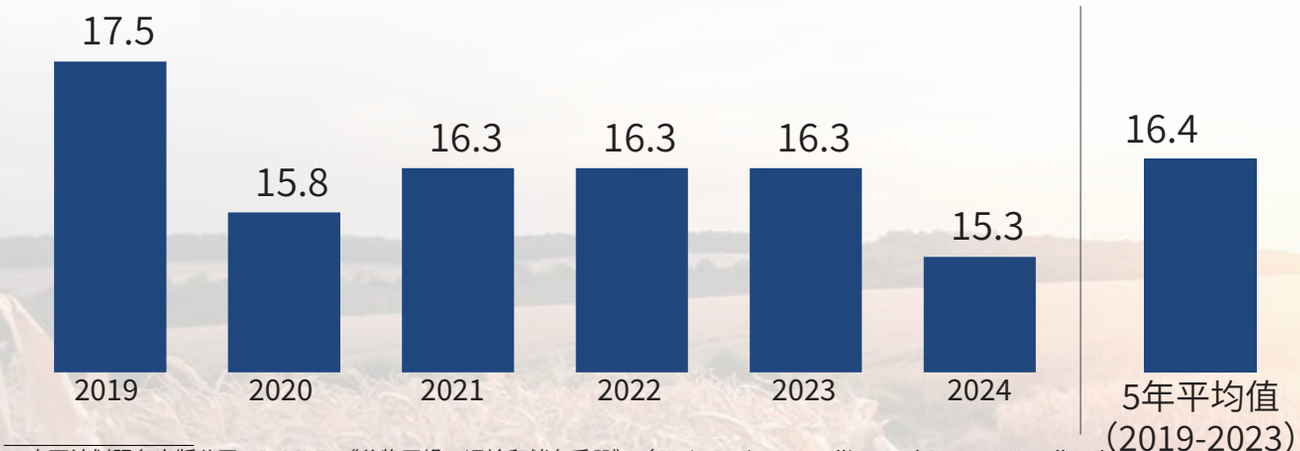
过度潮湿的谷物，在后续的存储和运输环节，容易遭受霉变损伤。生长季节的天气条件会影响玉米单产、玉米成分构成和玉米籽粒的发育，而玉米收获时的水分含量在很大程度上受到作物成熟度、收获时机和收获期天气条件的影响。一般储存指导原则建议，在典型的美国玉米种植带条件下，若欲将干净的玉米在通风环境中储存 6 到 12 个月并且同时保持较好的品质，则水分含量最多不能超过 14%；如果储存期在一年[2] 以上，则水分含量应控制在 13% 或以下的水平。

结果

- 2024 年，地方收购站记录的美国整体平均水分含量（15.3%）低于 2023 年和 2022 年（均为 16.3%）、5 年平均值（16.4%）和 10 年平均值（16.3%）。在过去的 14 年里，美国玉米总体平均水分含量的最低值为 2024 年和 2012 年的 15.3%，最高值为 2019 年的 17.5%。

水分（%）

美国整体结果

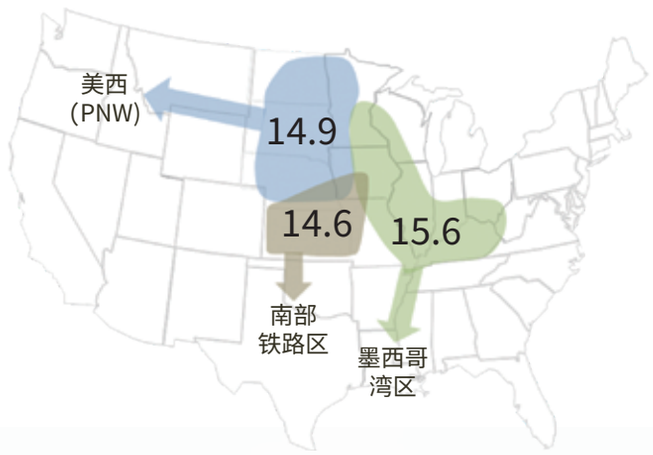


[2] *中西计划服务出版公司-13. 2017.《谷物干燥、运输和储存手册》（Grain Drying, Handling and Storage Handbook），中西计划服务出版公司，爱荷华州艾姆斯爱荷华州立大学12号，邮编： IA 50011.*

- 2024 年，美国玉米总体水分含量标准差（1.74%）低于 2023 年（1.95%）、2022 年（2.09%）、5 年平均值（2.03%）和 10 年平均值（1.85%）。
- 2024 年，仅有 19.9% 的样本的水分含量超过 17.0%；相比之下，2023 年的样本比例为 30.8%，2022 年的样本比例为 32.3%。应密切留意并监控，使水分含量保持在足够低的水平，以防止霉菌生产，导致玉米的储存期缩短。
- 2024 年，样本含水量检测结果显示：51.9% 的样本含有 15.0% 或以下的水分。收购站收粮时，玉米水份含量一般不能高于 15.0%。15% 水分含量被认为在冬季温度较低时进行短时间储存是安全的。
- 在 2024 年的玉米中，12.1% 的水分含量为 13.0% 或以下；相比之下，2023 年的样本比例为 4.4%，2022 年的比例为 8.2%。对于长期储存和运输作业而言，13.% 及以下的含水量通常被认为是一个安全的数值。
- 2024 年，墨西哥湾区、美西 (PNW) 和南部铁路区的平均水分含量分别为 15.6%、14.9% 和 14.6%。在三个出口集中区内，南部铁路区的玉米平均水分含量在 2024 年、2023 年、5 年平均值和 10 年平均值一直处于最低水平。

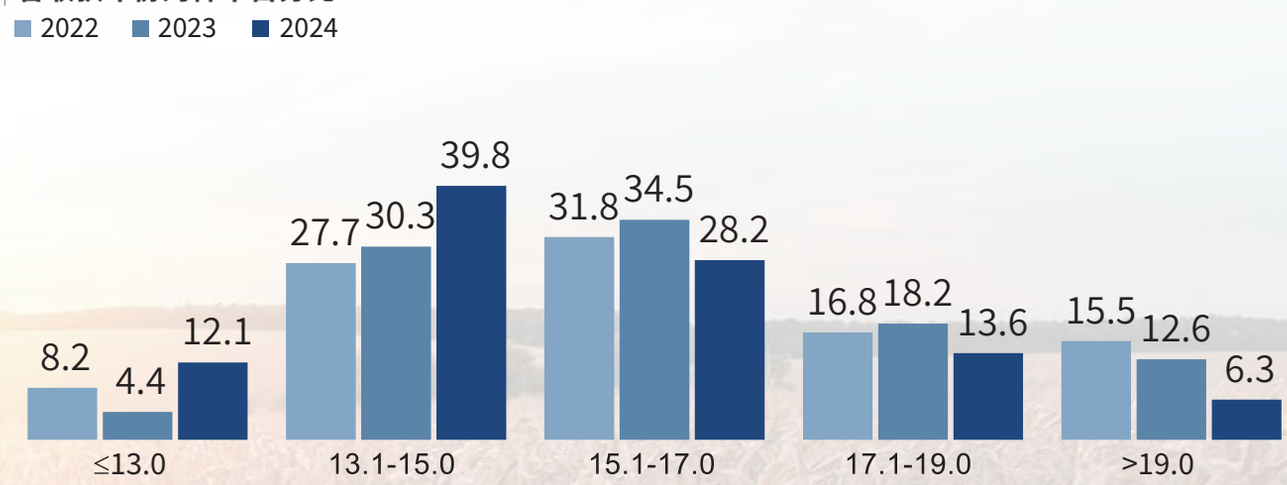
水分（%）

2024年，各出口集中区的平均值



水分（%）

各收获年份的样本百分比



总结：定级指标和水分

	2024收获年份					2023收获年份		2022收获年份		5年平均值 (2019-2023)		10年平均值 (2014-2023)	
	样本编号[1]	平均值.	标准偏差	最小值.	最大值.	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差
美国整体						**美国整体**		**美国整体**		**美国整体**		**美国整体**	
容重（磅/蒲式耳）	586	58.9	1.27	52.5	63.8	58.4*	1.23	58.5*	1.30	58.2*	1.27	58.2*	1.24
容重（千克/百升）	586	75.8	1.63	67.6	82.1	75.2*	1.58	75.3*	1.67	75.0*	1.63	74.9*	1.59
破碎粒和杂质（%）	586	0.6	0.38	0.1	7.4	0.5	0.45	0.9*	0.59	0.8*	0.53	0.8*	0.53
破碎粒（%）	586	0.4	0.26	0.0	4.6	0.4	0.35	0.7*	0.44	0.6*	0.38	0.6*	0.38
杂质（%）	586	0.1	0.19	0.0	3.5	0.1*	0.16	0.2*	0.23	0.2*	0.21	0.2*	0.22
总损率（%）	586	1.1	1.05	0.0	21.3	0.9*	0.88	1.2	1.08	1.3*	1.21	1.5*	1.23
热损伤（%）	586	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（%）	618	15.3	1.74	9.6	23.6	16.3*	1.95	16.3*	2.09	16.4*	2.03	16.3*	1.85
墨西哥湾区						**墨西哥湾区**		**墨西哥湾区**		**墨西哥湾区**		**墨西哥湾区**	
容重（磅/蒲式耳）	566	59.0	1.38	52.5	63.8	58.6*	1.26	58.5*	1.38	58.4*	1.28	58.4*	1.24
容重（千克/百升）	566	75.9	1.77	67.6	82.1	75.4*	1.62	75.3*	1.78	75.2*	1.65	75.1*	1.60
破碎粒和杂质（%）	566	0.6	0.39	0.1	7.4	0.6	0.51	0.9*	0.60	0.8*	0.54	0.8*	0.53
破碎粒（%）	566	0.4	0.26	0.0	4.6	0.5	0.39	0.7*	0.46	0.6*	0.39	0.6*	0.38
杂质（%）	566	0.1	0.20	0.0	3.5	0.1*	0.17	0.2*	0.22	0.2*	0.21	0.2*	0.22
总损率（%）	566	1.4	1.29	0.0	21.3	1.0*	0.92	1.4	1.24	1.5	1.35	1.8*	1.43
热损伤（%）	566	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（%）	595	15.6	1.84	9.6	23.6	16.4*	2.08	16.8*	2.22	16.8*	2.14	16.6*	1.92
美西(PNW)						**美西(PNW)**		**美西(PNW)**		**美西(PNW)**		**美西(PNW)**	
容重（磅/蒲式耳）	232	58.4	0.97	52.5	61.8	57.6*	1.03	58.1*	1.14	57.6*	1.24	57.6*	1.24
容重（千克/百升）	232	75.1	1.24	67.6	79.5	74.2*	1.33	74.8*	1.47	74.1*	1.60	74.1*	1.60
破碎粒和杂质（%）	232	0.6	0.35	0.1	3.1	0.5*	0.31	0.9*	0.57	0.8*	0.54	0.8*	0.56
破碎粒（%）	232	0.4	0.25	0.1	1.7	0.4*	0.23	0.7*	0.39	0.6*	0.38	0.6*	0.39
杂质（%）	232	0.1	0.16	0.0	1.9	0.1*	0.12	0.3*	0.26	0.2*	0.23	0.2*	0.23
总损率（%）	232	0.4	0.37	0.0	4.1	0.6*	0.73	0.8*	0.87	1.0*	1.12	0.8*	0.86
热损伤（%）	232	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（%）	238	14.9	1.50	9.6	23.6	16.5*	1.74	15.7*	1.81	16.2*	1.96	16.1*	1.81
南部铁路区						**南部铁路区**		**南部铁路区**		**南部铁路区**		**南部铁路区**	
容重（磅/蒲式耳）	327	59.3	1.24	53.3	63.8	58.7*	1.35	58.9*	1.27	58.8*	1.22	58.6*	1.21
容重（千克/百升）	327	76.3	1.59	68.6	82.1	75.6*	1.74	75.8*	1.64	75.6*	1.57	75.5*	1.56
破碎粒和杂质（%）	327	0.5	0.37	0.1	3.8	0.5	0.46	0.9*	0.59	0.8*	0.48	0.7*	0.47
破碎粒（%）	327	0.4	0.26	0.0	2.1	0.4	0.35	0.7*	0.44	0.6*	0.35	0.6*	0.34
杂质（%）	327	0.1	0.17	0.0	3.1	0.1	0.17	0.2*	0.24	0.2*	0.20	0.2*	0.20
总损率（%）	327	1.1	1.05	0.0	21.3	0.9*	0.94	1.1	0.93	1.2	0.91	1.4*	1.06
热损伤（%）	327	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（%）	349	14.6	1.70	9.6	23.1	15.8*	1.83	15.9*	2.13	15.6*	1.78	15.7*	1.62

**基于95%置信水平下的双尾t检验，平均值与当前年份数据之间存在重大差异。*

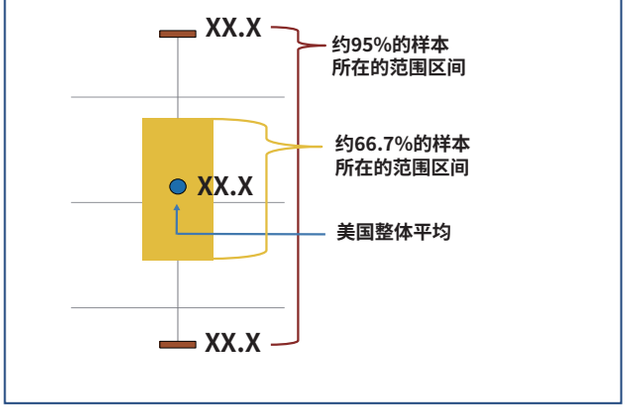
[1]由于出口集中区的检测结果为综合统计数据，三个出口集中区的样本数量之和大于美国整体样本数量。在编制本年度的《收获报告》时，我们共检测了620份样本，但每个定级指标的实际样本检测数量均少于620份，这是因为重量1,000克或以下的样本也被包括在内。与此同时，我们只检测了618份样本的水分含量，这是因为参与本项调查的地方收购站未在样本袋上注明2份样本进仓时的水分含量。

[2]预测总体平均值的相对相对误差超过±10.0%。

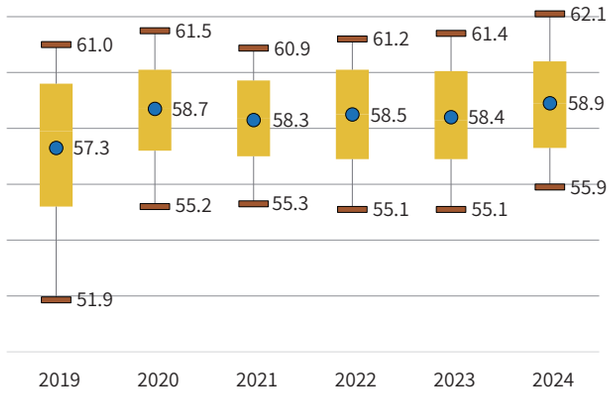
U.S. GRAINS COUNCIL

定级指标
六年整体情况比较

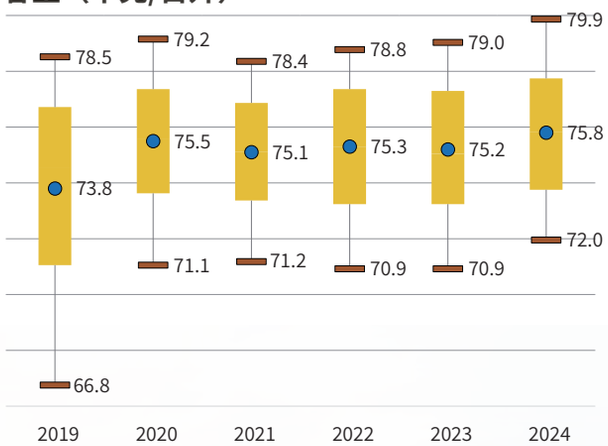
如何解读图表



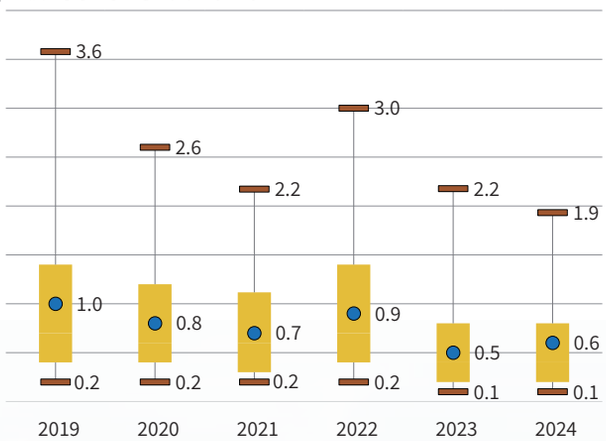
容重（磅/蒲式耳）



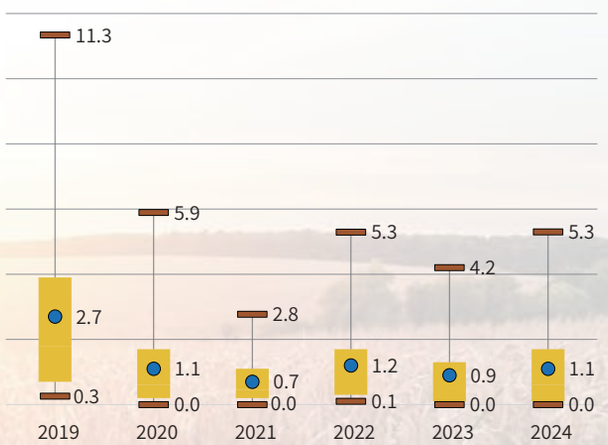
容重（千克/百升）



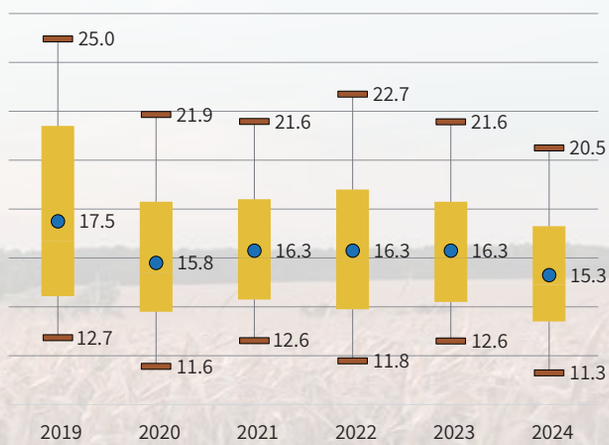
破碎粒和杂质（%）



总损率（%）



水分（%）



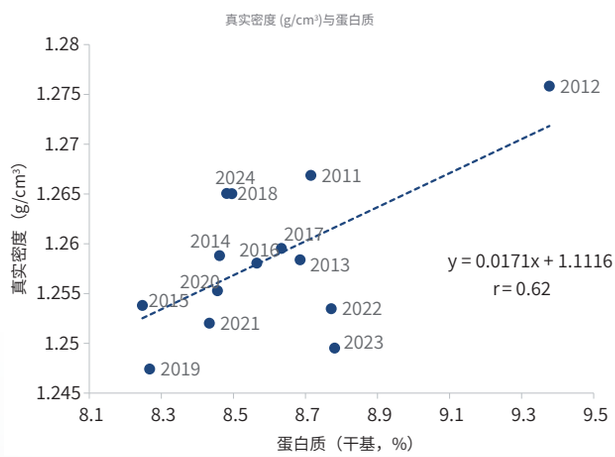
C.化学成分

玉米的化学成分主要包括蛋白质、淀粉和油脂。尽管这些特性并非定级指标，但却与终端用户的切身利益密切相关。各项化学成分检测结果为畜禽饲养、湿磨加工和其他玉米加工行业提供了关于营养价值的额外信息。与许多物理特性不同，化学成分含量在储存和转运过程中不会发生显著变化。

概述：化学成分

- 2024 年，美国玉米总体平均蛋白质含量（8.5%，干基）低于 2023 年和 2022 年（均为 8.8%），但与 5 年平均值和 10 年平均值持平。
- 过去 14 年的美国玉米总体蛋白质含量平均值数据显示，随着蛋白质含量的增加，籽粒真实密度也会增加（从而产生了 0.62 的相关系数，如右图所示）。一般而言，籽粒真实密度较低的年份，蛋白质含量也较低；在籽粒真实密度较高的年份，蛋白质含量也较高。
- 2024 年，美国玉米总体平均淀粉含量（72.2%，干基）高于 2023 年和 2022 年（均为 71.9%）及 5 年平均值（72.1%），但低于 10 年平均值（72.5%）。

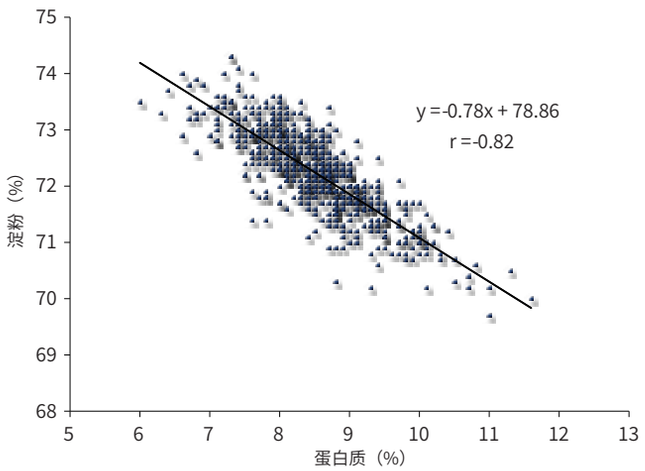
真实密度与蛋白质
美国14年整体水平



概述：化学成分

- 由于淀粉和蛋白质是两种最大的玉米成分，当其中一种成分的含量上升时，另一种成分的含量通常会下降。右图说明了这种关系，表明淀粉和蛋白质之间呈负相关（r=-0.82）。
- 2024 年，美国玉米总体平均油脂含量（3.9%，干基）高于 2023 年（3.8%）。2024 年的平均油脂含量与 2022 年、5 年平均值和 10 年平均值（均为 3.9%）相比，存在统计学差异（更低）。
- 墨西哥湾区、美西 (PNW) 和南部铁路区的平均油脂含量分别为 3.9%、4.0% 和 3.8%。在 2024 年、2023 年、2022 年、5 年平均值和 10 年平均值方面，三个出口集中区的油脂含量波动率等于或小于 0.2%。

淀粉 vs 蛋白质，2024年美国整体水平



蛋白质

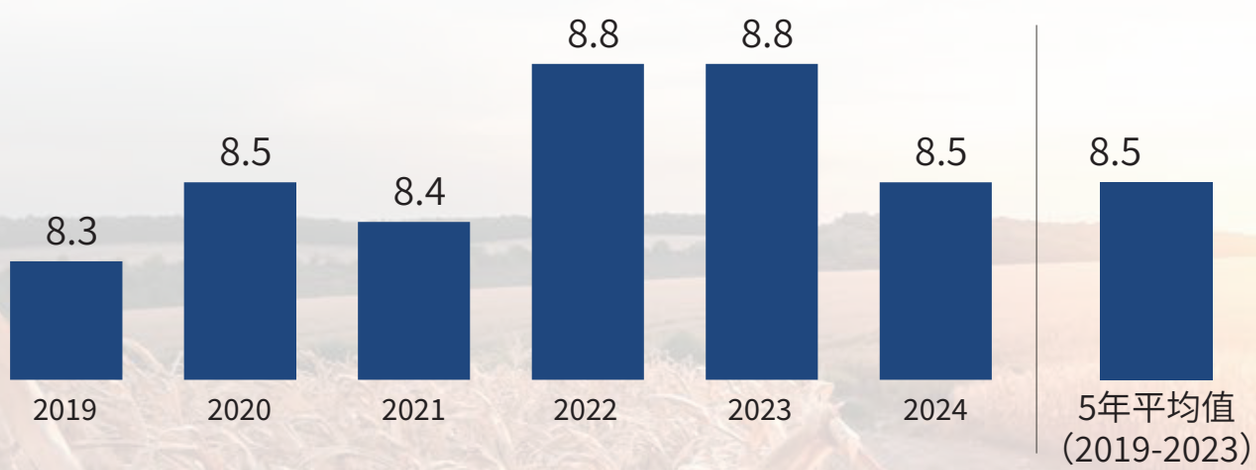
蛋白质对于畜禽饲养行业至关重要，因为它可以提供动物必需的含硫氨基酸，同时有助于提高饲料转化率。随着土壤中可利用的氮含量减少以及单产量高的年份里，玉米中的蛋白质含量呈下降趋势。蛋白质含量与淀粉含量通常呈负相关。检测结果以干基数值报告。

结果

- 2024 年，美国玉米总体平均蛋白质含量（8.5%，干基）低于 2023 年和 2022 年（均为 8.8%），但与 5 年平均值和 10 年平均值（均为 8.5%）持平。
- 2024 年，美国玉米总体平均蛋白质含量标准差（0.60%）高于 2023 年（0.56%）、2022 年（0.53%）、5 年平均值（0.55%）和 10 年平均值（0.54%）。
- 2024 年，蛋白质含量的范围（6.0% 至 11.6%）相近于 2023 年（6.9% 至 12.8%）和 2022 年（6.4% 至 11.9%）。
- 2024 年，样本蛋白质含量检测结果显示：23.1% 的样本的蛋白质含量低于 8.0%，50.8% 的样本的蛋白质含量介于 8.0% 和 8.9% 之间，26.1% 的样本的蛋白质含量达到或高于 9.0%。2024 年高蛋白质含量的样本数量低于 2023 年和 2022 年。

蛋白质（干基，%）

美国整体结果

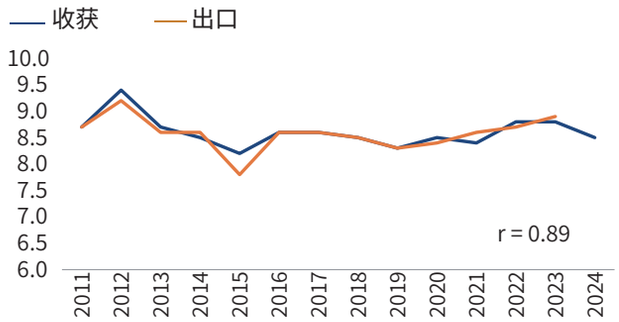


U.S. GRAINS COUNCIL

- 从收获到出口这一过程中间，额外的转运、混合与储存作业，对于玉米作物化学成分含量的平均值几乎没有任何影响。历年的《收获报告》和《出口货物报告》提供的数据显示：玉米作物化学成分含量的平均值一直保持在比较相似的水平。右侧的折线图显示了从 2011 年到 2024 年间，美国玉米总体蛋白质含量的变化。相关系数（r=0.89）高说明了这种一致性。

蛋白质（干基，%）

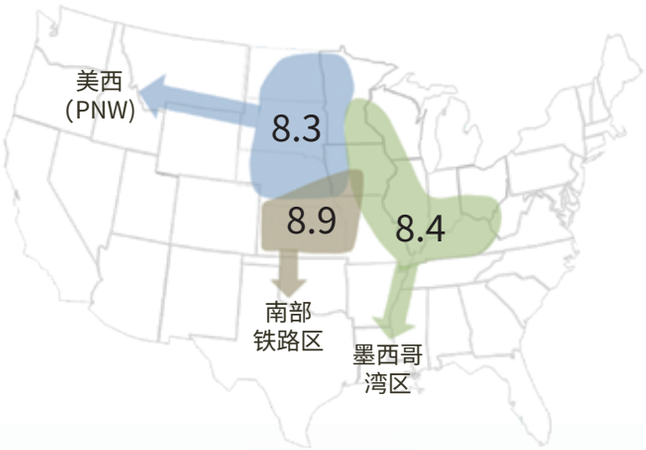
美国整体结果（年度比较）



- 墨西哥湾区、美西（PNW）和南部铁路区的蛋白质含量平均值分别为 8.4%、8.3% 和 8.9%。在三个出口集中区内，南部铁路区的蛋白质含量平均值在 2024 年、2023 年、2022 年、5 年平均值和 10 年平均值方面，一直处于或并列处于最高水平。

