



U.S. GRAINS
COUNCIL

2024/2025
玉米出口货物
品质报告





U.S. GRAINS
COUNCIL

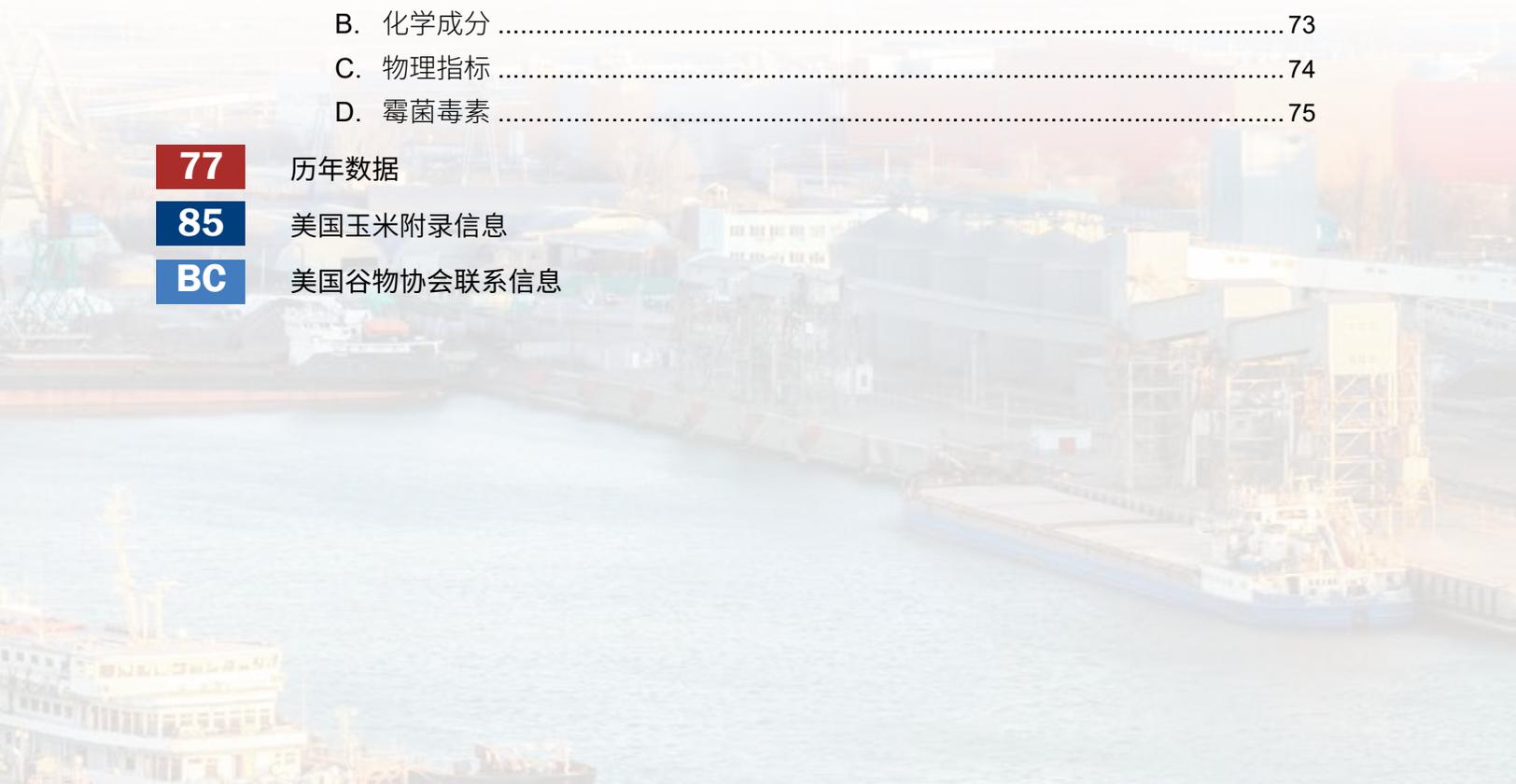


编写一份兼具深度与广度的时效性报告，需要多方个人与组织的协作。美国谷物协会感谢Centrec咨询集团有限责任公司的史蒂夫·霍芬格 (Steve Hofing)、李·辛格尔顿 (Lee Singleton)、丽莎·埃克尔 (Lisa Eckel)、亚历克斯·哈维 (Alex Harvey) 和迪安·霍夫曼 (Dee Ann Hoffman) 在本报告编写过程中的监督与协调工作。专家团队外部成员包括洛厄尔·希尔 (Lowell Hill) 博士、马文·保尔森 (Marvin Paulsen) 博士和汤姆·惠特克 (Tom Whitaker) 博士，本协会对他们的分析工作和撰写支持深表谢意。此外，协会感谢伊利诺伊州作物改良协会性状保留谷物实验室 (IPG Lab) 和尚佩恩-丹维尔谷物检验机构 (CDGI) 提供的玉米质量检测服务。

我们特别感谢美国农业部联邦谷物检验局 (FGIS) 提供的服务，此服务的作用不可替代。FGIS提供了出口货物样品，其国际事务办公室协调了取样过程，并由FGIS驻地办公室的工作人员、华盛顿州农业厅以及FGIS指定的国内官方服务机构共同完成样品的采集与提交，这些样品是本报告的重要基础。美国谷物协会对上述机构和人士的拨冗付出表示敬意和感激。

美国谷物协会作为美国农业部项目的参与方，严格遵守联邦、各州和地方民权法以及美国农业部的非歧视政策。更多信息请访问美国农业部官方网站 (<https://www.usda.gov/non-discrimination-statement>)。

1	协会致辞	
2	出口货物品质重点提要	
4	引言	
6	品质检测结果	
	A. 定级指标	6
	B. 化学成分	19
	C. 物理指标	29
	D. 霉菌毒素	48
59	美国玉米出口系统	
	A. 美国玉米出口流向	60
	B. 玉米销售渠道对品质的影响.....	61
	C. 美国政府检验与定级	63
65	调查和统计分析方法	
	A. 概要.....	65
	B. 调查设计和抽样.....	66
	C. 统计分析	71
72	检测分析方法	
	A. 定级指标	72
	B. 化学成分	73
	C. 物理指标	74
	D. 霉菌毒素	75
77	历年数据	
85	美国玉米附录信息	
BC	美国谷物协会联系信息	



在《2024/2025玉米出口货物品质报告》中,美国谷物协会很荣幸向您呈现第14次年度玉米品质调查结果。

美国谷物协会始终致力于通过贸易推动全球粮食安全与互利共赢。本报告旨在为买家提供可靠、及时的美国出口玉米品质信息,助力买家做出明智决策。

《玉米出口货物品质报告》是美国谷物协会每年发布的第二份报告,详述2024年玉米的品质表现。报告数据源于2024/2025市场年度初期,自出口装运点采集的样品。本报告与姊妹篇《2024/2025玉米收获品质报告》初步展示了美国农业部制定的玉米定级指标,以及其他渠道未涵盖的化学成分与其他品质特性。该系列报告采用统一、透明的方法论,确保历年数据的可比性,为行业提供洞察分析的依据。

本报告是美国谷物协会向尊敬的合作伙伴提供的一项服务,亦是我們持续践行开发市场、促进贸易、改善生活的使命。



此致



Verity Ulibarri
美国谷物协会主席

2025年3月

2024年,得益于有利的生长季条件,美国玉米作物在整个生长过程中受到的不利影响较小。这些条件有助于实现创纪录的最高平均产量,并提升了玉米品质。9月和10月相对温暖干燥的天气也利于玉米的充分脱水和及时收获,这对保障2024/2025年度出口玉米的质量起到积极作用。《2024/2025美国谷物协会玉米出口货物质量报告》(以下简称“2024/2025出口货物报告”)中所检测的玉米样品总体质量反映了这一影响。检测结果显示,玉米样品的所有定级指标均优于或等于美国二级玉米。与过去5年平均值¹相比,玉米的容重更高、整粒比例更高,破碎粒及杂质(BCFM)和总损率更低。此外,所有样品的黄曲霉毒素检测结果均低于美国食品和药物管理局(FDA)的行动限值,同时脱氧雪腐镰刀菌烯醇(DON)或呕吐毒素检测值也低于FDA的建议水平。现将本年度出口玉米样品的整体品质特征汇总如下:

定级指标

- **平均容重** (58.3磅/蒲式耳或75.0千克/百升) 高于2023/2024年度及5年均值,表明整体品质优良。所有(100.0%)样品检测结果均达到或超过美国一级玉米标准限值,而2023/2024年度样品的该比例为91.8%。
- **平均破碎粒及杂质含量** (2.5%) 与2023/2024年度持平,但低于5年均值及美国二级玉米的最高限值。随着玉米从收获环节经销售渠道到出口端,破碎粒及杂质含量预计从0.6%增至2.5%。
- 出口时**平均总损率** (1.8%) 高于2023/2024年度,但优于过去5年均值。大多数样品(99.3%)的总损率达到或低于美国二级玉米标准限值,而2023/2024年度样品的该比例为98.8%。
- **平均热损率**为0.0%,与2023/2024年度及过去5年均值相同,表明玉米在整个销售渠道中的干燥和储存管理良好。

化学成分

- **蛋白质含量** (8.6%,干基) 低于2023/2024年度,但与5年均值相同。
- **淀粉含量** (72.1%,干基) 高于2023/2024年度以及5年均值。
- **油脂含量** (3.9%,干基) 略低于2023/2024年度以及5年均值。

¹ 5年平均值(5YA)是指《2019/2020、2020/2021、2021/2022、2022/2023及2023/2024年度玉米出口货物品质报告》中各品质指标平均值或标准差的算术均值。

物理指标

- 平均**应力裂纹** (11.6%) 低于2023/2024年度, 但与5年均值相似。在今天的出口样本中, 70.8%的样品应力裂纹低于15%, 而2023/2024年度该比例为49.2%。
- 平均**百粒重** (36.95克) 与2023/2024年度相近, 且高于5年均值, 表明2024/2025年度的籽粒比5年均值更重。
- 平均**籽粒体积** (0.29cm³) 与2023/2024年度相近, 且高于5年均值。
- 平均**真密度** (1.293g/cm³) 与2023/2024年度相近, 且高于5年均值。
- 平均**完整颗粒率** (89.1%) 高于2023/2024年度和5年均值。
- 平均**角质(硬质)胚乳含量** (87%) 高于2023/2024年度和5年均值。

霉菌毒素

- 所有样本的**黄曲霉毒素**含量均低于FDA的行动限值20.0ppb。在2024/2025年度, 96.1%的出口样本黄曲霉毒素含量低于联邦谷物检验局 (FGIS) 规定的“合格下限”5.0ppb, 该比例高于2023/2024年度的91.2%和2022/2023年度的94.9%。
- 所有样本的**呕吐毒素 (DON)**含量均低于FDA建议的5.0ppm限值, 与2023/2024年度和2022/2023年度相同。96.7%的样本DON检测含量低于1.5ppm, 该比例高于2023/2024年度的93.4%, 但低于2022/2023年度的98.9%。
- 2024/2025年度, 97.8%的样本**伏马菌素**检测含量低于FDA最严格的5.0ppm指导限值, 该比例高于2023/2024年度的97.2%和2022/2023年度的94.3%。
- 这是美国谷物协会连续第四年对样本进行**赭曲霉毒素A、单端孢霉烯族毒素 (T-2)**和**玉米赤霉烯酮**检测。相关检测结果详见“品质检测结果”章节。

玉米质量信息对国外买家非常重要，因其在决定采购合同以及饲料、食品或工业用途的加工需求时需要参考这些信息。《2024/2025出口货物报告》提供了关于美国大宗黄玉米在本市场年度初期集港出口时的准确、客观的质量信息。本报告提供的玉米品质信息是在严格遵守美国政府授权许可的抽样流程和检验程序基础上，针对以水路或铁路运输方式出口的玉米样本检测所得。

这份《出口货物报告》基于425份大宗黄玉米样本的检测数据，这些样本是在玉米出口装运过程中，由FGIS或内陆办事处授权检验员执行联邦检验和分级时采集的。样本的检测结果显示按美国整体水平和地图所示的三个出口集散区 (ECAs) 分别予以展示。

定级指标结果也按“美国二级”和“美国三级”等级分类进行概述，以说明这两种规格之间的实际品质差异。定级结果是基于贸易伙伴指定的装载合同要求的等级进行展示，而不是根据样品实际的定级指标检测结果。

本报告提供了各项检测品质指标的详细信息，包括美国整体水平和三个出口集散区的平均值、标准偏差和分布情况。“品质检测结果”章节汇总了以下品质要素：

- 定级指标：容重、破碎粒和杂质 (BCFM)、总损率和热损伤
- 化学成分：蛋白质、淀粉和油脂含量
- 物理特性：应力裂纹、百粒重、籽粒体积、籽粒真密度、完整颗粒和角质 (硬质) 胚乳
- 霉菌毒素：黄曲霉毒素、呕吐毒素、伏马菌素、赭曲霉毒素A、T-2毒素和玉米赤霉烯酮

本报告所使用的检测分析方法详见“检测分析方法”章节。

为编制《2024/2025出口货物报告》，FGIS和内陆办事处于2024年11月至2025年3月初期间从出口装运中采集样品，以获得美国整体水平和各出口集散区具有统计效力的结果。采样目标是获取足够样品，以估计玉米出口时的品质指标平均值，确保其相对误差不超过美国整体水平的10%。

出口集散区

太平洋西北区

通过华盛顿州、俄勒冈州和加利福尼亚州港口出口玉米

南部铁路

从内陆分运站，通过铁路运输，向墨西哥出口玉米。

墨西哥湾区

通过美国墨西哥湾沿岸港口出口玉米



自《2022/2023出口货物报告》开始，墨西哥湾和太平洋西北出口集散区 (ECAs) 当前年度及所有以往年度的定级指标检测结果均来自联邦谷物检验局 (FGIS) 的《出口谷物报告》，该数据集提供装运级别的定级指标和水分数据、贸易伙伴指定的合同等级、装运的公吨数和检验日期。这些数据按日期进行筛选，以确保与实物样品的采集时间范围 (数据集截止日期为星期四) 相对应。几乎所有来自墨西哥湾和太平洋西北出口集散区的船只所装载的玉米都有完整的定级指标数据，从而最大限度地保证了这些玉米定级指标平均值具有最佳代表性，因为所有装载玉米的船只都进行了抽样¹。虽然该数据集包含来自南部铁路出口集散区的装运信息，但由于在FGIS数据集中，以铁路运输方式出口的玉米的定级指标数据通常并不完整，所以本报告继续采用收集的实物样品的定级指标检测结果。有关此方法及其他统计抽样和分析方法的详细讨论，请参见“调查与统计分析方法”章节。年度检验数据公开访问网址为：<https://fgisonline.ams.usda.gov/ExportGrainReport/default.aspx>。

这份《2024/2025出口货物报告》是美国玉米出口质量年度调查系列的第十四份报告，调查时间为市场年度初期。除了本年度初期的玉米出口品质报告外，美国谷物协会还提供了历年《出口货物报告》的累积调查数据，为利益相关方提供了更大的参考价值。十四年的累积数据使买家和其他利益相关方能够进行年度比较，并根据种植、干燥、运输、储存等条件评估玉米质量的变化模式。

《出口货物报告》并不预测任何货柜或批次的玉米在装载后或抵达目的地时的实际品质。价值链中的所有参与者都需要了解其自身的合同需求和义务。除等级外，买卖双方还可以就玉米的其他品质属性在合同中进行约定。诸多因素，包括天气、遗传、混合情况以及谷物干燥和处理方式等，皆会对玉米品质造成复杂的影响。样品测试结果可能因玉米的产地、转运方式以及取样方法而显著不同。关于玉米质量从田间到远洋货船或火车车厢这一过程的品质变化情况，请详见本报告的“美国玉米出口系统”章节。

姊妹报告《美国谷物协会2024/2025玉米收获质量报告》已于2024年11月发布，报告了玉米进入美国销售渠道时的品质情况。读者应同时参考这两份报告，以便了解玉米从收获到出口过程中的质量变化。“历年分析”章节通过展示本报告与历年收获报告和出口货物报告的结果，对这些变化进行了说明。

¹ 虽然该抽样方法几乎覆盖了通过墨西哥湾和太平洋西北出口集散区出口的所有玉米，但“调查和统计分析方法”章节中讨论几种例外情况。

A. 定级指标

美国农业部食品安全检验局已针对多项品质属性建立了数字定级、定义和检验标准。决定玉米数字等级的品质属性包括容重、破碎粒及杂质 (BCFM)、总损率和热损率。这些属性的数值要求详见本报告“美国玉米附录资料”章节及下一页。

概述：定级指标

- 美国整体平均容重 (58.3磅/蒲式耳或75.0千克/百升) 高于2023/2024年度 (58.1磅/蒲式耳)、2022/2023年度 (58.0磅/蒲式耳)、5年平均值 (57.6磅/蒲式耳) 和10年平均值 (57.5磅/蒲式耳), 同时远高于美国一级玉米标准的最低限值 (56.0磅/蒲式耳)。
- 出口时的平均容重持续低于收获时的平均容重。
- 在三个出口集散区中, 太平洋西北区的平均容重在过去4年、5年和10年一直处于最低水平。
- 美国整体平均破碎粒和杂质含量 (2.5%) 与2023/2024年度持平, 但低2022/2023年度 (2.7%)、5年平均值 (2.7%) 和10年平均值 (2.8%), 同时也低于美国二级玉米的标准限值 (3.0%)。
- 88.5%的出口样品达到或低于美国二级玉米的破碎粒及杂质限值 (3.0%), 99.5%的出口样品达到或低于美国三级玉米的破碎粒及杂质限值 (4.0%)。
- 南部铁路出口集散区的平均破碎粒及杂质含量 (1.7%) 低于墨西哥湾 (2.7%) 和太平洋西北出口集散区 (2.8%)。在三个出口集散区中, 南部铁路区的平均破碎粒及杂质含量在过去4年、5年和10年一直处于最低水平。

- 美国整体平均总损率 (1.8%) 高于2023/2024年度 (1.7%)，但低于2022/2023年度 (2.3%)、5年平均 均值和10年平均 值 (均为2.2%)，同时远低于美国二级玉米的限值 (5.0%)。
- 在所有出口样品中，92.0%的样品总损率为3.0%或以下，达到美国一级玉米标准。此外，99.3%的样品总损率在美国二级玉米标准限值 (5.0%) 以内。在三个出口集散区内，太平洋西北区的平均总损率在过去4年、5年和10年一直处于最低水平。
- 2024/2025年度，美国整体平均热损率为0.0%，与过去4年、5年和10年平均 值持平。

美国玉米等级及要求

等级	最低容重 / 蒲式耳 (磅)	破损粒		
		最高限值		
		热损率 (%)	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

容重

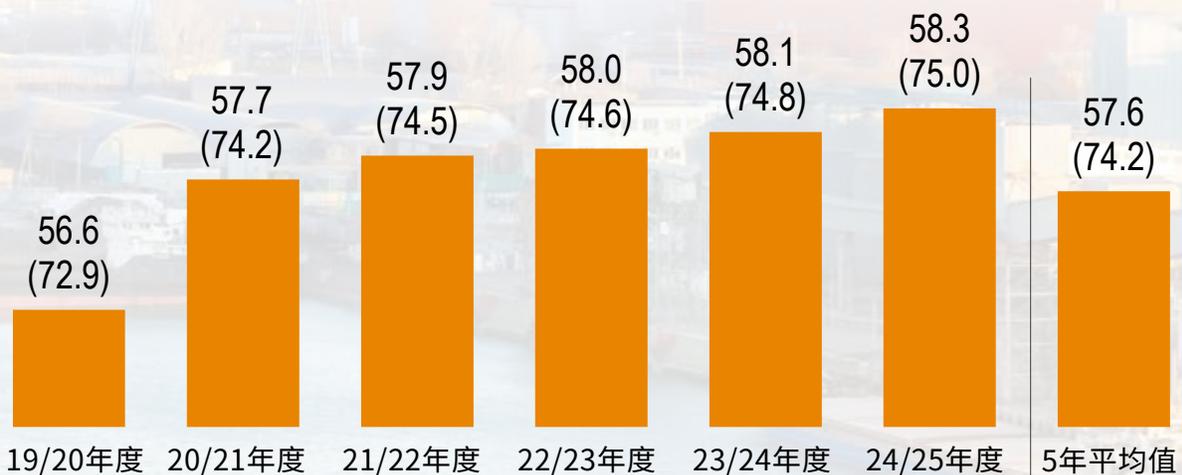
容重(单位体积的重量)是对容积密度的测量。它通常作为衡量玉米整体质量的通用指标,以及碱性蒸煮和干法加工时胚乳硬度的衡量标准。相同重量下,高容重玉米比低容重玉米占用更少的储存空间。容重首先受籽粒结构的基因差异影响,但同时也会受到其他因素影响,包括水分含量、干燥速度、籽粒的物理损伤(如破碎或表面磨损)、样品中的杂质、籽粒的大小和硬度、籽粒的成熟度以及微生物破坏等。在农场交货点按指定水分含量取样测量时,高容重通常意味着玉米品质优良、角质(硬质)胚乳比例高、籽粒完好且干净。容重与真密度呈正相关,反映了籽粒硬度和良好的成熟条件。