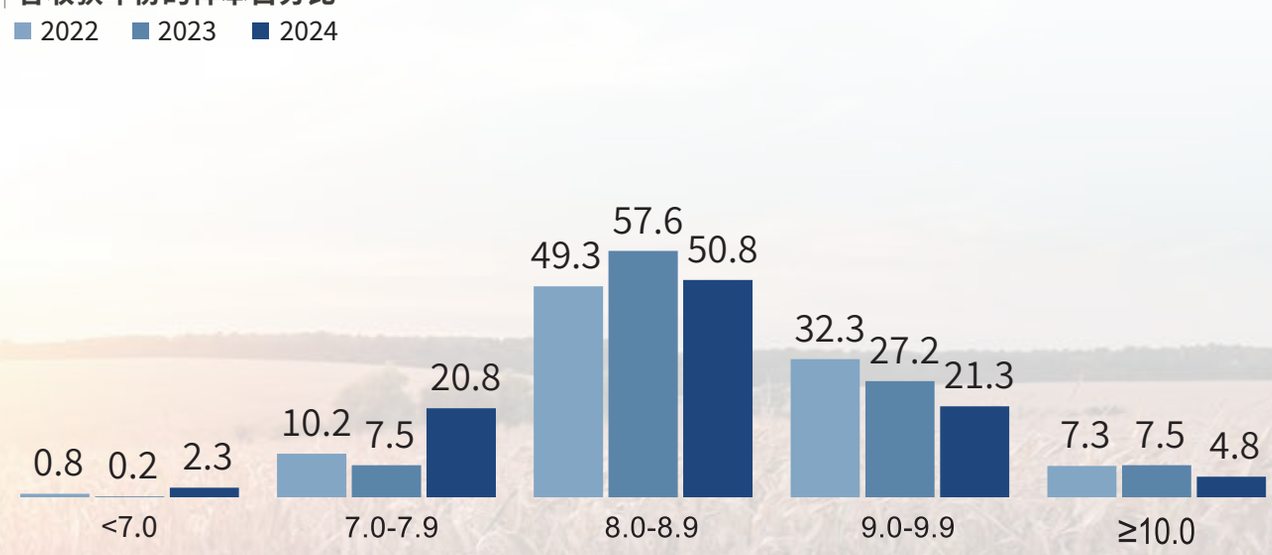
蛋白质（干基，%）

2024年，各出口集中区的平均值



蛋白质（干基，%）

各收获年份的样本百分比



淀粉

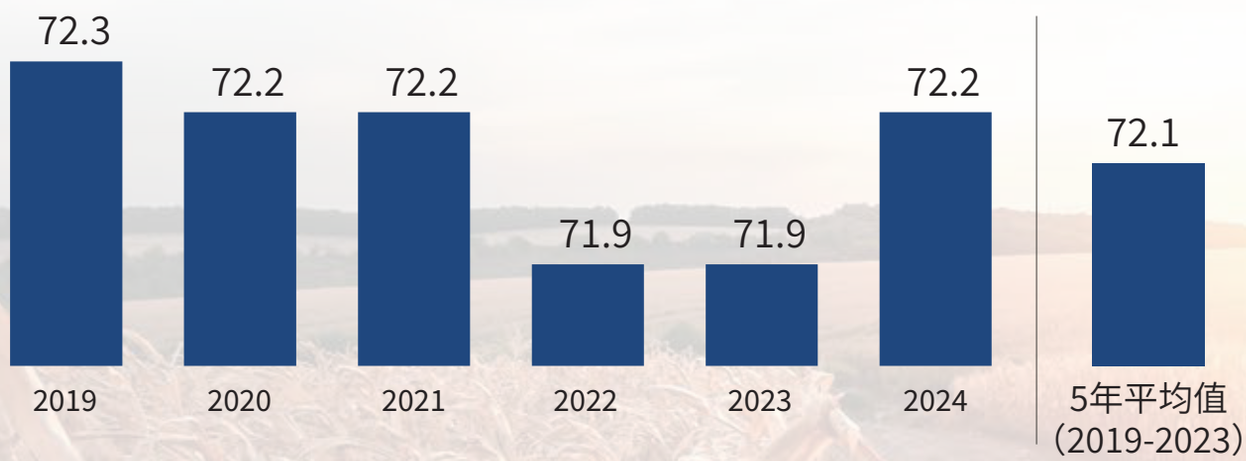
淀粉含量是湿法玉米加工者和干磨法乙醇生产者的重要考量因素。高淀粉含量往往意味着玉米籽粒成长和灌浆条件良好、籽粒密度适当。淀粉含量与蛋白含量通常呈负相关。检测结果基为干基数值。

结果

- 2024 年，美国玉米总体平均淀粉含量（72.2%，干基）高于 2023 年和 2022 年（均为 71.9%）及 5 年平均值（72.1%），但低于 10 年平均值（72.2%）。
- 2024 年，美国玉米总体平均淀粉含量标准差（0.65%）高于 2023 年（0.61%）、2022 年（0.59%）、5 年平均值（0.58%）和 10 年平均值（0.60%）。
- 2024 年，样本的淀粉含量范围（69.7% 至 74.3%）相近于 2023 年（68.4% 至 73.7%）和 2022 年（69.1% 至 74.3%）。
- 2024 年，样本淀粉含量检测结果显示：34.3% 的样本的淀粉含量低于 72.0%，46.6% 的样本的淀粉含量在 72.0% 至 72.9% 之间，19.1% 的样本的淀粉含量达到或高于 73%。2024 年高淀粉含量的样本数量高于 2023 年和 2022 年。

淀粉（干基，%）

美国整体结果

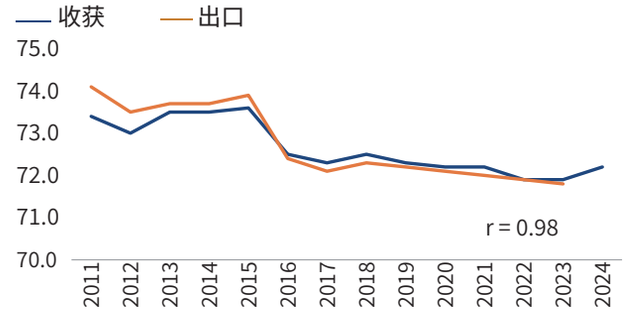


- 从收获到出口这一过程中间，额外的转运、混合与储存作业，对于玉米作物化学成分含量的平均值几乎没有任何影响。历年的《收获报告》和《出口货物报告》提供的数据显示：玉米作物化学成分含量的平均值一直保持在比较相似的水平。右侧的折线图显示了历年的美国玉米总体淀粉含量的变化。相关系数（r=0.98）高说明了这种一致性。

- 墨西哥湾区、美西（PNW）和南部铁路区的淀粉含量平均值分别为72.3%、72.3% 和 72.0%。在三个出口集中区内，墨西哥湾区的淀粉含量平均值在 2024 年、2023 年、2022 年、5 年平均值和 10 年平均值方面一直处于最高水平。

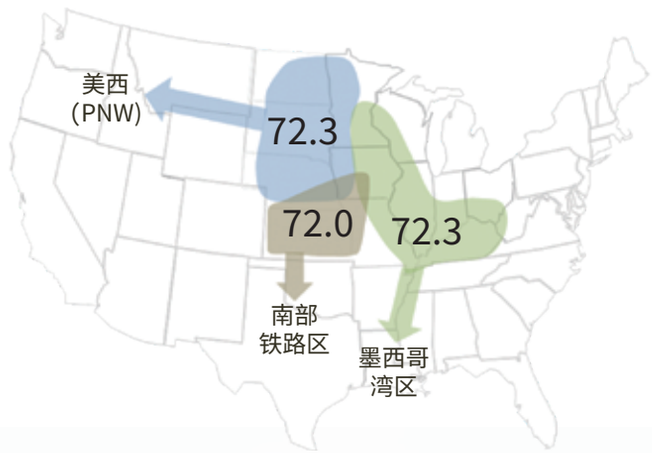
淀粉（干基，%）

美国整体结果（年度比较）



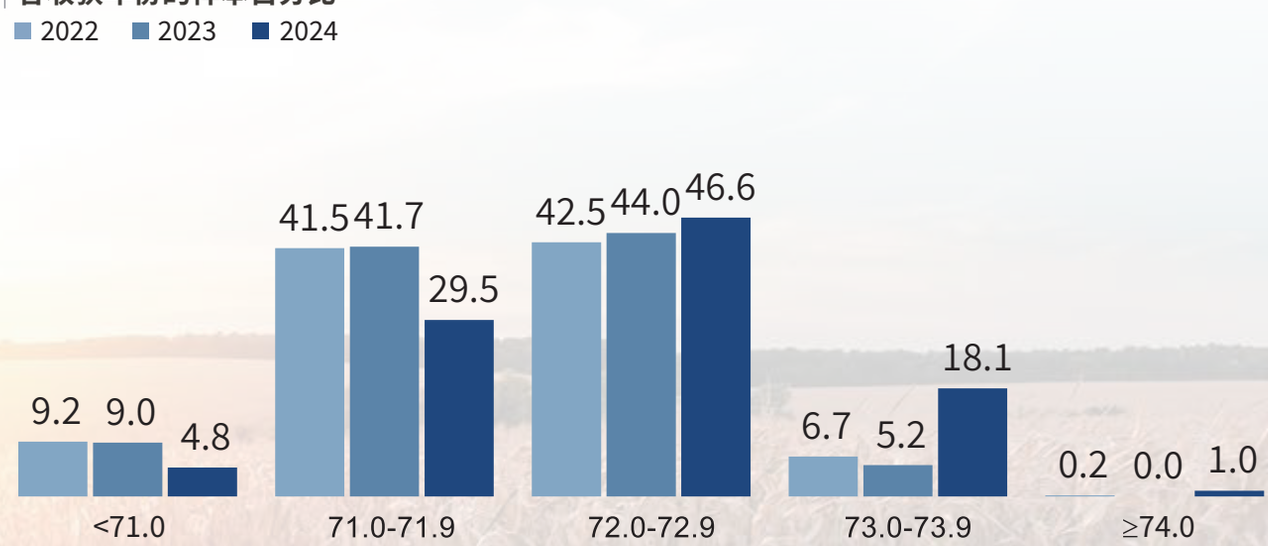
淀粉（干基，%）

2024年，各出口集中区的平均值



淀粉（干基，%）

各收获年份的样本百分比



油脂

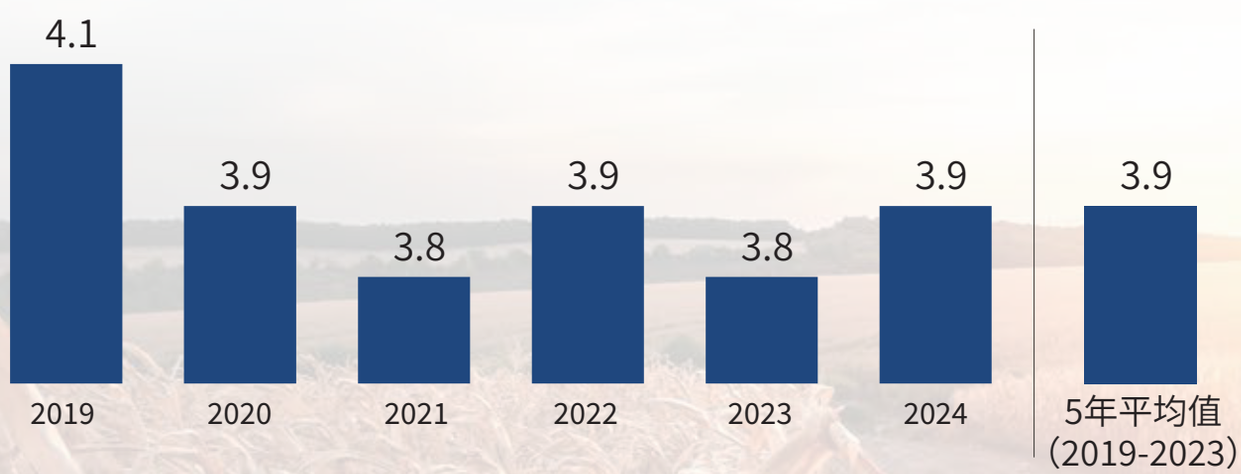
油脂是畜禽饲料配方中的关键成分。作为能量来源，它能够促进脂溶性维生素的吸收，提供必需的脂肪酸。油脂也是玉米干湿法加工的一种重要副产品。检测结果建立在干基法基础之上。

结果

- 2024 年，美国玉米总体平均油脂含量（3.9%）高于 2023 年（3.8%）。2024 年的平均油脂含量与 2022 年、5 年平均值和 10 年平均值（均为 3.9%）相比，存在统计学差异（更低）。
- 2024 年，美国玉米总体平均油脂含量标准差（0.24%）相近于 2023 年（0.23%）、2022 年（0.24%）、5 年平均值（0.23%）和 10 年平均值（0.24%）。
- 2024 年，样本的油脂含量范围（3.0% 至 4.8%）相近于 2023 年（3.2% 至 4.6%）和 2022 年（3.0% 至 4.8%）。
- 2024 年，样本油脂含量检测结果显示：20.6% 的样本的油脂含量低于 3.7%，71.6% 的样本的油脂含量在 3.7% 至 4.2% 之间，7.8% 的样本的油脂含量达到或超过 4.3%。

油脂（干基，%）

美国整体结果

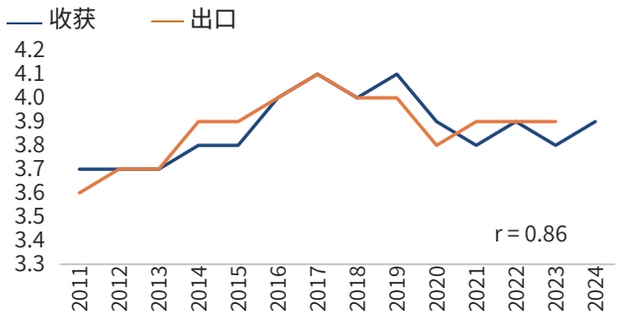


- 从收获到出口这一过程中间，额外的转运、混合与储存作业，对于玉米作物化学成分含量的平均值几乎没有任何影响。历年的《收获报告》和《出口货物报告》提供的数据显示：玉米作物化学成分含量的平均值一直保持在比较相似的水平。右侧的折线图显示了历年的美国玉米总体油脂含量的变化。相关系数（r=0.86）高说明了这种一致性。

- 墨西哥湾区、美西（PNW）和南部铁路区的油脂含量平均值分别为3.9%、4.0%和3.8%。在2024年、2023年、2022年、5年平均值和10年平均值方面，三个出口集中区的油脂含量波动率等于或小于0.2%。

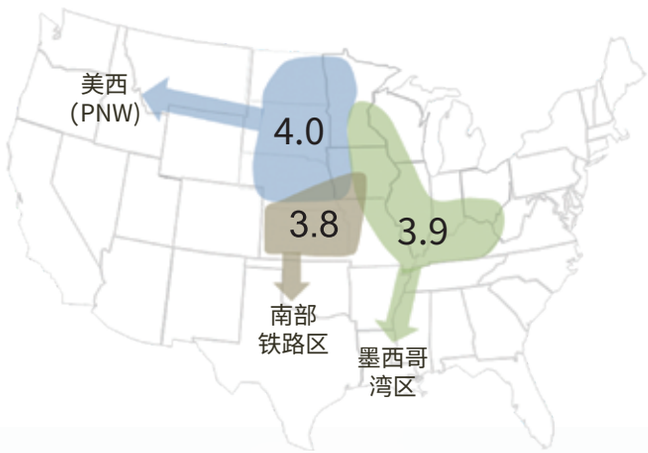
油脂（干基，%）

美国整体结果（年度比较）



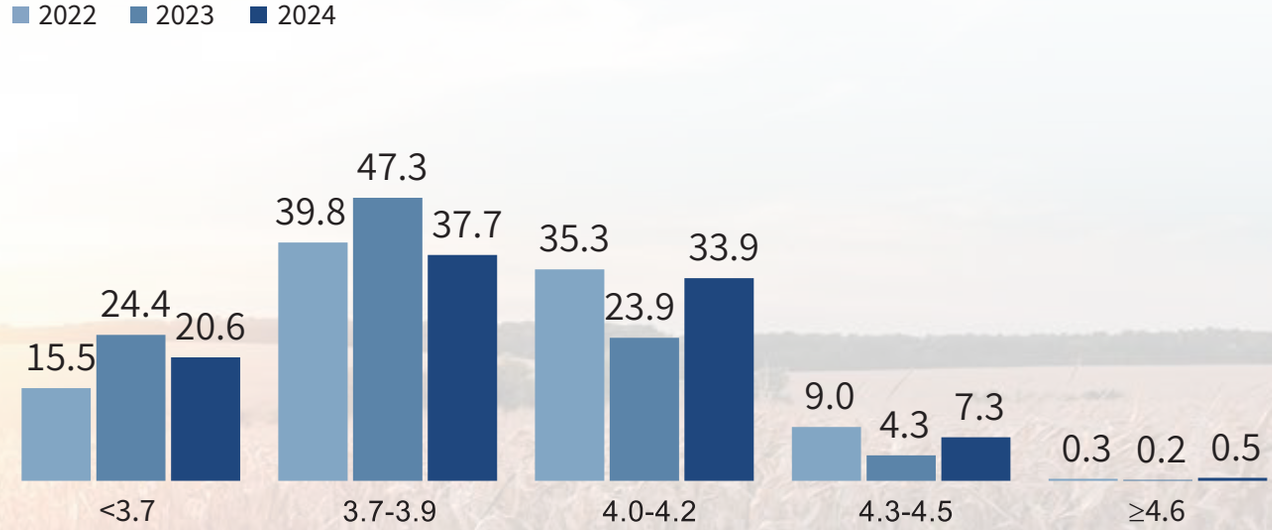
油脂（干基，%）

2024年，各出口集中区的平均值



油脂（干基，%）

各收获年份的样本百分比



总结：化学成分

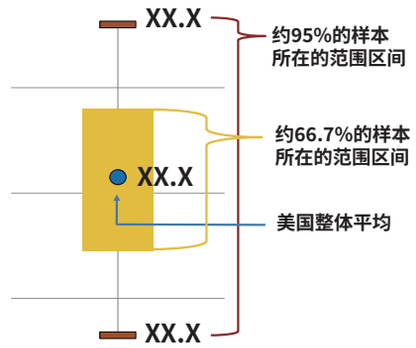
	2024 收获年份					2023 收获年份		2022 收获年份		5年平均值 (2019-2023)		5年平均值 (2014-2023)	
	样本编号[1]	平均值.	标准偏差	最小值.	最大值.	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差
美国整体						**美国整体**		**美国整体**		**美国整体**		**美国整体**	
蛋白质（干基，%）	620	8.5	0.60	6.0	11.6	8.8*	0.56	8.8*	0.53	8.5	0.55	8.5	0.54
淀粉（干基，%）	620	72.2	0.65	69.7	74.3	71.9*	0.61	71.9*	0.59	72.1*	0.58	72.5*	0.60
油脂（干基，%）	620	3.9	0.24	3.0	4.8	3.8*	0.23	3.9*	0.24	3.9*	0.23	3.9*	0.24
墨西哥湾区						**墨西哥湾区**		**墨西哥湾区**		**墨西哥湾区**		**墨西哥湾区**	
蛋白质（干基，%）	597	8.4	0.60	6.0	11.6	8.7*	0.51	8.6*	0.50	8.4	0.53	8.4*	0.52
淀粉（干基，%）	597	72.3	0.69	69.7	74.3	72.0*	0.59	72.1*	0.59	72.2	0.58	72.6*	0.60
油脂（干基，%）	597	3.9	0.26	3.0	4.8	3.8*	0.24	3.9*	0.25	3.9*	0.24	3.9*	0.25
美西(PNW)						**美西(PNW)**		**美西(PNW)**		**美西(PNW)**		**美西(PNW)**	
蛋白质（干基，%）	239	8.3	0.54	6.0	10.7	8.8*	0.66	9.0*	0.55	8.7*	0.58	8.7*	0.58
淀粉（干基，%）	239	72.3	0.53	70.2	74.0	71.9*	0.65	71.7*	0.57	71.9*	0.60	72.3	0.61
油脂（干基，%）	239	4.0	0.21	3.3	4.8	3.8*	0.23	3.9*	0.21	3.9*	0.22	3.9*	0.23
南部铁路区						**南部铁路区**		**南部铁路区**		**南部铁路区**		**南部铁路区**	
蛋白质（干基，%）	351	8.9	0.64	6.6	11.6	9.0*	0.57	9.0*	0.55	8.8*	0.54	8.7*	0.54
淀粉（干基，%）	351	72.0	0.68	69.7	74.3	71.8*	0.62	71.8*	0.61	72.0	0.59	72.4*	0.60
油脂（干基，%）	351	3.8	0.24	3.0	4.5	3.8	0.22	3.9	0.24	3.9*	0.22	3.9*	0.23

**基于95%置信水平下的双尾t检验，平均值与当前年份数据之间存在重大差异。*
[1]由于出口集中区的检测结果为综合统计数据，三个出口集中区的样本数量之和大于美国整体样本数量。

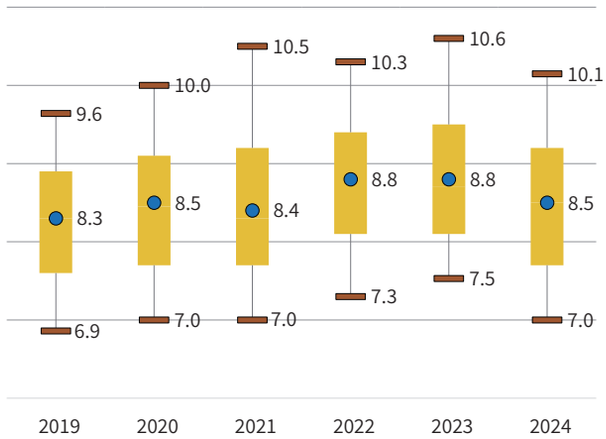
U.S. GRAINS COUNCIL

化学成分
六年整体情况比较

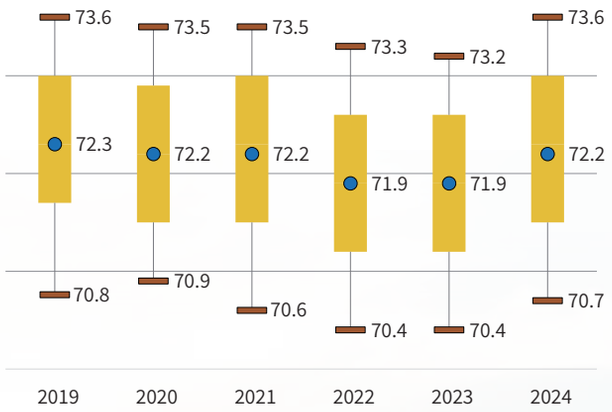
如何解读图表



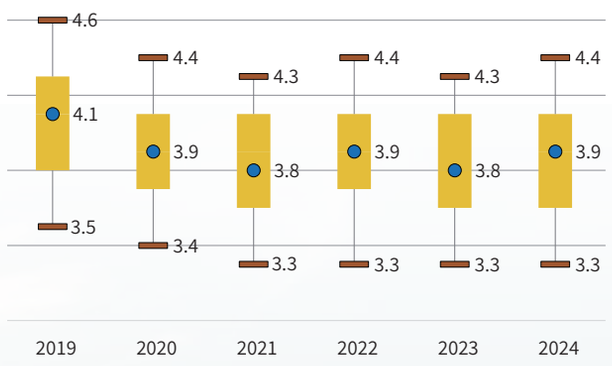
蛋白质（干基，%）



淀粉（干基，%）



油脂（干基，%）

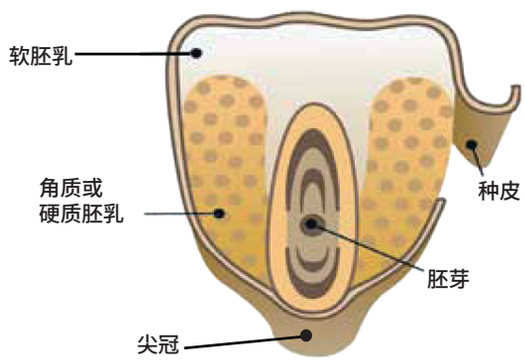


D.物理指标

物理指标是指定级指标和化学成分之外的其他品质属性。物理指标包括应力裂纹、籽粒重、籽粒体积、真实密度、完整籽粒比例和角质（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参考信息。这些品质属性受到玉米籽粒物理构造的影响，而玉米籽粒物理构造又受遗传、生长及转运条件的影响。

玉米籽粒由四部分组成：胚芽或胚胎、尖冠、种皮或外壳、胚乳。胚乳占籽粒重量的 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），具体结构如右图所示。胚乳的主要成分为淀粉和蛋白质，胚芽含有油脂和部分蛋白质，种皮和尖冠则主要由纤维构成。

玉米籽粒



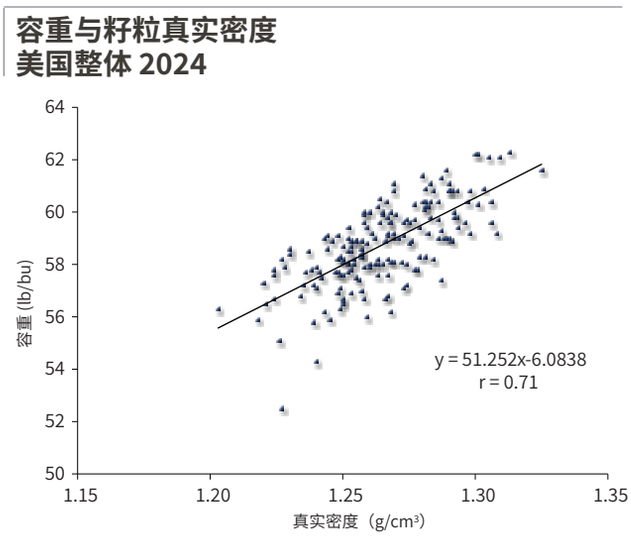
来源：摘编自玉米精炼协会，2011

概述：物理指标

- 2024 年，美国玉米总体平均应力裂纹（9.3%）低于 2023 年（19.2%），相近于 5 年平均值，高于 2022 年（6.9%）和 10 年平均值（7.1%）。
- 墨西哥湾区、美西 (PNW) 和南部铁路区的应力裂纹平均值分别为 9.8%、9.2% 和 8.2%。在三个出口集中区内，墨西哥湾区的应力裂纹平均值在 2024 年、2023 年、2022 年、5 年平均值和 10 年平均值一直处于最高水平。
- 2024 年，美国玉米总体平均百粒重（36.66 克）高于 2023 年（35.52 克）、2022 年（33.94 克）、5 年平均值（34.71 克）和 10 年平均值（34.83 克）。
- 2024 年，美国玉米总体平均籽粒体积为 0.29cm^3，相近于 2023 年（0.28cm^3），高于 2022 年（0.27cm^3）、5 年平均值（0.28cm^3）和 10 年平均值（0.28cm^3）。
- 在三个出口集中区内，美西 (PNW) 的百粒重和籽粒体积在 2024 年、2023 年、2022 年、5 年平均值和 10 年平均值一直处于最低水平。

概述：物理指标

- 2024 年，美国整体平均籽粒真实密度为（1.265g/cm³）高于 2023 年（1.250g/cm³）、2022 年（1.253g/cm³）、5 年平均值（1.252g/cm³）和 10 年平均值（1.255g/cm³）。
- 墨西哥湾区、美西 (PNW) 和南部铁路区的籽粒真实密度平均值分别为 1.267g/cm³、1.254g/cm³ 和 1.270g/cm³。在三个出口集中区内，美西 (PNW) 的籽粒真实密度和容重在 2024 年、2023 年、2022 年、5 年平均值和 10 年平均值，一直处于最低水平。
- 容重，也被称为体积密度，是一夸脱杯中所包含的谷物的质量。如右图所示，容重受籽粒真实密度的影响（r=0.71）。容重还受到水分含量、表皮损伤（完整籽粒）、破损和其他因素的影响。
- 2024 年，样本籽粒真实密度检测结果显示：32.4% 的样本的真实密度达到或高于 1.275g/cm³；相比之下，2023 年的样本比例为 13.8%，2022 年的样本比例为 14.8%。样本比例分布比较结果表明：2024 年样本的玉米硬度高于此前的两年。



- 2024 年，美国玉米总体平均完整籽粒率 93.1%，高于 2023 年（92.5%）、2022 年（91.0%）、5 年平均值（91.8%）和 10 年平均值（92.6%）。
- 2024 年，样本完整籽粒检测结果显示：84.2% 的样本完整籽粒率为 90.0% 或以上；相比之下，2023 年的样本比例为 78.2%，2022 年的样本比例为 67.3%。
- 2024 年，美国玉米总体平均角质（硬）胚乳含量（85%）与 2023 年持平，低于 2022 年（88%），但高于 5 年平均值（83%）和 10 年平均值（82%）。

应力裂纹

应力裂纹是玉米籽粒角质（硬）胚乳内部的裂纹。应力破裂的籽粒表皮（或外皮）通常不会受损，因此即使存在应力裂纹，第一眼看上去，玉米籽粒似乎没有受到影响。

籽粒角质胚乳中的水分和温度升高导致内部压力积聚，从而造成玉米籽粒出现应力裂纹。这种现象相近于将冰块投入温热的饮品后，冰块内部产生的裂痕。玉米籽粒应力裂纹在严重程度上存在差异，可能会有一条或多条裂纹。应力裂纹产生的最常见原因是高温烘干作业或在低湿度条件下进行烘干作业，导致水分快速流失。较高的应力裂纹水平可能对玉米作物的不同用途造成下列影响：

一般情况：增加玉米在转运过程中的易破碎风险会增加清理过程中的杂质去除工作量。

湿磨加工：淀粉与蛋白质分离难度加大，导致淀粉出品率下降。应力裂纹还可能改变浸泡工艺要求。

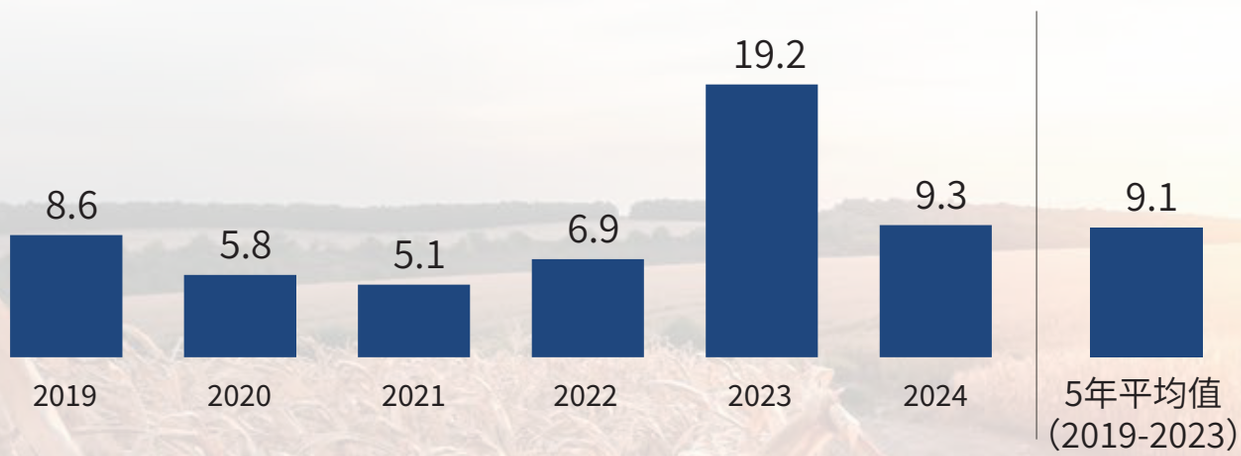
干磨加工：大粒玉米糁的出品率降低。

碱法蒸煮：水分吸收不均匀，导致过度蒸煮或蒸煮不足，影响工艺均衡性。

玉米生长条件会影响作物成熟度、收获时间和对人工干燥作业的要求，进而影响到应力破裂程度。例如，当因降雨或低温等气候原因导致延迟播种，进而造成作物晚熟或者晚收时，人工干燥作业需求增加，从而导致应力裂纹出现概率提高。

应力裂纹（%）

美国整体结果

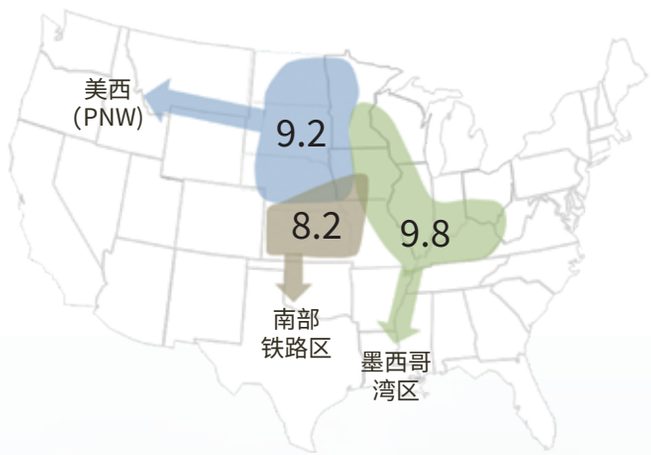


结果

- 2024 年，美国玉米总体平均应力裂纹为 9.3%，低于 2023 年（19.2%），相近于 5 年平均值（9.1%），高于 2022 年（6.9%）和 10 年平均值（7.1%）。
- 2024 年，美国玉米总体平均应力裂纹的标准差（9.4%）低于 2023 年（18.6%），但高于 2022 年（5.2%）、5 年平均值（8.5%）和 10 年平均值（7.5%）。
- 2024 年，样本应力裂纹检测结果显示：43.9% 的样本的应力裂纹低于 5.0%；与 2023 年的样本比例（42.2%）和 2022 年的样本比例（42.7%）相近。2024 年，应力裂纹达到或高于 20% 的样本百分比（11.8%）低于 2023 年（28.6%）。应力裂纹分布表明，2024 年的玉米抗破碎性可能低于 2023 年样本。
- 墨西哥湾区、美西（PNW）和南部铁路区的美国总体应力裂纹平均值分别为 9.8%、9.2% 和 8.2%。在三个出口集中区，墨西哥湾区的应力裂纹平均值在 2024 年、2023 年、2022 年、5 年平均值和 10 年平均值一直处于最高水平。

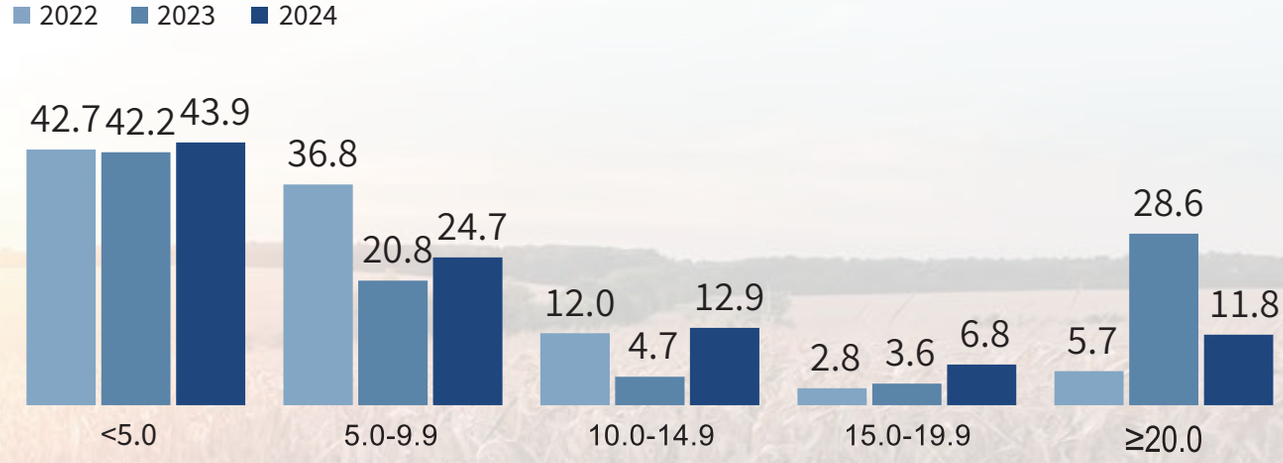
应力裂纹（%）

2024年，各出口集中区的平均值



应力裂纹（%）

各收获年份的样本百分比



百粒重

百粒重 (简称 100-K，以克计算) 的数值越高，玉米籽粒就越大。籽粒大小影响烘干速率。籽粒越大，则体积 - 表面积比越高；比例越高，烘干作业速度越慢。此外，尺寸均匀的大籽粒玉米在干磨加工时，可以提高玉米糁出品率。角质（硬）胚乳含量高的特色玉米品种的籽粒重量往往更高。百粒重是用精确度 0.1 毫克的分析天平称量两份同样本各 100 粒谷粒的平均重量。

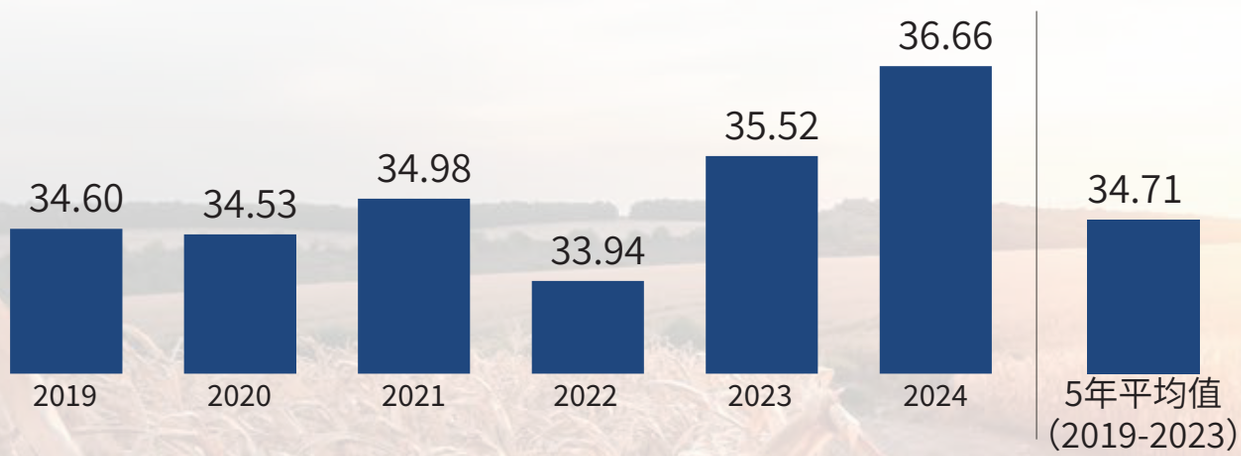
从《2020/2021 收获报告》开始，我们仅对进行霉菌毒素含量检测的样本进行百粒重测量。尽管这一方法将用于测量百粒重的样本数量削减到当前收获报告中的 182 个样本，但这项品质指标的相对误差仍然有望保持在远低于 10.0% 精确度的目标水平。关于本项调查使用的抽样标准的更多信息，请参阅“调查和统计分析方法”一节。

结果

- 2024 年，美国玉米总体平均百粒重（36.66 克）高于 2023 年（35.52 克）、2022 年（33.94 克）、5 年平均值（34.71 克）和 10 年平均值（34.83 克）。
- 2024 年，美国玉米总体平均百粒重的波动率（标准差为 4.33 克）高于 2023 年（3.76 克）、2022 年（4.13 克）、5 年平均值（3.50 克）和 10 年平均值（3.05 克）。

百粒重（克）

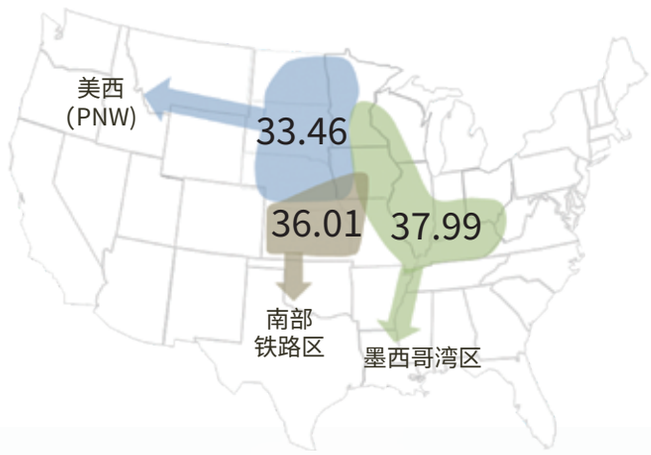
美国整体结果



- 2024 年，样本的百粒重范围（23.60 克至 47.20 克）低于 2023 年（17.60 至 45.40 克），相近于 2022 年（22.05 克至 43.32 克）。
- 2024 年，样本百粒重检测结果显示：70.4% 的样本的百粒重达到或高于 34.0 克；而 2023 年的样本比例为 67.9%，2022 年的样本比例为 51.1%。样本比例分布比较结果表明：2024 年样本中的大尺寸籽粒的比例高于此前的两年。
- 美西（PNW）的百粒重平均值（33.46 克）低于墨西哥湾区（37.99 克）和南部铁路区（36.01 克）。美西（PNW）的百粒重平均值在 2024 年、2023 年、2022 年、5 年平均值和 10 年平均值一直处于最低水平。

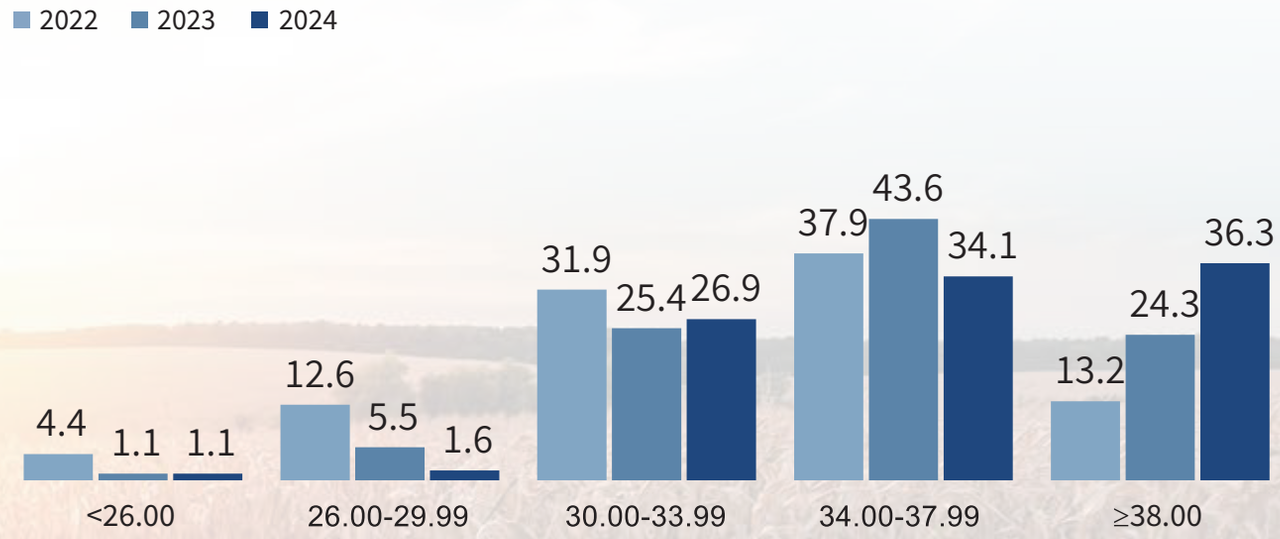
百粒重（克）

2024年，各出口集中区的平均值



百粒重（克）

各收获年份的样本百分比



籽粒体积

籽粒体积使用氦比重计进行计算，以立方厘米（cm3）表示。籽粒体积往往是作物生长条件的反映。在干燥的气候条件下，籽粒体积可能低于平均值；如果生长期后期发生干旱，籽粒饱满度可能下降。小籽粒或圆形籽粒脱胚难度相对较大。此外，小籽粒可能导致加工业者不得不增加清除损耗，同时造成纤维增加。

从《2020/2021 收获报告》开始，我们仅对进行霉菌毒素含量检测的样本进行籽粒体积检测。尽管这一方法将用于测量籽粒体积的样本的数量削减到当前收获报告中的 182 个样本，但这项品质指标的相对误差仍然有望保持在远低于 10.0% 精确度的目标水平。

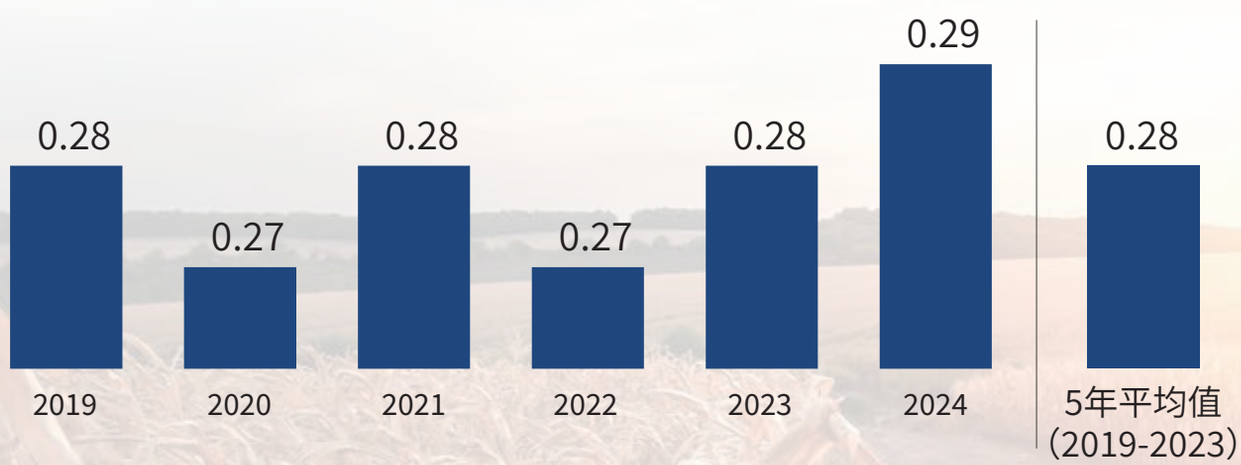
关于本项调查使用的抽样标准的更多信息，请参阅“调查和统计分析方法”一节。

结果

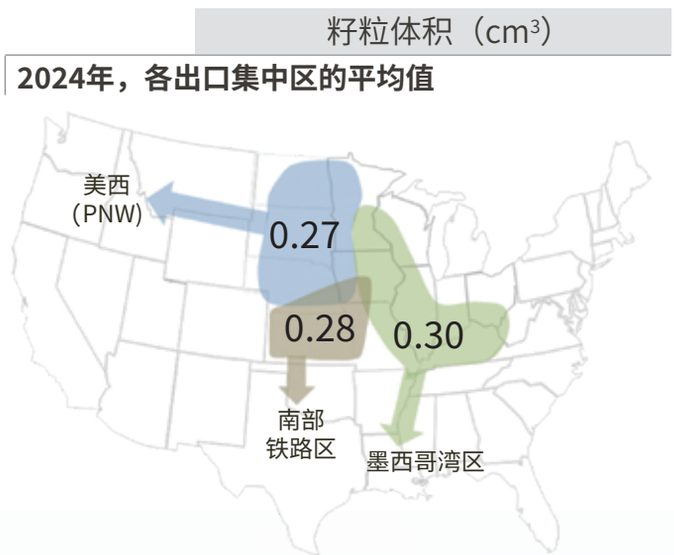
- 2024 年，美国玉米总体平均籽粒体积（0.29cm³）相近于 2023 年（0.28cm³），高于 2022 年（0.27cm³）、5 年平均值（0.28cm³）和 10 年平均值（0.28cm³）。
- 2024 年，基于标准差计算美国玉米总体平均籽粒体积波动率（0.03cm³）与 2023 年和 2022 年及 5 年平均值持平，但高于 10 年平均值（0.02cm³）。

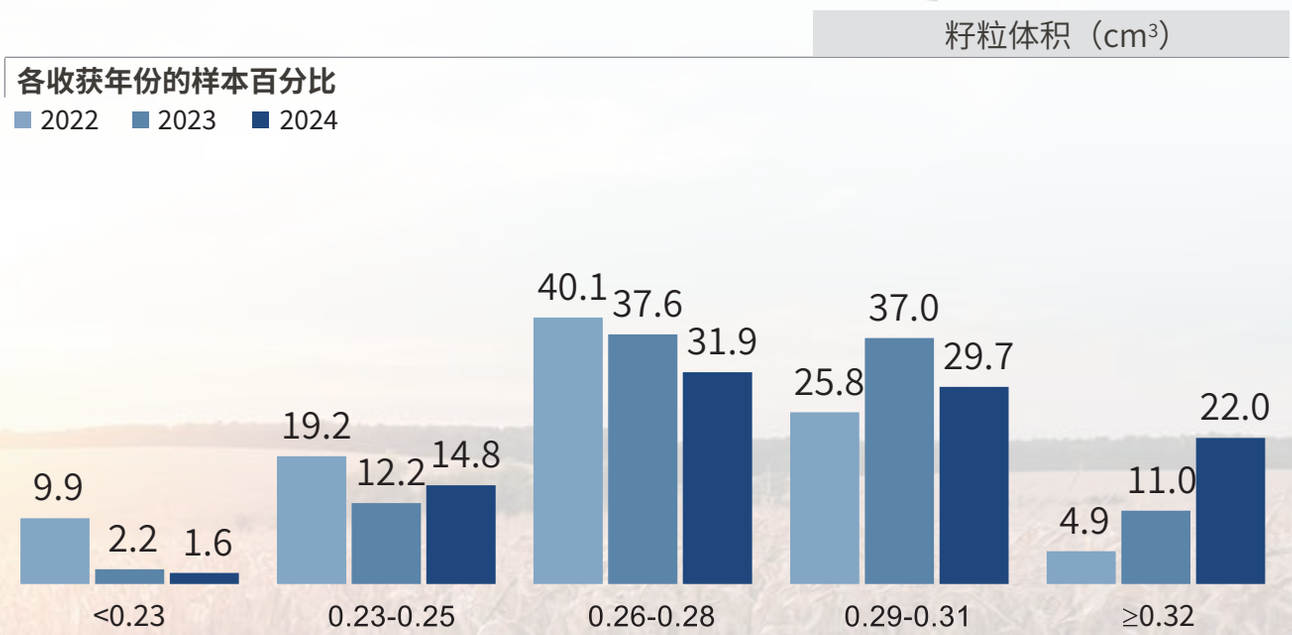
籽粒体积（cm³）

美国整体结果



- 2024 年，样本籽粒体积范围（0.19cm³ 至 0.37cm³）相近于 2023 年（0.15cm³ 至 0.36cm³）和 2022 年（0.8cm³ 至 0.33cm³）。
- 2024 年，样本籽粒体积检测结果显示：51.7% 的样本的籽粒体积达到或超过 0.29cm³；相比之下，2023 年的样本比例为 48.0%，2022 年的样本比例为 30.7%。样本比例分布比较结果显示：2024 年样本中的大尺寸籽粒的比例高于 2023 年和 2022 年。
- 墨西哥湾区、美西（PNW）和南部铁路区的籽粒体积平均值分别为 0.30cm³、0.27cm³ 和 0.28cm³。在三个出口集中区内，美西（PNW）的籽粒体积在 2024 年、2023 年、2022 年、5 年平均值和 10 年平均值一直处于最低水平。





籽粒真实密度

籽粒真实密度的计算方法是用百粒玉米样本的重量除以同一百粒玉米的体积或排水量，单位以克 / 立方厘米（g/cm³）表示。真实密度是关于籽粒硬度的衡量指标，对碱法加工和干磨加工业者有很高的参考价值。真实密度可能会受到玉米品种遗传因素和生长环境的影响。在转运过程中，真实密度较高的玉米往往比密度低的玉米更不易碎裂，但在高温烘干时，却更容易产生应力裂纹。真实密度超过 1.30g/cm³ 时，这意味着玉米硬度较高，适合干磨和碱法加工。真实密度接近或低于 1.275g/cm³ 时，这意味着玉米硬度较低，适合湿磨和饲料用途。

从《2020/2021 收获报告》开始，我们仅对进行霉菌毒素含量检测的样本进行百粒重和籽粒体积检测，二者是用来计算籽粒真实密度而进行的分析测试。尽管这一方法将用于测量籽粒真实密度的收获样本的数量削减到当前收获报告中的 182 个样本，但这项品质指标的相对误差仍然有望保持在远低于 10.0% 精确度的目标水平。

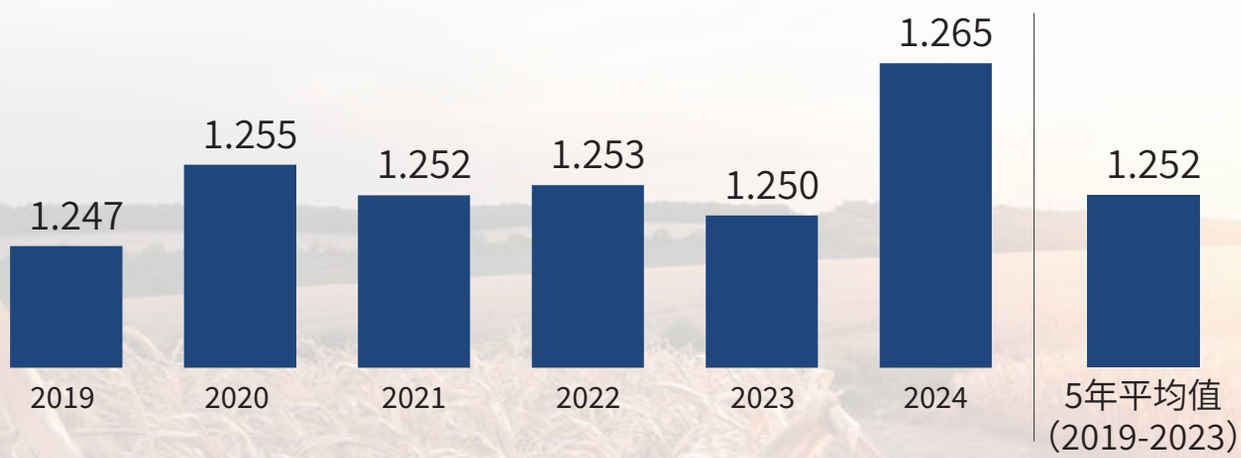
关于本项调查使用的抽样标准的更多信息，请参阅“调查和统计分析方法”一节。

结果

- 2024 年，美国玉米总体平均籽粒真实密度（1.265g/cm³）高于 2023 年（1.250g/cm³）、2022 年（1.253g/cm³）、5 年平均值（1.252g/cm³）和 10 年平均值（1.255g/cm³）。在过去的 14 年里，真实密度随蛋白质含量的提高而增加，二者的相关系数为 0.62。

真实密度（g/cm³）

美国整体结果



- 2024 年，基于标准差计算的美国玉米总体样本的籽粒真实密度波动率（0.022g/cm³）相近于 2023 年（0.023g/cm³）和 10 年平均值（0.020g/cm³），与 2022 年和 5 年平均值持平。

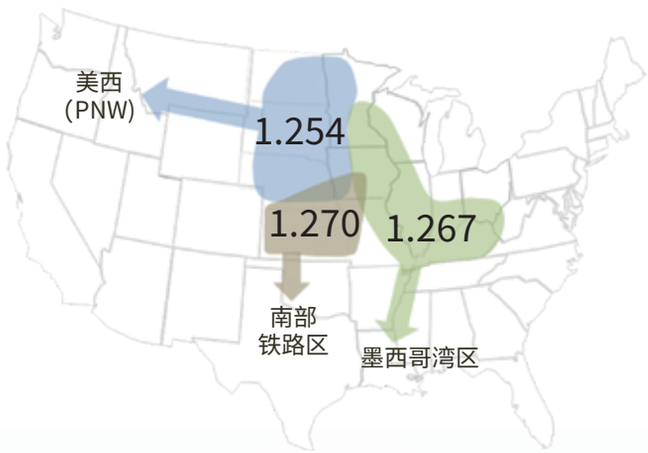
- 2024 年，样本的籽粒真实密度范围为 1.203g/cm³ 至 1.325g/cm³，而 2023 年（1.176g/cm³ 至 1.303g/cm³）和 2022 年（1.169g/cm³ 至 1.316g/cm³）。

- 样本籽粒真实密度检测结果显示：32.4% 的样本的真实密度达到或高于 1.275g/cm³；相比之下，2023 年的样本比例为 13.8%，2022 年的样本比例为 14.8%。鉴于籽粒真实密度高于 1.275g/cm³ 往往代表玉米硬度较高，籽粒真实密度低于 1.275g/cm³ 往往代表玉米硬度较低，前述样本比例分布比较结果表明：2024 年样本的硬度高于此前的两年。

- 墨西哥湾区、美西（PNW）和南部铁路区的籽粒真实密度平均值分别为 1.267g/cm³、1.254g/cm³ 和 1.270g/cm³。美西（PNW）的真实密度平均值和容积密度（容重）在 2024 年、2023 年、2022 年、5 年平均和 10 年平均值均低于其他出口集中区。