结果

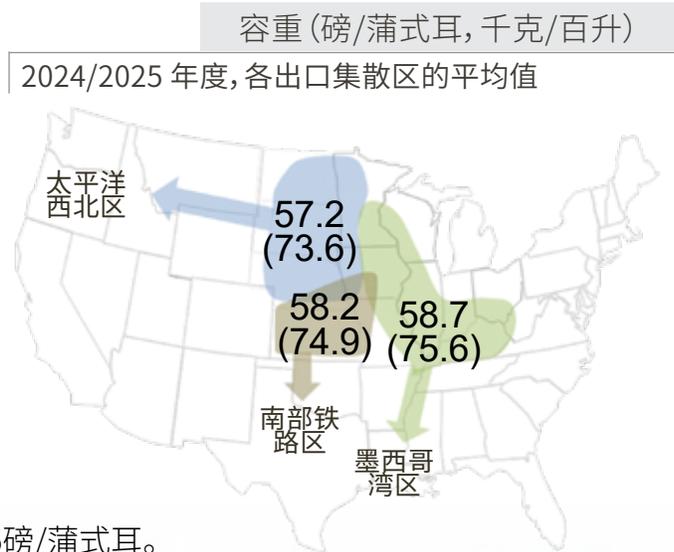
- 美国整体平均容重(58.3磅/蒲式耳或75.0千克/百升)远高于美国一级玉米标准限值(56.0磅/蒲式耳),且高于2023/2024年度(58.1磅/蒲式耳)、2022/2023年度(58.0磅/蒲式耳)、5年平均值(57.6磅/蒲式耳)及10年平均值(57.5磅/蒲式耳)。
- 2024/2025年度出口样品的容重标准差为0.62磅/蒲式耳,与2023/2024年度(0.71磅/蒲式耳)、2022/2023年度(0.63磅/蒲式耳)、5年平均值(0.71磅/蒲式耳)及10年平均值(0.69磅/蒲式耳)基本持平。
- 2024/2025年度全部受检样品(100.0%)容重均达到或超过美国一级玉米最低标准(56.0磅/蒲式耳)。

容重(磅/蒲式耳, 千克/百升)

美国整体平均总容重检测结果概要

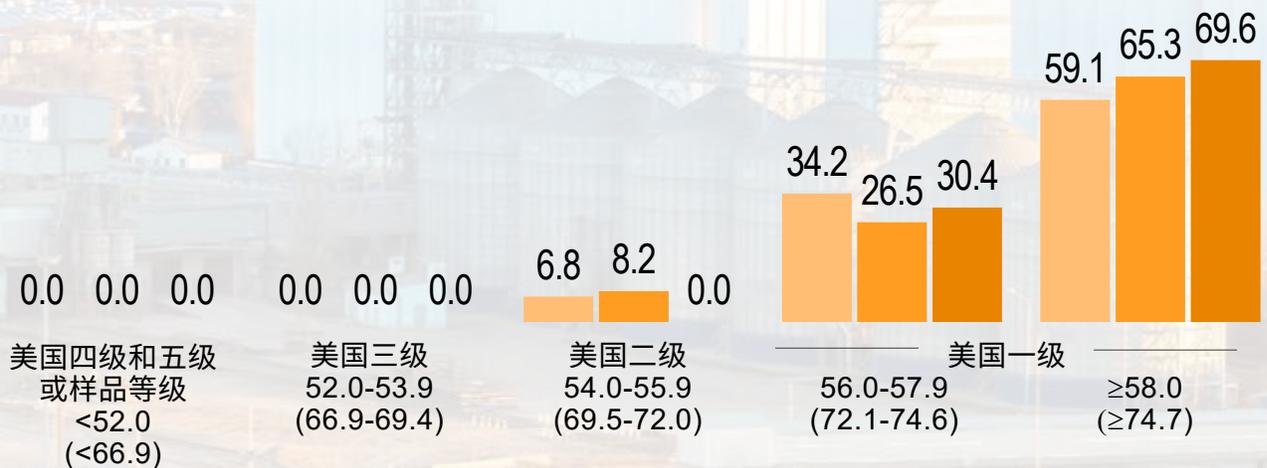


- 美国整体平均出口容重 (58.3磅/蒲式耳) 低于2024年收获期容重 (58.9磅/蒲式耳或75.8 千克/百升)。出口时的平均容重持续低于收获时的容重, 这一点通过对比5年和10年出口容重平均值 (分别为57.6和57.5磅/蒲式耳) 与5年和10年的收获容重平均值 (均为58.2磅/蒲式耳) 得以看出。
- 根据标准偏差, 2024/2025年度出口样品的容重变异度 (标准差0.62磅/蒲式耳) 低于 2024年收获样品 (1.27磅/蒲式耳)。随着玉米在销售渠道中的流动混合之后, 容重趋于一致, 其标准差降低, 容重极差 (最大值与最小值之间的差距) 也比收获期更小。
- 太平洋西北出口集散区的平均容重 (57.2磅/蒲式耳) 低于南部铁路区 (58.2磅/蒲式耳) 和墨西哥湾区 (58.7磅/蒲式耳)。太平洋西北出口集散区的平均容重在过去的4年、5年和10年一直低于其他两个出口集散区。
- 装载等级为”二级或二级以上”的样品, 其美国整体平均容重为58.3磅/蒲式耳; 装载等级为”三级或三级以上”的样品, 其美国整体平均容重 58.5磅/蒲式耳。



各市场年度的样品百分比

■ 22/23年度 ■ 23/24年度 ■ 24/25年度



破碎粒和杂质

破碎粒及杂质 (BCFM) 是衡量可用于饲料和加工用途的洁净完好玉米数量的指标。BCFM 百分比越低, 样品中的杂质或破碎粒就越少。当玉米从农场交付进入销售渠道开始, 在装卸运输过程中的每次碰撞都会增加破碎粒含量。因此, 大多数玉米货运在出口点的平均BCFM值会高于从农场到当地粮仓交付时的数值。

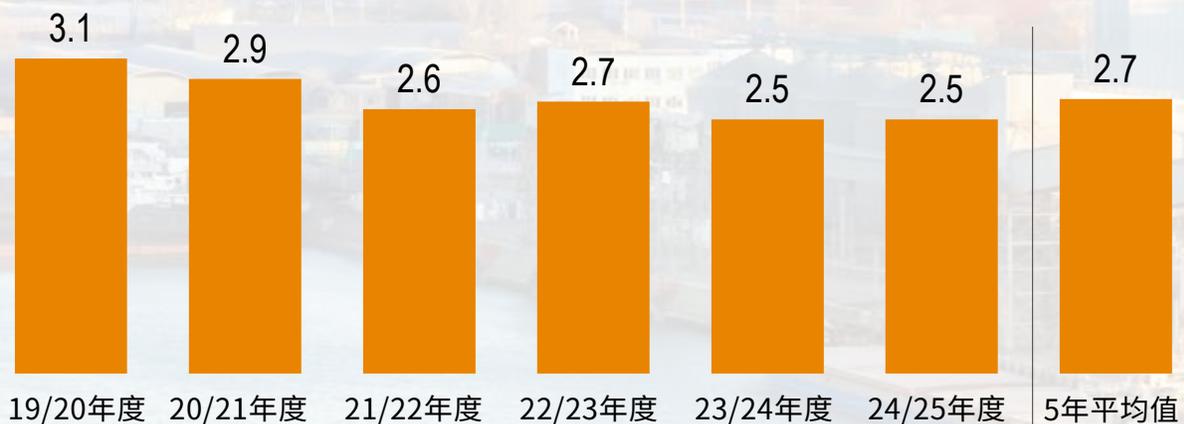
破碎粒 (BC) 是指能通过12/64英寸圆孔筛但无法通过6/64英寸圆孔筛的玉米及其他物质 (如杂草种子)。杂质 (FM) 指的是所有无法通过12/64英寸圆孔筛的非玉米物质, 以及所有能通过6/64英寸圆孔筛的细小物质。

结果

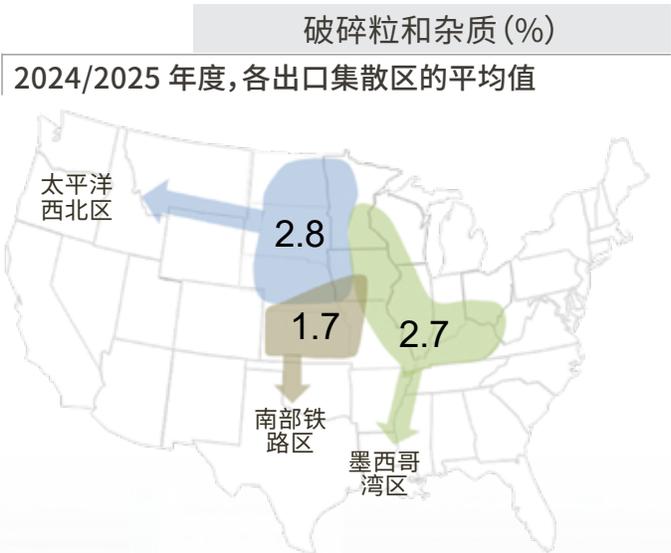
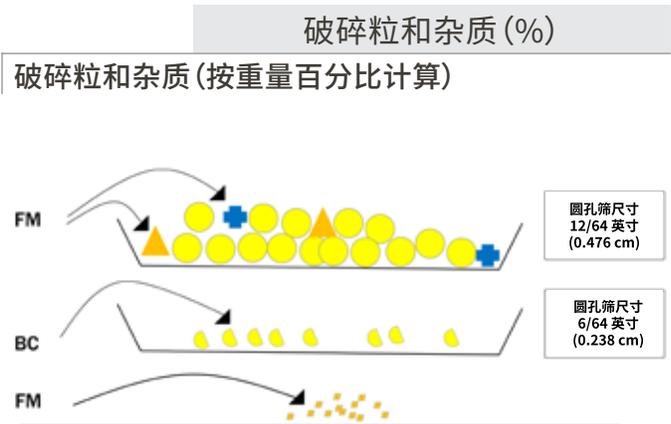
- 美国整体出口样品中的平均破碎粒及杂质含量 (2.5%) 与2023/2024年度持平, 但低于2022/2023年度 (2.7%)、5年平均 (2.7%) 和10年平均 (2.8%), 同时也低于美国二级玉米标准限值 (3.0%)。
- 2024/2025年度出口样品的破碎粒及杂质变异水平 (标准差0.60%) 与2023/2024年度 (0.61%)、5年平均 (0.55%) 和10年平均 (0.55%) 相近。数值极差 (4.9%) 高于2023/2024年度 (3.8%) 和2022/2023年度 (3.1%)。
- 2024/2025年度出口样品中, 88.5%的样品破碎粒及杂质含量达到或低于美国二级玉米限值 (3.0%), 99.5%的样品达到或低于美国三级玉米限值 (4.0%)。

破碎粒及杂质 (%)

美国整体结果概要

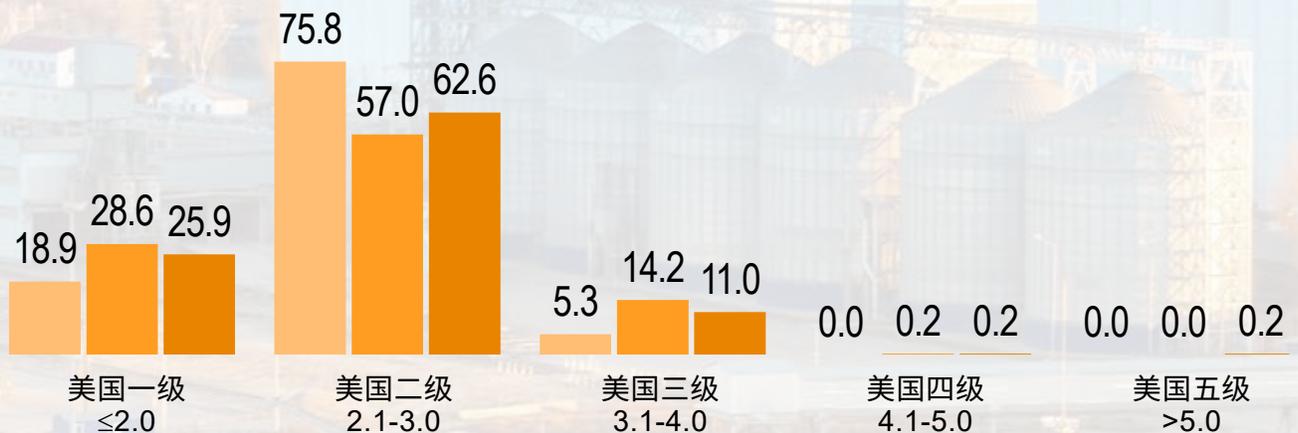


- 美国整体平均出口破碎粒及杂质含量 (2.5%) 较收获时 (0.6%) 增加1.9个百分点。出口破碎粒及杂质含量的5年平均值和10年平均值相对于收获时, 均增加了1.9-2.0个百分点。出口破碎粒及杂质含量的增加可能是由于人工干燥作业以及玉米在销售渠道流通过程中传送装卸设备造成的额外影响。
- 南部铁路出口集散区的平均破碎粒及杂质含量 (1.7%) 低于墨西哥湾区 (2.7%) 和太平洋西北区 (2.8%)。在三个出口集散区中, 南部铁路区的破碎粒及杂质含量过去4年、5年和10年的平均值, 一直处于最低水平。
- 装载时等级为“二级或二级以上”的样品, 其美国整体平均破碎粒及杂质含量为2.4%; 装载等级为“三级或三级以上”的样品, 其美国整体平均破碎粒及杂质含量为2.8%。



各销售年度样品的百分比

■ 22/23年度 ■ 23/24年度 ■ 24/25年度



总损率

总损率是指外观可见的受损玉米籽粒及碎片所占比例, 包括霉变、霜冻、虫害、发芽、病害、天气、土壤、胚芽及热损等多种损伤类型。这些损伤大多会导致籽粒变色或质地改变。损伤不包括外观正常的破碎籽粒。

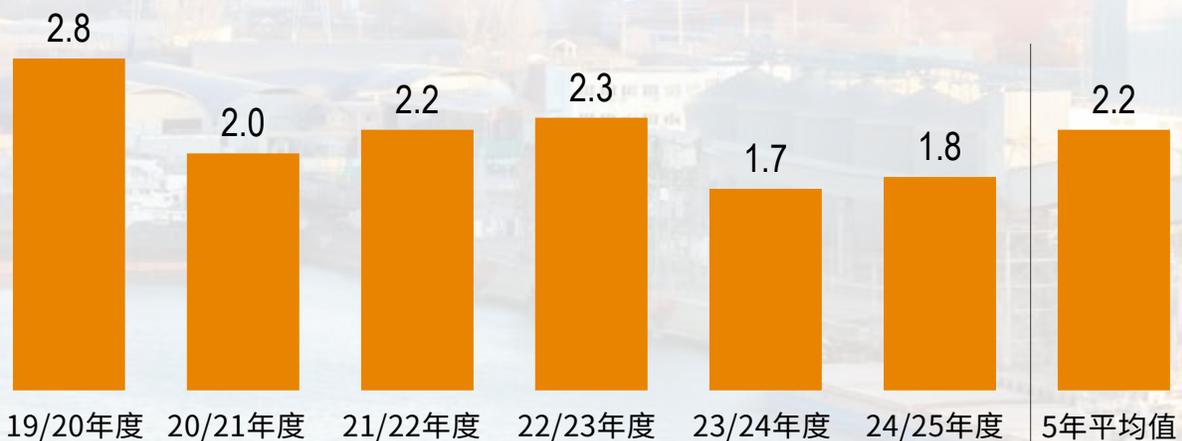
霉变损伤通常与生长季或储存期间的高温高湿环境相关。诸如二孢茎腐病、曲霉菌、镰刀霉和赤霉菌等田间霉菌, 在适宜天气条件下可导致生长期籽粒霉变。虽然某些导致霉变损伤的真菌也会产生霉菌毒素, 但是并非所有真菌都会产生霉菌毒素。玉米经干燥降温处理后, 霉变风险将降低。

结果

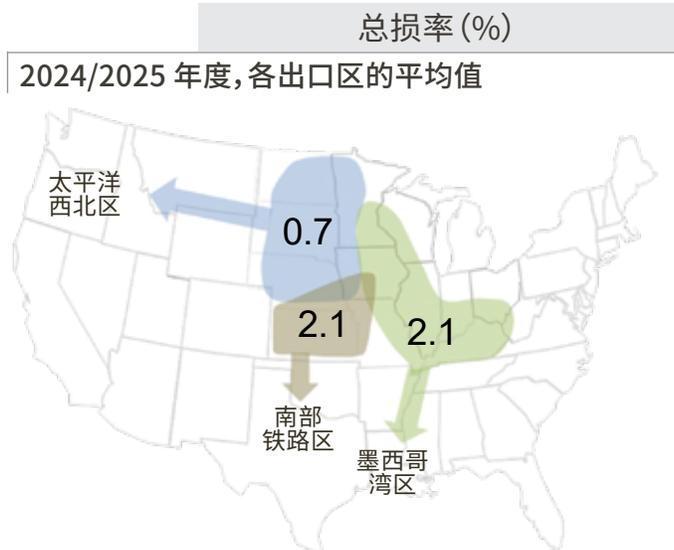
- 美国整体平均总损率(1.8%)较2023/2024年度(1.7%)有所上升, 但低于2022/2023年度(2.3%)、5年和10年平均值(均为2.2%), 同时也远低于美国一级玉米标准限值(3.0%)。
- 2024/2025年度样品的变异水平(标准差0.68%)低于2023/2024年度(0.86%)、2022/2023年度(1.53%)、5年平均值(1.07%)和10年平均值(0.88%)。2024/2025年度样品的总损率范围(0.2%至7.9%)小于2023/2024年度(0.1%至11.1%)和2022/2023年度(0.2%至31.1%)。

总损率(%)

美国整体检测结果



- 92.0%的出口样品籽粒受损率不超过3%，达到美国一级玉米标准。此外，99.3%的出口样品籽粒受损率达到或低于美国二级玉米标准限值(5.0%)。出口销售渠道的平均总损率(1.8%)高于收获期(1.1%)。总损率从收获至出口环节通常呈上升趋势。出口5年平均(2.2%)较收获5年平均(1.3%)高0.9个百分点；出口10年平均(2.2%)较收获10年平均(1.5%)高0.7个百分点。在储存过程中，若谷物仓或运输货柜中存在高水分玉米的喷口线和局部积存，总损率可能进一步升高。
- 太平洋西北出口集散区的平均总损率(0.7%)低于墨西哥湾区(2.1%)和南部铁路区(2.1%)。在三个出口集散区内，太平洋西北区的平均总损率在过去4年、5年和10年一直处于最低水平。
- 装载等级为“二级或二级以上”的样品，其美国整体平均总损率为1.8%；装载等级为“三级或三级以上”的样品，其美国整体平均总损率为2.0%。



各市场年度样品的百分比

■ 22/23年度 ■ 23/24年度 ■ 24/25年度



热损伤

热损伤是玉米等级评定中总损率的一个子集,在美国分级标准中有单独的允许值。热损伤可能由温暖潮湿谷物中的微生物活动或干燥过程中的高温导致。较低水平的热损伤表明玉米已在适宜水分含量和温度条件下进行干燥和储存,可防止销售渠道中的品质劣化。

结果

- 2024/2025年度美国整体平均热损率为0.0%,与2023/2024年度、5年和10年平均值(均为0.0%)持平。
- 这些平均值均低于美国一级玉米标准限值(0.1%),表明整个销售渠道的玉米干燥和储存管理较好。