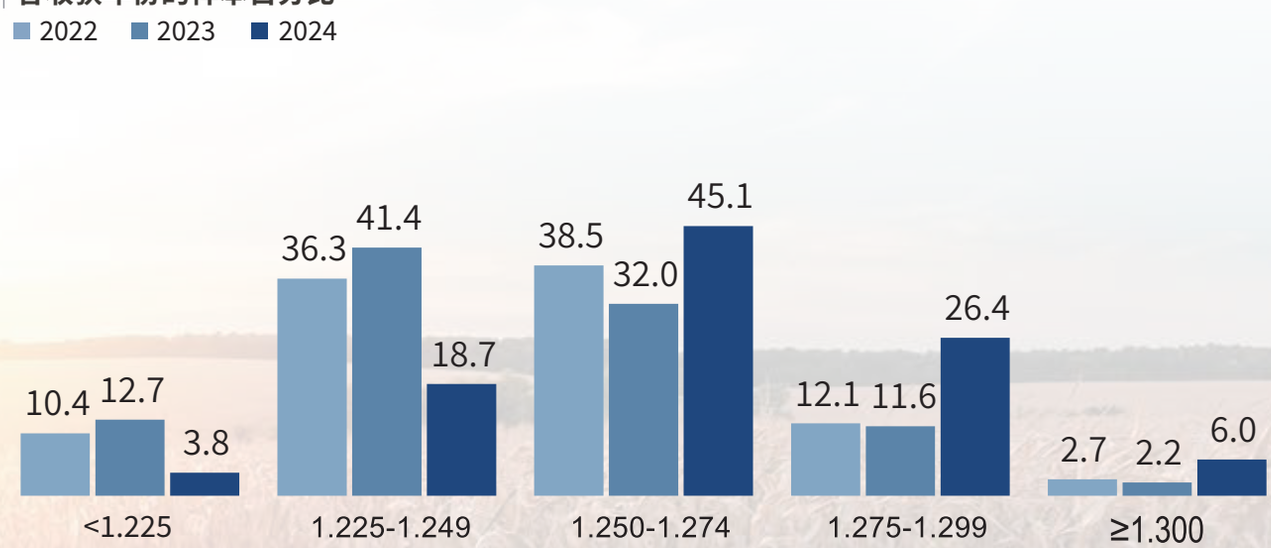
真实密度（g/cm³）

2024年，各出口集中区的平均值



真实密度（g/cm³）

各收获年份的样本百分比



完整籽粒

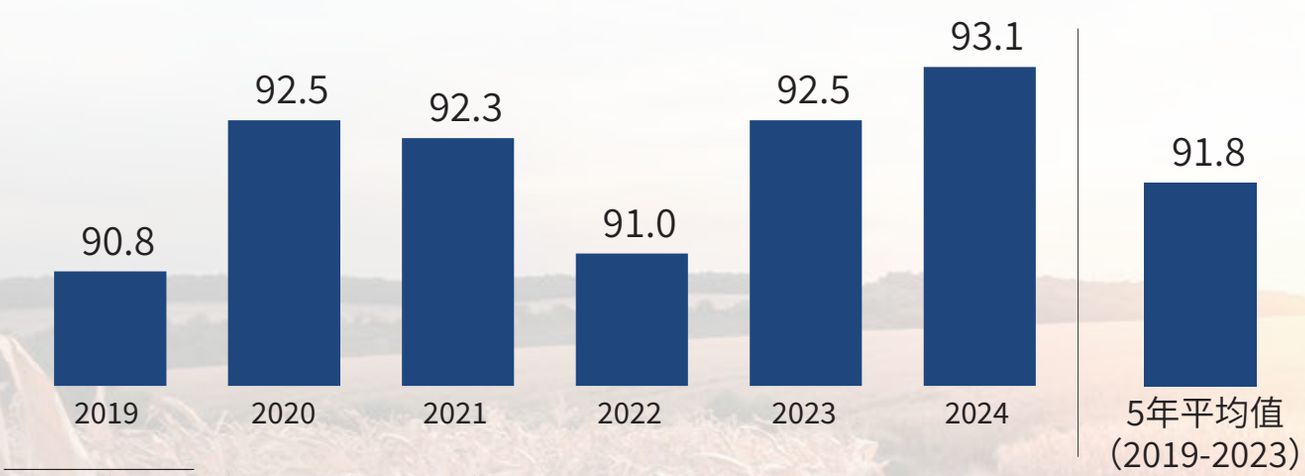
虽然此项品质指标名称暗示了完整籽粒与破碎粒和杂质之间的逆相关关系，但完整籽粒检测结果传递的信息与破碎粒和杂质中的破碎粒检测结果传递的信息存在不同。破碎粒仅根据谷物的大小对其进行定义，而完整籽粒是指无表皮损伤或籽粒缺损的完好籽粒在样本中的百分比。

玉米外观的完整性非常重要，这是因为：首先，它影响碱法蒸煮和浸泡作业过程中的水分吸收。相较于完整籽粒而言，带有缺口或表皮裂缝的籽粒吸水速度更快。蒸煮过程中摄取过多水分将导致可溶物流失、蒸煮不均、代价昂贵的停工或产品无法达标。部分公司甚至愿意支付合同溢价，确保接收的玉米货物中完整籽粒的比例在一定水平之上。

其次，完整籽粒在转运过程中霉变风险下降，在转运过程中的破碎风险更小。尽管硬质胚乳较软质玉米更能保持籽粒的完整性，但影响完整籽粒交付的主要因素在于收割和转运环节。首先要正确设置联合收割机，然后在将玉米从农田送到终端用户手中的这一过程中间，减少传送带对籽粒的撞击，同时减少储运次数。每次储运都会引起更多籽粒破破裂。随着水分减少、卸货高度增加或籽粒落速冲击提高，玉米籽粒实际破损量将呈指数级增长[3]。此外，收获时水分含量偏高（如超过 25%），会造成籽粒表皮软化；与水分含量较低的情形相比，这将导致更多的表皮损伤。

完整籽粒（%）

美国整体结果



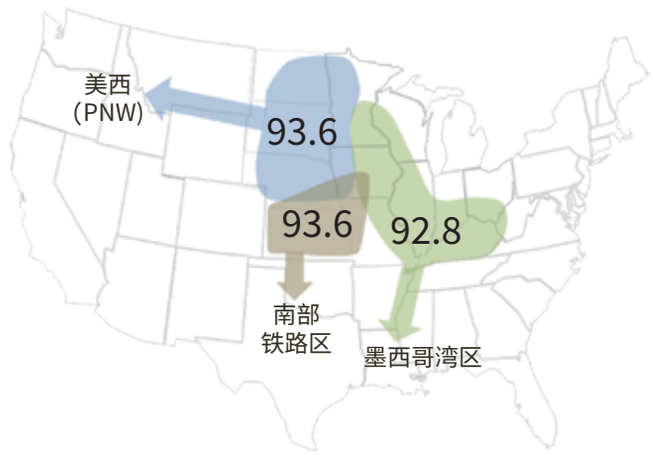
[3] *福斯特（Foster, G.H.）和霍尔曼（L.E. Holman），1973，《商业处理方法造成的谷物破损》（Grain Breakage Caused by Commercial Handling Methods.），第968号市场研究报告，美国农业部农业研究局，华盛顿特区。*

结果

- 2024 年，美国玉米总体平均完整籽粒（93.1%）高于 2023 年（92.5%）、2022 年（91.0%）、5 年平均值（91.8%）和 10 年平均值（92.6%）。
- 2024 年，完整籽粒标准差（3.6%）低于 2023 年（3.9%）、2022 年（4.6%）和 5 年平均值（4.1%），但相近于 10 年平均值（3.7%）。
- 2024 年，完整籽粒范围（49.8% 至 99.6%）高于 2023 年（63.2% 至 100.0%）和 2022 年（65.2 % 至 100.0%）。
- 2024 年，样本完整籽粒检测结果显示：84.2% 的样本的完整籽粒达到或超过 90.0%；相比之下，2023 年的样本比例为 78.2%，2022 年的样本比例为 67.3%。
- 墨西哥湾区、美西 (PNW) 和南部铁路区的完整籽粒平均值分别为 92.8%、93.6% 和 93.6%。

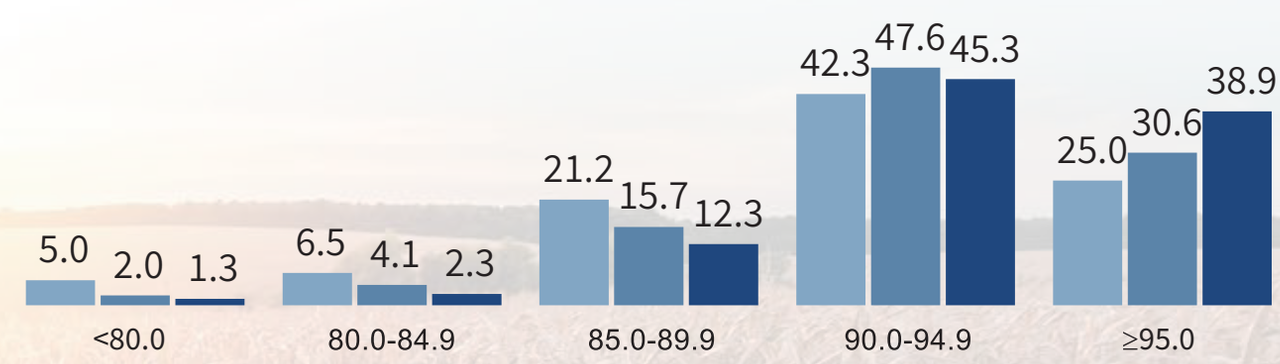
完整籽粒（%）

2024年，各出口集中区的平均值



完整籽粒（%）

各收获年份的样本百分比



角质（硬质）胚乳

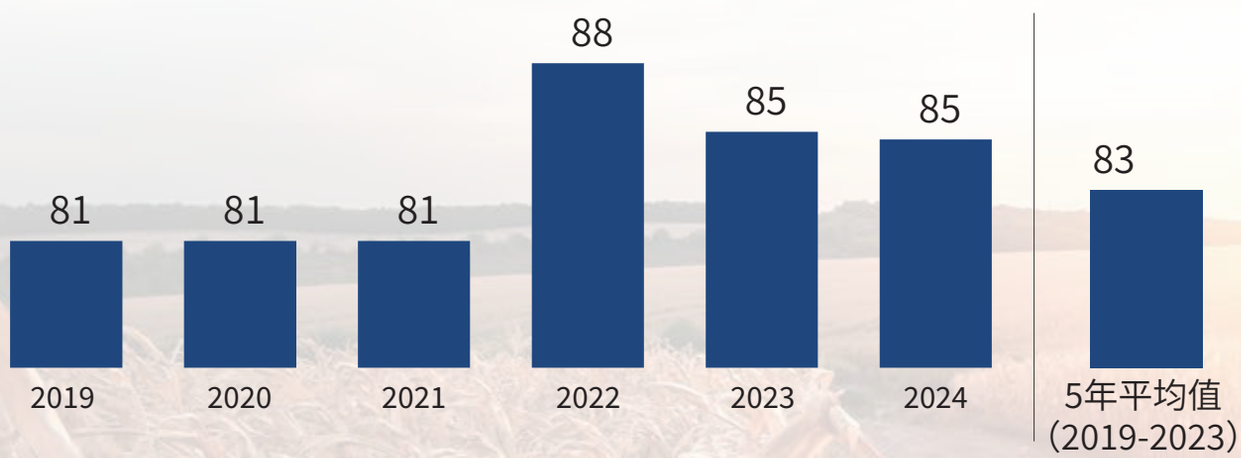
角质（硬质）胚乳检测的目的在于衡量角质或硬质胚乳含量占籽粒胚乳总量的百分比，数值可能通常介于 70% 到 100% 之间。角质胚乳相对于软质胚乳的含量越高，玉米籽粒的硬度就越大。籽粒硬度的重要性取决于实际的加工类型。硬质玉米适合干磨法，可以产出较多的大籽粒玉米糁。硬质和中等硬度的玉米适合碱法蒸煮。中等硬度和软质的玉米适合湿法加工和禽畜饲养。硬度与易破裂性、饲料利用率 / 效率和淀粉消化率有关。引发应力裂纹问题的内部压力在软质和粉质胚乳中的积聚程度小于在硬质和角质胚乳中的积聚程度。因此，相对于软质谷物而言，角质胚乳含量越高的谷物，越容易产生应力裂纹。

作为玉米籽粒总体硬度的检验标准，角质胚乳含量高低的好坏，取决于不同终端用户对特定的硬度区间的偏好。许多从事干法加工和碱法蒸煮的用户喜欢角质胚乳含量超过 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介于 70% 至 85% 之间的玉米。不过，用户的偏好也存在其他例外的情形。

从《2019/2020 收获报告》开始，我们仅对用于霉菌毒素含量检测的样本进行角质胚乳含量测试。这一方法将用于测量角质胚乳含量的样本的数量削减到当前收获报告中的 182 个样本。这项品质指标的相对误差，在《2011/2012 收获报告》至《2018/2019 收获报告》编制和发布期间（当时对所有样本进行角质胚乳含量检测），相对误差均不超过 0.4%。关于本项调查使用的抽样标准的更多信息，请参阅“调查和统计分析方法”一节。

角质胚乳(%)

美国整体结果

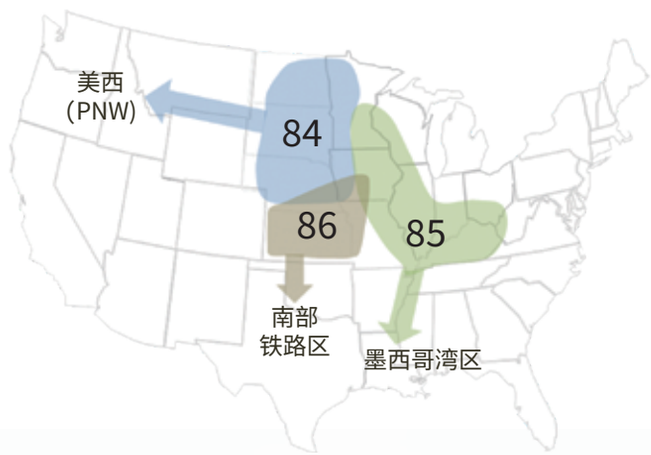


结果

- 2024 年，美国玉米总体平均角质胚乳（85%）与 2023 年持平（85%），低于 2022 年（88%），但高于 5 年平均值（83%）和 10 年平均值（82%）。
- 美国整体平均角质胚乳标准差（3%）在 2024 年、2023 年、2022 年、5 年平均值和 10 年平均值均为 3%。
- 2024 年，角质胚乳含量范围（77% 至 92%）相近于 2023 年（75% 至 94%）和 2022 年（78% 至 95%）。
- 2024 年，角质胚乳检测结果显示：96.7% 的样本的角质胚乳含量超过 80%，相近于 2023 年和 2022 年的样本比例（均为 97.2%）。
- 墨西哥湾区、美西 (PNW) 和南部铁路区的角质胚乳平均值分别为 85%、84% 和 86%。在 2024 年、2023 年、2022 年、5 年平均值和 10 年平均值方面，南部铁路区的角质胚乳平均值均处于最高水平或并列处于最高水平。

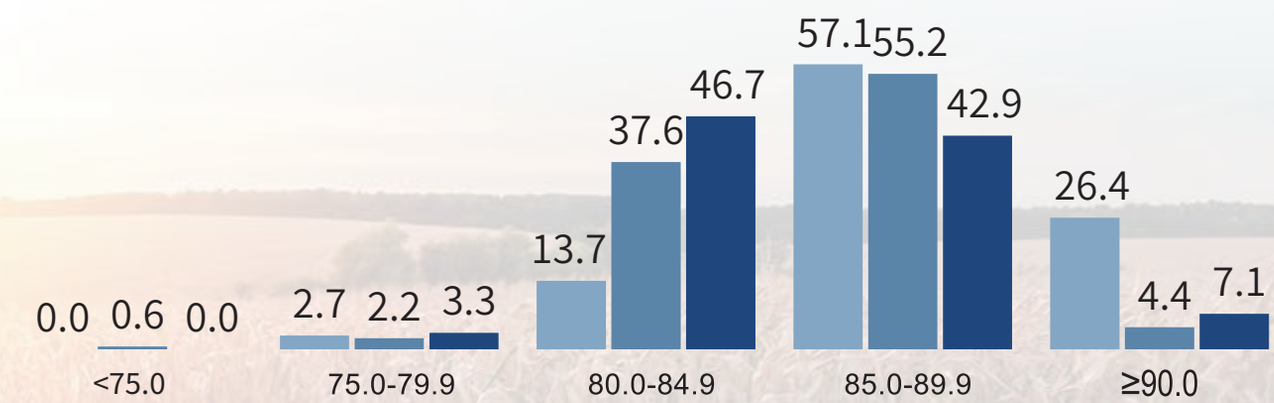
角质胚乳（%）

2024年，各出口集中区的平均值



角质胚乳（%）

各收获年份的样本百分比



总结： 物理指标

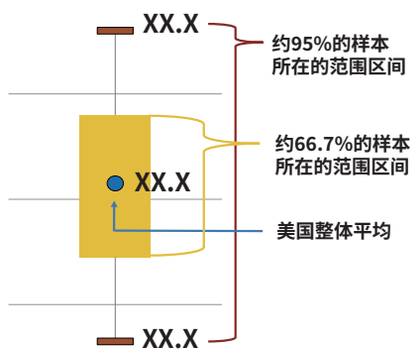
	2024收获年份					2023收获年份		2022收获年份		5年平均值 (2019-2023)		10年平均值 (2014-2023)	
	样本编号[1]	平均值.	标准偏差	最小值.	最大值.	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差
美国整体						**美国整体**		**美国整体**		**美国整体**		**美国整体**	
应力裂纹（%）	620	9.3	9.4	0	82	19.2*	18.6	6.9*	5.2	9.1	8.5	7.1*	7.5
百粒重（g）	182	36.66	4.33	23.60	47.20	35.52*	3.76	33.94*	4.13	34.71*	3.50	34.83*	3.05
籽粒体积（cm^3）	182	0.29	0.03	0.19	0.37	0.28	0.03	0.27*	0.03	0.28*	0.03	0.28*	0.02
真实密度（g/cm^3）	182	1.265	0.022	1.203	1.325	1.250*	0.023	1.253*	0.022	1.252*	0.022	1.255*	0.020
完整籽粒（%）	620	93.1	3.6	49.8	99.6	92.5*	3.9	91.0*	4.6	91.8*	4.1	92.6*	3.7
角质胚乳（%）	182	85	3	77	92	85	3	88*	3	83*	3	82*	3
墨西哥湾区						**墨西哥湾区**		**墨西哥湾区**		**墨西哥湾区**		**墨西哥湾区**	
应力裂纹（%）	597	9.8	10.4	0	82	22.9*	22.0	7.8*	6.1	10.6*	10.0	8.0*	8.5
百粒重（g）	172	37.99	4.31	23.60	47.20	36.18*	3.74	35.08*	3.99	35.61*	3.37	35.58*	3.00
籽粒体积（cm^3）	172	0.30	0.03	0.19	0.37	0.29*	0.03	0.28*	0.03	0.28*	0.03	0.28*	0.02
真实密度（g/cm^3）	172	1.267	0.022	1.203	1.325	1.252*	0.023	1.256*	0.022	1.254*	0.022	1.258*	0.020
完整籽粒（%）	597	92.8	3.8	49.8	99.6	92.1*	4.1	90.1*	5.15	91.5*	4.2	92.5	3.7
角质胚乳（%）	172	85	3	77	92	85	3	87*	3	83*	3	82*	4
美西(PNW)						**美西(PNW)**		**美西(PNW)**		**美西(PNW)**		**美西(PNW)**	
应力裂纹(%)[2]	239	9.2	8.1	0	78	11.5*	10.8	5.8*	4.4	6.9*	6.3	6.1*	6.4
百粒重（g）	73	33.46	2.88	26.20	41.70	33.07	5.04	31.71*	3.65	32.78	3.51	32.82	3.00
籽粒体积（cm^3）	73	0.27	0.02	0.21	0.33	0.27	0.04	0.25*	0.03	0.26	0.03	0.26	0.02
真实密度（g/cm^3）	73	1.254	0.018	1.221	1.298	1.236	0.138	1.247*	0.022	1.241*	0.045	1.246*	0.032
完整籽粒（%）	239	93.6	3.3	69.0	99.0	93.4	3.2	92.2*	3.88	92.1*	3.9	92.6*	3.7
角质胚乳（%）	73	84	3	77	92	84	10	88*	3	83*	5	82*	4
南部铁路区						**南部铁路区**		**南部铁路区**		**南部铁路区**		**南部铁路区**	
应力裂纹(%)[2]	351	8.2	8.0	0	78	17.7*	17.8	5.5*	3.7	7.6	6.8	5.6*	5.7
百粒重（g）	97	36.01	4.46	23.60	47.20	36.42	3.65	33.77*	4.12	34.78*	3.40	35.10*	3.05
籽粒体积（cm^3）	97	0.28	0.03	0.19	0.37	0.29	0.03	0.27*	0.03	0.28	0.03	0.28	0.02
真实密度（g/cm^3）	97	1.270	0.020	1.203	1.313	1.257*	0.022	1.255*	0.022	1.258*	0.021	1.261*	0.019
完整籽粒（%）	351	93.6	3.1	49.8	99.6	92.6*	4.4	92.1*	3.85	92.3*	3.9	92.8*	3.5
角质胚乳（%）	97	86	3	77	92	86	3	88*	3	84*	3	82*	3

**基于95%置信水平下的双尾t检验，平均值与当前年份数据之间存在重大差异。*
[1]由于出口集中区的检测结果为综合统计数据，三个出口集中区的样本数量之和大于美国整体样本数量。
[2]预测总体平均值的相对相对误差超过±10.0%。

U.S. GRAINS COUNCIL

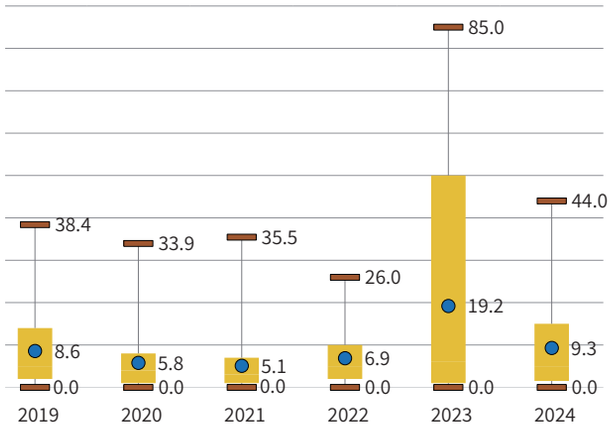
物理指标
六年整体情况比较

如何解读图表

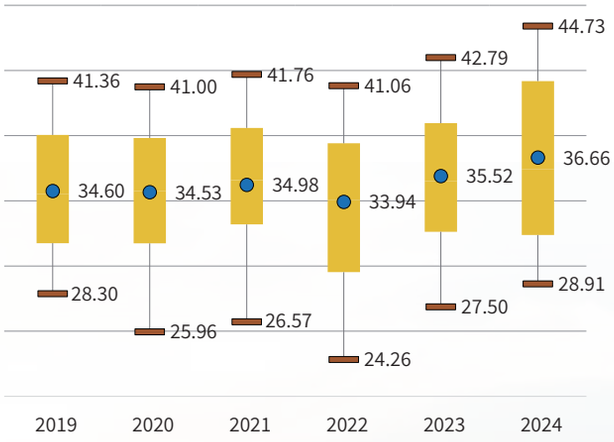


2016

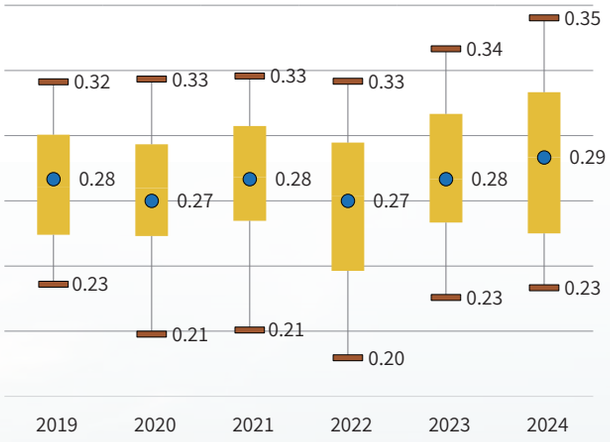
应力裂纹（%）



百粒重（g）

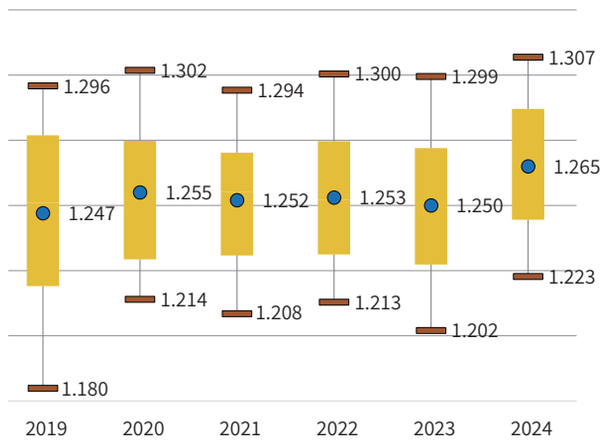


籽粒体积（cm³）

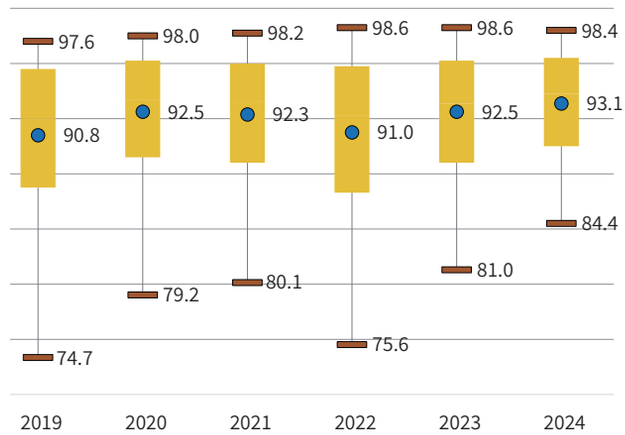


物理指标
六年整体情况比较

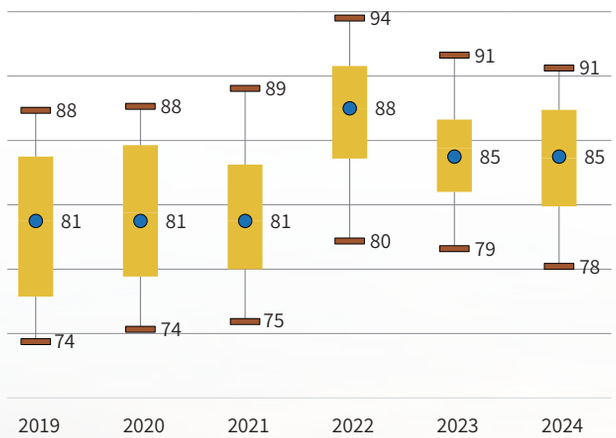
真实密度 （g/cm³）



完整籽粒（%）



角质胚乳（%）



E. 霉菌毒素

霉菌毒素是真菌在谷物中自然产生的有毒化合物。人和动物摄入较高浓度的霉菌毒素会导致疾病。目前，在玉米谷物中已发现多种霉菌毒素，其中黄曲霉毒素、呕吐毒素和伏马菌素是最常见的三种。

过去 14 年编制和发布的所有《出口货物报告》均对出口样本子集进行了黄曲霉毒素和呕吐毒素检测。从《2019/2020 收获报告》开始，伏马菌素首次被添加到霉菌毒素检测列表。从《2021/2022 收获报告》开始，赭曲霉毒素 A、单端孢霉烯族毒素（T-2）和玉米赤霉烯酮首次被添加到霉菌毒素检测列表。

根据年份的不同，玉米生产和储存的环境条件可能有利于特定的霉菌毒素的产生，进而影响人类和家畜的“玉米消费”。人类和家畜对霉菌毒素的敏感程度因其含量高低而异。因此，FDA 根据预期用途，先后发布了针对黄曲霉毒素含量最高限量，以及针对呕吐毒素和伏马菌素的建议水平指南。

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 可在以此为依据的科学数据支持下选择是否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 保留采取监管执法行为的权利，不过执法行为并不是设定建议限量的根本目的。

鉴于玉米作物生长条件对霉菌产生的重要影响，《收获报告》旨在如实向买家提供在收获的玉米作物中检测发现的霉菌毒素的相关信息，而并不对美国玉米出口环节的霉菌毒素水平进行任何预测。得益于美国谷物出口渠道涉及多个步骤和阶段以及指导和规范行业发展的法律法规，玉米出口环节的霉菌毒素水平可能低于收获阶段出现的霉菌毒素的水平。《收获报告》的结果应该仅作为一个参考信息，表明在收获时玉米中存在霉菌毒素的可能性。《2024/2025 玉米出口货物品质报告》将向买家呈现玉米在出口点的品质信息，并就美国玉米出口货物中的霉菌毒素进行更为准确的说明。

基于“调查和统计分析方法”一节描述的抽样标准，本项调查共计对 180 份样本进行了霉菌毒素检测。关于本研究中采用的霉菌毒素检测方法的更多信息，请参阅“检测分析方法”一节。

黄曲霉毒素

黄曲霉毒素是与玉米相关的最重要的一种霉菌毒素。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污染，可能发生在作物收割之前的田间，也可能出现在作物收割之后的储存过程。相比之下，收割前发生的污染引发了与黄曲霉毒素相关的大多数问题。炎热干燥的环境条件或长期干旱有利于 A 型黄曲霉的滋生。特别是在炎热干燥的美国南部，黄曲霉滋生将带来严重的问题。真菌通常侵袭玉米穗上的少数籽粒，然后通过虫咬伤处进入籽粒。在干旱环境下，真菌也会通过玉米须侵入个体籽粒。

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”。毒性最强的黄曲霉毒素 B1 在食物和饲料中最为常见。研究表明，黄曲霉毒素 B1 是动物体内自然生成的致癌因子，与人类罹患癌症息息相关。此外，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，它可以在牛奶中不断累积。

黄曲霉毒素对于人类和动物的主要毒害在于它会对肝脏发起攻击。短期大量摄入被黄曲霉毒素严重污染的谷物或长期摄入含低浓度黄曲霉毒素的食物，都会发生中毒情况，可能还会导致家禽死亡（禽类是对黄曲霉毒素最敏感的动物）。家畜在摄入被黄曲霉毒素污染的饲料后，可能出现饲料效率和繁殖率下降的情况。而且，人类和动物摄入黄曲霉毒素还会使免疫系统受到抑制。

FDA 已针对人类食用的牛奶中的黄曲霉毒素 M1 及人类食品、谷物和畜禽饲料中的黄曲霉毒素的含量设定了行动水平（以十亿分之一计，ppb，见下表）。

FDA 已针对黄曲霉毒素含量超标的玉米混合制定了相关的政策法规。原则上，FDA 目前不允许将受到黄曲霉毒素污染的玉米与未受污染的玉米进行混合，从而降低黄曲霉毒素的总含量，并将混合玉米用于一般性商业销售。

黄曲霉毒素行动水平	标准
20.0 ppb	产奶动物、所有年龄的宠物、未成熟的动物（包括未成熟的家禽）以及未知的动物用途
100.0 ppb	肉牛种牛、种猪和成熟家禽
200.0 ppb	100磅或以上的育肥猪
300.0 ppb	育肥（即饲养场）肉牛

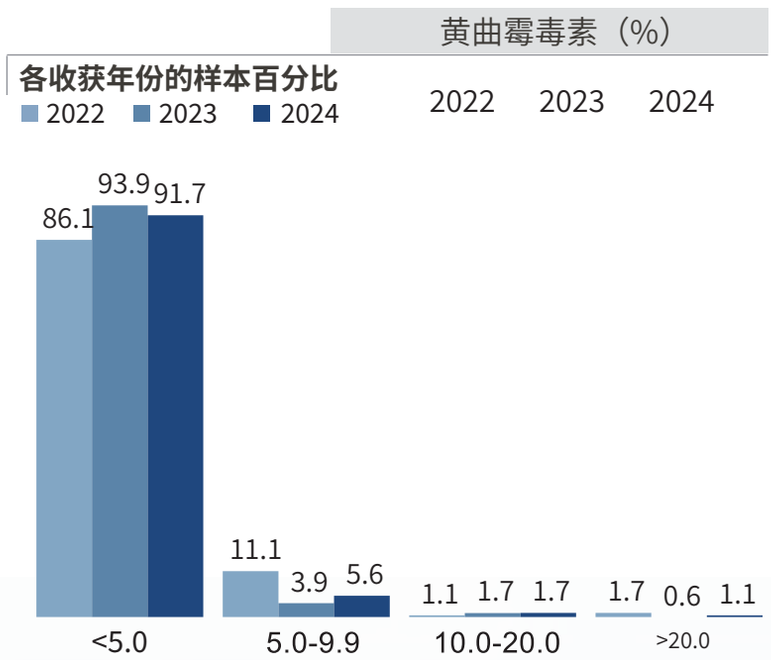
来源：www.ngfa.org
如需更多信息，请参阅国家谷物和饲料协会发布的《美国食品药品监督管理局霉菌毒素监管指南》（FDA Mycotoxin Regulatory Guidance），读者可以通过访问 https://drive.google.com/file/d/1tqeS5_eOtsRmxZ5RrTnYu7NCIr896KGX/view阅读指南全文

根据联邦法律，美国出口的玉米必须经过黄曲霉毒素检测。除非合同免除此项要求，否则检测必须由 FGIS 执行。除非符合其他更严格的条件，否则黄曲霉毒素含量超过 FDA 行动水平（20.0ppb）的玉米不得出口。因此，出口玉米中的黄曲霉毒素含量水平相对较低。

结果

2024 年，共计 180 份样本接受了黄曲霉毒素含量检测；相比之下，2023 年检测的样本数量为 181 份，2022 年检测的样本数量为 180 份。2024 年，样本的黄曲霉毒素含量检测结果如下：

- 在 180 份样本中，165 份样本（91.7%）未检测到可侦测水平的黄曲霉毒素（低于 FGIS 最低可接受含量 5.0ppb）。这一样本比例略低于 2023 年（93.9），但高于 2022 年（86.1%）。
- 在 180 份样本中，10 份样本（5.6%）的黄曲霉毒素含量高于或等于 5.0ppb，但低于 10.0ppb。这一样本比例高于 2023 年（3.9%），但低于 2022 年（11.1%）。
- 在 180 份样本中，3 份样本（1.7%）的黄曲霉毒素含量高于或等于 10.0ppb，但低于或等于 20.0ppb（FDA 行动水平）。这一样本比例与 2023 年持平，略高于 2022 年（1.1%）。



- 在 180 份样本中，2 份样本（1.1%）的黄曲霉毒素含量超过 20.0ppb（FDA 行动水平）。这一样本比例略高于 2023 年（0.6%），但略低于 2022 年（1.7%）。

上述检测结果表明：2024 收获年份样本中的黄曲霉毒素污染水平与 2023 和 2022 收获年份持平。造成这一有利结果的部分原因在于 2024 年玉米生长期的天气条件不利于黄曲霉毒素的形成（请参阅 2024 生长条件“作物与天气条件”一节了解更多信息）。

脱氧雪腐镰刀菌烯醇（DON或呕吐毒素）

DON 是令玉米进口商担忧的另一种霉菌毒素。DON 由特定类型的镰刀菌素引起，其中最主要的是禾谷镰刀菌（赤霉菌），这种霉菌也是诱发赤穗腐病的罪魁祸首。在玉米开花阶段，如果气温较低或天气温和潮湿，则赤霉菌很容易滋生。真菌沿玉米须向下侵入玉米穗，产生呕吐毒素，导致玉米穗籽粒呈现明显的红色。当玉米植株持续留在田间，真菌会持续生长、腐坏玉米穗。赤霉菌导致的玉米霉菌毒素污染常与玉米收割过度延迟或储存时，玉米水分含量高有关。

DON 对于单胃动物危害最大，它会刺激口腔和咽喉。因此，动物会拒绝进食被 DON 污染的玉米，出现体重增长缓慢、腹泻、嗜睡或肠道出血等症状。DON 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）未要求出口玉米必须进行 DON 检测，但可以应买家要求进行 DON 的定性或者定量检测。

FDA 已发布了呕吐毒素建议水平。针对含玉米的产品，建议水平如下：

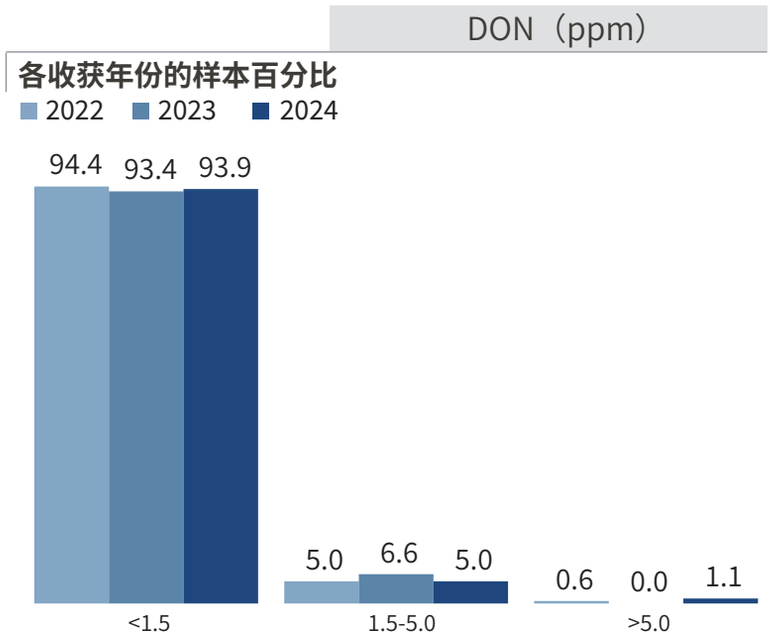
DON 建议水平	标准
5.0 ppm	猪饲料，不得超过饲料配方的20%
5.0 ppm	其他未列明的动物，不得超过其饲料配方的40%
10.0 ppm	鸡，不得超过饲料配方的50%
10.0 ppm	反刍动物，四个月以上的肉牛和奶牛

来源：www.ngfa.org
如需更多信息，请参阅国家谷物和饲料协会发布的《美国食品药品监督管理局霉菌毒素监管指南》（FDA Mycotoxin Regulatory Guidance），读者可以通过访问 https://drive.google.com/file/d/1tqeS5_eOtsRmxZ5RrTnYu7NCIr896KGX/view阅读指南全文

结果

2024 年，共计 180 份样本统一接受了 DON 含量检测；相比之下，2023 年检测的样本数量为 181 份，2022 年检测的样本数量为 180 份。2024 年，样本的 DON 含量检测结果如下：

- 在 180 份样本中，169 份样本（93.9%）的 DON 含量低于 1.5ppm。这一样本比例相近于 2023 年（93.4%）和 2022 年（94.4%）。
- 在 180 份样本中，9 份样本（5.0%）的 DON 含量高于或等于 1.5ppm，但低于 5.0ppm（FDA 建议水平）。这一样本比例低于 2023 年（6.6%），与 2022 年（5.0%）持平。
- 在 180 份样本中，2 份样本（1.1%）的 DON 含量超过 5.0ppm（FDA 建议水平）。这一样本比例略高于 2023 年（0.0%），相近于 2022 年（0.6%）。



上述检测结果表明：2024 收获年份样本中的 DON 污染水平相近于 2023 和 2022 收获年份。2024 年，DON 含量低于 5.0ppm 的样本保持较高比例的原因可能与大部分玉米种植带的天气条件不利于 DON 形成有关。

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 DON，伏马菌素是近期新发现的一种毒素。伏马菌素由镰刀菌属的多种真菌引起。伏马菌素属包括 B1、B2 和 B3。其中，伏马菌素 B1 的数量最多，占伏马菌素属总量的 70% 至于 80%。伏马菌素引发的主要问题是饲料污染，以及由此给动物（尤其是马和猪）造成的伤害。真菌滋生和伏马菌素形成主要发生在玉米收割之前。昆虫啮咬造成植物受伤，是造成伏马菌素污染的一个重要因素。温度和降雨条件与真菌滋生和伏马菌素污染息息相关。一般而言，伏马菌素污染与植物应激、虫害、干旱和土壤湿度有关。2001 年，FDA 针对玉米制品和饲料中的伏马菌素制定了指导标准，以降低人畜风险。FDA 的建议水平如下：

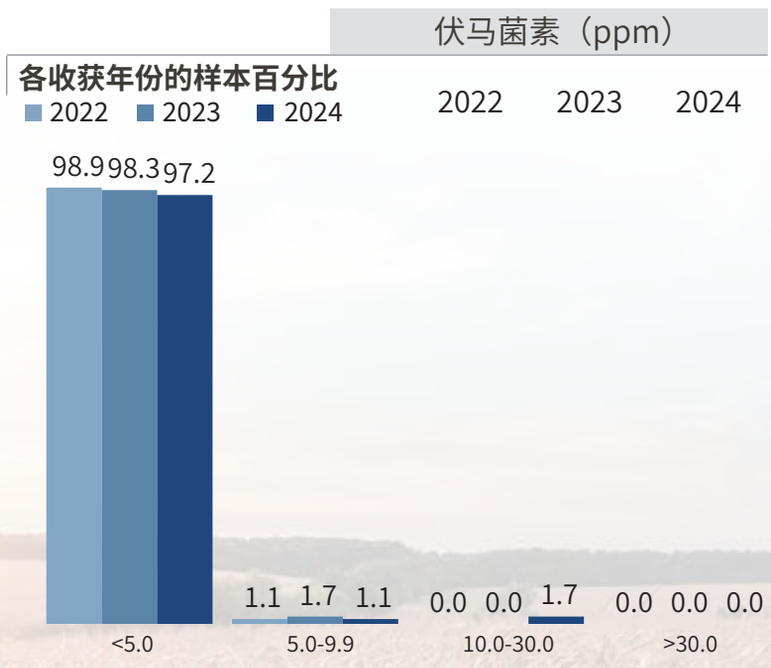
伏马菌素建议水平	标准
5.0ppm	马科动物（即马）和兔类，不得超过其饲料配方的20%
20.0 ppm	猪和鲶鱼，不得超过其饲料配方的50%
30.0ppm	反刍动物种畜、种禽和奶牛种畜饲料含伏马菌素含量不能超过饲料配方的50%
60.0ppm	三个月以上的肉用反刍动物和养殖去皮的貂类，不得超过其饲料配方的50%
100.0ppm	肉用家禽，不得超过其配方的50%
10.0ppm	所有其他未列出的动物，不得超过其配方的50%

来源：www.ngfa.org
如需更多信息，请参阅国家谷物和饲料协会发布的《美国食品药品监督管理局霉菌毒素监管指南》（FDA Mycotoxin Regulatory Guidance），读者可以通过访问 https://drive.google.com/file/d/1tqeS5_eOtsRmxZ5RrTnYu7NCIr896KGX/view阅读指南全文

结果

2024 年，共计 180 份样本统一接受了伏马菌素含量检测。从《2019/2020 收获报告》开始，持续对调查样本的伏马菌素含量进行检测。2024 年，样本的伏马菌素含量检测结果如下：

- 在 180 份样本中，175 份样本（97.2%）的伏马菌素含量低于 5.0ppm（针对马科动物和兔类的建议水平）。这一样本比例略低于2023年(98.3%)和2022年(98.9%)。
- 在 180 份样本中，2 份样本（1.1%）的伏马菌素含量高于或等于 5.0ppm，但低于 10.0ppm。这一样本比例相近于 2023 年（1.7%），与 2022 年持平（1.1%）。
- 在 180 份样本中，3 份样本（1.7%）的伏马菌素含量高于或等于 10.0ppm，但低于 30.0ppm。这一样本比例略高于 2023 年和 2022 年（均为 0.0%）。
- 在 180 份样本中，0 份样本（0.0%）的伏马菌素含量高于 30.0ppm（反刍动物种畜、种禽和貂类的建议水平）。这一样本比例与 2023 年和 2022 年持平。
- 上述检测结果表明：2024 收获年份样本中的伏马菌素污染水平相近于 2023 和 2022 收获年份。2024 年，伏马菌素含量低于 5.0ppm 的样本保持较高比例的原因可能与不利于伏马菌素形成的环境条件有关



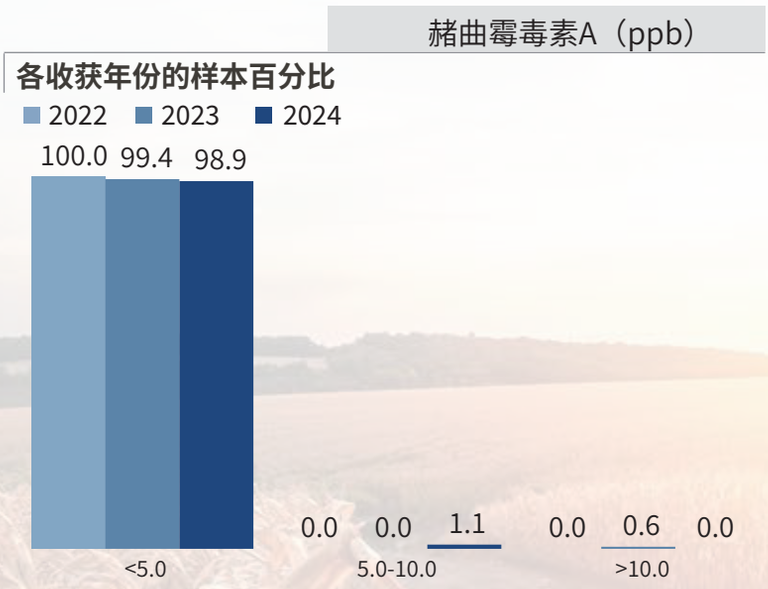
赭曲霉毒素 A

赭曲霉毒素是一种有害的霉菌毒素，由疣状青霉和赭曲霉等多种真菌生成，常见于谷物、禾谷类产品和一系列其他食品。在这些产品中，谷物和禾谷类产品在赭曲霉毒素摄入来源中占 50% 至 80%。真菌可以产生赭曲霉毒素 A、B 和 C，其中以赭曲霉毒素 A 的数量最多。虽然赭曲霉毒素 A 在从田间到储存的整个生产链上都有可能滋生，但大部分赭曲霉毒素 A 在储存环节滋生。如果谷物储存在水分含量 / 湿度较高 (> 14%) 和温暖温度 (> 20° C) 的条件下或谷物干燥不充分，都有可能导致谷物遭到真菌污染，进而产生赭曲霉毒素。此外，以机械或物理手段损坏谷物，或谷物遭昆虫咬伤，都有可能让真菌“趁虚而入”。真菌最初在谷物中生长时，会通过新陈代谢形成充分的水分，以便进一步成长为霉菌毒素。由于谷物及禾谷类产品是人类饮食中相当重要的一环，部分国家已明确了未加工的禾谷类作物中的赭曲霉毒素 A 的最高含量限值。欧盟执行委员会规定禾谷类作物中赭曲霉毒素 A 的最高含量为 5.0ppb。目前，FDA 尚未针对赭曲霉毒素 A 含量制定建议水平。

结果

2024 年，共计 180 份样本统一接受了赭曲霉毒素 A 含量检测。从《2020/2021 收获报告》开始，持续对调查样本的赭曲霉毒素 A 含量进行检测。2024 年，样本的赭曲霉毒素 A 含量检测结果如下：

- 在 180 份样本中，178 份样本（98.9%）的赭曲霉毒素 A 含量低于 5.0ppb（欧盟规定的最高限值）。这一样本比例略低于、同时亦相近于 2023 年（99.4%）和 2022 年（100.0%）的样本比例水平。
- 在 180 份样本中，2 份样本（1.1%）的赭曲霉毒素 A 含量高于或等于 5.0ppb，但低于 10.0ppb。这一样本比例略低于、同时亦相近于 2023 年和 2022 年（均为 0.0%）的样本比例水平。
- 在 180 份样本中，0 份样本（0.0%）的赭曲霉毒素 A 含量高于 10.0ppb。这一样本比例相近于 2023 年（0.6%），与 2022 年持平。
- 上述检测结果表明：2024 收获年份样本中的赭曲霉毒素 A 的污染水平相近于 2023 和 2022 收获年份。2024 年，赭曲霉毒素 A 含量低于 5.0ppb 的样本保持较高比例的原因可能与不利于赭曲霉毒素 A 形成的环境条件有关。



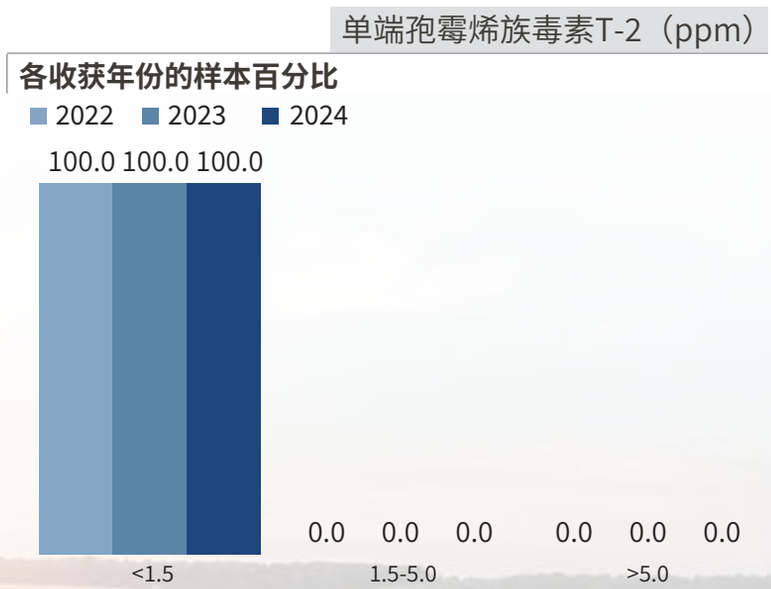
单端孢霉烯族毒素 T-2

单端孢霉烯族毒素 (T-2) 是众多霉菌毒素 (包括与脱氧雪腐镰刀菌烯醇或 DON) 中的一种，属于一组被称为单端孢菌毒素的真菌毒素。T-2 毒素是由各种镰菌属真菌在谷物作物中生长过程中产生的。真菌的生长温度条件比较宽泛 (-2 至 35°C)，但水活性条件必须大于 0.88。因此，T-2 毒素一般不会在处于收割阶段的谷物中滋生，而是在收割结束之后 (特别是在冬季)，作物留在田间时因受水损坏而滋生。此外，如果谷物在储存过程中受水损坏，也会滋生 T-2 毒素。目前，FDA 尚未针对 T-2 含量制定允许摄入量。

结果

2024 年，共计 180 份样本接受了单端孢霉烯族毒素含量检测。从《2020/2021 收获报告》开始，持续对调查样本的单端孢霉烯族毒素 含量进行检测。2024 年，样本的单端孢霉烯族毒素 含量检测结果如下：

- 在 180 份样本中，180 份样本（100.0%）的单端孢霉烯族毒素含量低于 1.5ppm。这一样本比例与 2023 年和 2022 年持平。
- 在 180 份样本中，0 份样本（0.0%）的单端孢霉烯族毒素含量高于或等于 1.5ppm，但低于 5.0ppm。这一样本比例与 2023 年和 2022 年持平。
- 在 180 份样本中，0 份样本（0.0%）的单端孢霉烯族毒素含量高于 5.0ppm。这一样本比例与 2023 年和 2022 年持平。



玉米赤霉烯酮

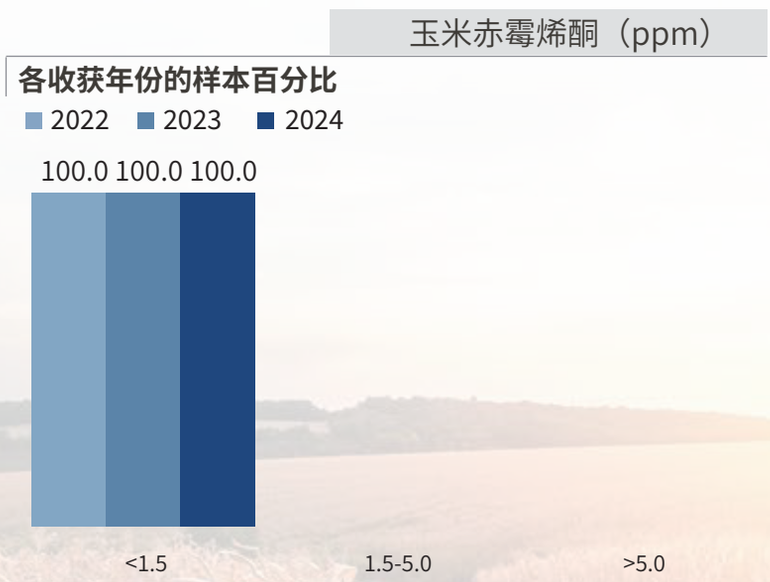
玉米赤霉烯酮是一种霉菌毒素，在很多方面与脱氧雪腐镰刀菌烯醇 (DON) 非常相似，仅有少数例外。二者均由镰菌属真菌产生。因此，这两种霉菌毒素常常同时出现在谷物和谷物产品中。玉米赤霉烯酮的生长条件与脱氧雪腐镰刀菌烯醇非常相似，最佳温度范围都是 65 至 85° F。在作物生长过程中，如果发生温度下降，将会刺激真菌产生毒素。真菌生成玉米赤霉烯酮需要 20% 或以上的水分含量，这与生成脱氧雪腐镰刀菌烯醇所需的水分含量比较相似。不过，在生成过程中，如果水分含量降到 15% 以下，则毒素生成就会停止。因此，应当先对将玉米进行干燥作业，使其水分含量降至 15% 以下，然后再进行储存。研究表明，当玉米赤霉烯酮含量介于 0.1ppm 至 5.0ppm 之间时，足以造成家猪的繁殖出现问题，因此，应当避免在饲料中添加可能受污染的谷物。目前，FDA 尚未针对玉米赤霉烯酮含量制定建议水平，仅建议注意脱氧雪腐镰刀菌烯醇的含量。

2024 年，我们对 180 份样本进行了检测，并根据如下所示的检测结果评估今年的作物生长条件对玉米赤霉烯酮的影响。关于本项调查使用的抽样标准和检测方法的更多信息，请分别参阅“调查和统计分析方法”一节和“检测分析方法”一节。

结果

从《2020/2021 收获报告》开始，持续对调查样本的玉米赤霉烯酮含量进行检测。2024 年，180 份样本的玉米赤霉烯酮含量检测结果如下：

- 在 180 份样本中，180 份样本（100.0%）的玉米赤霉烯酮含量低于 1.5ppm。这一样本比例与 2023 年和 2022 年持平。
- 在 180 份样本中，0 份样本（0.0%）的玉米赤霉烯酮含量高于或等于 1.5ppm，但低于 5.0ppm。这一样本比例与 2023 年和 2022 年持平。
- 在 180 份样本中，0 份样本（0.0%）的玉米赤霉烯酮含量高于 5.0ppm。这一样本比例与 2023 年和 2022 年持平。



A.2024年收获重点提要

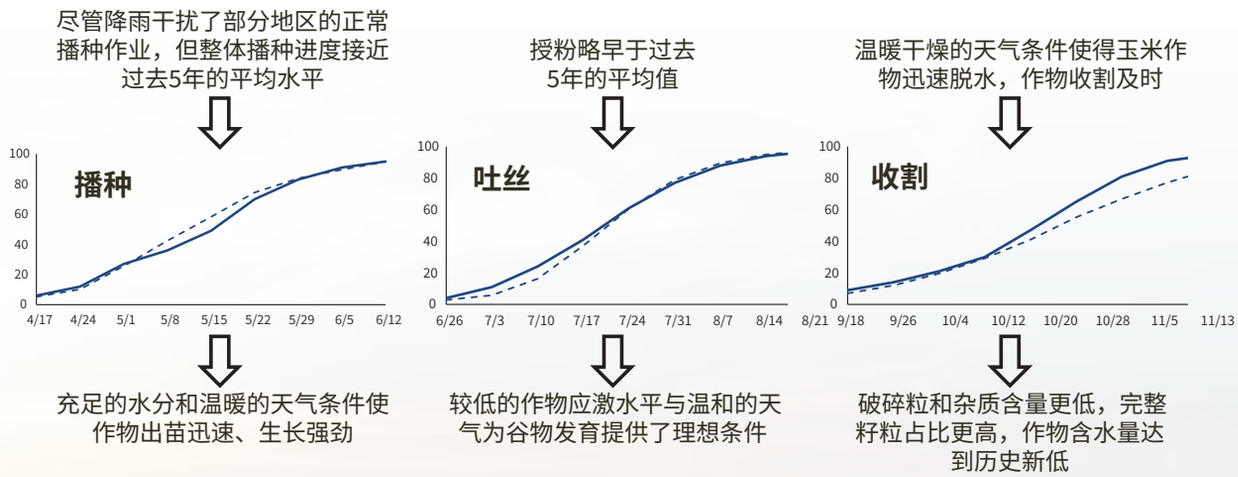
对于玉米的种植过程、生长条件和田间发育而言，天气在其中一直发挥着重要作用，并进而影响了谷物的最终产量和品质。总体而言，2024 年的特点是：早期降雨充沛，气温适中，这两项有利因素缓解了谷物灌浆期的干旱强度，随后是玉米籽粒快速完熟与收获。在这些条件的影响下，作物状况在整个生长季，获得了“良好”至“优良”的定级，达到了过去 5 年的最佳水平。相较过去 5 年的作物籽粒重量和淀粉含量的平均值，这两项品质指标在 2024 年，得益于有利的天气条件，平均值均有所提高。