总结:定级指标

2024/2025 出口货物						2023/2024 出口货物					2022/2023 出口货物				
	样品数量	平均值	标准偏差	最小值	最大值	样品数量	平均值	标准偏差	最小值	最大值	样品数量	平均值	标准偏差	最小值	最大值
美国整体						美国整体					美国整体				
容重(磅/蒲式耳)	393	58.3	0.62	56.1	60.3	381	58.1*	0.71	54.8	60.8	297	58.0*	0.63	55.6	61.3
容重(千克/百升)	393	75.0	0.80	72.2	77.6	381	74.8*	0.91	70.5	78.2	297	74.6*	0.81	71.6	78.9
破碎粒和杂质(%)	430	2.5	0.60	0.6	5.5	389	2.5	0.61	0.3	4.1	300	2.7*	0.41	0.8	3.9
总损率(%)	430	1.8	0.68	0.2	7.9	389	1.7*	0.86	0.1	11.1	300	2.3*	1.53	0.2	31.1
热损率(%)	430	0.0	0.01	0.0	0.1	389	0.0	0.01	0.0	0.2	300	0.0*	0.00	0.0	0.1
墨西哥湾区						墨西哥湾区					墨西哥湾区				
容重(磅/蒲式耳)	266	58.7	0.52	57.0	60.3	239	58.9*	0.58	56.2	60.8	193	58.7	0.59	57.0	61.3
容重(千克/百升)	266	75.6	0.67	73.4	77.6	239	75.8*	0.75	72.4	78.2	193	75.5	0.76	73.3	78.9
破碎粒和杂质(%)	266	2.7	0.50	0.7	4.7	239	2.8	0.62	0.7	4.1	193	2.9*	0.49	0.8	3.9
总损率(%)	266	2.1	0.63	0.8	4.0	239	2.1	0.75	0.4	4.6	193	2.8*	1.13	0.8	6.8
热损率(%)	266	0.0	0.01	0.0	0.1	239	0.0*	0.01	0.0	0.1	193	0.0*	0.01	0.0	0.1
太平洋西北区						太平洋西北区					太平洋西北区				
容重(磅/蒲式耳)	79	57.2	0.55	56.4	58.6	65	56.2*	0.76	54.8	58.7	20	56.4*	0.49	55.6	57.4
容重(千克/百升)	79	73.6	0.71	72.6	75.5	65	72.4*	0.98	70.5	75.6	20	72.6*	0.63	71.6	73.8
破碎粒和杂质(%)	79	2.8	0.67	0.9	4.0	65	3.2*	0.56	2.1	4.0	20	2.9	0.18	2.6	3.4
总损率(%)	79	0.7	0.28	0.2	1.6	65	0.6*	0.41	0.1	2.2	20	0.6	0.32	0.2	1.5
热损率(%)	79	0.0	0.01	0.0	0.1	65	0.0	0.01	0.0	0.1	20	0.0	0.00	0.0	0.0
南部铁路区						南部铁路区					南部铁路区				
容重(磅/蒲式耳)	48	58.2	0.99	56.1	59.7	77	57.7*	1.04	55.4	60.1	84	58.0	0.95	55.7	59.9
容重(千克/百升)	48	74.9	1.28	72.2	76.8	77	74.3*	1.34	71.3	77.4	84	74.7	1.23	71.7	77.1
破碎粒和杂质(%) ¹	85	1.7	0.83	0.6	5.5	85	0.9*	0.63	0.3	3.9	87	1.8	0.52	0.9	3.3
总损率(%) ¹	85	2.1	1.27	0.4	7.9	85	1.6*	1.67	0.1	11.1	87	3.3*	4.54	0.2	31.1
热损率(%) ¹	85	0.0	0.00	0.0	0.0	85	0.0	0.03	0.0	0.2	87	0.0	0.00	0.0	0.0

* 表明该平均值与本年度的出口货物报告数据存在显著差异(基于95%置信水平的双尾t检验)。

¹ 预测整体平均值的相对误差限超过10.0%。

总结:定级指标

	5 年平均值 (19/20年度-23/24年度)			10 年平均值 (14/15年度-23/24年度)		
	样品 数量	平均 值	标准 差	样品 数量	平均 值	标准 差
美国整体						
容重(磅/蒲式耳)	1,904	57.6*	0.71	3,874	57.5*	0.69
容重(千克/百升)	1,904	74.2*	0.91	3,874	74.1*	0.88
破碎粒和杂质(%)	1,915	2.7*	0.55	3,885	2.8*	0.55
总损率(%)	1,915	2.2*	1.07	3,885	2.2*	0.88
热损率(%)	1,915	0.0	0.01	3,885	0.0	0.01
墨西哥湾区						
容重(磅/蒲式耳)	1,293	58.4*	0.64	2,758	58.1*	0.63
容重(千克/百升)	1,293	75.1*	0.83	2,758	74.8*	0.81
破碎粒和杂质(%)	1,293	2.8*	0.54	2,758	2.9*	0.53
总损率(%)	1,293	2.7*	0.96	2,758	2.7*	0.85
热损率(%)	1,293	0.0	0.02	2,758	0.0	0.01
太平洋西北区						
容重(磅/蒲式耳)	226	56.0*	0.68	459	56.0*	0.71
容重(千克/百升)	226	72.0*	0.88	459	72.1*	0.91
破碎粒和杂质(%)	226	3.2*	0.53	459	3.3*	0.56
总损率(%)	226	1.0*	0.45	459	0.8*	0.43
热损率(%)	226	0.0	0.01	459	0.0	0.00
南部铁路区						
容重(磅/蒲式耳)	385	57.7*	0.95	657	57.7*	0.85
容重(千克/百升)	385	74.2*	1.22	657	74.2*	1.09
破碎粒和杂质(%)	396	1.8	0.59	668	1.9*	0.58
总损率(%)	396	2.6*	2.25	668	2.6*	1.61
热损率(%)	396	0.0*	0.01	668	0.0*	0.00

* 表明该平均值与本年度的出口货物报告数据存在显著差异(基于95%置信水平的双尾t检验)。

总结:定级指标

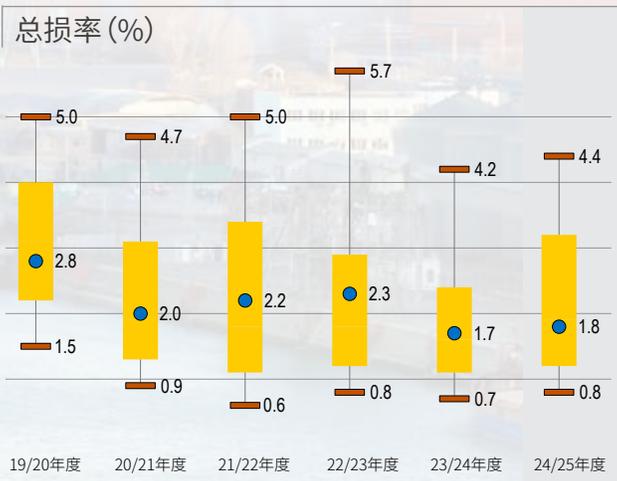
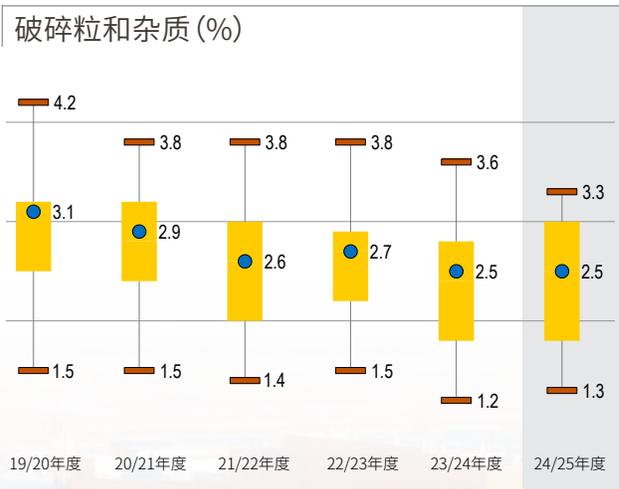
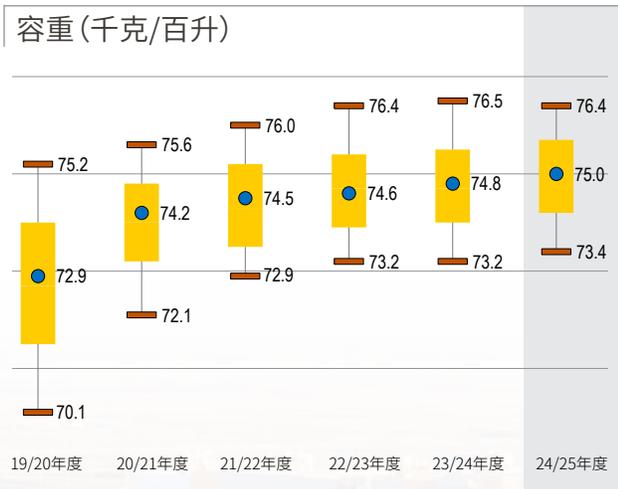
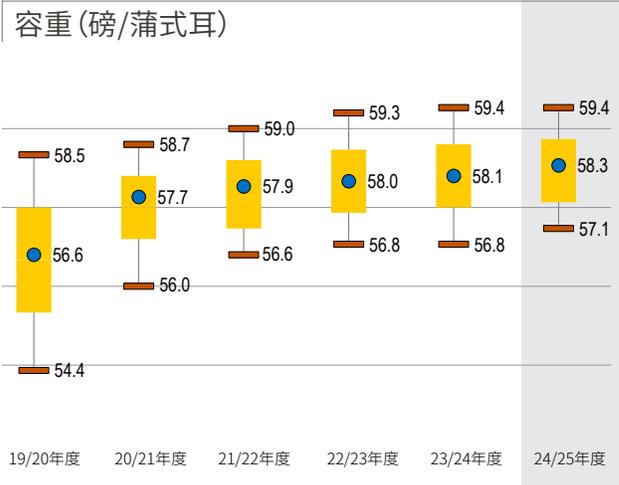
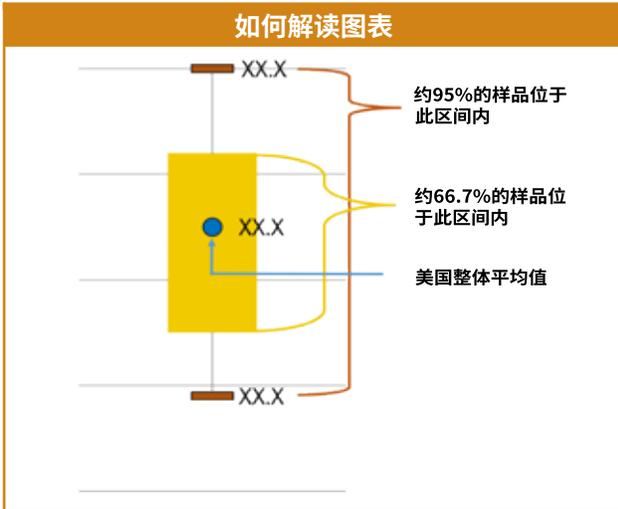
2024/2025 出口货物样品 美国二级						2024/2025 出口货物样品 美国三级					2024 收获样品				
	样品 数量	平均 值	标准 偏差	最小 值	最大 值	样品 数量	平均 值	标准 偏差	最小 值	最大 值	样品 数量 ¹	平均 值	标准 偏差	最小 值	最大 值
美国整体						美国整体					美国整体				
容重(磅 / 蒲式耳)	305	58.3	0.59	56.4	59.9	72	58.5	0.78	56.4	60.0	586	58.9**	1.27	52.5	63.8
容重(千克 / 百升)	305	75.0	0.76	72.6	77.1	72	75.3	1.01	72.6	77.2	586	75.8**	1.63	67.6	82.1
破碎粒和杂质 (%)	305	2.4	0.42	0.7	3.0	72	2.8*	0.81	0.9	4.0	586	0.6**	0.38	0.1	7.4
总损率 (%)	305	1.8	0.59	0.3	4.6	72	2.0	1.12	0.2	6.5	586	1.1**	1.05	0.0	21.3
热损率 (%)	305	0.0	0.01	0.0	0.1	72	0.0*	0.00	0.0	0.1	586	0.0	0.00	0.0	0.0
墨西哥湾区						墨西哥湾区					墨西哥湾区				
容重(磅 / 蒲式耳)	228	58.7	0.49	57.4	59.8	23	58.9	0.66	57.0	60.0	566	59.0**	1.38	52.5	63.8
容重(千克 / 百升)	228	75.6	0.60	73.8	76.9	23	75.8	0.85	73.4	77.2	566	75.9**	1.77	67.6	82.1
破碎粒和杂质 (%)	228	2.7	0.40	0.7	3.0	23	2.8	0.70	1.1	3.7	566	0.6**	0.39	0.1	7.4
总损率 (%)	228	2.1	0.61	0.8	4.0	23	1.9	0.78	0.9	3.7	566	1.4**	1.29	0.0	21.3
热损率 (%)	228	0.0	0.02	0.0	0.1	23	0.0*	0.00	0.0	0.0	566	0.0	0.00	0.0	0.0
太平洋西北区						太平洋西北区					太平洋西北区				
容重(磅 / 蒲式耳)	32	57.2	0.48	56.4	58.4	47	57.1	0.59	56.4	58.6	232	58.4**	0.97	52.5	61.8
容重(千克 / 百升)	32	73.7	0.61	72.6	75.2	47	73.5	0.75	72.6	75.5	232	75.1**	1.24	67.6	79.5
破碎粒和杂质 (%)	32	2.5	0.42	1.7	3.0	47	3.1*	0.69	0.9	4.0	232	0.6**	0.35	0.1	3.1
总损率 (%)	32	0.7	0.23	0.3	1.3	47	0.7	0.30	0.2	1.6	232	0.4**	0.37	0.0	4.1
热损率 (%)	32	0.0	0.00	0.0	0.0	47	0.0	0.01	0.0	0.1	232	0.0	0.00	0.0	0.0
南部铁路区						南部铁路区					南部铁路区				
容重(磅 / 蒲式耳)	45	58.1	0.99	56.4	59.9	2	58.8	1.34	56.9	58.4	327	59.3**	1.24	53.3	63.8
容重(千克 / 百升)	45	74.8	1.28	72.6	77.1	2	75.6	1.73	73.2	75.2	327	76.3**	1.59	68.6	82.1
破碎粒和杂质 (%)	45	1.4	0.48	1.6	3.0	2	2.3	1.27	2.2	3.1	327	0.5**	0.37	0.1	3.8
总损率 (%)	45	1.9	0.88	0.3	4.6	2	3.8	2.97	0.3	6.5	327	1.1**	1.05	0.0	21.3
热损率 (%)	45	0.0	0.00	0.0	0.0	2	0.0	0.00	0.0	0.0	327	0.0	0.00	0.0	0.0

* 表示该平均值与本年度《出口货物报告》中“美国二级或更优等级”样品的平均值存在显著差异(基于95%置信水平的双尾t检验)。

** 表示本年度《出口货物报告》平均值与本年度《收获报告》平均值存在显著差异(基于95%置信水平的双尾t检验)。

¹ 由于出口集散区的检测结果为复合统计数据,三个出口集散区的样品数之和大于美国整体样品数。

**定级指标
六年整体情况比较**



B. 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因素，但对终端用户来说具有重要意义。化学成分的数值为畜禽饲养、湿磨加工以及其他玉米加工用途提供了与营养价值相关的额外信息。与许多物理属性不同，化学成分的数值在储存或运输过程中不会发生显著变化。

概述：化学成分

- 美国整体平均出口蛋白质含量 (8.6%) 低于2023/2024年度 (8.9%) 和2022/2023年度 (8.7%)，与5年平均值 (8.6%) 持平，但高于10年平均值 (8.5%)。
- 美国整体平均淀粉含量 (72.1%) 高于2023/2024年度 (71.8%)、2022/2023年度 (71.9%) 和5年平均值 (72.0%)，但低于10年平均值 (72.4%)。本年度平均值也低于2024年收获样品的美国整体平均淀粉含量 (72.2%)。
- 2024/2025年度，美国整体平均油脂含量为3.9%。该数值与2023/2024年度、2022/2023年度、5年平均值和10年平均值 (均为3.9%) 相比存在统计学差异 (较低)。
- 出口样品的蛋白质 (0.35%)、淀粉 (0.38%) 和油脂 (0.12%) 标准差均低于收获样品的标准差 (蛋白质0.60%、淀粉0.65%、油脂0.24%)。

蛋白质

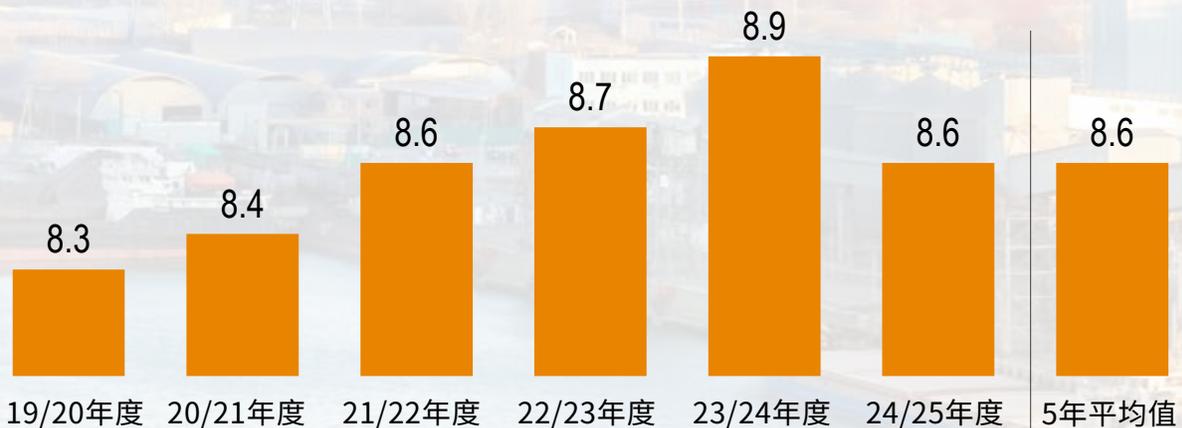
蛋白质对畜禽饲养至关重要,因其提供动物必需的含硫氨基酸并有助于提高饲料转化率。蛋白质含量通常随着土壤有效氮含量的减少和高产年份而降低。就单一样品而言,蛋白质含量通常与淀粉含量呈负相关。检测结果按干基汇报。

结果

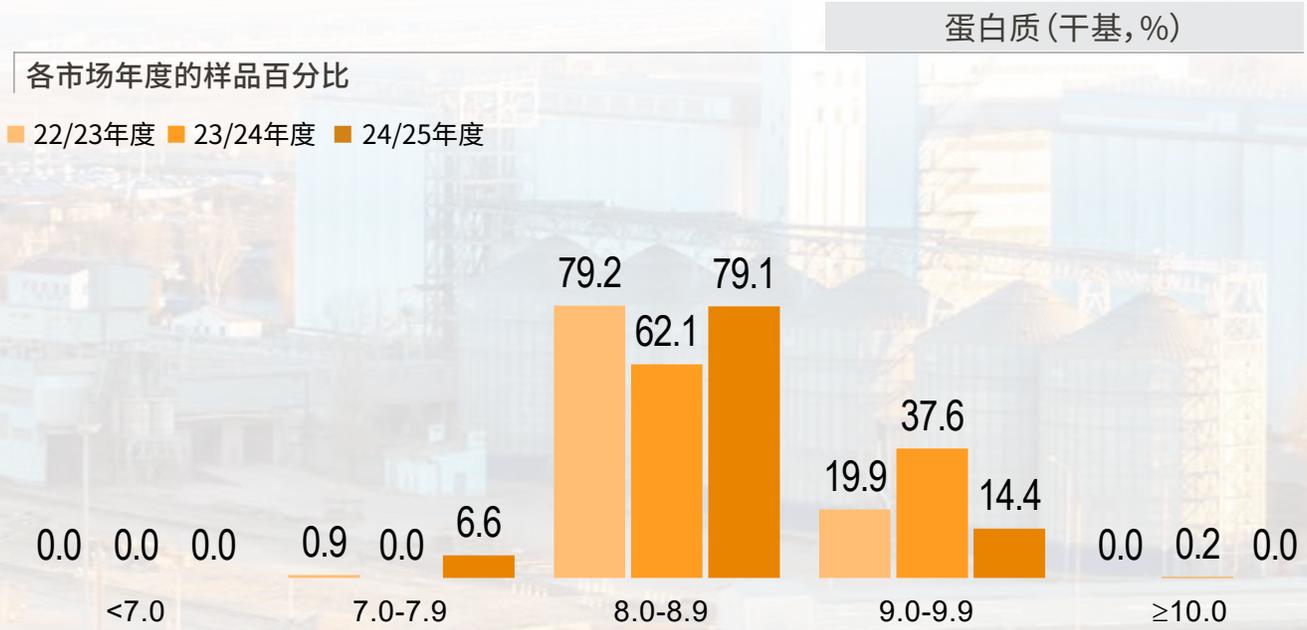
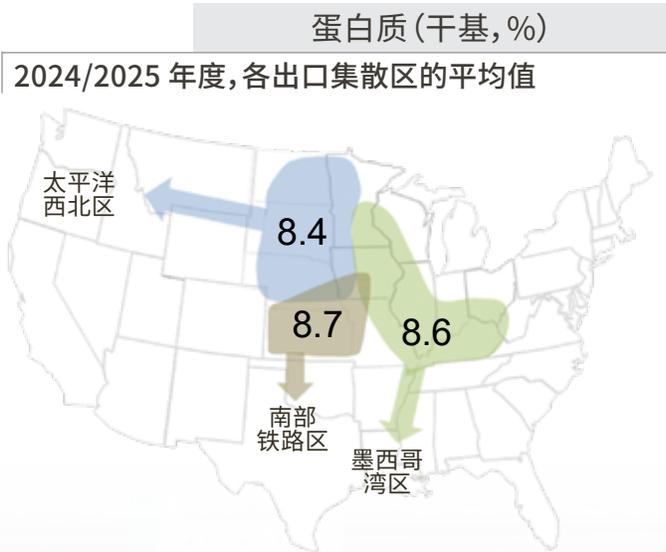
- 2024/2025年度,美国整体平均蛋白质含量(8.6%)低于2023/2024年度(8.9%)和2022/2023年度(8.7%),与5年平均值(8.6%)持平,但高于10年平均值(8.5%)。
- 2024/2025年度,样品的变异度(标准差0.35%)与2023/2024年度(0.33%)、2022/2023年度(0.34%)、5年平均值(0.33%)和10年平均值(0.32%)相近。
- 2024/2025年度,出口样品的平均蛋白质含量(8.6%)高于2024年收获样品的平均值(8.5%)。