2024 年生长季节的主要事件如下：

- 降雨干扰了正常的播种作业，并且在作物的营养生长阶段也出现了持续的降雨，但降雨带来的水分被存储在土壤当中，为后期的作物灌浆发育提供了有利条件。
- 在凉爽的气候条件的影响下，相较过去 5 年的平均值，今年的授粉（吐丝）开始的较早。
- 在多数时间内，谷物在温和干燥的条件下生长发育，这增加了籽粒的尺寸、重量、密度和淀粉含量。
- 生长季节末尾阶段炎热干燥的天气使得玉米作物迅速脱水，从而保证作物得以及时收割，并且使籽粒籽粒完整率高于近 5 年的平均值。

生长条件及对作物发育的影响

2024　2019-2023



[1] *美国农业部在作物生产周期内，每周对美国玉米作物进行定级。该定级基于产量潜力和作物压力（作物压力来源包括极端温度、水分过多或不足、疾病、虫害和或杂草压力。*

B. 播种和早期生长阶段的天气条件

温暖多雨的开始

影响玉米产量和品质的天气因素包括玉米生长季节开始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。谷物产量是每英亩的植株数量、每株谷粒数量和每颗籽粒重量的函数。播种阶段的寒冷或潮湿天气可能导致植株数量减少或妨碍植株生长，进而导致单位面积产量下降。稍微干燥的天气有利于播种和作物的早期生长，原因在于：首先，它会促进作物根系向更深处延伸，从而使作物在生长季节后期能够更好地获取水分；其次，它能够 留住土壤中的氮肥，从而为作物的后期生长提供有利条件。

2024

2024 年，播种起步较快，4 月末和 5 月初降雨充沛，导致晚播量超过平均水平。不过，后期气温回升，土壤水分充足，这促进了作物快速出苗，作物状况定级也达到了过去 3 年至 5 年中的最佳水平。

美西 (PNW) 播种较早，幼苗主要在潮湿条件下生长。

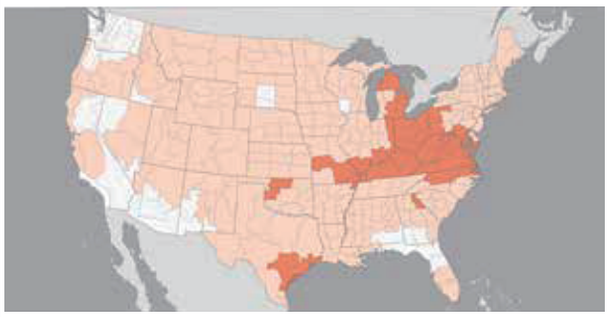
墨西哥湾区的中部地带，降雨充沛，播种较晚；6 月，在作物生长初期，北部地带遭遇洪水，这可能导致肥料被水冲走，进而降低了谷物的蛋白质含量水平。

南部铁路区的植株早期生长状况良好，6 月底的降雨量创历史新高，并且出现了严重的洪水。

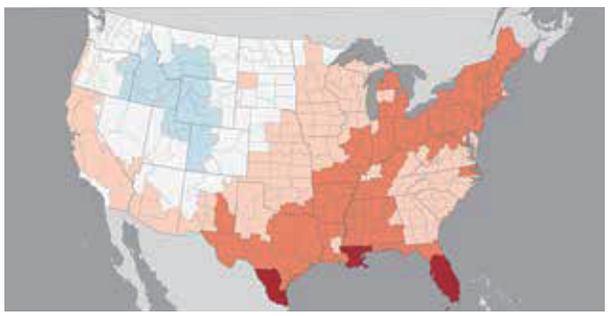
U.S. GRAINS COUNCIL

区域平均气温
（时期：1895-2024）

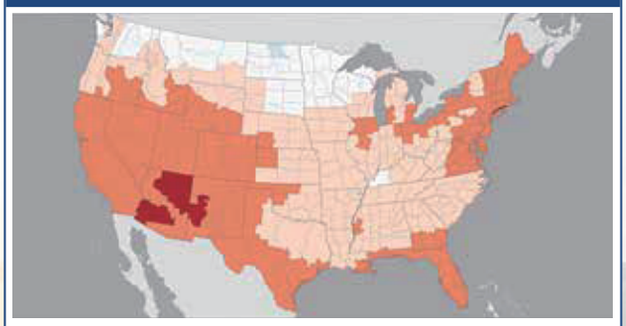
2024年4月



2024年5月



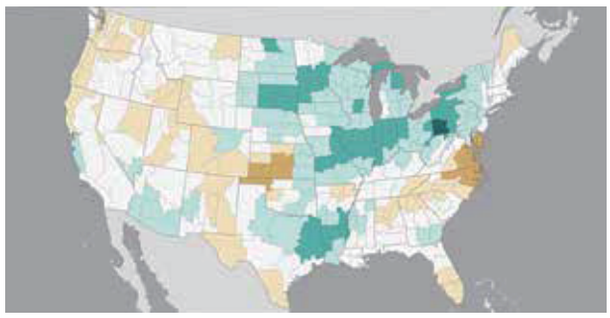
2024年6月



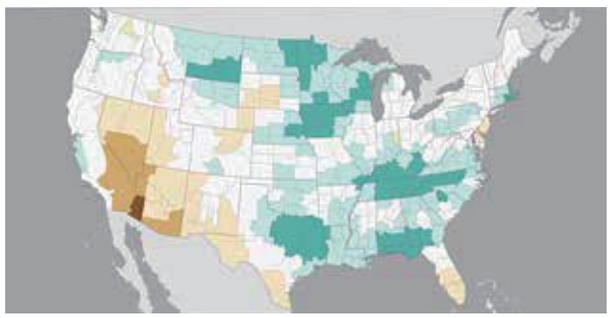
来源: 美国国家海洋和大气管理局/区域气候中心

区域平均降雨量
（时期：1895-2024）

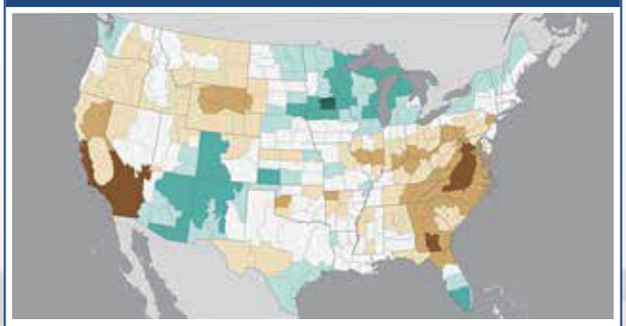
2024年4月



2024年5月



2024年6月



来源: 美国国家海洋和大气管理局/区域气候中心

C. 授粉和灌浆期的天气条件

授粉和籽粒灌浆的绝佳条件

玉米授粉通常发生在 7 月。授粉时，如果气温高于平均水平或缺少降雨，籽粒数量往往就会减少。在 7 月和 8 月的谷物灌浆初期，天气条件对于确定谷物成分的最终含量至关重要。授粉时，降雨量适中、气温（尤其是夜间气温）低于平均水平，有助于提高玉米作物的产量。少雨和高温的天气，特别是出现在谷物灌浆的后半期（8 月 -9 月）时，将使谷物的蛋白质含量增加。在谷物灌浆后期，氮素从叶片转移到谷物当中，使谷物的蛋白质和硬胚乳含量增加。

就霉菌毒素的形成而言，黄曲霉毒素的产生是由开花期的高温、低降雨量和干旱状况以及随后的高湿温暖期引起的。呕吐毒素的产生与高水分玉米的延迟收获或储存有关。在授粉后的三周内，在凉爽或潮湿的条件下，通过玉米的穗丝感染真菌，也会产生呕吐毒素。

2024

总体而言，2024 年的玉米授粉在低温条件下进行，造成低温现象的部分原因在于加拿大野火燃烧引发的大量烟雾。墨西哥湾区的中西部地带降雨充沛，而其他地区则出现了太多的蚜虫（玉米蚜）。持续适中的气温和较为干燥的天气环境延长了谷物的灌浆期。这种理想的气候条件有利于玉米高产，并且有助于催生大而重的玉米籽粒。2024 年，尽管零星的较弱植株易受感染，但本年度并未出现大面积的黄曲霉毒素或呕吐毒素滋生现象。

由于雨水充沛，墨西哥湾区的大部分玉米种植带授粉状况良好。此外，在谷物发育期内，气温持续温暖，促成了淀粉的大量积累和创纪录的高产。

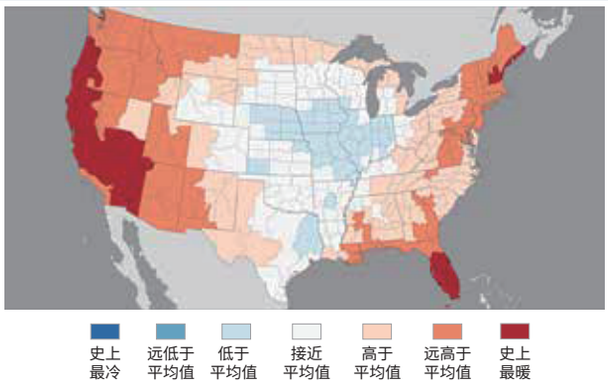
在美西（PNW），7 月份气温略高于正常水平，暴风雨零星出现，这为玉米高产提供了有利条件。在玉米授粉和生长发育期间，美西（PNW）南部和南部铁路区出现了部分干旱，但此前的降雨带来的蓄水有效缓解了干旱带来的作物应激。

U.S. GRAINS COUNCIL

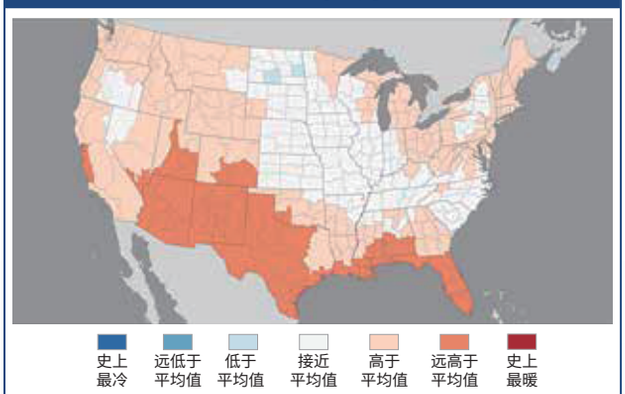
区域平均气温

（时期：1895-2024）

2024年7月



2024年8月

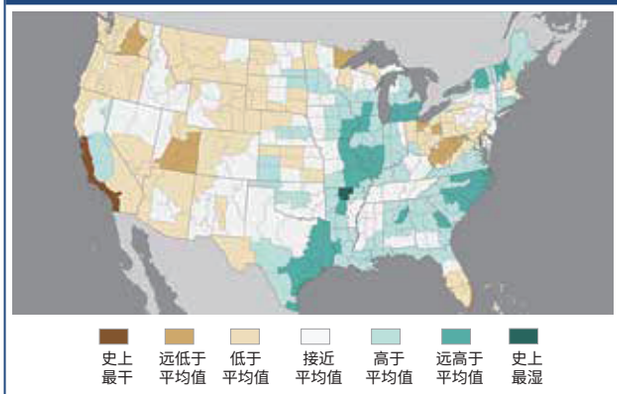


来源: 美国国家海洋和大气管理局/区域气候中心

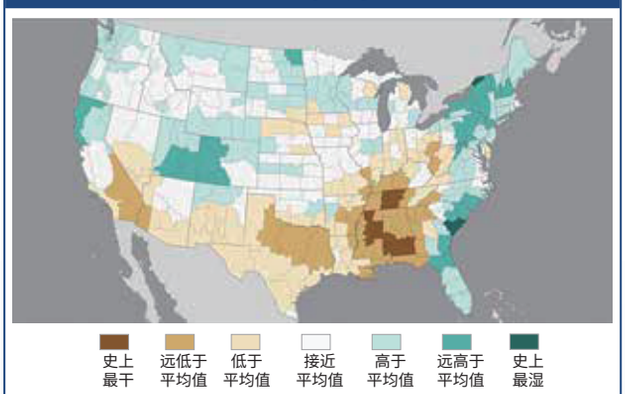
区域平均降雨量

（时期：1895-2024）

2024年7月



2024年8月



来源: 美国国家海洋和大气管理局/区域气候中心

D.收获期的天气条件

天气干燥，收获提前

玉米籽粒成熟时的水分含量为 25% 至 35%。在生长期最后阶段，玉米籽粒脱水率能否达到理想的 15% 至 20% 的水分含量取决于阳光、温度、湿度和土壤水分。在阳光充足且天气温暖干燥的条件下，玉米籽粒的干燥效率最高，品质受到的负面影响最小。在生长期的最后阶段，最令人担忧的天气问题是气温突然降到结冰温度。如果在籽粒彻底干燥之前发生早结冰现象，则有可能造成玉米产量、真实密度和容重下降。如果过早进行收割，相较于干燥籽粒而言，水分高的籽粒更容易产生应力裂纹和过高的破碎率。

2024

9 月份，整个玉米带都出现了炎热、干燥和干旱的天气状况，这使得谷物得以迅速成熟和干燥。在谷物成熟之后，持续的干燥天气使收割作业比近五年的平均值提前了。与此同时，得益于降雨造成的延迟现象或气温降至结冰温度的现象均未出现，这在很大程度上降低了人工干燥作业的必要性和工作量。然而，快速的自然干燥可能已经导致部分籽粒出现了应力裂纹。

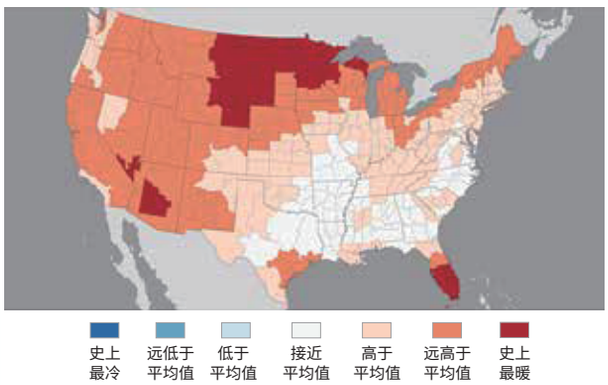
作物生长季末期的温暖的天气条件不利于呕吐毒素、伏马菌素、赭曲霉毒素 A、T-2 或玉米赤霉烯酮等霉菌毒素的大量产生。

U.S. GRAINS COUNCIL

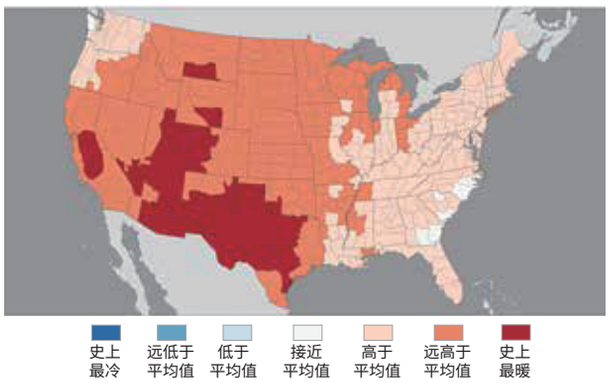
区域平均气温

（时期：1895-2024）

2024年9月



2024年10月

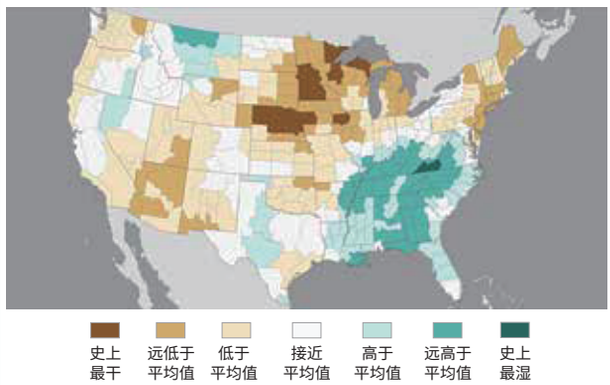


来源: 美国国家海洋和大气管理局/区域气候中心

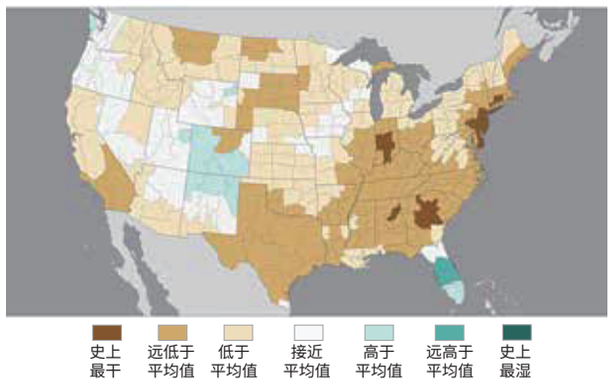
区域平均降雨量

（时期：1895-2024）

2024年9月



2024年10月

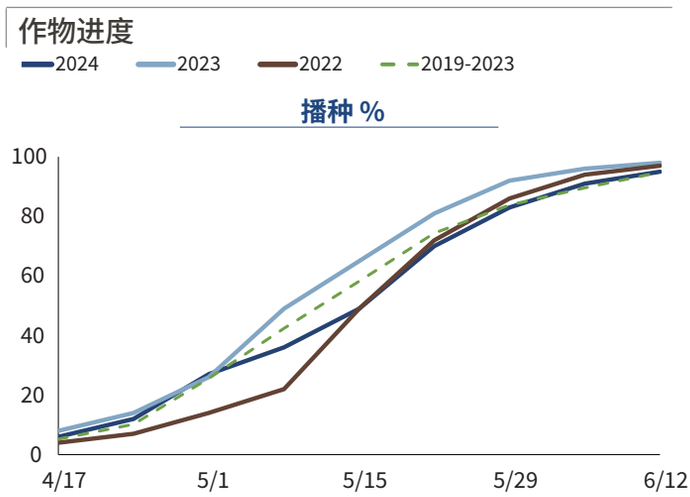


来源: 美国国家海洋和大气管理局/区域气候中心

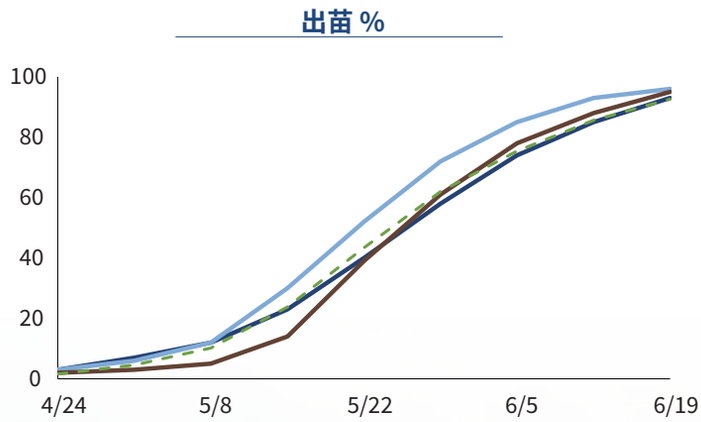
E. 2024年与2023年、2022年和5年平均值的比较

2024作物籽粒重，干燥迅速

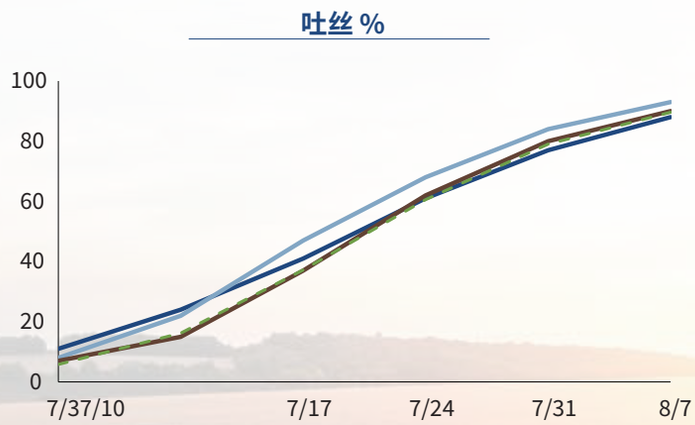
2024 年，降雨造成的播种延迟将玉米作物的播种期分为两个阶段，进而可能导致玉米生长期、品质和产量出现差异。2023 年，温暖干燥的天气条件使得玉米作物的播种期开始日期稍早于 5 年平均值。2022 年，4 月份寒冷潮湿的天气条件使得玉米作物的播种期开始日期晚于 5 年平均值两个星期。



2024 年，在季节性温度的条件下，玉米作物的出苗时间相近于 5 年平均值，但在营养生长发育阶段，遭遇了大量降雨。2023 年，温暖干燥的天气条件使得玉米作物的出苗时间早于 2022 年和 5 年平均值。此外，营养生长发育阶段的持续高温干旱使得 2023 年的玉米作物的籽粒数量出现下降。

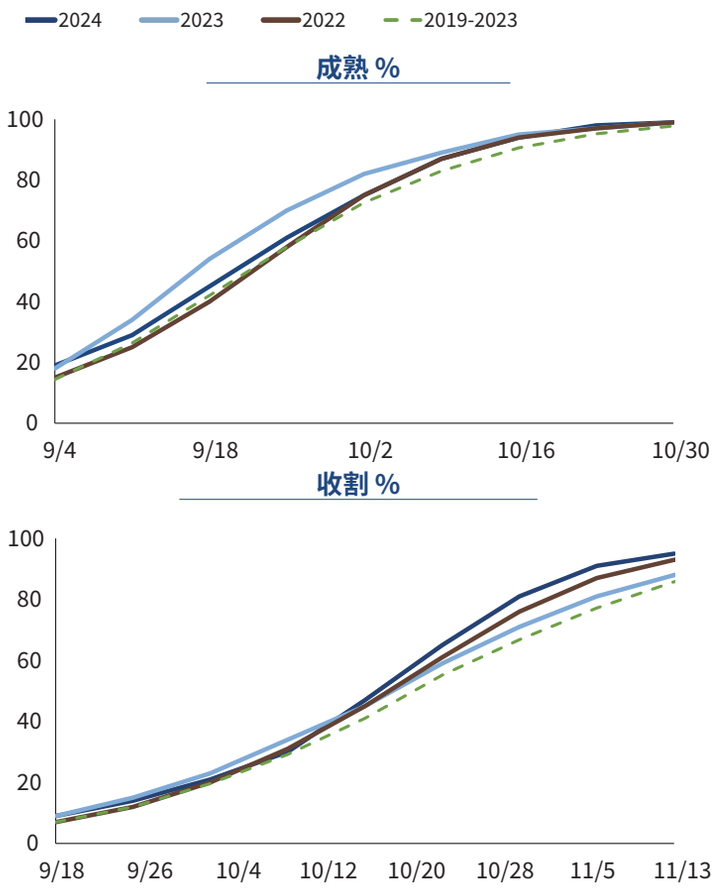


2024 年，玉米作物的吐丝和授粉开始日期比 5 年平均值和 2023 年提前一周左右，但随着时间的推移，吐丝和授粉进度有所减缓。2023 年，得益于充沛的降雨，吐丝和授粉开始日期稍早于 2022 年和 5 年平均值。



来源：美国农业部国家农业统计局

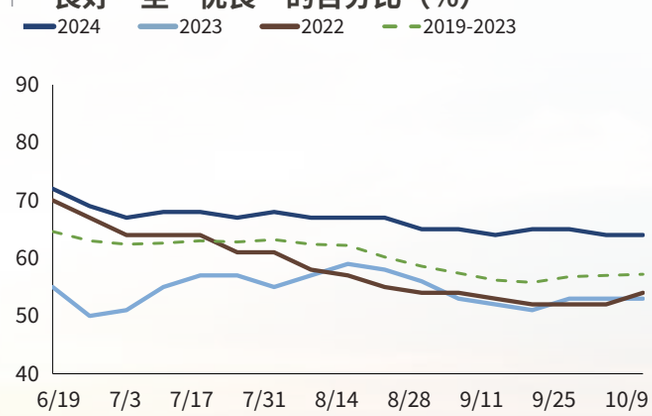
作物进度



2024 年，加拿大野火燃烧产生的大量烟雾缓和了夏季的炎热，但增加了玉米作物的光合作用效率和淀粉积累。2022 年 2023 年，炎热干燥的天气条件限制了光合作用的效率，进而限制了玉米作物中淀粉和油脂的积累，但有助于蛋白质和硬胚乳的积累。

在 2024 年和 2022 年，玉米作物收割日期接近 5 年的平均值，此后干燥的天气条件使得收割作业得以提前完成。2023 年，在旱情和高温的影响下，出于对植株倒伏的担忧，玉米作物收割提前，但整体而言，收割进度放缓，接近 5 年的平均值。

美国玉米作物的状况
“良好”至“优良”的百分比（%）



2024 年，在生长期开始时，玉米作物获得了“良好”至“优良”的较高定级[2]。并且，得益于早期充沛的降雨和适中的温度，作物状况在整个生长期内一直保持在近五年的平均水平以上。2023 年，在生长期开始时，玉米作物获得了较低的定级。在营养生长发育阶段，过度炎热和干旱使得定级迅速下滑至低于 2022 年和平均值的水平，随后回稳。2022 年，玉米作物遭遇持续干旱和高温，导致定级持续下降。

来源：美国农业部国家农业统计局

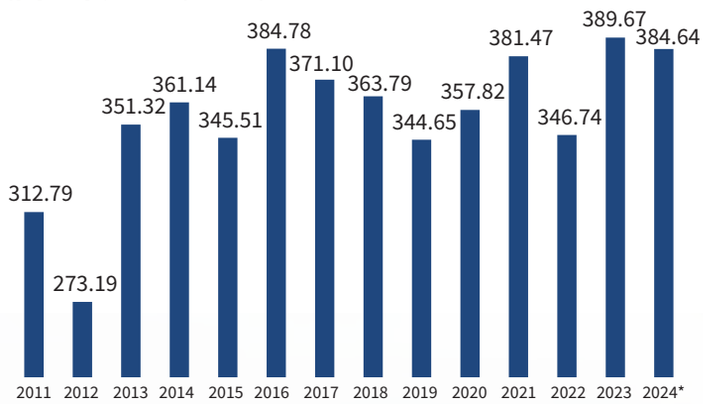
[2] *“良好”定级意味着：作物产量前景正常；水分充足；病虫害和杂草危害较小。*
“优良”定级意味着：产量前景高于正常水平；作物所受的应激很小或没有；病虫害和杂草危害无关紧要。

A. 美国玉米产量

美国平均产量和单位产量

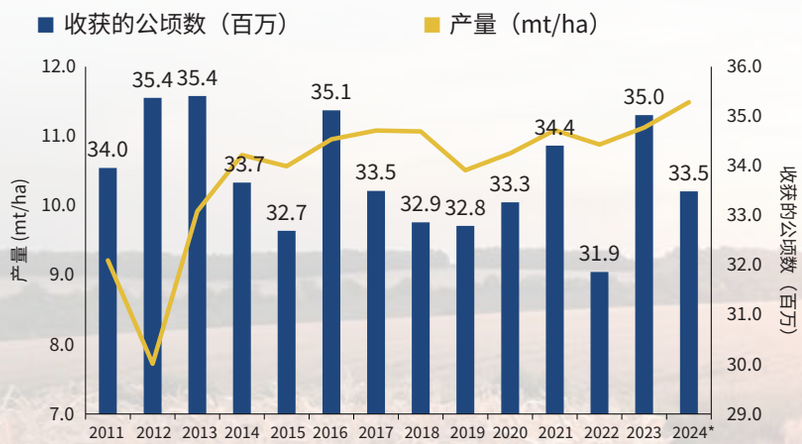
根据美国农业部 2024 年 11 月发布的《世界农业供需估算》(World Agricultural Supply and Demand Estimates，WASDE）报告，2024 年美国的玉米产量预计达到 3.8464 亿公吨（151.43 亿蒲式耳)。如果最终的实际玉米产量达到预估数字，2024/2025 年度将成为有史以来的第三大收成年景，仅次于 2023/2024 年度（3.8967 亿公吨或 153.41 亿蒲式耳）和 2016/2017 年度（3.8478 亿公吨或 151.48 亿蒲式耳)。2024 年，玉米作物的平均单产预计达到每公顷 11.49 公吨（每英亩 183.1 蒲式耳)，超过 2023/2024 年度创下的单产纪录（每公顷 11.12 公吨或每英亩 177.3 蒲式耳)。2024 年，美国预计将收获 3,349 万公顷（8,271 万英亩）的玉米，收获面积比 2023/2024 年度（3,502 万公顷或 8,651 万英亩）减少了 4.4%，但仍然相近于过去 5 年的平均水平（3,347 万公顷或 8,267 万英亩)。