美国整体结果概要

蛋白质(干基,%)



- 2024/2025年度出口样品(标准差0.35%)较2024年收获样品(标准差0.60%) 具有更高的一致性。此外,出口样品的蛋白质含量范围(7.3%至9.9%)小于收获样品(6.0%至11.6%)。出口样品更具一致性的部分原因在于,当玉米从多个产地聚集混合之后,变得更加均质化。
- 2024/2025年度,14.4%的出口样品中蛋白质含量不低于9.0%,但低于2023/2024年度(37.8%)和2022/2023年度(19.9%)。
- 在各出口集散区中,南部铁路区的平均蛋白质含量最高(8.7%),墨西哥湾区次之(8.6%),太平洋西北区最低(8.4%)。



淀粉

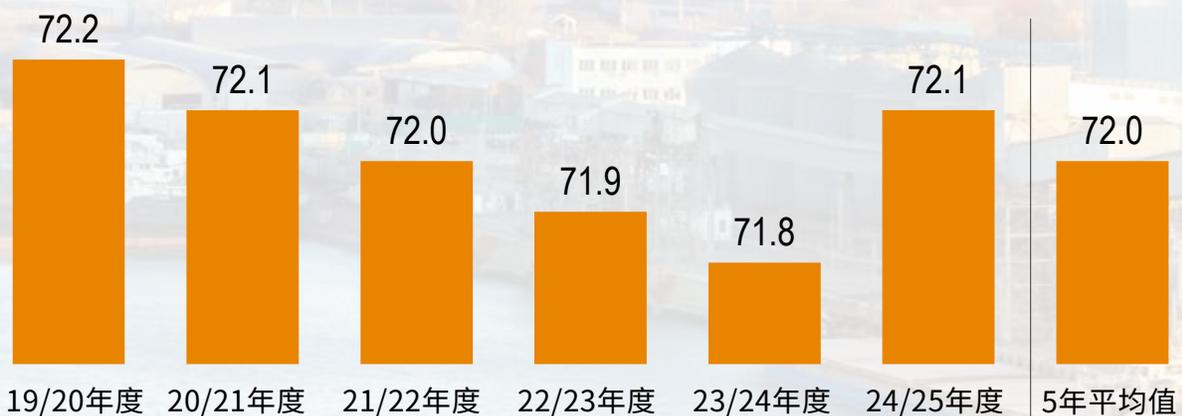
淀粉是湿法加工和干磨乙醇生产企业使用玉米的重要考量因素。高淀粉含量通常表明籽粒生长/灌浆条件好且籽粒密度适中。就单个样品而言，淀粉含量通常与蛋白质含量呈负相关。检测结果按干基汇报。

结果

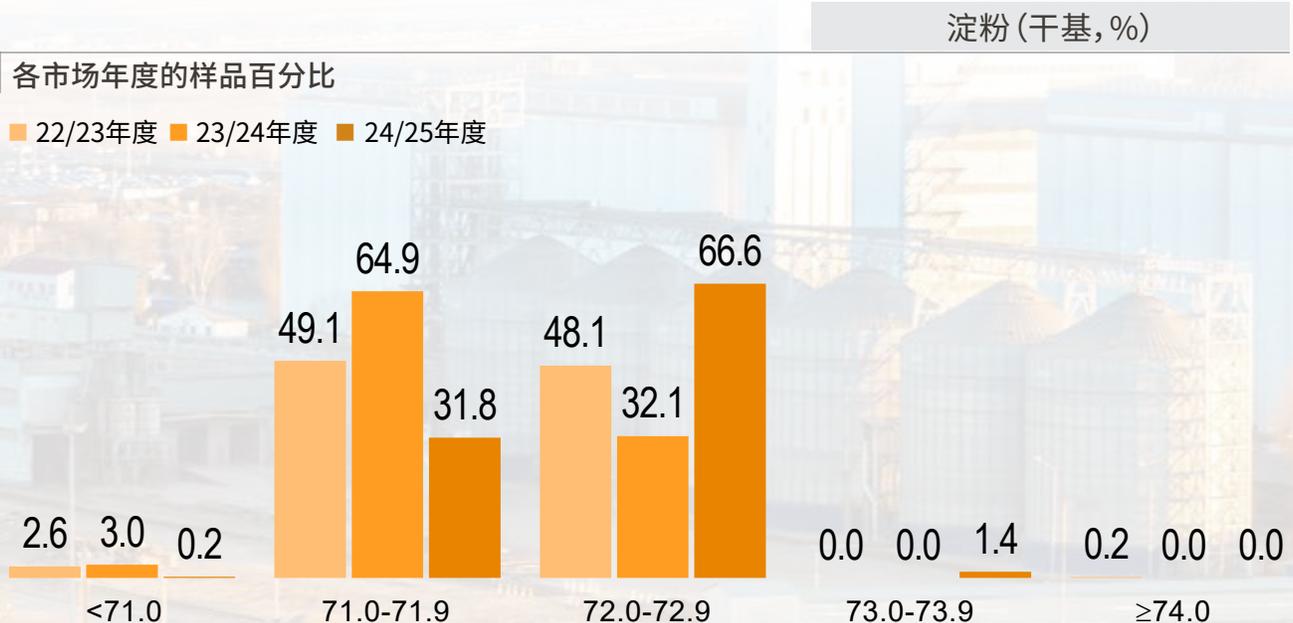
- 美国整体平均淀粉含量 (72.1%) 高于2023/2024年度 (71.8%)、2022/2023年度 (71.9%) 和5年平均 (72.0%)，但低于10年平均 (72.4%)，以及美国2024年收获样品的整体平均值 (72.2%)。
- 2024/2025年度样品的变异水平 (标准差为0.38%) 与2023/2024年度相同，但低于2022/2023年度 (0.51%)、5年平均 (0.40%) 和10年平均 (0.43%)。2024/2025年度样品的淀粉含量范围 (70.8%至73.3%) 小于2023/2024年度 (70.1%至72.8%) 和2022/2023年度 (69.5%至77.1%)。

美国整体结果概要

淀粉 (干基, %)



- 2024/2025年度, 出口样品淀粉含量的标准差 (0.37%) 低于2024年收获样品的标准差 (0.65%)。如标准差所示, 出口样品淀粉含量平均值的变异水平通常小于收获样品。
- 68.0%的出口样品的淀粉含量达到或高于72.0%;相比之下, 2023/2024年度为32.1%, 2022/2023年度为48.3%。
- 在三个出口集散区内, 太平洋西北区的平均淀粉含量为72.2%, 高于墨西哥湾区 (72.1%) 和南部铁路区 (72.0%)。



油脂

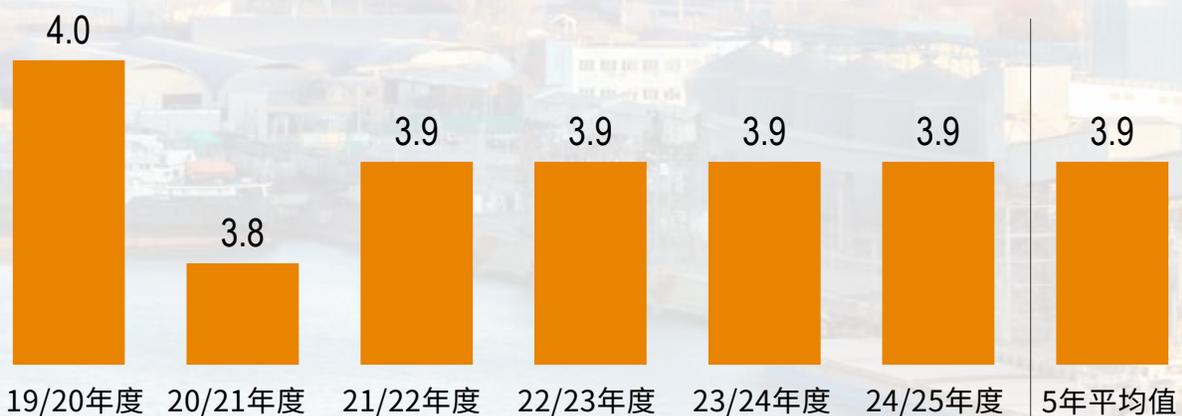
油脂是畜禽饲料配方中的关键成分,可作为能量来源、促进脂溶性维生素吸收并提供必需脂肪酸。同时,油脂也是玉米湿磨和干磨加工工艺的重要副产品。检测结果按干基汇报。

结果

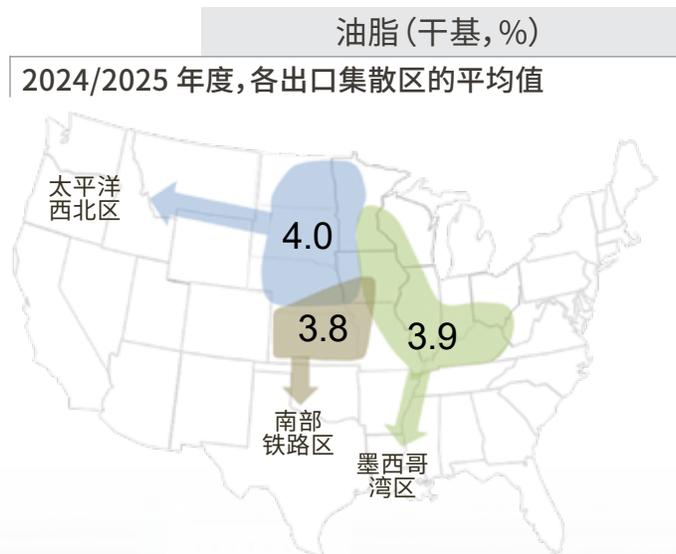
- 2024/2025年度,美国玉米油脂平均含量为3.9%,与2023/2024年度、2022/2023年度、5年及10年均值(均为3.9%)相比,存在统计学差异(较低)。
- 2024/2025年度,出口样品的标准差(0.12%)与2023/2024年度(0.14%)相近,低于2022/2023年度(0.19%)。
- 2024/2025年度,出口样品的平均油脂含量(3.9%),与2024年的收获样品(3.9%)相同。出口时的标准差(0.12%)低于收获时的标准差(0.24%)。从收获环节到出口环节,平均油脂含量通常只会发生小幅度变化;但如标准偏差所示,出口时的样品油脂含量变异水平通常低于收获时的水平。

油脂(干基,%)

美国整体结果概要

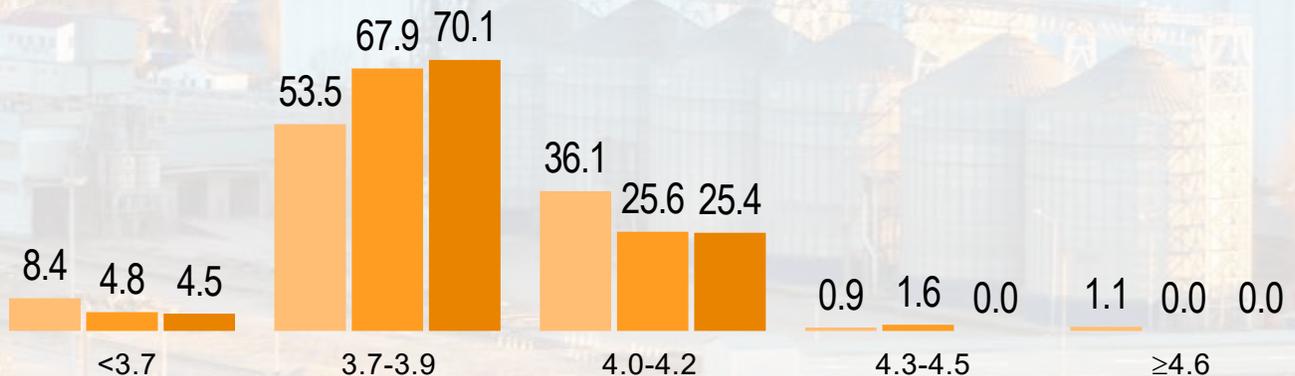


- 2024/2025年度, 25.4%的出口样品的油脂含量达到或高于4.0%;相比之下, 2023/2024年度为27.2%, 2022/2023年度为38.1%。
- 在三个出口集散区内, 太平洋西北集散区的平均油脂含量最高 (4.0%), 其次是墨西哥湾集散区 (3.9%) 和南部铁路集散区 (3.8%)。
- 在过去4年、5年和10年平均方面, 三个出口集散区的平均油脂含量差异范围为0.0至0.2%。



各市场年度的样品百分比

■ 22/23年度 ■ 23/24年度 ■ 24/25年度



总结: 化学成分

2024/2025 出口货物						2023/2024 出口货物					2022/2023 出口货物				
	样品 数量	平均 值	标准 偏差	最小 值	最大 值	样品 数量	平均 值	标准 偏差	最小 值	最大 值	样品 数量	平均 值	标准 偏差	最小 值	最大 值
美国整体						美国整体					美国整体				
蛋白质(干基, %)	425	8.6	0.35	7.3	9.9	433	8.9*	0.33	8.0	10.0	462	8.7*	0.34	7.7	9.9
淀粉(干基, %)	425	72.1	0.38	70.8	73.3	433	71.8*	0.38	70.1	72.8	462	71.9*	0.51	69.5	77.1
油脂(干基, %)	425	3.9	0.12	3.5	4.2	433	3.9*	0.14	3.5	4.4	462	3.9*	0.19	3.2	4.9
墨西哥湾区						墨西哥湾区					墨西哥湾区				
蛋白质(干基, %)	247	8.6	0.27	7.9	9.5	246	8.9*	0.30	8.0	9.7	249	8.7*	0.32	7.7	9.7
淀粉(干基, %)	247	72.1	0.33	71.0	73.0	246	71.8*	0.35	70.1	72.6	249	72.0*	0.57	69.5	77.1
油脂(干基, %)	247	3.9	0.12	3.5	4.2	246	3.9*	0.13	3.6	4.4	249	3.9	0.22	3.2	4.9
太平洋西北区						太平洋西北区					太平洋西北区				
蛋白质(干基, %)	92	8.4	0.50	7.3	9.9	102	8.8*	0.32	8.0	9.8	138	8.7*	0.35	8.0	9.9
淀粉(干基, %)	92	72.2	0.46	70.8	73.1	102	71.8*	0.41	70.5	72.4	138	71.7*	0.42	70.4	72.7
油脂(干基, %)	92	4.0	0.12	3.6	4.2	102	3.9*	0.14	3.5	4.4	138	3.9	0.15	3.6	4.9
南部铁路区						南部铁路区					南部铁路区				
蛋白质(干基, %)	86	8.7	0.45	7.7	9.4	85	9.0*	0.43	8.2	10.0	75	8.8	0.41	7.8	9.7
淀粉(干基, %)	86	72.0	0.44	71.1	73.3	85	71.7*	0.46	70.7	72.8	75	71.9	0.43	70.9	72.8
油脂(干基, %)	86	3.8	0.13	3.5	4.2	85	3.8	0.15	3.5	4.2	75	3.9*	0.18	3.4	4.3

* 表示该平均值与当年出口货物的平均值存在显著差异(基于95%置信水平的双尾t检验)

总结: 化学成分

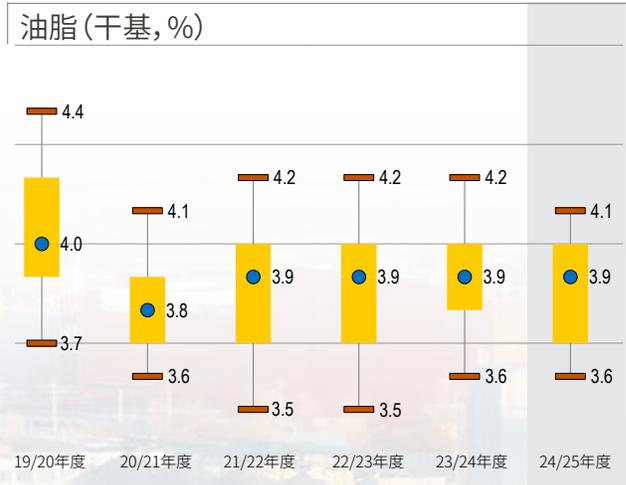
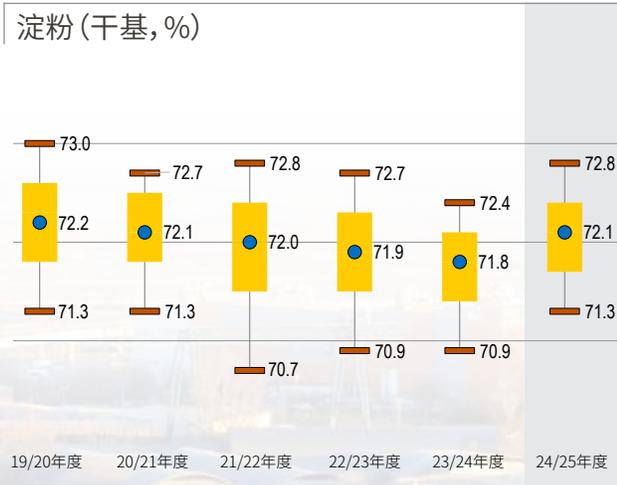
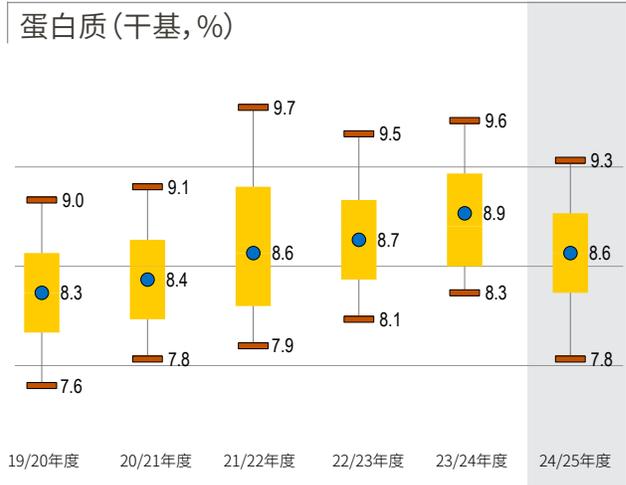
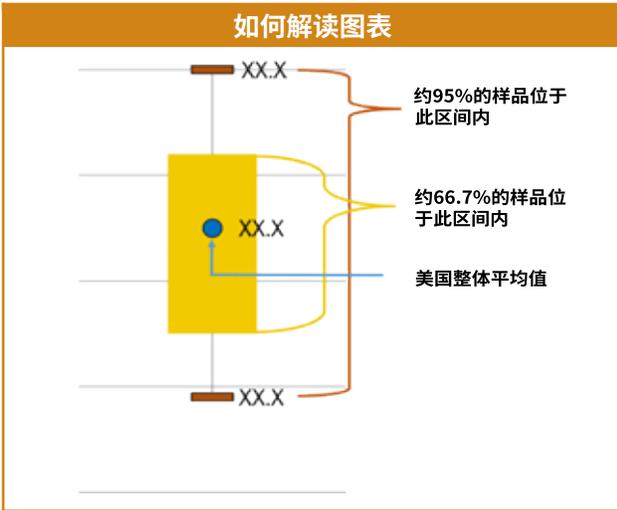
	5 年平均值 (19/20-23/24年度)			10 年平均值 (14/15-23/24)年度			2024 收获样品					
	样品 数量	平均值	标准 偏差	样品 数量	平均值	标准 偏差	样品 数量 ¹	平均值	标准 偏差	最小值	最大值	
美国整体				美国整体			美国整体					
蛋白质(干基, %)	2,197	8.6	0.33	4,312	8.5*	0.32	620	8.5**	0.60	6.0	11.6	
淀粉(干基, %)	2,197	72.0*	0.40	4,312	72.4*	0.43	620	72.2**	0.65	69.7	74.3	
油脂(干基, %)	2,197	3.9*	0.15	4,312	3.9*	0.16	620	3.9	0.24	3.0	4.8	
墨西哥湾区				墨西哥湾区			墨西哥湾区					
蛋白质(干基, %)	1,229	8.6*	0.28	2,622	8.5*	0.27	597	8.4**	0.60	6.0	11.6	
淀粉(干基, %)	1,229	72.1	0.39	2,622	72.5*	0.41	597	72.3**	0.69	69.7	74.3	
油脂(干基, %)	1,229	3.9*	0.15	2,622	4.0*	0.16	597	3.9	0.26	3.0	4.8	
太平洋西北区				太平洋西北区			太平洋西北区					
蛋白质(干基, %)	583	8.6*	0.37	1,033	8.6*	0.38	239	8.3**	0.54	6.0	10.7	
淀粉(干基, %)	583	71.8*	0.43	1,033	72.2	0.48	239	72.3**	0.53	70.2	74.0	
油脂(干基, %)	583	3.9*	0.15	1,033	3.9	0.16	239	4.0	0.21	3.3	4.8	
南部铁路区				南部铁路区			南部铁路区					
蛋白质(干基, %)	385	8.7	0.42	657	8.6	0.38	351	8.9**	0.64	6.6	11.6	
淀粉(干基, %)	385	71.9	0.42	657	72.3*	0.46	351	72.0	0.68	69.7	74.3	
油脂(干基, %)	385	3.9*	0.16	657	3.9*	0.16	351	3.8**	0.24	3.0	4.5	

* 表示该平均值与今年出口货物中美国二级及以上等级玉米样品的平均值存在显著差异 (基于95%置信水平的双尾t检验)

** 表示当年出口货物平均值与当年收获样品平均值存在显著差异 (基于95%置信水平的双尾t检验)

¹ 由于各出口集散区数据为复合统计值, 三个集散区的样品数量总和大于美国全国汇总值。

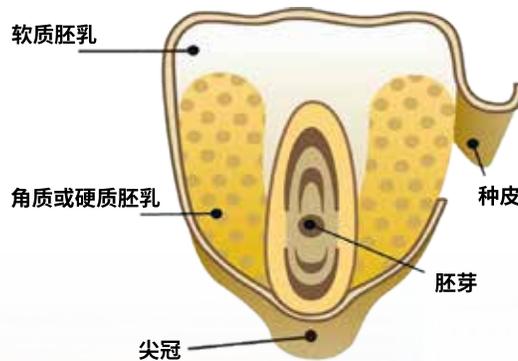
化学成分
六年整体情况比较



C. 物理指标

物理特性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、籽粒重量、籽粒体积、真实密度、整粒百分比及角质(硬质)胚乳含量。根据物理指标检测结果,买家可以了解玉米的不同用途加工特点、可储存性以及运输过程中的破损风险等额外信息。玉米籽粒的物理特性受其物理构成影响,而物理构成又取决于遗传因素、种植条件及储运条件。玉米籽粒由四部分组成:胚芽(胚)、尖冠、种皮(外壳)及胚乳。其中胚乳约占籽粒重量的82%,由软质胚乳(亦称粉质或不透明胚乳)和角质胚乳(亦称硬质或玻璃质胚乳)组成(如图所示)。胚乳主要含淀粉和蛋白质,胚芽含油脂及部分蛋白质,种皮与尖冠则主要由纤维构成。

玉米籽粒



来源:摘编自美国玉米加工协会,2011

总结：物理指标

- 2024/2025年度美国整体玉米平均应力裂纹率(11.6%) 低于2023/2024年度(16.3%)，与5年均值(11.0%)相近，但高于2022/2023年度(8.6%)及10年平均值(9.6%)。
- 2024/2025年度，美国玉米整体平均百粒重(36.95克)与2023/2024年度(36.72克)相近，但高于2022/2023年度(35.61克)、5年平均值(36.17克)及10年平均值(35.91克)。
- 墨西哥湾集散区的平均百粒重(37.89克)高于南部铁路集散区(37.50克)和太平洋西北集散区(33.55克)。在三个出口集散区中，太平洋西北集散区的百粒重在过去4年、5年及10年一直处于最低水平。
- 2024/2025年度，86.1%样品的百粒重达到或超过34.00克，而2023/2024年度为83.2%，2022/2023年度为67.7%。
- 2024/2025年度美国整体玉米平均籽粒体积(0.29 cm³)与2023/2024年度(0.28 cm³)相近，但显著高于2022/2023年度、5年及10年平均值(均为0.28 cm³)。
- 2024/2025年度，太平洋西北集散区的平均籽粒体积(0.26 cm³)小于墨西哥湾和南部铁路集散区(均为0.29 cm³)。在三个出口集散区中，太平洋西北集散区的平均籽粒体积，在过去4年、5年及10年一直处于最低水平。
- 2024/2025年度美国整体玉米平均真实密度(1.293 g/cm³)与2023/2024年度(1.292 g/cm³)相近，但高于2022/2023年度(1.273 g/cm³)、5年平均值(1.279 g/cm³)及10年平均值(1.283 g/cm³)。
- 2024/2025年度，93.3%的出口样品的真实密度达到或超过1.275 g/cm³，而2023/2024年度为84.2%，2022/2023年度为46.0%。与过去两年相比，2024/2025年度样品中含有更多高密度籽粒。
- 在三个出口集散区中，太平洋西北集散区的真实密度和容重，在过去4年、5年及10年始终处于最低或并列最低水平。

- 2024/2025年度出口玉米平均整粒率 (89.1%) 高于2023/2024年度 (88.0%)、2022/2023年度 (84.9%)、5年平均 (83.9%) 及10年平均 (85.5%)。
- 2024/2025年度出口样品中, 整粒率不低于85.0%的样品占比为82.3%, 而2023/2024年度为 73.9%, 2022/2023年度为54.5%。
- 在三个出口集散区中, 太平洋西北集散区的平均整粒率 (88.4%) 低于墨西哥湾集散区 (88.7%) 和南部铁路集散区 (90.9%), 同时在过去2年、5年及10年一直处于最低水平。
- 美国整体玉米平均角质胚乳含量 (87%) 高于2023/2024年度 (86%)、2022/2023年度 (82%)、5年平均 (83%) 及10年平均 (82%)。
- 2024/2025年度和2023/2024年度的出口样品中, 100%样品的角质胚乳含量不低于80%, 而2022/2023年度仅为85.2%。

应力裂纹

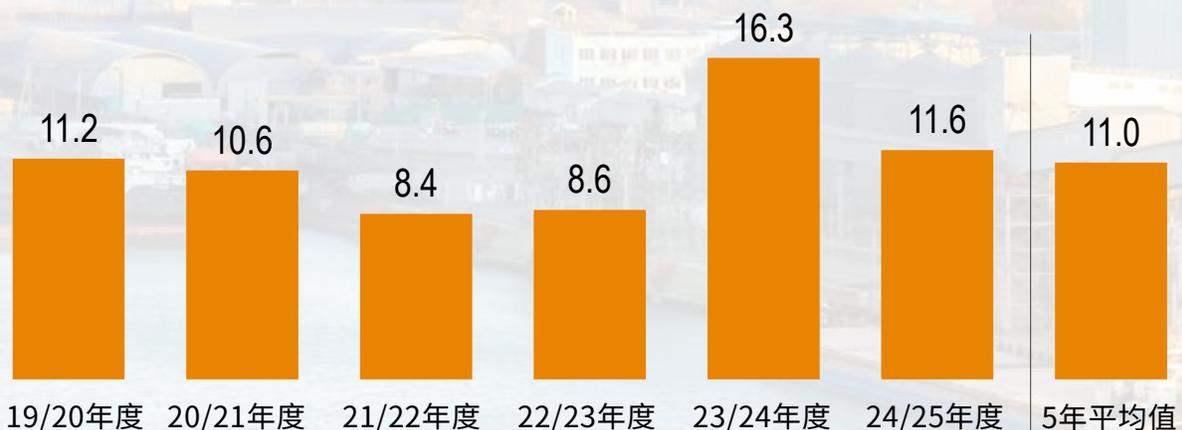
应力裂纹是玉米籽粒角质(硬质)胚乳内部的裂隙。带有应力裂纹的籽粒其果皮(或外皮)通常完好无损,因此即使存在应力裂纹,籽粒可能乍看起来仍显得完好。

应力裂纹的成因是籽粒角质胚乳内部因水分和温度梯度导致压力积聚。这种现象类似于将冰块投入温热饮品时产生的内部裂纹。软质和粉质胚乳的内部应力积聚程度低于硬质角质胚乳。因此,角质胚乳占比较高的玉米籽粒比软质籽粒更易产生应力裂纹。籽粒应力裂纹的严重程度各异,可能出现单条、双条或多条裂纹。应力裂纹最常见的原因是高温快速干燥导致水分急剧流失。严重的应力裂纹可能会造成下列影响:

- 一般影响:增加玉米在转运过程中的破碎风险,可能导致加工企业在清理工序中需去除更多破碎粒,并可能造成等级和/或价值下降。
- 湿磨加工:因淀粉与蛋白质分离难度增加,导致淀粉得率降低,同时可能改变浸泡工艺要求。
- 干磨加工:大颗粒玉米糝(干磨主要产品)得率下降。
- 碱法蒸煮:水分吸收不均导致蒸煮过度或不足,影响工艺平衡。

应力裂纹(%)

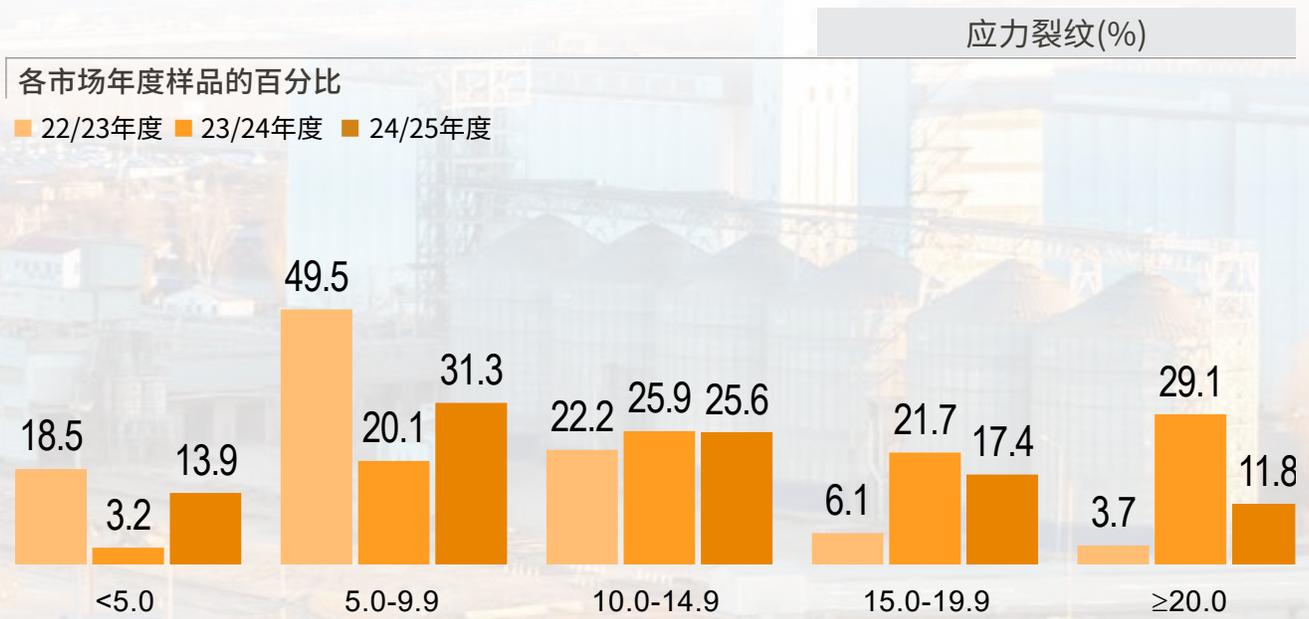
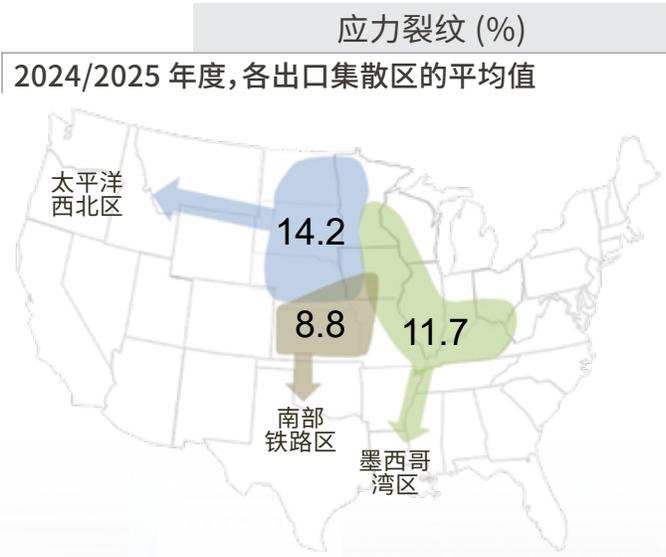
美国整体结果概要



玉米生长条件会影响作物成熟度、收获时间以及人工干燥需求,从而导致不同地区的应力裂纹程度存在差异。例如,因天气因素(如降雨延迟播种或低温)导致的晚熟或晚收,可能会增加人工干燥的需求。

结果: 应力裂纹

- 美国整体平均应力裂纹率 (11.6%) 低于2023/2024年度 (16.3%), 与5年均值 (11.0%) 相近, 但高于2022/2023年度 (8.6%) 和10年均值 (9.6%)。
- 美国整体平均应力裂纹率 (11.6%) 高于2024年收获样品 (9.3%)。
- 出口阶段的标准差 (7.0%) 低于收获阶段 (9.4%)。
- 2024/2025年度的出口样品中, 29.2%的样品应力裂纹率等于或高于15%, 而2023/2024年度为 50.8%, 2022/2023年度为 9.8%。
- 太平洋西北集散区平均应力裂纹率最高 (14.2%), 其次是墨西哥湾集散区 (11.7%) 和 南部铁路集散区 (8.8%)。

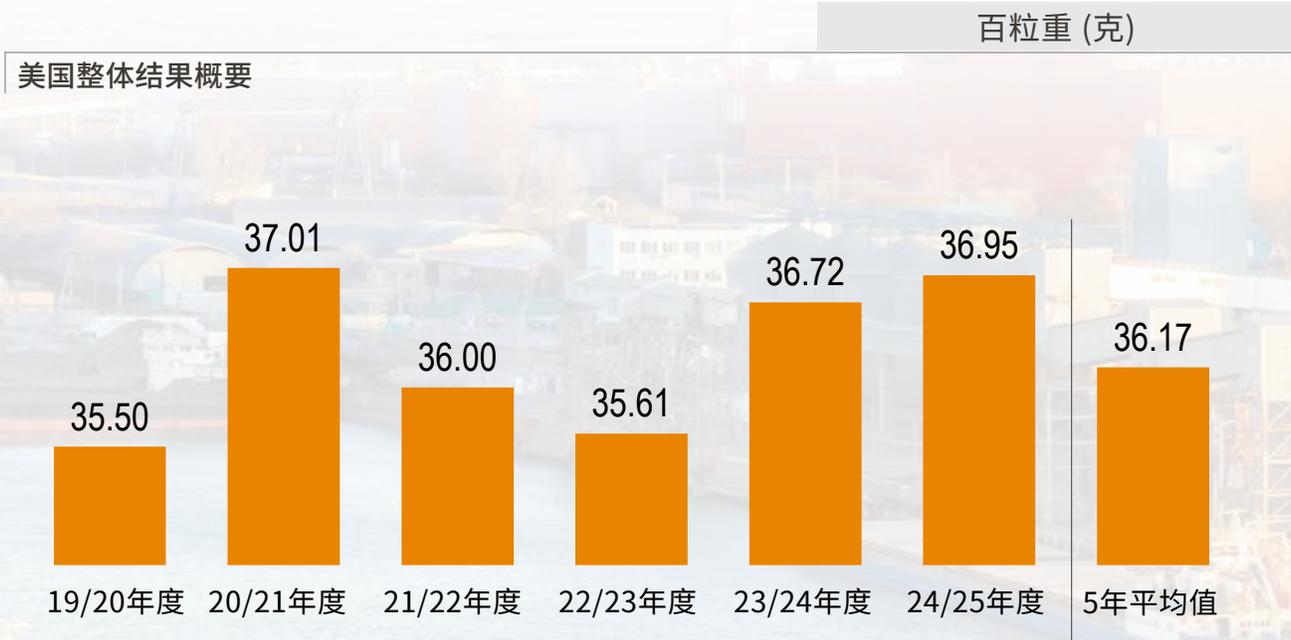


百粒重

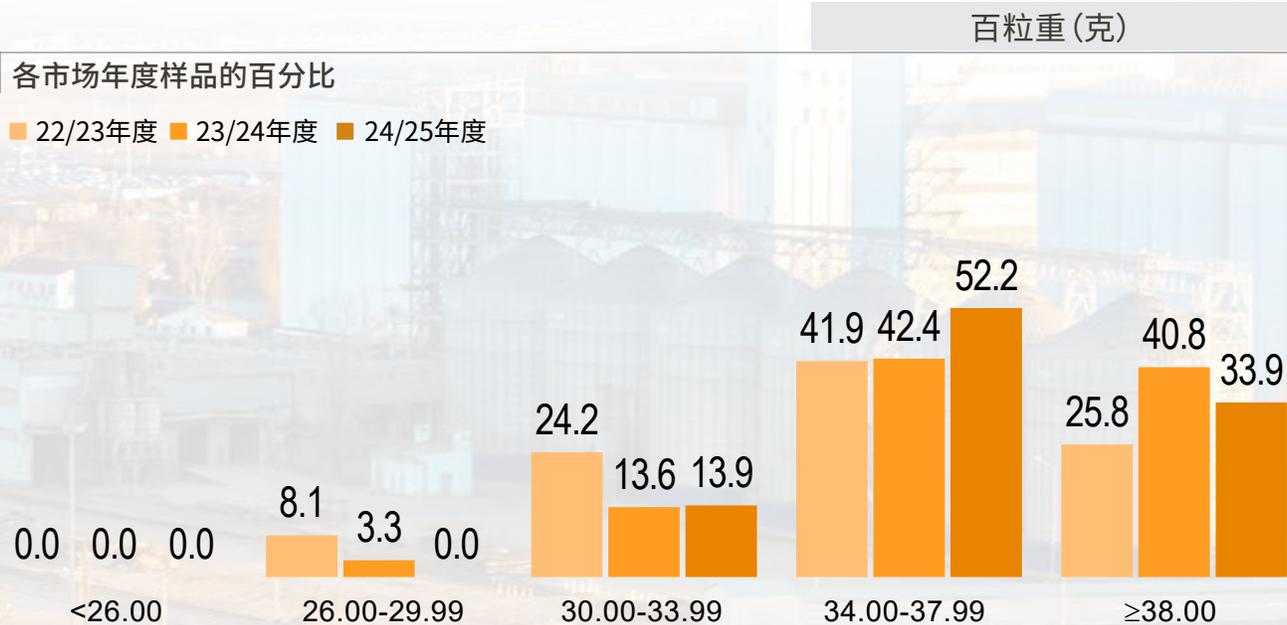
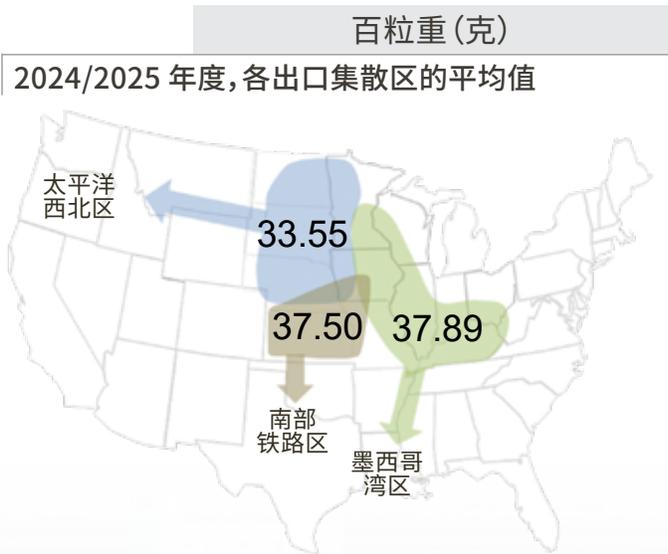
百粒重(以克为单位)增加,表明玉米籽粒更大。籽粒大小会影响干燥速率。籽粒越大,体积与表面积之比越高,干燥速度越慢。此外,大而均匀的籽粒通常能在干磨加工中获得更高的玉米糝产量。