美国玉米产量（mmt）



**估值*
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

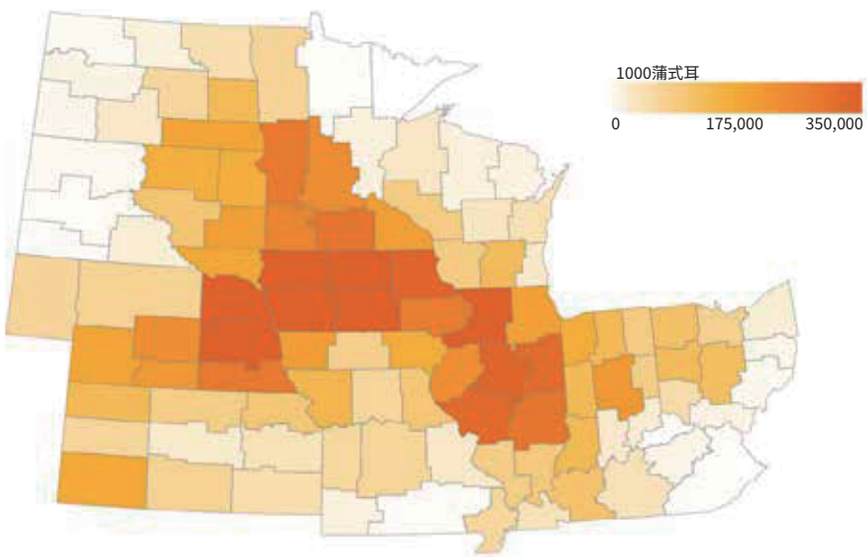


**估值*
来源：美国农业部国家农业统计局

农业统计区和各州产量

《2024/2025 玉米收获品质报告》涵盖了美国玉米的最高产区。下方地图显示了美国农业部农业统计区（ASD）预估的 2024 年玉米产量。地图所示的各州代表了美国 90% 以上的玉米出口量[1]。

农业统计区的2024美国玉米产量预估



来源：美国农业部国家农业统计局和Centre咨询集团的估值

[1]*来源：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咨询集团的估值*

美国各州玉米产量图表展示了各州在 2023 年实际玉米产量和 2024 年预估玉米产量之间的变化。图表还显示了作物收获面积和单产的相对变化。图表中的绿色表示从 2023 年实际值到 2024 年预估值之间的相对增长，而红色则表示相对减少。

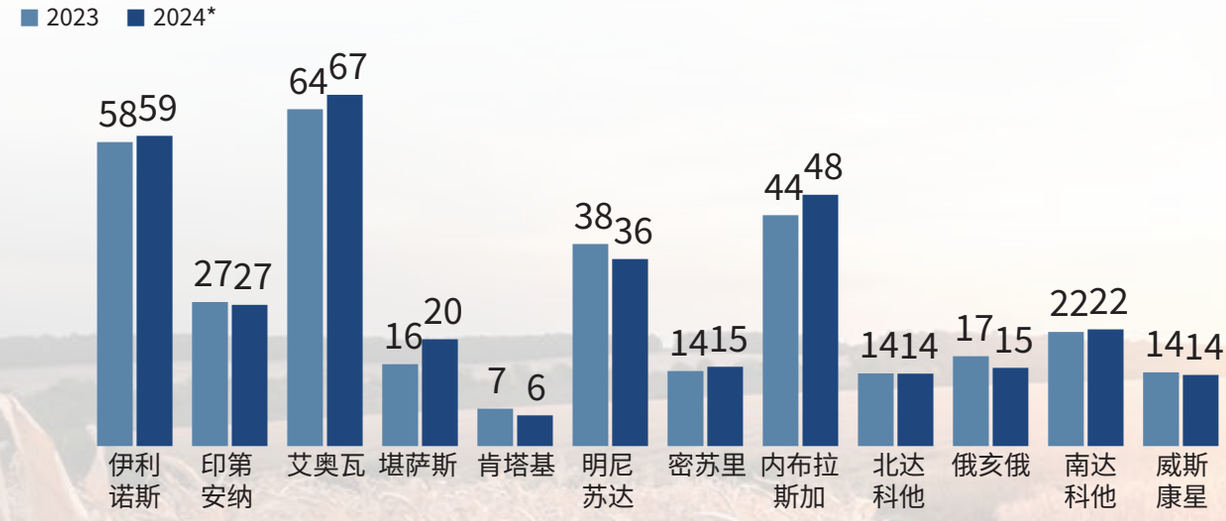
在美国的 12 个玉米主产州中，相对 2023 年的实际产量而言，其中 6 个州预期 2024 年的玉米产量将实现增长。预计，仅有 3 个州的 2024 年的玉米产量将会出现较大幅度的同比变化(超过 10%)。其中，堪萨斯州预计增产 30.1%，而肯塔基州和俄亥俄州预计将分别减产 17.9% 和 12.9%。除俄亥俄州、肯塔基州和明尼苏达州外，其他各州的平均单产预计都将高于 2023 年；除堪萨斯州和内布拉斯加州以外，其他各州的收获面积预计都将出现减少。

美国各州的玉米产量

州	2023 (百分比)	2024 (百分比)*	差异 百分比	相对 % 变化† 英亩	产量
伊利诺斯	57.82	58.97	1.15	2.0%	
印第安纳	27.38	26.86	(0.52)	-1.9%	
艾奥瓦	64.08	66.82	2.74	4.3%	
堪萨斯	15.57	20.33	4.76	30.6%	
肯塔基	7.13	5.85	(1.27)	-17.9%	
明尼苏达	38.44	35.56	(2.88)	-7.5%	
密苏里	14.26	15.07	0.81	5.7%	
内布拉斯加	43.92	47.80	3.88	8.8%	
北达科他	13.80	13.78	(0.03)	-0.2%	
俄亥俄	17.10	14.90	(2.20)	-12.9%	
南达科他	21.70	22.18	0.48	2.2%	
威斯康星	14.04	13.52	(0.52)	-3.7%	
美国总计	**389.67**	**384.64**	**(5.02)**	**-1.3%**	

† 绿色表示高于上一年度，红色表示低于上一年度，色块的高度表示相对数量
**估值*
来源：美国农业部国家农业统计局

美国各州的玉米产量（百分比）



**估值*
来源：美国农业部国家农业统计局

B.美国玉米用途和期末库存

继玉米产量同比增长 12.4% 之后，在 23/24 销售年度，美国各类玉米用量和期末库存均比 22/23 销售年度有所增加。

食用、种用和其他非乙醇工业用途的玉米量通常在一段时间内保持相对稳定。相较于 22/23 销售年度，23/24 销售年度玉米用量增加了 0.7%。

继 22/23 销售年度用于国内乙醇生产的玉米量同比减少 2.7% 之后，23/24 销售年度用于国内乙醇生产的玉米量出现反弹，同比增加 5.8%，达到 新冠疫情大流行以来的最高水平。用于国内乙醇生产的玉米量在很大程度上取决于美国成品汽油的消费量。然而，从 22/23 销售年度到 23/24 销售年度[2]，美国炼油厂每周平均成品汽油供应量变化较小。相反，23/24 销售年度，玉米用量的同比增长可能来自于乙醇出口的增加。23/24 玉米销售年度（2023 年 9 月至2024年8月）的乙醇出口总量为66.1 亿升，比22/23 玉米销售年度的出口总量（46.3亿升）[3] 增加了 42.7%。

23/24 销售年度，国内牲畜和家禽饲粮中作为饲料原料的玉米直接消费量也有所增加；与 22/23 销售年度相比，增加了 5.9%。

23/24 销售年度，国内玉米总用量比 22/23 销售年度增加了 5.3%。2023 年，美国玉米收成创下历史新高，其影响主要体现在玉米出口方面：相较于 22/23 销售年度，23/24 销售年度的玉米出口量增加了 37.9%。

23/24 销售年度，玉米期末库存同比增长了 29.4%。尽管玉米的国内消费量和出口量均有所增加，但是由于 2023 年创纪录的玉米收成，期末库存上升到自 19/20 销售年度以来的最高水平。

[2] 2024年11月13日，通过访问https://www.eia.gov/petroleum/supply/weekly，获取了美国能源信息署发布的《每周石油状况报告》（Weekly Petroleum Status Report）。美国成品车用汽油每周供应量估值（千桶/日）为 2023年9月至2024年8月的平均值，以便与美国玉米销售年度进行比较。

[3] 2024年11月，从美国农业部/海外农业服务局的全球农业交易系统中提取了相关数据。

C.展望

国内展望

2024 年，美国玉米收成有望成为史上第三大丰收年，预计玉米总产量仅比创史上最高产量纪录的 2023 年低 1.3%（502 万公吨或 1.98 亿蒲式耳）。鉴于如此高的玉米总产量，在 24/25 销售年度，玉米的消费量和出口量有望出现增长。

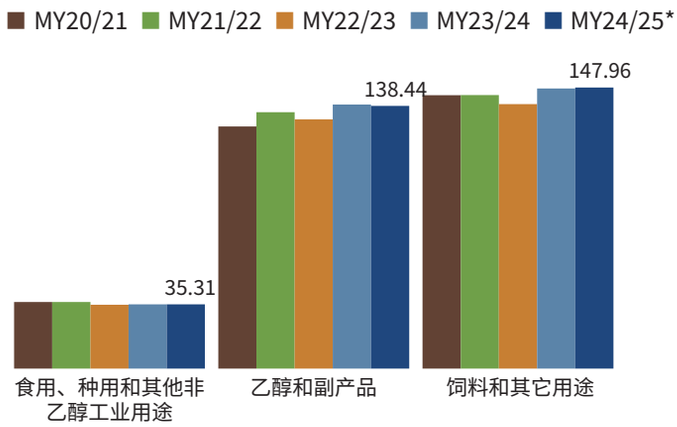
乙醇玉米用量在 23/24 销售年度反弹增长 5.8% 之后，预计在 24/25 销售年度将保持在相当的水平（相对于 23/24 销售年度仅下降 0.5%）。

24/25 销售年度，用于饲料和其它用途的国内玉米用量预计为 1.4796 亿公吨。这一估值比 23/24 销售年度增加了 46 万吨（增加 0.3%）。

食用、种用和非乙醇工业用途的玉米用量有望达到 3,531 万公吨，与近 5 年平均值（3,596 万公吨）相近。

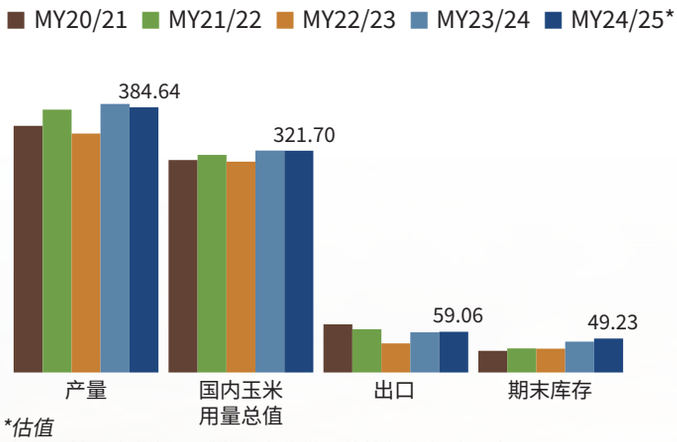
24/25 销售年度，由于玉米总产量预计将接近纪录水平，美国玉米出口量有望出现增长。24/25 销售年度，美国玉米出口量预计将达到 5,906 万公吨，比 23/24 销售年度增加 83 万公吨（增加 1.4%），比近 5 年的平均值增加 342 万公吨（增加 6.1%）。

各销售年度的美国玉米用量（mmt）



*估值
来源：美国农业部，《世界农业供需估算》报告和经济研究局

美国玉米产量和去向（mmt）



*估值
来源：美国农业部，《世界农业供需估算》和经济研究局

24/25 销售年度，美国玉米期末库存预计将达到 4,923 万公吨，同比增加 451 万公吨（10.1%）。如果实现这一目标，这将是自 19/20 销售年度（期末库存为 5,091 万公吨）以来的最高值。

24/25 销售年度，库存使用比预计将达到 12.9%，这是自 19/20 销售年度（14.5%）以来的最高值。

国际展望[4]

全球供应

24/25 销售年度，全球玉米总产量预计将达到 12.194 亿公吨，仅比 23/24 销售年度减少 971 万公吨（减少 0.8%）。

此外，24/25 销售年度，全球玉米出口总量预计将达到 1.8983 亿公吨，比 23/24 销售年度减少582万吨（减少3.0%）。乌克兰和俄罗斯玉米出口量的减少预计将抵消巴西、阿根廷、巴拉圭和美国出口量的增加。

全球需求

全球玉米消费总量预计将从 23/24 销售年度的 12.1948 亿公吨增加至 24/25 销售年度的 12.2948 亿吨（增加 0.8%）。24/25 销售年度，中国、印度、阿根廷、孟加拉国和越南的玉米消费量预计将比上一销售年度至少增加 100 万公吨。相比之下，24/25 销售年度，只有欧盟和尼日利亚的玉米消费量预计将比上一销售年度至少减少 100 万公吨。

24/25 销售年度，越南是唯一一个玉米进口量预计将同比增加至少 100 万公吨的国家；中国的玉米进口量预计将同比减少 741 万公吨；仅有土耳其是玉米进口量预计将比上一销售年度减少至少 100 万公吨的其它国家。

[4] *2024年11月，从美国农业部/海外农业服务局的全球农业交易系统中提取了相关数据。*

各销售年度美国玉米供应和用途一览表

公制单位	20/21	21/22	22/23	23/24	24/25*
面积（百万公顷）					
种植面积	36.72	37.77	35.71	38.30	36.72
收获面积	33.27	34.41	31.86	35.02	33.49
产量（mt/ha）	10.75	11.09	10.88	11.12	11.49
供应（百万公吨）					
期初库存	50.91	31.36	34.97	34.55	44.72
产量	357.82	381.47	346.74	389.67	384.64
进口	0.62	0.62	0.98	0.72	0.64
供应总量	**409.35**	**413.44**	**382.70**	**424.94**	**430.00**
用途（百万公吨）					
食用、种用、其他非乙醇工业用途	36.55	36.49	35.10	35.33	35.31
乙醇和副产品	127.71	135.13	131.48	139.15	138.44
饲料和其它用途	143.96	144.04	139.35	147.50	147.96
出口	69.78	62.80	42.22	58.23	59.06
应用总量	**377.99**	**378.47**	**348.15**	**380.23**	**380.76**
期末库存	31.36	34.97	34.55	44.72	49.23
平均农场价格（$/mt）**	178.34	236.21	257.47	179.13	161.41

英制单位	19/20	20/21	21/22	22/23	23/24*
面积（百万英亩）					
种植面积	90.7	93.3	88.2	94.6	90.7
收获面积	82.2	85.0	78.7	86.5	82.7
产量（蒲式耳/英亩）	171.4	176.7	173.4	177.3	183.1
供应（百万蒲式耳）					
期初库存	2,004	1,235	1,377	1,360	1,760
产量	14,087	15,018	13,651	15,341	15,143
出口	24	24	39	28	25
供应总量	**16,115**	**16,277**	**15,066**	**16,729**	**16,928**
用途（百万蒲式耳）					
食用、种用、其他非乙醇工业用途	1,439	1,437	1,382	1,391	1,390
乙醇和副产品	5,028	5,320	5,176	5,478	5,450
饲料和其它用途	5,667	5,671	5,486	5,807	5,825
出口	2,747	2,472	1,662	2,292	2,325
应用总量	**14,881**	**14,900**	**13,706**	**14,969**	**14,990**
期末库存	1,235	1,377	1,360	1,760	1,938
平均农场价格（$/bu）**	4.53	6.00	6.54	4.55	4.10

**预估值*
***农场价格是基于农场装运量的加权平均值。*
24/25年度的农场价格基于2024年11月份发布的《世界农业供需估算》中预测的价格
来源: 美国农业部全球农业供需预估报告和经济研究局

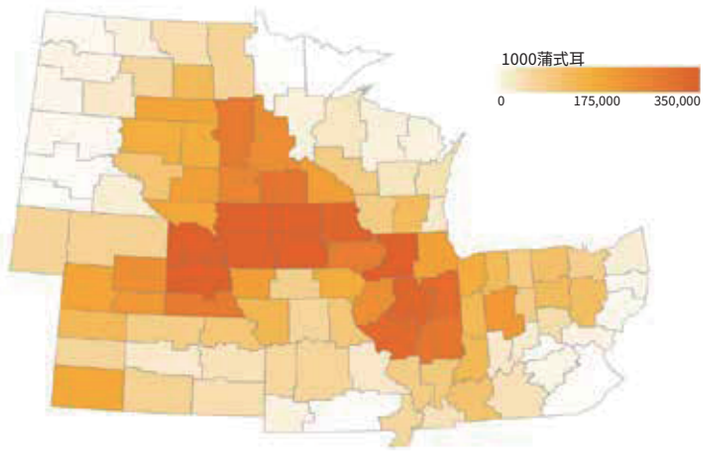
A. 概述

《2024/2025收获报告》的调查设计、抽样方法和统计分析重点如下：

- 沿用前 13 个年度《收获报告》的方法，针对占美国玉米出口总量 90% 以上的 12 个玉米主产州的农业统计区，按比例进行分层抽样。

- 我们的目标是从 12 个州收集 600 个样本，以保证达到 95% 的可信度，最大相对误差为 ±10%。

2024年，各农业统计区的美国玉米产量估值



来源：美国农业部国家农业统计局和Centrec咨询集团的估值

- 出于编制本报告的目的，共计接收和检测了 620 份未混合的玉米样本。上述样本由当地收购站，在 2024 年 8 月 22 日至 11 月 19 日期间，从交货入库的农场卡车上进行随机抽取。

- 在 12 个玉米主产州的农业统计区内，采用比例分层抽样法对用于测量其他品质指标的样本也进行了霉菌毒素检测。在这次抽样检测过程中基于比例分层抽样法，共计对 180 份样本进行了黄曲霉毒素、呕吐毒素、伏马菌素、赫曲霉毒素 A、T-2 和玉米赤霉烯酮含量检测。

- 针对美国整体和三个出口集中区的品质指标估值，采用适用于比例分层抽样法的标准统计技术计算加权平均值和标准差。

- 为了评估样本检测结果的统计有效性，计算了美国整体和三个出口集中区的每个品质指标的相对误差。在美国整体水平上，每个品质指标检测结果的相对误差不超过 10%。然而，美西（PNW）的总损率和应力裂纹率的相对误差分别为 13.3% 和 11.2%；南部铁路区的总损率和应力裂纹率的相对误差也超过了 10%（分别为 10.3% 和 10.1%）。尽管上述精准度水平低于预期，但不足以使检测估计无效。

- 我们计算了基于 95% 置信水平下的双尾 T 检验值，以此评估本年度品质指标平均值与前两份《收获报告》中的品质指标平均值、5 年平均值和 10 年平均值之间的统计差异。

B. 调查设计和抽样

调查设计

为了编制《2024/2025 收获报告》，本项调查的目标样本是来自占美国玉米出口[1] 总量 90% 以上的 12 个玉米主产州的黄玉米。为了确保对进入市场销售流通第一阶段的美国玉米作物的统计学抽样的合理性，采用比例分层随机抽样法（proportionate stratified, random sampling）。本报告采用的抽样方法具备三大特征：抽样样本的分层、确定每层的抽样比例和随机抽样程序。

抽样分层（stratification）是将调查总体分为无重叠的不同子群体（“层”，strata）。在本项研究中，调查总体是可能将玉米出口至海外市场的种植区出产的玉米。美国农业部将每个玉米主产州划分为若干个农业统计区并预估每个统计区的玉米产量。我们利用美国农业部玉米产量和出口估值来确定 12 个玉米主产州的调研对象。农业统计区是本项玉米品质调查所使用的子群体或层。利用这些数据，我们计算了每个农业统计区在玉米总产量和出口总量中的占比，明确了抽样比例（从每个农业统计区抽取的样本比例），并最终确定每个农业统计区需要采集的样本数量。农业统计区收集的样本数量之间存在差异，这是因为每个统计区的玉米产量和出口的估值并不相同。

收集的样本数量确定之后，我们即可在一定的精确度范围内，预估不同品质指标的真实平均值。《2024/2025 收获报告》采用的精确度范围是在 95% 的置信水平下，相对误差不超过 10.0%。

为了确定符合相对误差范围的样本的数量，在理想状态下，应当采用每项品质指标的总体差异值（即在收获时，玉米各项品质指标的变率）。品质指标的水平或数值变量越大，要在一定精准度范围内估计其真实平均值，就需要越多的样本。此外，品质指标的差异性通常并不相同。因此，为了达到相同的精准度，各品质指标项检测所需要的样本数量之间也存在差异。

[1] *来源：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咨询集团的估值。*

本年度玉米作物品质指标的总体差异性均为未知，因此沿用《2023/2024 收获报告》中的差异性估计值，并且在 2023 年 611 份样本检测结果的基础上，估算出所有 13 项品质指标均达到相对误差范围不超过 10% 的精确度目标所需的样本数量。其中，未对破碎粒、杂质和热损伤进行研究审查。根据这些数据，协会至少需要收集 600 个样本才能估算出在一定精确度范围内的美国玉米总体品质特性的真实平均水平。

尽管 2023 年美国整体真实平均值估算结果显示，应力裂纹的相对误差未超过 10%，但在此前的 13 份《收获报告》中，有三份报告的应力裂纹的相对误差略高于 10%。鉴于《2024/2025 收获报告》的样本数量以及所述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。不过，在历年的报告中，美国整体应力裂纹的相对误差从未超过 12%。

用于测量等级、水分、化学成分和物理指标的比例分层抽样法亦适用于玉米样本的霉菌毒素含量检测。除了使用相同的抽样方法外，对检测结果进行估算时，还应采用相同的精准度范围，即在 95.0% 的置信水平下相对误差不超过 10.0%。

为了达到所要求的精准度水平，至少需要对总体样本数（600 份）的 25% 进行检测。换而言之，检测 150 份或以上的样本即可保证在 95.0% 的置信水平下，测得的黄曲霉毒素含量低于 FDA 行动水平限值（20.0ppb）的样本以及测得呕吐毒素含量低于 FDA 的允许摄入量（5.0ppm）的样本的相对误差不超过 10.0% 的精准度水平。在编制本报告的过程中，未对伏马菌素、赫曲霉毒素 A、T-2 和玉米赤霉烯酮检测结果的目标精准度水平进行规定。比例分层抽样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检测。为了达到至少对最低样本量（600）的 25% 进行检测且至少从每个农业统计区抽取一份样本进行检测的抽样标准，用于检测霉菌毒素含量的目标样本数量为 180 份。

从《2019/2020 收获报告》开始，仅对用于检测霉菌毒素含量的样本进行硬质胚乳含量检测。在《2020/2021 收获报告》中，对上述样本还分别进行了百粒重、籽粒体积和真实密度检测。这些品质指标的相对误差从未超过 0.6%，远低于《2020/2021 收获报告》之前的 10 份报告检测的样本的相对误差精准度不超过 10.0% 的目标水平。因此，减少用于检测角质胚乳、百粒重、籽粒体积和真实密度的样本的数量，可能会使四项品质指标估值的精准度保持在远低于 10.0% 的目标水平。

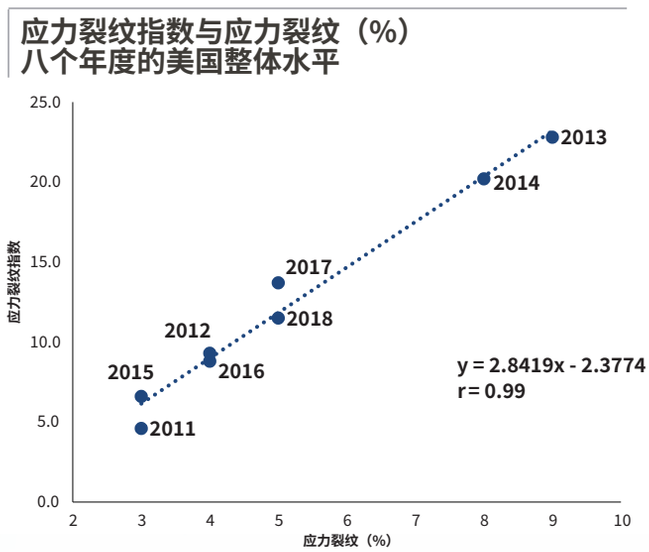
前八个年度的《收获报告》同时描述了应力裂纹百分比和应力裂纹指数，以表明应力破裂的严重程度。应力裂纹指数的计算方法如下：

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

其中

- SSC 是只有 1 条裂纹的籽粒的百分比；
- DSC 是有 2 条裂纹的籽粒的百分比；
- MSC 是有 2 条以上裂纹的籽粒的百分比。

右侧的散点图显示了前八个年度的《收获报告》中所呈现的美国整体应力裂纹的百分比和应力裂纹指数信息。鉴于应力裂纹指数和应力裂纹百分比之间的强相关性（r=0.99），即可得出“应力裂纹指数提供的附加价值比较有限”这一结论。因此，并在《2018/2019 收获报告》之后，停止使用这一指标。

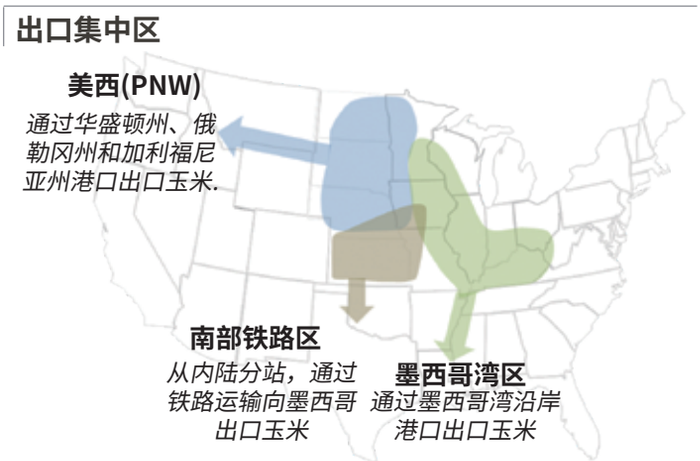


抽样

我们通过电子邮件和电话沟通的方式，邀请 12 个玉米主产州的地方收购站参与样本***随机选取***工作。然后，我们将邮资已付的样本采集工具寄给同意提供 2,050 至 2,250 克玉米样本的地方收购站，同时告知应避免从农民为当季作物腾出存储空间时清理出来的陈玉米中进行采样。每份样本均由地方收购站从接受常规检查的交货入库的农场卡车上随机抽取。每个地方收购站提供的样本数量取决于该农业统计区所需采集的目标样本数量，以及收购站愿意提供的样本数量。不过，一套样本采集工具中的样本袋，最多只能收集四份样品，从而确保采集的样本的地理差异性。我们收到了地方收购站从交货入库的农场卡车上抽取的、共计 620 份可用于检测的玉米样本。地方收购站在 2024 年 8 月 22 日至 11 月 19 日期间，随机选取了所需的玉米样本，并在样品袋上注明了具体的样品采集日期。

C.统计分析

针对样本定级指标、水分、化学成分和物理指标的检测结果，按照美国整体水平和向三个主要出口集中区供应玉米的三个综合区分别进行汇总。



在分析样本检测结果时，我们沿用了适用于比例分层抽样法的标准统计技术，包括加权平均值和标准差。[2] 除了 美国整体的加权平均值和标准差外，我们还估算了各出口集中区的加权平均值和标准差。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不同地理区域之间存在重叠。因此，在基于流向每个出口集中区的谷物比例估值，对出口集中区的综合统计数据进行计算时，可能造成玉米样本检测结果在一个或多个出口集中区的综合统计数据当中予以呈现。总体而言，上述预估和计算基于行业反馈信息、出口数据以及美国玉米流向方面研究报告。

《2024/2025 收获报告》包含前五年《收获报告》（2019/2020，2020/2021，2021/2022，2022/2023 和 2023/2024）中的各项品质指标的简单平均值和标准差。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”。“10 年平均值”的引用也贯穿于报告。10 年平均值代表从《2014/2015 收获报告》到《2023/2024 收获报告》的各品质指标平均值的简单平均值。

针对美国整体和各出口集中区的品质指标的检测结果，计算出各项品质指标的相对误差。在美国整体水平上，所有品质指标估值的相对误差不超过 10.0%。不过，太平洋西北出口集中区的总损伤和应力裂纹的相对误差分别为 13.3% 和 11.2%。南部铁路区的总损伤和应力裂纹的相对误差也超过了 10%（分别为 10.3% 和 10.1%）。尽管上述精确度水平低于预期，但品质指标估值的有效性并未受到影响。虽然这些估计值的精确度低于预期，但相对误差的水平不足以使这些估计值失效。总结图表部分的脚注显示：质量指标的相对误差超过 10.0%。

针对“品质检测结果”一节提到的《2024/2025 收获报告》中的品质指标平均值与此前的两份报告、近五 5 年平均值和 10 年平均值之间的统计学差异或显著性差异，我们通过 95% 置信水平下的双尾 t 检验证明了这些差异的有效性。除非在 95% 置信水平下，所述差异具有统计学上的显著性，否则《2024/2025 收获报告》中的品质指标平均值与此前的两份报告、近五年的平均值和 10 年平均值之间的差异均被描述为“相近”。