结果

- 美国整体平均百粒重(36.95克)与2023/2024年度(36.72克)相近,但高于2022/2023年度(35.61克)、5年均值(36.17克)及10年均值(35.91克)。
- 出口阶段的平均百粒重(36.95克)高于收获阶段(36.66克)。2011/2012年度至2024/2025年度数据显示,出口百粒重较收获阶段高出0.00-2.48克。由于百粒重检测需使用100粒完整籽粒,运输过程中发生的籽粒破损或完整籽粒的减少,可能自然筛选了百粒重较低和更易破碎的小籽粒。
- 出口样品标准差(1.38克)低于2024年收获样品(4.33克)。过去4年、5年及10年平均值均显示,出口阶段的百粒重标准差低于收获阶段,表明出口籽粒均匀度更高。



- 墨西哥湾集散区的平均百粒重 (37.89克) 高于南部铁路集散区 (37.50克) 和太平洋西北集散区 (33.55克)。在三个出口集散区内, 太平洋西北集散区的百粒重在过去4年、5年及10年内一直处于最低水平。
- 2024/2025年度, 86.1%样品的百粒重达到或超过34.00克; 相比之下, 2023/2024年度为83.2%, 2022/2023年度为67.7%。



籽粒体积

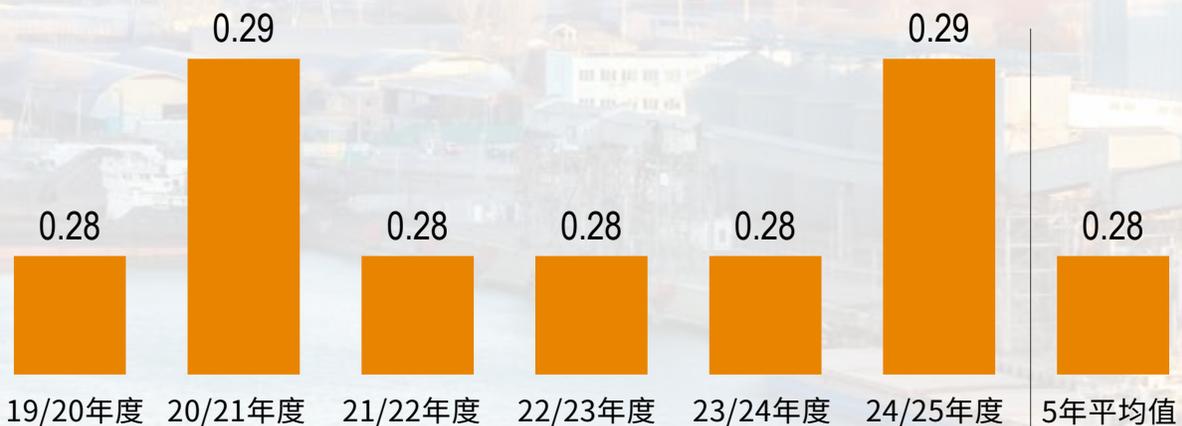
籽粒体积 (cm³) 通常反映作物的生长条件。在干旱条件下, 籽粒可能小于平均值; 若生长季后期发生干旱, 籽粒充实度可能降低。小或圆形籽粒脱胚难度更大。此外, 小籽粒可能导致加工过程的清理损耗增加, 且纤维产量较高。

检测结果

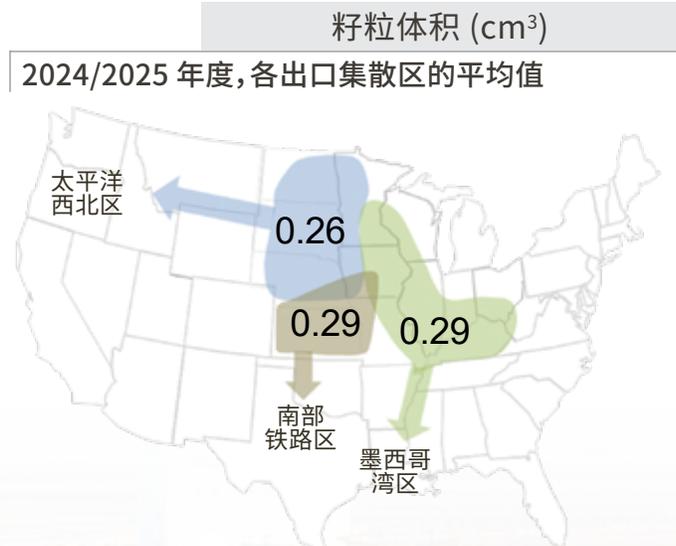
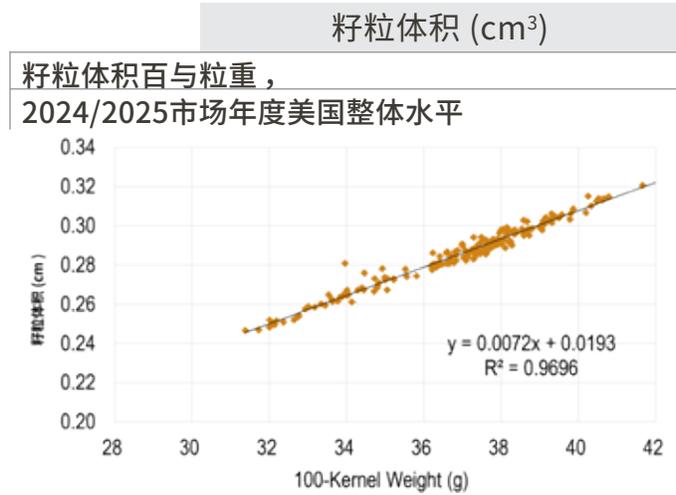
- 2024/2025年度, 美国整体平均籽粒体积 (0.29 cm³) 与2023/2024年度 (0.28 cm³) 相近, 但显著高于2022/2023年度、5年平均值及10年平均值 (均为0.28 cm³)。
- 籽粒体积范围 (0.25-0.33 cm³) 与2023/2024年度 (0.21-0.32 cm³) 及2022/2023年度 (0.22-0.32 cm³) 相近。
- 籽粒体积标准差 (0.01 cm³) 低于2023/2024年度 (0.02 cm³), 与2022/2023年度、5年及10年均值持平。
- 出口阶段平均籽粒体积 (0.29 cm³) 与2024年收获期 (0.29 cm³) 相同。

美国整体结果概要

籽粒体积 (cm³)

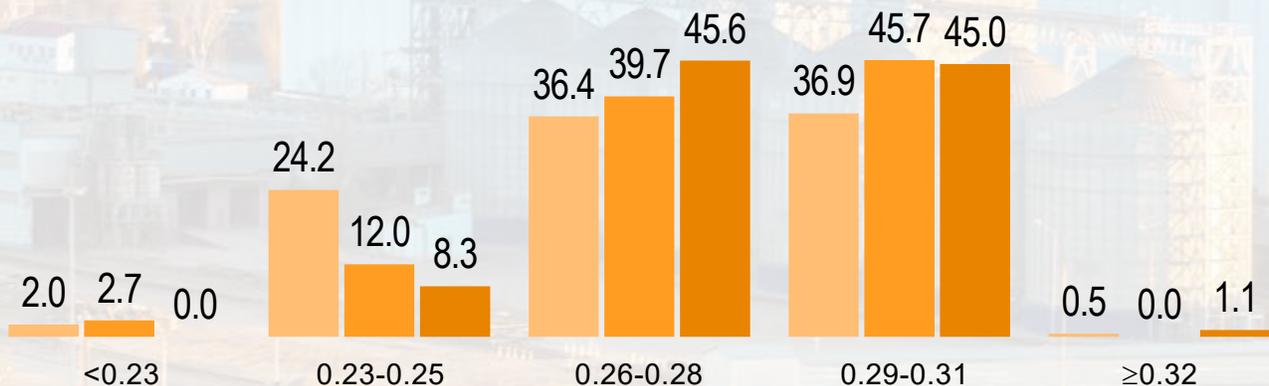


- 2024/2025年度, 太平洋西北集散区的平均籽粒体积 (0.26 cm^3) 小于墨西哥湾和南部铁路集散区 (均为 0.29 cm^3)。在三个出口集散区内, 太平洋西北集散区的籽粒体积在过去4年、5年及10年, 一直处于最低水平。
- 2024/2025年度出口样品中, 46.1%的籽粒体积达到或高于 0.29 cm^3 ; 相比之下, 2023/2024年度为45.7%, 2022/2023年度为37.4%。
- 如图所示, 2024/2025年度出口样品中籽粒体积与百粒重呈正相关 (相关系数为0.98), 表明籽粒体积越大, 百粒重越高。



各市场年度的样品百分比

■ 22/23年度 ■ 23/24年度 ■ 24/25年度



籽粒真实密度

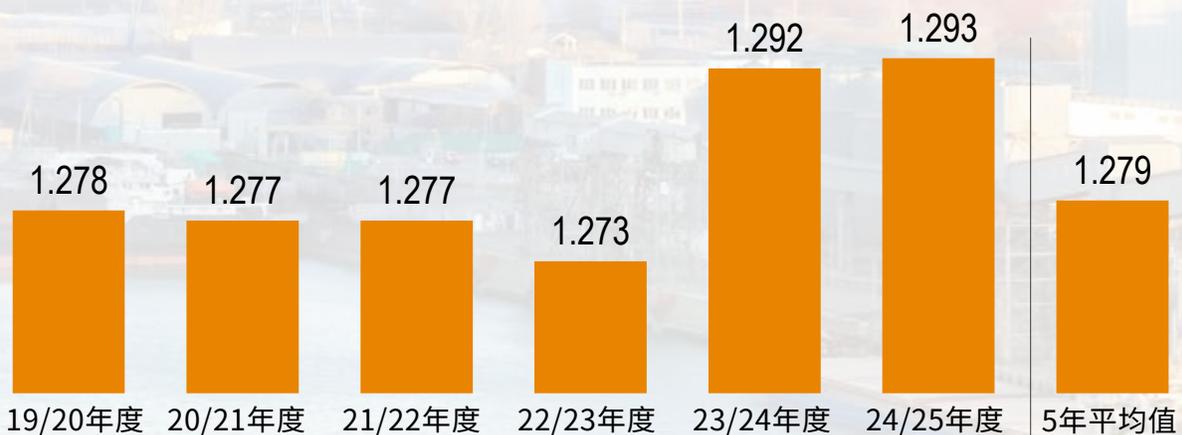
籽粒真实密度的计算方法是用百粒玉米样品的重量除以该样品的体积或容积,以克/立方厘米 (g/cm^3) 表示。真实密度是籽粒硬度的相对指标,对碱法和干磨加工企业具有重要参考价值。真实密度受玉米杂交品种和生长环境影响。高密度玉米在储运过程中更不易破碎,但若采用高温干燥则更易产生应力裂纹。真实密度高于 $1.30 \text{ g}/\text{cm}^3$ 表明玉米硬度很高,通常适合干磨和碱法加工;接近或低于 $1.275 \text{ g}/\text{cm}^3$ 的玉米质地较软,但更适用于湿磨和饲料用途。

结果

- 2024/2025年度,出口样品的美国整体真实密度 ($1.293 \text{ g}/\text{cm}^3$) 与2023/2024年度 ($1.292 \text{ g}/\text{cm}^3$) 相近,但高于2022/2023年度 ($1.273 \text{ g}/\text{cm}^3$)、5年平均值 ($1.279 \text{ g}/\text{cm}^3$) 及10年平均值 ($1.283 \text{ g}/\text{cm}^3$)。
- 2024/2025年度,出口样品的真实密度 ($1.293 \text{ g}/\text{cm}^3$) 高于2024年收获样品 ($1.265 \text{ g}/\text{cm}^3$)。

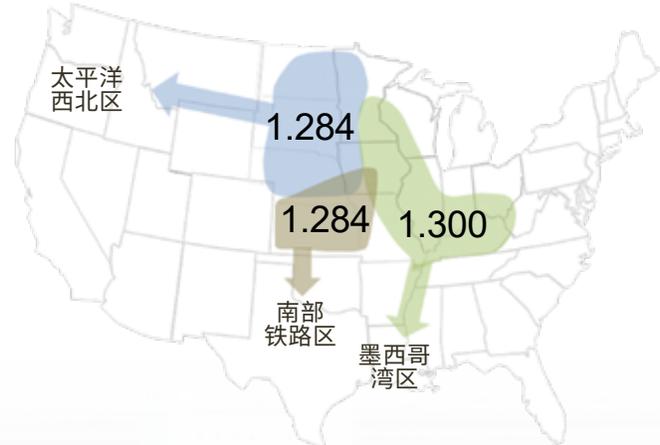
美国整体结果概要

真实密度(g/cm^3)



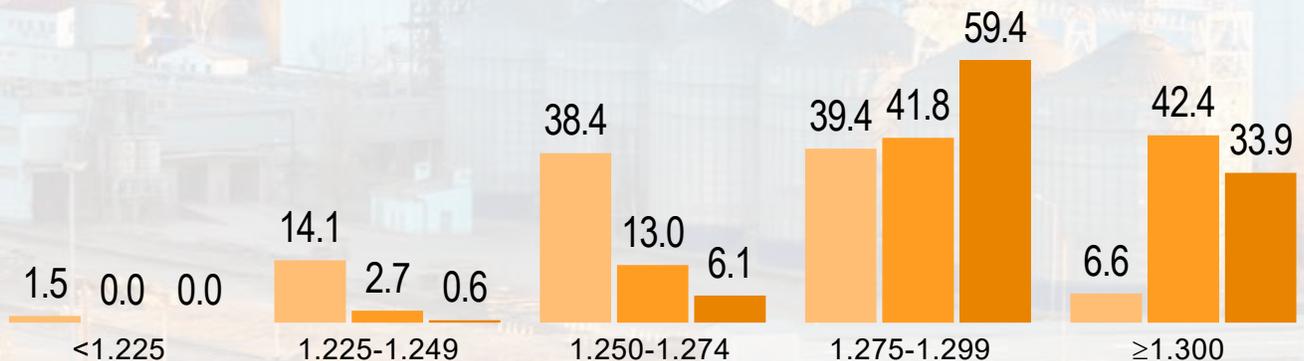
- 2024/2025年度, 出口样品的真实密度区间(1.248至1.320 g/cm³)与2024年收获样品(11.203 至1.325 g/cm³) 更小。同样, 本年度出口样品的标准偏差(0.009 g/cm³)显著低于2023年收获样品的标准偏差(0.022 g/cm³)。
- 2024/2025年度, 93.3%的出口样品真实密度达到或高于1.275 g/cm³, 相比之下, 2023/2024年度为84.2%, 2022/2023年度为46.0%。这表明, 相较于前两年, 本年度样品中含有更多的高密度籽粒。
- 在三大出口集散区内, 墨西哥湾区的平均真实密度为1.300 g/cm³, 太平洋西北区为1.284 g/cm³, 南部铁路区为1.284 g/cm³。过去4年、5年及10年平均值均显示, 太平洋西北区的真实密度一直处于最低水平。

真实密度(g/cm³)
2024/2025 年度, 各出口集散区的平均值



各市场年度的样品百分比

■ 22/23年度 ■ 23/24年度 ■ 24/25年度



整粒率

整粒率检测测量的是样品中种皮完好、无破损的完整籽粒百分比。玉米籽粒的外部完整性非常重要，主要原因有二个：首先，它影响碱法蒸煮和浸泡工序中的水分吸收。表皮破损或种皮开裂的籽粒比完整籽粒吸水更快。蒸煮过程中吸水过多会导致可溶物流失、蒸煮不均、代价昂贵的停产损失或产品不达标。部分公司会为达到特定整粒率标准的玉米支付合约溢价。

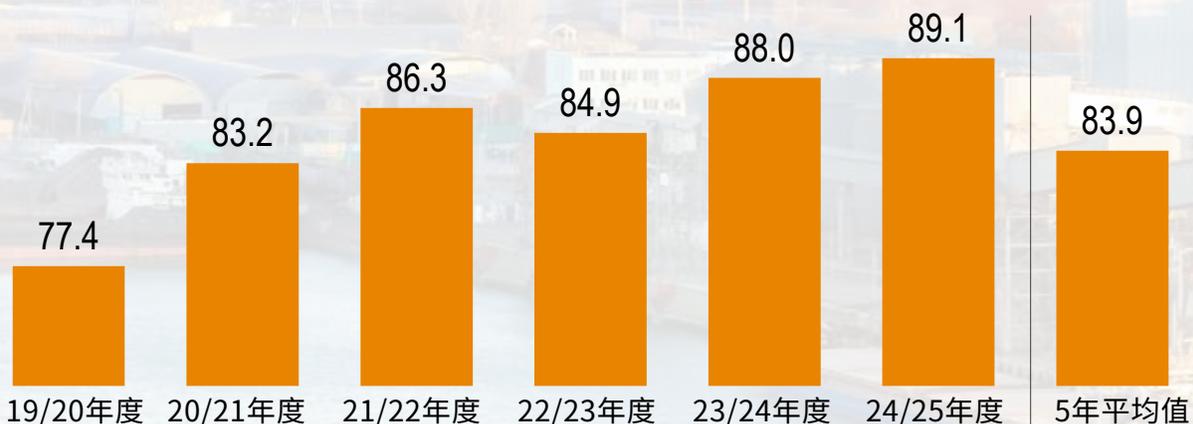
其次，完整的整粒玉米在储存过程中不易发霉，且在运输过程中更不易破损。虽然角质胚乳玉米比软质胚乳玉米更能保持籽粒的完整性，但影响整粒率的主要因素是收获和运输。首先要正确调试联合收割机，其次要尽量减少输送机对籽粒造成的撞击，以及从农田到终端用户所需的转运次数。每次转运都会造成更多的籽粒破损。当水分降低、卸货高度增加以及籽粒落速冲击提高时，玉米籽粒的实际破损量会呈指数级增长¹。此外，收获时如果水分含量偏高（如超过25%），通常会导致种皮软化，比低水分收获时造成更多种皮损伤。

结果

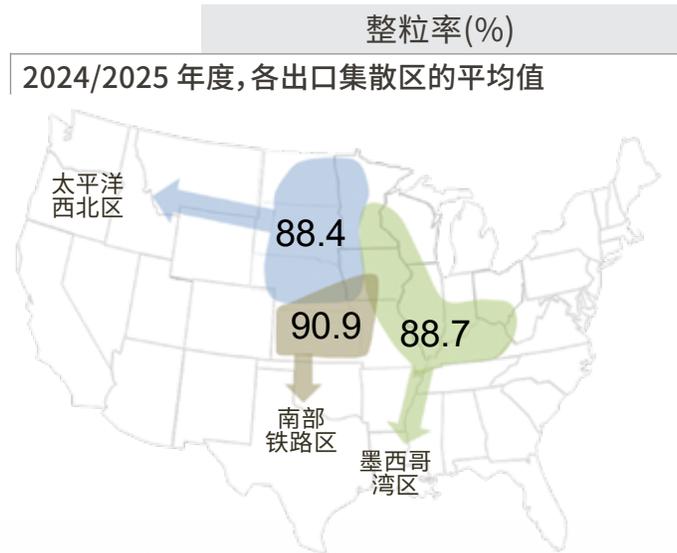
- 2024/2025年度，美国整体平均整粒率(89.1%)高于2023/2024年度(88.0%)、2022/2023年度(84.9%)、5年平均值(83.9%)和10年平均值(85.5%)。

整粒率 (%)

美国整体结果概要

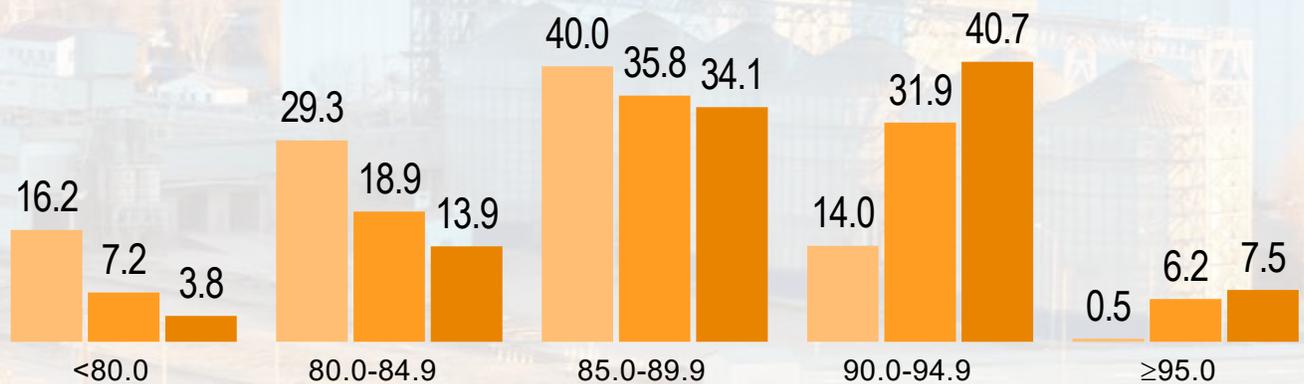


- 2024/2025年度, 出口玉米平均整粒率(89.1%)低于收获阶段(93.1%)。出口的5年平均(83.9%)也低于收获的5年平均(91.8%)。
- 过去4年及5年、10年平均显示, 出口阶段整粒率比收获阶段低3.1至9.3个百分点。这种差异主要源于出口运输过程中的多次转运。
- 2024/2025年度, 出口样品的整粒率范围为67.8%至97.8%, 标准差为4.4%。
- 与墨西哥湾集散区(88.7%)和南部铁路集散区(90.9%)相比, 太平洋西北集散区的平均整粒率(88.4%)在2024/2025年度、过去2年、5年及10年期间一直处于最低水平。
- 2024/2025年度出口样品中, 整粒率大于或等于85%的出口样品占82.3%, 而2023/2024年度为73.9%, 2022/2023年度为54.5%。



美国整体结果概要

■ 22/23年度 ■ 23/24年度 ■ 24/25年度



角质(硬质)胚乳

角质(硬质)胚乳检测是测量籽粒中角质或硬质胚乳占总胚乳的百分比,其数值范围在70%至100%之间。相对于软质胚乳,角质胚乳含量越高,玉米籽粒硬度越大。硬度的重要性取决于加工类型。硬质玉米适合干磨法,可以产出较多的大颗粒玉米糝。硬质和中等硬度的玉米适合碱法蒸煮。硬度中等和软质玉米适合湿法加工和禽畜饲养。

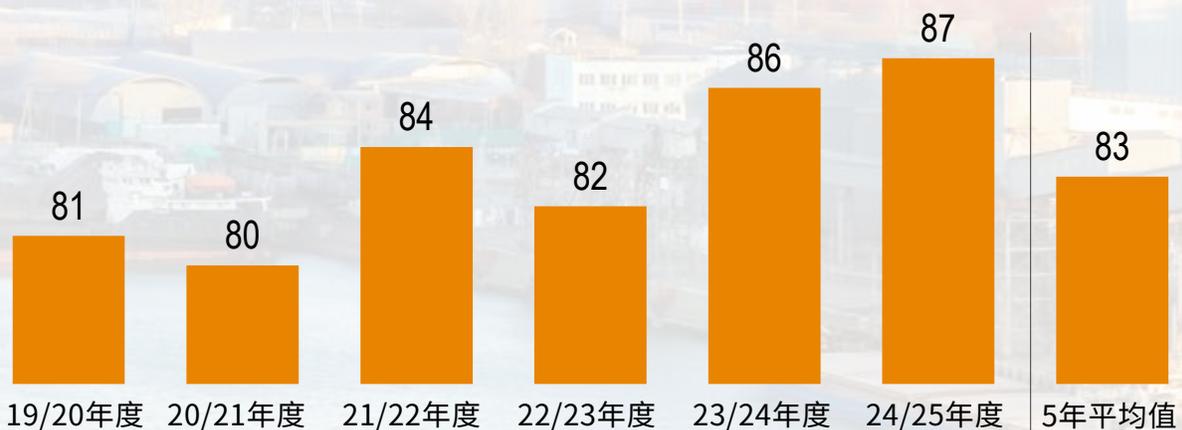
硬度与破碎敏感性、饲料利用率/效率和淀粉消化率相关。作为整体硬度的检测指标,角质胚乳含量本身没有好坏之分,只是不同终端用户对特定范围有偏好。许多干磨加工和碱法蒸煮企业偏好角质胚乳含量大于85%,而湿磨加工和饲料企业通常偏好70%至85%之间的数值。当然,用户偏好也存在例外情况。

结果

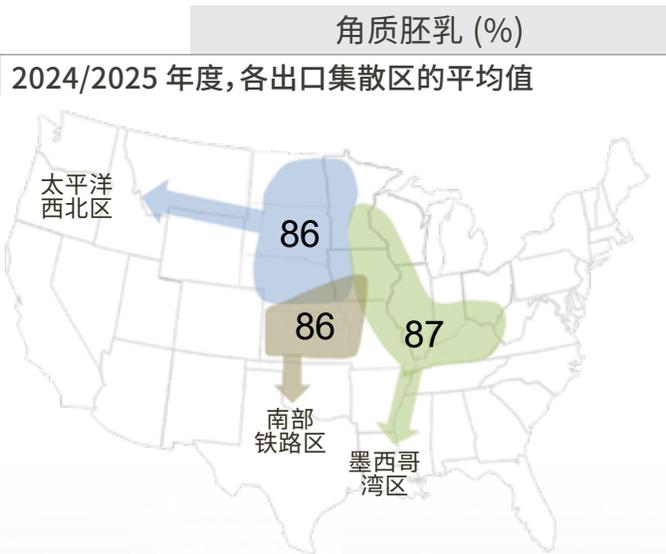
- 2024/2025年度,美国整体角质胚乳含量(87%)高于2023/2024年度(86%)、2022/2023年度(82%)、5年均值(83%)和10年均值(82%)
- 出口阶段的角质胚乳含量(87%)高于收获阶段(85%)。

角质胚乳含量(%)

美国整体结果概要

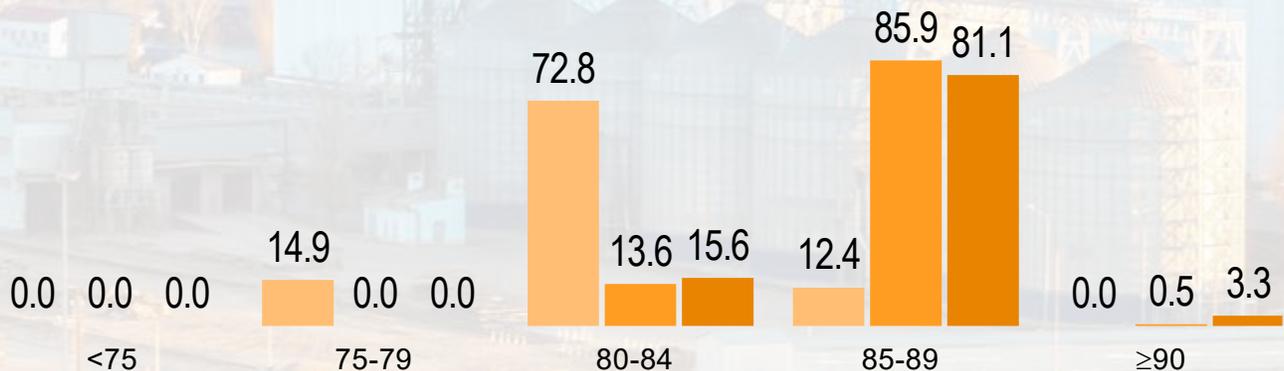


- 与2024年收获的样品相比, 2024/2025年出口样品的角质胚乳百分比更均匀, 出口时的标准偏差 (2%) 低于收获时的标准偏差 (3%)。
- 出口样品的角质胚乳含量范围(81%至92%)小于收获样品(77%至92%)。这一均匀度提升的趋势在过去2年、5年及10年平均值中同样存在。
- 墨西哥湾区的角质胚乳含量为87%, 太平洋西北区和南部铁路区均为86%。
- 2024/2025年度, 100.0%的出口样品的角质胚乳含量达到或高于80%, 2023/2024年度同样为100.0%, 而2022/2023年度仅为85.2%。



各市场年度的样品百分比

■ 22/23年度 ■ 23/24年度 ■ 24/25年度



总结:物理指标

2024/2025 出口货物						2023/2024 出口货物						2022/2023 出口货物					
	样品数量	平均值	标准差	最小值	最大值	样品数量	平均值	标准差	最小值	最大值	样品数量	平均值	标准差	最小值	最大值		
美国整体						美国整体						美国整体					
应力裂纹 (%)	425	11.6	7.0	0	51	433	16.3*	8.5	0	47	459	8.6*	5.1	0	44		
百粒重(g)	180	36.95	1.38	31.38	42.24	184	36.72	2.44	26.24	41.83	198	35.61*	1.79	28.22	40.94		
籽粒体积 (cm ³)	180	0.29	0.01	0.25	0.33	184	0.28	0.02	0.21	0.32	198	0.28*	0.01	0.22	0.32		
真实密度 (g/cm ³)	180	1.293	0.009	1.248	1.320	184	1.292	0.011	1.244	1.319	198	1.273*	0.015	1.219	1.312		
整粒率 (%)	425	89.1	4.4	67.8	97.8	433	88.0*	4.4	69.8	99.6	437	84.9*	4.7	62.2	96.0		
角质胚乳 (%)	180	87	2	81	92	184	86*	1	83	90	202	82*	2	78	88		
墨西哥湾区						墨西哥湾区						墨西哥湾区					
应力裂纹 (%)	247	11.7	6.0	1	37	246	17.5*	9.1	4	47	240	8.3*	5.5	1	44		
百粒重(g)	108	37.89	1.31	34.14	42.24	108	37.99	2.16	31.77	41.83	103	37.63	1.66	33.26	40.94		
籽粒体积 (cm ³)	108	0.29	0.01	0.26	0.33	108	0.29	0.02	0.25	0.32	103	0.29	0.01	0.27	0.32		
真实密度 (g/cm ³)	108	1.300	0.009	1.272	1.320	108	1.300	0.008	1.277	1.319	103	1.282*	0.014	1.244	1.312		
整粒率 (%)	247	88.7	4.5	67.8	97.8	246	88.0*	4.2	73.6	99.6	241	85.2*	4.0	73.6	94.0		
角质胚乳 (%)	108	87	2	81	92	108	86*	1	83	90	107	83*	2	79	88		
太平洋西北区						太平洋西北区						太平洋西北区					
应力裂纹 (%) ¹	92	14.2	10.5	1	42	102	17.5*	7.8	3	40	138	7.7*	4.0	0	22		
百粒重(g)	36	33.55	1.04	31.38	35.05	37	33.12	2.89	26.24	37.13	57	31.14*	1.52	28.22	34.78		
籽粒体积 (cm ³)	36	0.26	0.01	0.25	0.28	37	0.26	0.02	0.21	0.29	57	0.25*	0.01	0.22	0.28		
真实密度 (g/cm ³)	36	1.284	0.008	1.266	1.311	37	1.279	0.015	1.244	1.305	57	1.252*	0.017	1.219	1.306		
整粒率 (%)	92	88.4	4.6	78.6	96.8	102	84.3*	5.5	69.8	96.2	136	81.9*	6.4	62.2	94.2		
角质胚乳 (%)	36	86	2	81	88	37	86	0	85	87	57	82*	2	78	86		
南部铁路区						南部铁路区						南部铁路区					
应力裂纹 (%) ¹	86	8.8	6.7	0	51	85	11.5*	7.1	0	39	81	11.0*	5.7	0	28		
百粒重(g)	36	37.50	1.92	32.14	40.78	39	36.70	2.83	30.75	40.54	38	35.85*	2.60	29.46	40.60		
籽粒体积 (cm ³)	36	0.29	0.01	0.25	0.32	39	0.29	0.02	0.25	0.31	38	0.28*	0.02	0.24	0.31		
真实密度 (g/cm ³)	36	1.284	0.012	1.248	1.305	39	1.282	0.018	1.244	1.309	38	1.273*	0.016	1.234	1.300		
整粒率 (%)	86	90.9	3.9	79.2	97.6	85	91.8	3.6	83.0	98.8	60	88.3*	4.4	75.8	96.0		
角质胚乳 (%)	36	86	2	81	90	39	86	1	84	88	38	81*	2	78	86		

* 表示该平均值与当年出口货物的平均值存在显著差异(基于95%置信水平的双尾t检验)。

¹ 预测整体平均值的相对误差幅度超过10.0%

总结:物理指标

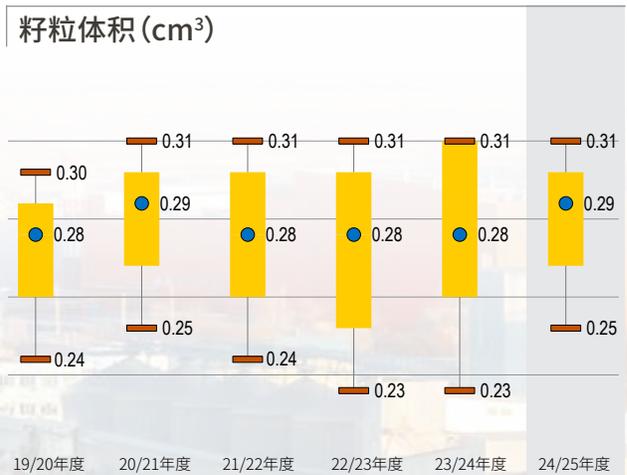
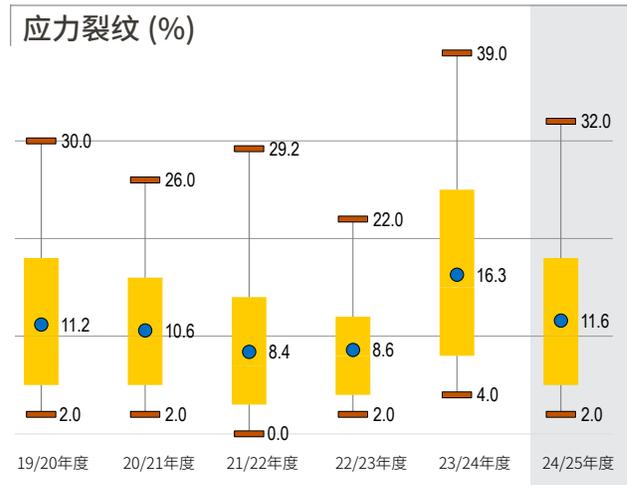
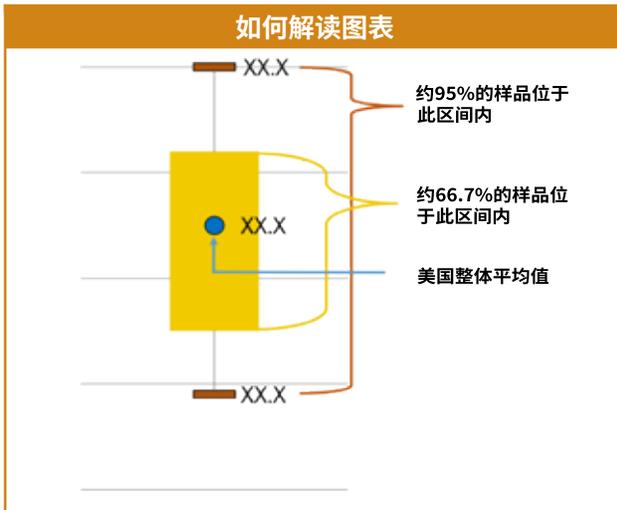
5 年平均值 (19/2年度0-23/24年度)				10年平均值 (14/15年度-23/24年度)			2024 收获样品				
	样品 数量	平均值	标准 差	样品 数量	平均值	标准 差	样品 数量 ¹	平均 值	标准 差	最小 值	最大 值
美国整体				美国整体			美国整体				
应力裂纹(%)	2,194	11.0*	6.5	4,309	9.6*	5.8	620	9.3**	9.4	0	82
百粒重(g)	1,176	36.17*	1.75	3,291	35.91*	1.69	182	36.66	4.33	23.60	47.20
籽粒体积(cm ³)	1,176	0.28*	0.01	3,291	0.28*	0.01	182	0.29	0.03	0.19	0.37
真实密度(g/cm ³)	1,176	1.279*	0.012	3,291	1.283*	0.012	182	1.265**	0.022	1.203	1.325
整粒率(%)	2,172	83.9*	5.2	4,287	85.5*	4.8	620	93.1**	3.6	49.8	99.6
角质胚乳(%)	928	83*	2	3,043	82*	2	182	85**	3	77	92
墨西哥湾区				墨西哥湾区			墨西哥湾区				
应力裂纹(%)	1,220	11.1	6.3	2,613	9.4*	5.5	597	9.8**	10.4	0	82
百粒重(g)	653	37.63	1.62	2,046	37.10*	1.59	172	37.99	4.31	23.60	47.20
籽粒体积(cm ³)	653	0.29	0.01	2,046	0.29*	0.01	172	0.3**	0.03	0.19	0.37
真实密度(g/cm ³)	653	1.288*	0.010	2,046	1.289*	0.010	172	1.267**	0.022	1.203	1.325
整粒率(%)	1,221	84.6*	4.9	2,614	86.0*	4.6	597	92.8**	3.8	49.8	99.6
角质胚乳(%)	517	83*	2	1,910	82*	2	172	85**	3	77	92
太平洋西北区				太平洋西北区			太平洋西北区				
应力裂纹(%)	583	12.3	6.5	1,033	11.7*	6.3	239	9.2**	8.1	0	78
百粒重(g)	307	32.72*	1.83	757	32.56*	1.88	73	33.46	2.88	26.20	41.70
籽粒体积(cm ³)	307	0.26	0.01	757	0.26*	0.01	73	0.27	0.02	0.21	0.33
真实密度(g/cm ³)	307	1.263*	0.015	757	1.270*	0.014	73	1.254**	0.018	1.221	1.298
整粒率(%)	581	79.8*	6.3	1,031	82.7*	5.6	239	93.6**	3.3	69.0	99.0
角质胚乳(%)	237	82*	2	687	81*	2	73	84**	3	77	92
南部铁路区				南部铁路区			南部铁路区				
应力裂纹(%)	391	9.2	7.3	663	7.4	6.0	351	8.2	8.0	0	78
百粒重(g)	216	36.35*	2.09	488	36.30*	1.85	97	36.01**	4.46	23.60	47.20
籽粒体积(cm ³)	216	0.29*	0.02	488	0.28*	0.01	97	0.28**	0.03	0.19	0.37
真实密度(g/cm ³)	216	1.274*	0.016	488	1.279*	0.013	97	1.270**	0.020	1.203	1.313
整粒率(%)	370	87.8*	4.9	642	88.1*	4.4	351	93.6**	3.1	49.8	99.6
角质胚乳(%)	174	83*	2	446	82*	2	97	86	3	77	92

* 表示该平均值与当年出口货物的平均值存在显著差异(基于95%置信水平的双尾t检验)。

** 表示当年出口货物平均值与当年收获样品平均值存在显著差异(基于95%置信水平的双尾t检验)。

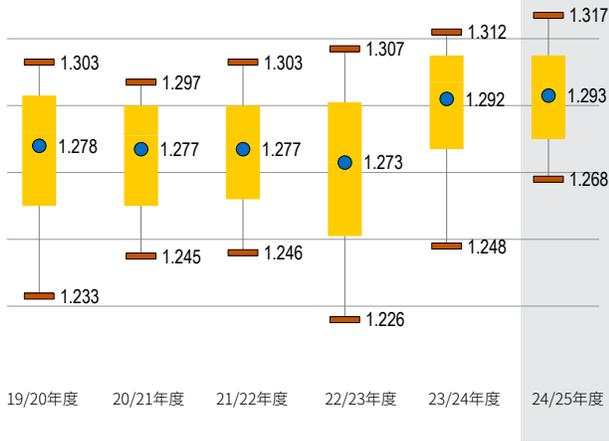
¹ 由于各出口集散区的检测结果为综合统计数据,三个集散区的样品数量总和大于美国整体汇总值。