[2] *由于测试的样本数量减少，我们未对报告的角质胚乳、百粒重、籽粒体积和真实密度的标准差进行加权。*

《2024/2025 收获报告》样本（每份大约 2,200 克）被直接寄到伊利诺伊州尚佩恩县的伊利诺伊州作物改良协会性状保留谷物实验室（IPG Lab）。大致流程如下：

- 样本送达后，利用近红外透射光谱（NIR）技术分析样本的化学成分和水分含量。此项分析提供样本的蛋白质、淀粉和油脂含量检测结果。

- 参与样本随机选取工作的地方收购站必须在每次交货入库时，使用自己的电子水分测定仪，对随机抽取的样本进行水分测量，并在样品袋上记录测量结果。水分结果采取报告制，而不是在每份样本送达后，通过 NIR 技术分析给出结果。

- 对于未报告的部分，应在每份样品送达时，通过 NIR 技术分析水分结果，确认是否需要进一步干燥样本，以便将样本中的水分含量降低到合适的水平，避免检测期间发生后续变质。针对水分含量超过 16.0% 的样本，为了防止样本产生破裂和出现热损伤，通过常温干燥技术对其进行了干燥。

- 接下来，使用 Boerner 分离器将样本分为两份重约 1,100 克的子样本，同时确保样本的属性在两份子样本之间均匀分布。

- 其中一份子样本被送到伊利诺伊州厄巴纳市尚佩恩 - 丹维尔谷物检测机构（CDGI）进行定级。CDGI 是美国农业部联邦谷物检验局（ FGIS）指定的伊利诺斯州中东部地区官方谷物检验服务供应商。CDGI 的玉米等级测试程序符合 FGIS《谷物检验手册》（Grain Inspection Handbook）的规定，详情请参阅下一节的内容。

- 另一份子样本由 IPG Lab 根据行业标准或既定程序，进行物理特性和霉菌毒素污染水平分析。IPG Lab 的化学成分、应力裂纹、百粒重、籽粒体积和真实密度分析检测均获得了 ISO/IEC 17025:2017 国际标准认证。完整的认证资质请参见 http://www.ilcrop.com/labservices。

A. 定级指标

容重

容重是填满一个温彻斯特蒲式耳容器（2,150.42 立方英寸）时所需的谷物重量。容重是 FGIS 美国玉米定级标准中的一项。

检测容重时，取一个已知容积的实验杯，将漏斗置于实验杯上方的特定高度，倾倒谷粒，使其经过漏斗进入杯中，直至谷粒开始外溢为止，再以整平棒 (strike-off stick) 整平杯内谷粒，然后对杯中留存的谷粒进行称重。测得的重量随后转换为传统的美制单位：磅 / 蒲式耳 (lb/bu)。

破碎粒和杂质

破碎粒和杂质是 FGIS 美国谷物定级标准中的一项。

破碎粒和杂质检测旨在确定所有通过 12/64 英寸圆孔筛的物质的数量以及所有留在 12/64 英寸圆孔筛上的非玉米物质的数量。破碎粒和杂质检测可分为破碎粒检测和杂质检测。破碎粒是指所有通过 12/64 英寸圆孔筛，但留在 6/64 英寸圆孔筛上的物质；杂质是指所有通过 6/64 英寸圆孔筛的物质，以及留在 12/64 英寸圆孔筛上的粗粒非玉米物质。破碎粒和杂质以原始样本重量的百分比来表示。

总损率和热损伤

总损率是 FGIS 美国谷物定级标准中的一项。

在检测总损率时，由经过培训和资格认证的检测人员，通过肉眼观测的方式对 250 克具有代表性、不含破碎粒和杂质的有效样本进行籽粒损伤情况查验。损伤类型包括蓝眼霉斑、穗轴腐烂、籽粒烘干受损（与籽粒热损伤不同）、籽粒胚芽损伤、热损伤籽粒、虫蚀籽粒、霉变籽粒、类霉物质、丝裂籽粒、表面霉变（枯萎）、霉变（粉红附球菌）和发芽损伤粒。总损率以总受损谷粒占有效样本重量的百分比来表示。

热损伤是总损率的子项，是指由高温引起的玉米籽粒或碎片显著脱色或损伤。热损伤籽粒由经过培训和资格认证的检测人员对 250 克不含破碎粒和杂质的样本进行目测查验。如果发现热损伤，应将其与总损率分开报告。

B. 水分

地方收购使用自己的电子水分测定仪，对随机抽取的样本进行测量，记录并报告水分结果。电子水分测定仪能感知谷物中被称为“介电常数”的一种电特性。当水分含量增加时，介电常数也会随之升高。水分含量以总湿重的百分比表示。

C.化学成分

近红外透射光谱（NIR）近似分析

本协会采用 NIR 技术分析玉米的化学成分（蛋白质、油脂和淀粉含量）。在检测时，检测人员基于 NIR 技术，利用每件样本特定光波长度之间的相互作用，使用传统化学分析方法进行校正，以此来预测样本中的蛋白质、油脂和淀粉含量。检测程序不会破坏玉米籽粒。

对蛋白质、油脂和淀粉含量进行化学成分检测时，使用 Foss Infratec 1241 近红外透射光谱分析仪，对 550 至 600 克的完整籽粒样本进行检测。NIR 经过化学检测校正，蛋白质、油脂和淀粉预估值的标准误差分别为 0.22%、0.26% 和 0.65%。针对 2016 年度之前的《收获报告》使用的 Foss Infratec 1229 和目前使用的 Foss Infratec 1241，21 个实验室检测样本的分析结果显示，两台仪器在蛋白质、油脂和淀粉含量的平均值方面，分别相差 0.25%、0.26% 和 0.25%。化学成分检测结果以干基百分比表示（非水物的百分比）。

D.物理指标

百粒重、籽粒体积和籽粒真实密度

百粒重是用精确度 0.1 毫克的分析天平，称量两份重复样本各 100 颗籽粒的平均重量。百粒重的平均值用克表示。

籽粒体积是用氦比重计对两份 100 颗籽粒样本的体积进行计算，计算结果以立方厘米（cm^3）/ 粒来表示。籽粒体积通常介于每粒 0.14 cm^3（小籽粒）至 0.36 cm^3（大籽粒）之间。

籽粒真实密度是用 100 颗外表完好的籽粒样本的质量（重量）除以所述籽粒的体积（或容积），然后取两份重复样本的平均值。真实密度用克 / 立方厘米（g/cm^3）来表示。当“原样”水分含量介于 12% 至 15% 之间时，真实密度介于 1.20 g/cm3 至 1.30g/cm^3 之间。

应力裂纹分析

应力裂纹检测是利用背光观察板来凸显玉米的裂纹。取 100 颗外观无损的完整玉米，当光源穿过角质或硬质胚乳时，逐粒检查每颗玉米的应力破裂情况。受检的玉米籽粒可以分为两类：（1）无裂纹；（2）1 条或多条裂纹。应力裂纹是用含 1 条或多条以上裂纹的全部玉米籽粒数除以 100 颗玉米后所得到的比例，结果以百分比来表示。应力裂纹水平越低越好，因为应力破裂程度高容易导致玉米在处理过程中发生破裂。部分玉米终端用户会根据不同使用目的，在合同中注明可接受的应力裂纹水平。

完整籽粒

在进行完整籽粒检测时，取 50 克干净的玉米（无破碎籽粒和杂质），逐粒检查。剔除破裂、破碎、有缺口或表皮显著受损的籽粒，然后对剩余的完整籽粒进行称重，结果以最初 50 克样本重量的百分比来表示。部分企业进行了相同的检测，检测结果以“破裂和破碎籽粒”的百分比来表示。若完整籽粒比例为 97.0%，则意味着籽粒破裂和破碎率为 3.0%。

角质（硬质）胚乳

在进行角质（硬质）胚乳检测时，取 20 颗外表完整的玉米，令胚芽面朝上，置於背光观察板上，然后评估每颗籽粒中，角质胚乳在总胚乳中的占比。软质胚乳是不透明的，会阻碍光线，而角质胚乳则是半透明的。在标准指南中，角质胚乳的评定主要依据软质胚乳由籽粒顶端向下方胚芽延伸的程度。检测结果以 20 颗外表完整的玉米的角质胚乳评定结果的平均值来表示。角质胚乳的评定值介于 70% 至 100% 之间，但大多数单个籽粒的检测结果介于 70% 至 90% 之间。

E. 霉菌毒素

玉米中霉菌毒素的检测非常复杂。产生霉菌毒素的真菌通常不会在田间或整个地理区域内均匀生长。因此，能否检测出玉米中的霉菌毒素（如果存在的话），在很大程度上取决于霉菌毒素在一批玉米（卡车装载、储藏箱装载或车厢装载）中的浓度及其在玉米籽粒中的分布情况。

FGIS 采样过程的目的是尽量减少对真实的霉菌毒素浓度的低估或高估，因为准确的结果对玉米出口至关重要。不过，《2024/2025 年收成报告》对霉菌毒素进行评估的目的只是报告当前作物中霉菌毒素出现的频率，而不是报告玉米出口过程中发现的霉菌毒素的具体含量。

为了说明《2024/2025 收获报告》中的黄曲霉毒素、呕吐毒素和伏马毒素的出现频率，IPG Lab 使用 FGIS 的检测方案及 FGIS 核准的检测试剂盒进行霉菌毒素检测。根据 FGIS 的规定，用于黄曲霉毒素检测的样品需从运粮卡车中取样，最少 908 克（两磅）；用于呕吐毒素（DON）检测的样品需约 200 克；用于伏马毒素检测的样品需 908 克（两磅）。就本项调查而言，从调查的玉米粒样本中分出 1,000 克实验室样本用于霉菌毒素分析，然后用 Romer 2A 型研磨机将 1,000 克样本粉碎，以便 60% 至 75% 的粉粒能够通过 20 目筛；再从混合均匀的细粉中取出 50 克用于霉菌毒素检测。EnviroLogix AQ 309 BG、AQ 304 BG 和 AQ 411 BG 定量检测试剂盒分别用于黄曲霉毒素、呕吐毒素和伏马毒素的分析。以水 (5:1) 萃取呕吐毒素和伏马毒素；以缓冲液（3:1）萃取黄曲霉毒素。使用 EnviroLogix QuickTox 测流试纸检测萃取液，并用 QuickScan 系统对霉菌毒素含量进行测定。

当毒素浓度超过“侦测极限”时，EnviroLogix 定量检测试剂盒会显示霉菌毒素的特定浓度水平。侦测极限的定义是，分析方法可以统计区别于对照样本（不含真菌毒素 ）的最低浓度水平。不同类型的霉菌毒素、检测试剂盒和大宗谷物组合的侦测极限之间存在差异。对于黄曲霉毒素，EnviroLogix AQ 309 BG 的侦测极限为 2.7ppb；对于呕吐毒素，EnviroLogix AQ 304 BG 的侦测极限为 0.1ppm。对于伏马菌素测试，EnviroLogix AQ 411 BG 的侦测极限为 0.1ppm。FGIS 已就使用 Envirologix AQ 309 BG、AQ 304 BG 和 AQ 411 BG 试剂盒定量分析黄曲霉毒素、呕吐毒素和伏马菌素发布了检测效能说明。

从《2020/2021 收获报告》开始，赭曲霉毒素 A、单端孢霉烯族毒素 (T-2) 和玉米赤霉烯酮被添加到霉菌毒素检测清单中，以补充黄曲霉毒素、呕吐毒素和伏马菌素检测结果所提供的信息。《2024/2025 收获报告》继续对这三种额外霉菌毒素的含量进行检测。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。对于赭曲霉毒素 A，EnviroLogix AQ 113 BG 定量检测试剂盒的侦测极限为 1.5ppb。赭曲霉毒素 A 可以通过谷物缓冲液 (5 毫升 / 克) 来进行萃取。对于 T-2，AQ 314 BG 定量测试试剂盒的侦测极限为 50ppb。T-2 可以通过水 (5 毫升 / 克) 来进行萃取。对于玉米赤霉烯酮，EnviroLogix AQ 412 BG 定量检测试剂盒的侦测极限为 50ppb。在进行玉米赤霉烯酮含量检测时，使用 25 克的测试样本，然后使用 EB17 粉末萃取试剂和 75 毫升 / 每份样本的水缓冲液来萃取玉米赤霉烯酮。

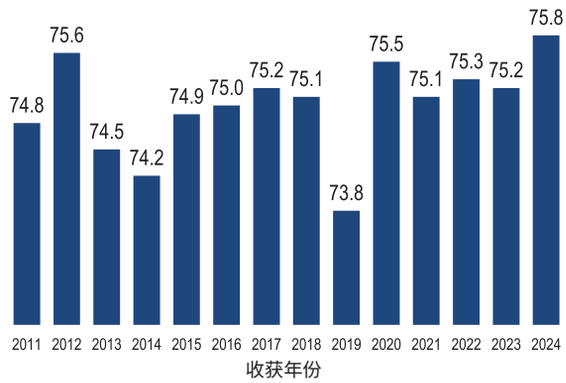
A. 定级指标和水分

自 2011 年以来，美国谷物协会编制和发布的《收获品质报告》为每一季美国农作物进入国际贸易渠道时的质量提供了清晰、简明且连贯的信息。多年来，品质报告系列始终采取透明一致的方法，提供富有洞见的比较。下列图表展示了历年《收获报告》中，每个品质指标的美国整体平均水平，这些数据为今年的检测结果提供了历史背景。

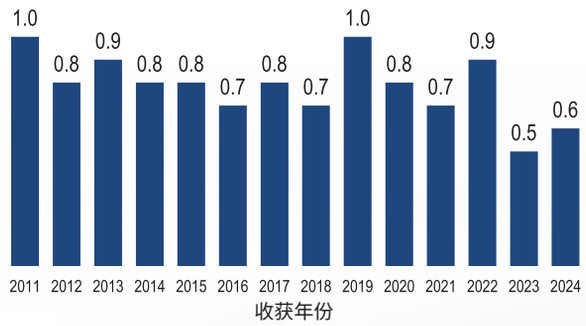
各收获年份的容重（磅/蒲式耳）



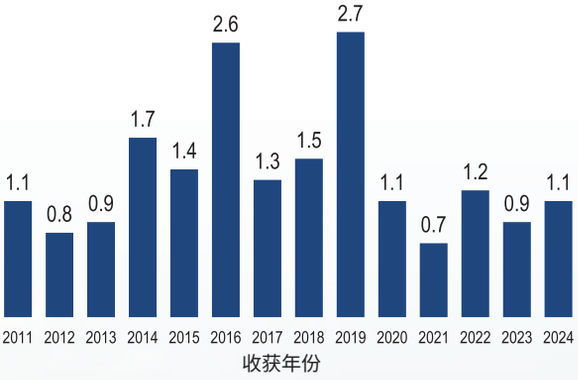
各收获年份的容重（千克/百升）



各收获年份的破碎粒和杂质含量（%）



各收获年份的总损率（%）

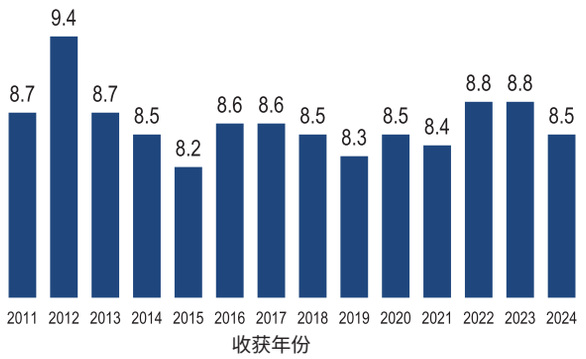


各收获年份的水分含量（%）

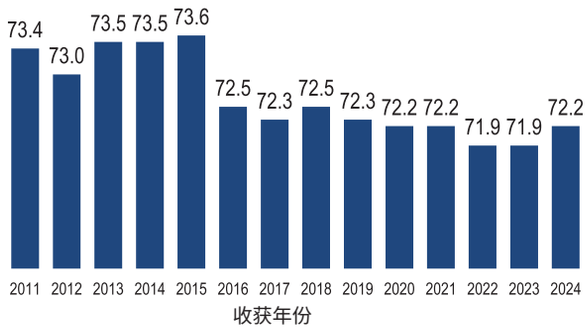


B. 化学成分

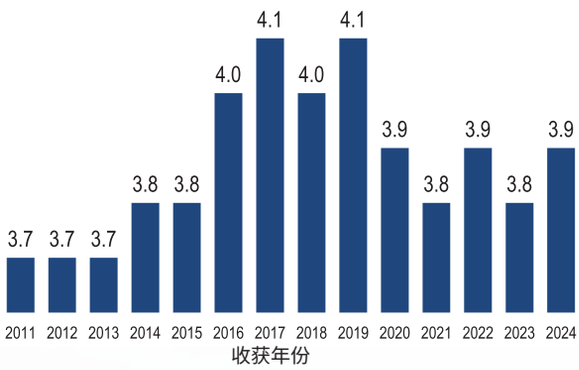
各收获年份的蛋白质含量（干基%）



各收获年份的淀粉含量（干基%）

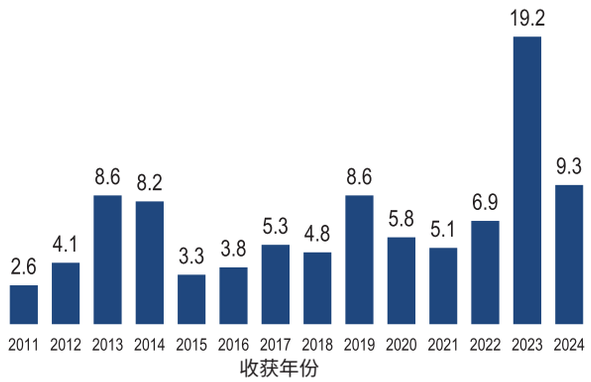


各收获年份的油脂含量（干基，%）

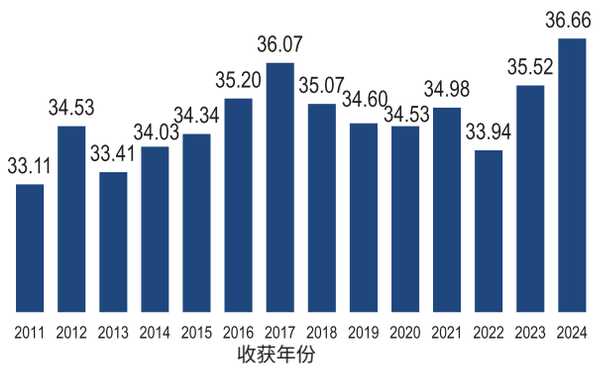


C.物理指标

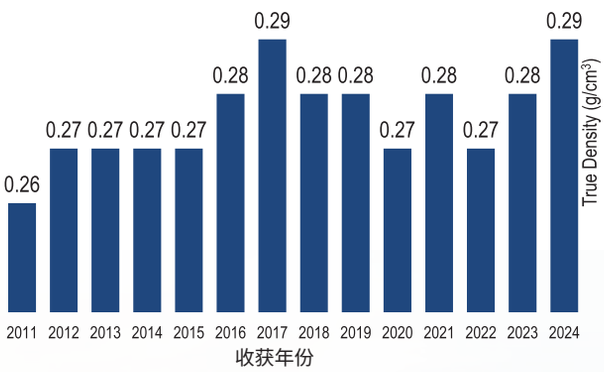
各收获年份的应力裂纹（%）



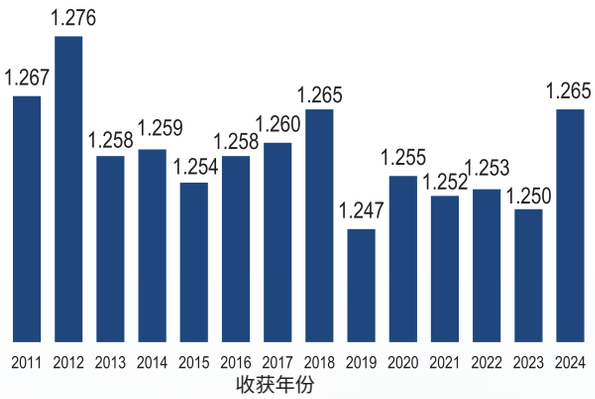
各收获年份的百粒重（g）



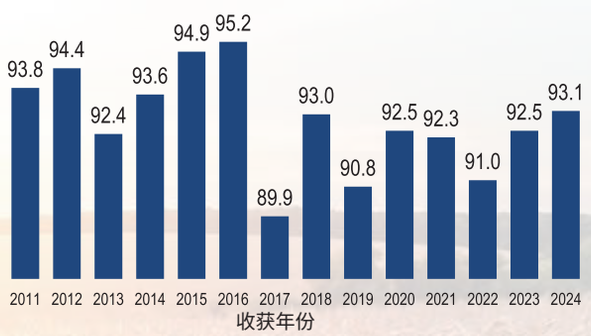
各收获年份的籽粒体积（cm³）



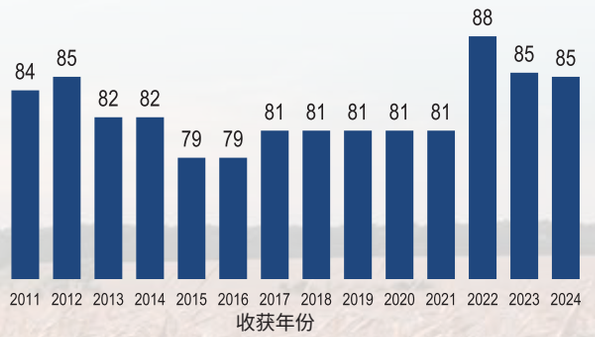
各收获年份的籽粒真实密度（cm³）



各收获年份的完整籽粒（%）

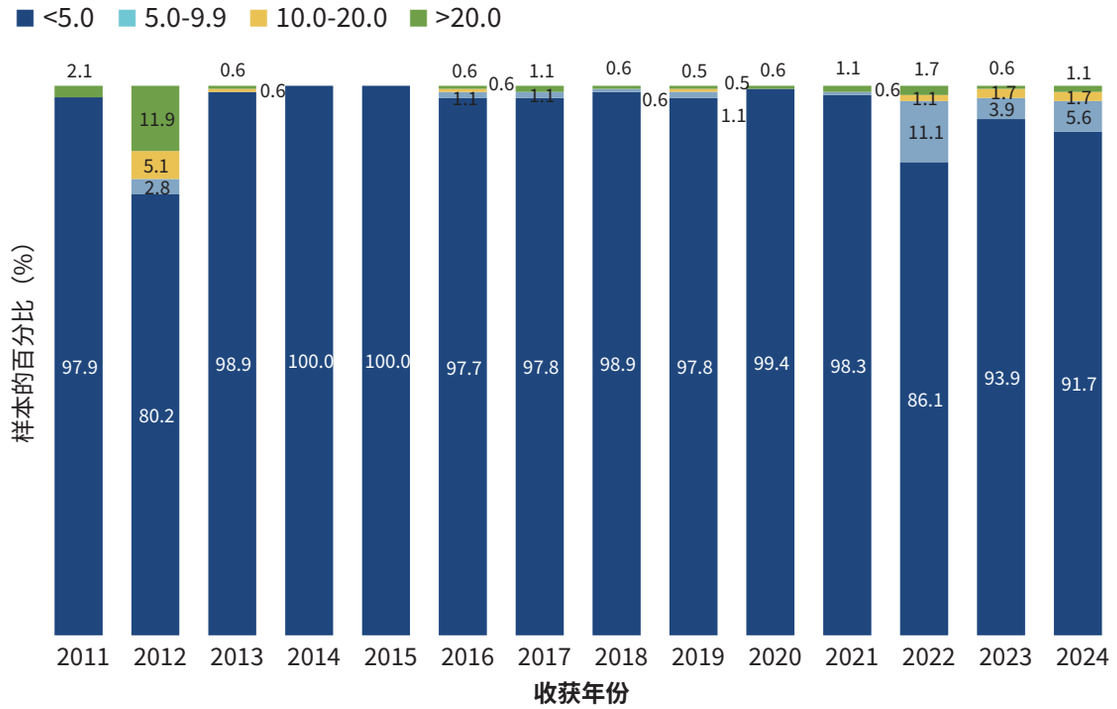


各收获年份的角质胚乳（%）

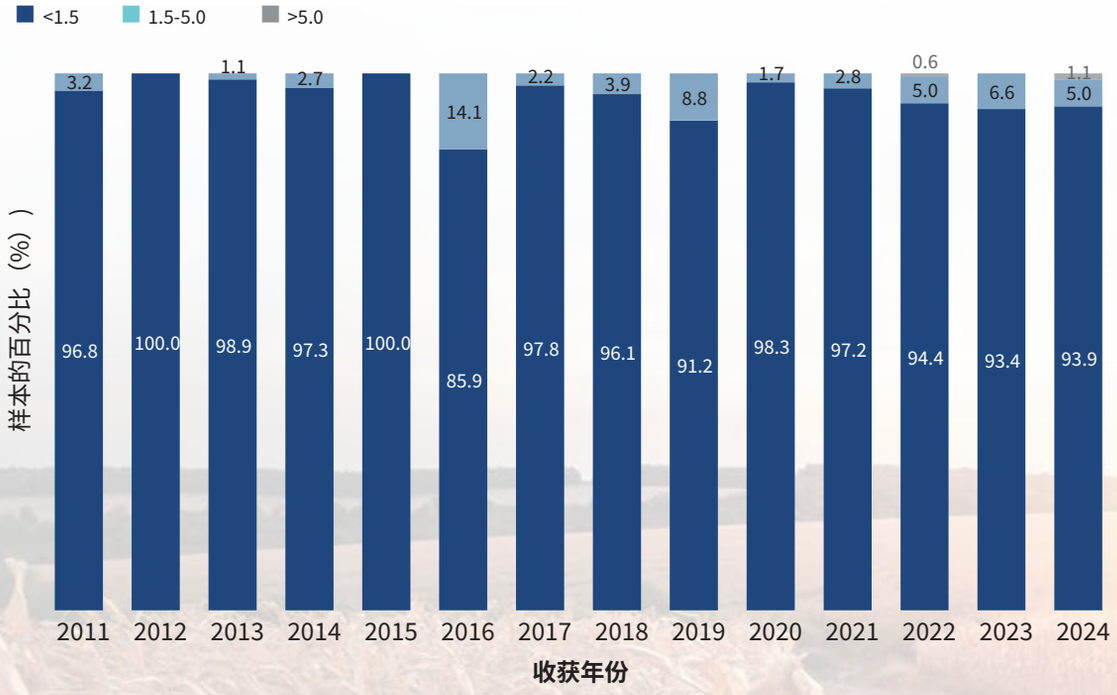


D. 霉菌毒素

各收获年份的黄曲霉毒素含量检测结果（ppb）



各收获年份的脱氧雪腐镰刀菌烯醇（DON或呕吐毒素）含量检测结果（ppb）



美国玉米等级和等级要求

等级	最低容重/蒲式耳（磅）	破损粒 最高限值 热损伤（%）	总损率（%）	破碎粒和杂质（%）
美国一级	56.0	0.1	3.0	2.0
美国二 级	54.0	0.2	5.0	3.0
美国三级	52.0	0.5	7.0	4.0
美国四级	49.0	1.0	10.0	5.0
美国五级	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（Crotalarla spp）、两颗或以上的蓖麻子（Ricinus communis L）、四颗或以上的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 1,000 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。

美制和公制单位转换

玉米单位换算	公制单位换算
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 或 45.36千克
15.93 蒲式耳/英亩 = 1 吨/公顷	1 公吨 = 2204.6 磅
1 蒲式耳/英亩 = 62.77 千克/公顷	1 公吨 = 1000 千克
1蒲式耳/英亩 = 0.6277 公担/公顷	1 公吨 = 10 公担
56 磅/蒲式耳 = 72.08 千克/百升	1 公担 = 100 千克
	1 公顷 = 2.47 英亩

缩写

cm^3 = 立方厘米
g = 克
g/cm^3 = 克/立方厘米
kg/hl = 千克/百升
lb/bu = 磅/蒲式耳
ppb = 十亿分之一
ppm = 百万分之一

U.S. GRAINS COUNCIL

全球英才，为美国谷物和乙醇产品
构建全球需求和开发国际市场开疆拓土

总部

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

中国:北京

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

日本:东京

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

韩国:首尔

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

台湾:台北

Tel: 011-886-2-2523-8801 • Fax: 011-886-2-2523-0149
taipei@grains.org

中东、非洲和欧洲：突尼斯

Tel: 011-216-71-191-640 • Fax: 011-216-71-191-650
tunis@grains.org

印度: 新德里

Tel: +91-11-4603-6437 • usgcindia@grains.org

东南亚: 吉隆坡

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

拉丁美洲：巴拿马城

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

墨西哥：墨西哥城

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