**物理指标
六年整体情况比较**



物理指标 六年整体情况比较

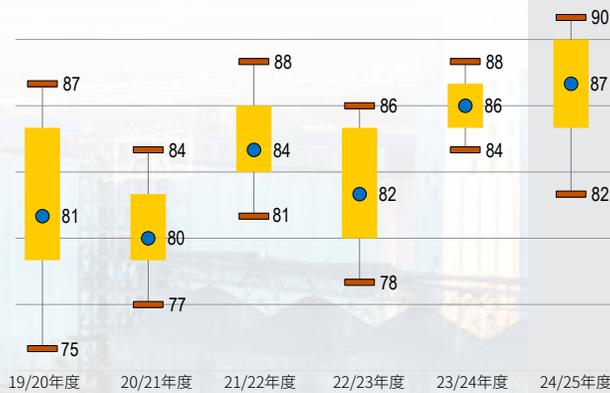
真实密度 (g/cm³)



整粒率 (%)



角质胚乳 (%)



D. 霉菌毒素

霉菌毒素是由谷物中自然存在的真菌产生的有毒化合物。摄入量过高时，会导致人和动物患病。玉米中已发现多种霉菌毒素，其中黄曲霉毒素、呕吐毒素 (DON) 和伏马菌素被视为三大主要霉菌毒素。

在连续十四年的《出口货物报告》中，我们持续对出口样品进行黄曲霉毒素和呕吐毒素检测。从《2019/2020出口货物报告》开始，新增伏马菌素被列入检测清单。《2021/2022出口货物报告》在保留上述三项检测的基础上，新增了对赭曲霉毒素A、T-2毒素和玉米赤霉烯酮的检测，本《2024/2025出口货物报告》延续该检测方案。

不同年份中，玉米生产和储存的环境条件可能促进或抑制特定霉菌毒素的滋生，进而影响其作为食品或饲料的安全性。人与牲畜对霉菌毒素的敏感阈值各异，因此美国食品药品监督管理局 (FDA) 按用途分别制定了黄曲霉毒素的"行动阈值"以及呕吐毒素和伏马毒素的"建议阈值"。

行动阈值规定了污染物含量的最高限值。当产品检测值超过行动阈值时，FDA有权依据充分的科学数据，启动监管或司法程序。经有效方法检测超标的进口或国产饲料添加剂，将被视为掺假产品并可能被FDA查扣、禁止跨州流通。

建议阈值是FDA基于安全边际制定的行业指导值，旨在保障人畜健康。虽然FDA保留监管权，但执行处罚并非设置建议限量的主要目的。更多信息可参阅美国国家谷物饲料协会 (NGFA) 发布的《美国食品及药品监督局霉菌毒素监管指南》：

https://drive.google.com/file/d/1tqeS5_eOtsRmxZ5RrTnYu7NClr896KGX/view

下表列出了《2024/2025年度出口货物报告》中六种霉菌毒素检测所使用的试剂盒信息, 包括各毒素的最低报告值和试剂盒检测限。检测限是判断样品中是否含有可检出霉菌毒素的阈值。更多关于霉菌毒素检测方法的详细信息, 请参阅本报告"检测分析方法"章节。

霉菌毒素	出口货物最低报告水平	霉菌毒素检测试剂盒 (EnviroLogix)	试剂盒检测限
黄曲霉毒素	5.0 ppb	AQ 309 BG	2.7 ppb
呕吐毒素	1.5 ppm	AQ 304 BG	0.1 ppm
伏马菌素	5.0 ppm	AQ 411 BG	0.1 ppm
赭曲霉毒素 A	5.0 ppb	AQ 113 BG	1.5 ppb
T-2毒素	1.5 ppm	AQ 314 BG	50 ppb
玉米赤霉烯酮	1.5 ppm	AQ 412 BG	50 ppb

来源: www.envirologix.com

黄曲霉毒素

玉米中最主要的霉菌毒素是黄曲霉毒素，不同种类的曲霉属菌会产生不同类型的黄曲霉毒素，其中最主要的是黄曲霉 (*A. flavus*)。这种真菌的生长和黄曲霉毒素污染可能发生在收获前的田间或储存期间，但收获前的污染被认为是导致黄曲霉毒素相关问题的主要原因。黄曲霉在炎热干燥的环境条件下或长期干旱的地区生长较好，在美国南部高温干燥地区可能造成严重问题。该真菌通常只侵染穗上的少数籽粒，常通过昆虫造成的伤口进入籽粒内部，在干旱条件下也会通过花丝进入单个籽粒。

食品中自然存在的黄曲霉毒素有四种：B1、B2、G1和G2，通常统称为“黄曲霉毒素”或“总黄曲霉毒素”。其中B1是食品和饲料中最常见且毒性最强的黄曲霉毒素，研究表明B1是动物体内自然存在的一种强致癌物，与人类的患癌率密切相关。此外，奶牛会将黄曲霉毒素代谢为另一种形式——黄曲霉毒素M1，可能蓄积在牛奶中。

黄曲霉毒素对人类和动物的毒性主要表现为对肝脏的攻击。短期摄入高剂量或长期摄入低剂量受污染谷物都可能导致中毒，对最敏感的禽类可能致命。家畜可能出现饲料转化率下降或繁殖障碍，人类和动物的免疫系统也可能因摄入黄曲霉毒素而受到抑制。

FDA针对人类饮用牛奶中的黄曲霉毒素M1及人类食品、谷物和牲畜饲料中的黄曲霉毒素含量制定了行动阈值，单位为十亿分之一 (ppb) (见下表)。

黄曲霉毒素行动阈值	标准
20.0 ppb	奶畜、各年龄段宠物、幼畜 (含幼禽) 及其他动物
100.0 ppb	种用肉牛、种猪及成年家禽
200.0 ppb	100磅及以上的育肥猪
300.0 ppb	育肥肉牛

来源: www.ngfa.org

更多信息参见美国国家谷物饲料协会《FDA霉菌毒素监管指南》

https://drive.google.com/file/d/1tqeS5_eOtsRmxZ5RrTnYu7NCI896KGX/view

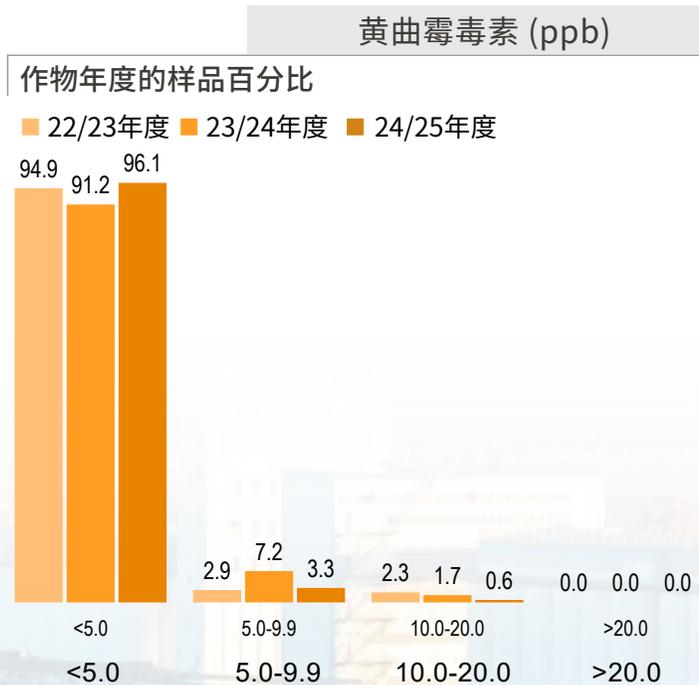
FDA还制定了关于超标玉米做混合的政策法规。总体而言，FDA不允许通过混合方式降低黄曲霉毒素含量的玉米进入常规的市场流通。

根据美国联邦法，出口玉米必须进行黄曲霉毒素检测。除非合同另有豁免条款，否则检测必须由联邦 谷物检验局 (FGIS) 执行。除非符合其他严格条件，超过FDA 20.0 ppb行动阈值的玉米不得出口。因此，出口谷物中的黄曲霉毒素含量普遍较低。

结果

根据《2023/2024 年出口货物报告》的编制需要，FGIS对180 份出口样品进行了黄曲霉毒素检测。检测基于USDA FGIS设定的"最低可接受含量 (Lower Conformance Level, LCL)"为标准，判断和明确样品中是否含有可检出水平的黄曲霉毒素。本年度FGIS核准的检测试剂盒的LCL为 5.0 ppb，即黄曲霉毒素的最低可接受含量为 5.0 ppb。2024/2025年度检测结果如下：

- 在 180份样品中，173个样品 (96.1%) 未检测到黄曲霉毒素 (低于FGIS的LCL 5.0 ppb)。这一比例高于2023/2024年度 (91.2%) 和2022/2023年度 (94.9%)。
- 6个样品 (3.3%) 的黄曲霉毒素含量大于或等于5.0 ppb，但低于10.0 ppb，低于2023/2024年度 (7.2%) 和高于2022/2023年度 (2.9%)。
- 1份样品 (0.6%) 的黄曲霉毒素含量大于或等于 10.0ppb，但低于或等于 FDA的20.0ppb行动阈值。该比例低于2023/2024年度 (1.7%) 和2022/2023年度 (2.3%)。
- 在180个样本中，没有样品 (0.0%) 黄曲霉毒素含量超过FDA的20.0ppb行动限值，和2023/2024年度 (0.0%) 及 2022/2023年度 (0.0%) 一致。



与过去两年情况一样，2024/2025年度的黄曲霉毒素检测结果可能反映了2024年生长季节的气候条件不利于黄曲霉毒素的形成。

脱氧雪腐镰刀菌烯醇 (DON 或呕吐毒素)

呕吐毒素 (DON) 是一些玉米进口商关注的另一种霉菌毒素, 由特定类型的镰刀菌属 (主要是禾谷镰刀菌) 产生, 该菌还会引发赤霉病 (红穗腐病)。赤霉菌在花期遇凉爽潮湿天气时易滋生, 通过花丝侵入果穗, 除产生呕吐毒素外, 还会导致籽粒明显变红。若玉米长时间滞留田间未及时收获, 该菌会继续生长造成穗腐, 因此赤霉菌导致的霉菌毒素污染常与收获过度延迟或高水分储存有关。

呕吐毒素主要影响单胃动物, 可能刺激口腔和咽喉, 导致拒食、增重缓慢、腹泻、嗜睡及肠道出血, 还可能抑制免疫系统, 增加罹患传染性疾病风险。

FDA已发布了呕吐毒素的建议限值, 单位为百万分之一 (ppm)。针对含玉米的产品, 建议限值如下:

DON 建议限值	标准
5.0 ppm	生猪 (不超过日粮的20%)
5.0 ppm	其他未列明动物 (不超过日粮的40%)
10.0 ppm	鸡 (不超过日粮的50%)
10.0 ppm	四月龄以上肉牛/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》, 读者可以通过访问 https://drive.google.com/file/d/1tqeS5_eOtsRmxZ5RrTnYu7NClr896KGX/view 阅读指南全文。

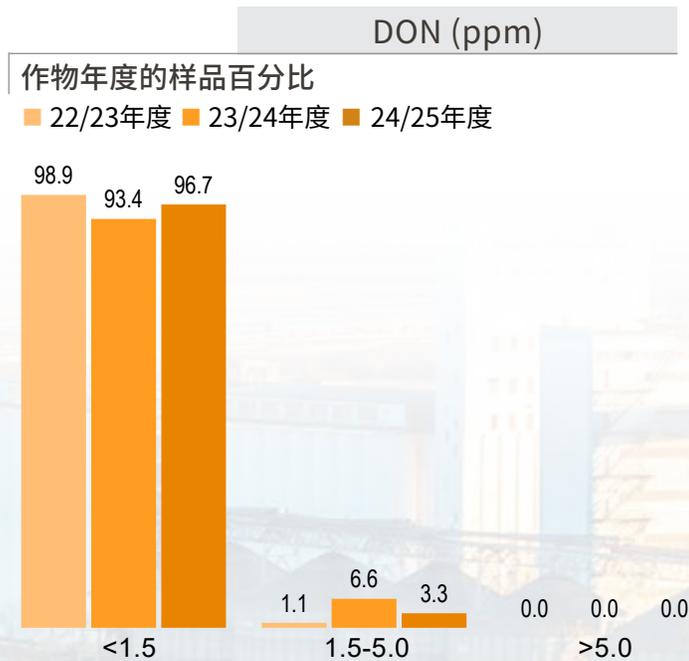
联邦谷物检验局 (FGIS) 不强制检测出口玉米的呕吐毒素 (DON) 含量, 但可根据买方要求进行定性或定量检测。

结果

《2024/2025年度出口货物报告》对 180份出口样品进行了呕吐毒素检测，结果如下：

- 180份样品中，174份样品 (96.7%) 的呕吐毒素含量低于1.5 ppm，该比例高于2023/2024年度 (93.4%)，略低于2022/2023年度 (98.9%)。
- 180份样品中，6份样品 (3.3%) 的呕吐毒素含量大于或等于1.5ppm，但是低于5.0ppm。该比例低于2023/2024年度 (6.6%)，高于2022/2023年度 (1.1%)。
- 181份样品中，0 份样品 (0.0%) 的呕吐毒素含量超过 FDA 的建议限值 (5.0ppm)，与前两年一样。

在连续三年的市场年度中，所有出口样品均未超过FDA的建议限值 (5.0 ppm)。这些结果表明生长季气候条件极佳，不利于呕吐毒素污染的形成。



伏马菌素

伏马菌素是一种自然存在的霉菌毒素，主要存在于谷物中，常见于玉米。与黄曲霉毒素和呕吐毒素 (DON) 相比，伏马菌素是近期发现的毒素，由镰刀菌属的多种真菌产生。伏马菌素家族包括伏马菌素B1、B2和B3，其中B1最多，约占三种伏马菌素总量的70%至80%。伏马菌素的主要问题是饲料污染，尤其对马匹和猪只有害。真菌和伏马菌素的形成主要发生在收获前，昆虫作为致伤媒介在污染过程中起重要作用。温度和降雨条件与真菌滋生及伏马菌素污染相关，通常与植物逆境、虫害、干旱和土壤湿度有关。2001年，FDA发布了玉米食品和饲料中三种伏马菌素的总含量指导限值，以降低人畜暴露风险。FDA建议限量如下：

伏马菌素建议限值	标准
5.0 ppm	马科动物 (即马) 和兔类 (不超过日粮的20%)
20.0 ppm	猪和鲑鱼 (不超过日粮的50%)
30.0 ppm	种用的反刍动物、家禽和貂类 (不超过日粮的50%)
60.0 ppm	三月龄以上的肉用反刍动物以及用于生产皮毛的貂 (不超过日粮的50%)
100.0 ppm	肉禽 (不超过日粮的50%)
10.0 ppm	所有其他未列出的动物 (不超过日粮的50%)

来源: www.ngfa.org

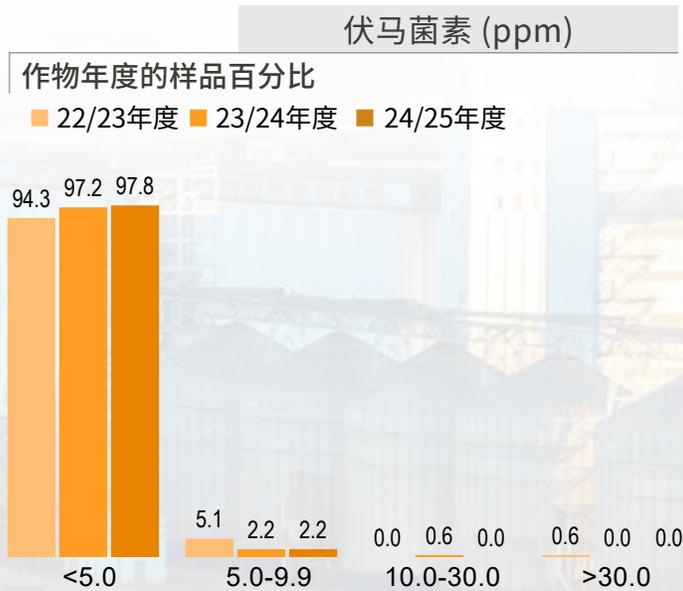
如需更多信息，请参阅国家谷物和饲料协会发布的《美国食品药品监督管理局霉菌毒素监管指南》，读者可以通过访问 https://drive.google.com/file/d/1tqeS5_eOtsRmxZ5RrTnYu7NC1r896KGX/view 阅读指南全文。

结果

在2024/2025年度报告中, 共对180份样品进行了伏马菌素检测。这是第六年对调查样品进行伏马菌素测试。2024/2025年度的检测结果如下:

- 180份样品中, 176份样品 (97.8%) 的伏马菌素含量低于5.0ppm, 这是动物 (马科动物和兔类) 的最低建议限值, 该比例高于2023/2024年度 (97.2%) 和2022/2023年度 (94.3%)。
- 180份样品中, 4份样品 (2.2%) 的伏马菌素含量大于或等于5.0 ppm, 但低于10.0ppm, 该比例与2023/2024年度相同, 低于2022/2023年度 (5.1%)。
- 180份样品中, 没有样品 (0%) 的伏马菌素含量大于或等于10.0 ppm、不超过30.0ppm, 该比例低于2023/2024年度 (0.6%), 与2022/2023年度 (0.0%) 相同。
- 180份样品中, 没有任何样品 (0%) 的伏马菌素含量超过30.0ppm, 这是针对种用反刍动物、家禽和貂的建议限值。该比例与2023/2024年度相同, 低于2022/2023年度 (0.6%)。

2024/2025年度的所有检测结果均低于30.0 ppm, 这表明2024年的生长季节天气条件可能不利于霉菌生长和伏马菌素的形成。



赭曲霉毒素A

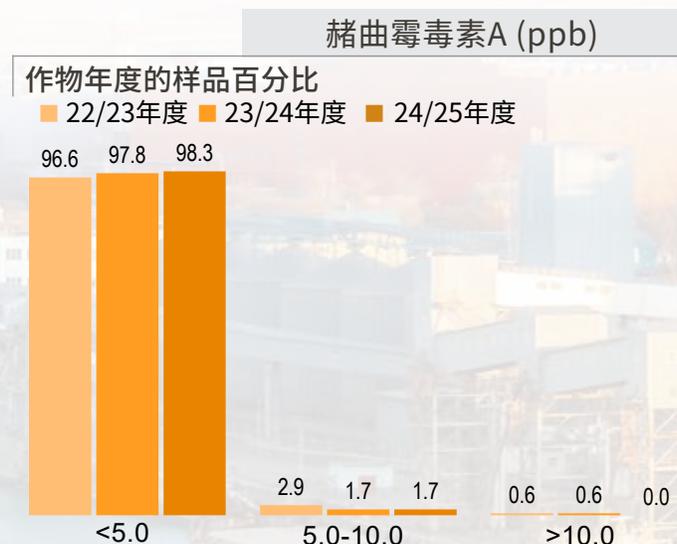
赭曲霉毒素是由疣孢青霉和赭曲霉等多种真菌产生的有害霉菌毒素，可污染谷物、禾谷类及其他多种食品。在这些产品中，谷物和禾谷类在赭曲霉毒素摄入来源中占50%–80%。真菌能够产生赭曲霉毒素A、B和C，但赭曲霉毒素A产量最高。赭曲霉毒素A虽然能在田间至储存的全生产链上产生，但主要还是在储存环节产生。当谷物在温度较高(>20°C)、湿度较高(>14%)或未充分干燥的条件下储存时，易受这些真菌的污染，进而产生赭曲霉毒素。此外，机械损伤、物理破损或虫害也会为真菌侵入创造条件。真菌最初在谷物中生长时，会通过新陈代谢形成充分的水分，以便进一步生成霉菌毒素。鉴于谷物及禾谷类产品是人类饮食的重要组成部分，许多国家已针对未加工谷物的赭曲霉毒素A含量设定了最大限值。欧盟委员会已将未加工谷物的赭曲霉毒素A最大含量限值设定为5.0 ppb。FDA没有发布关于赭曲霉毒素A的建议限值。

这是第四年对出口样品进行赭曲霉毒素A检测。与其他霉菌毒素一样，共测试了180个样品，以评估今年的生产和储存条件对赭曲霉毒素A的影响。具体检测方法请参见“检测分析方法”章节。

结果

2024/2025年度检测的180份样品中，关于赭曲霉毒素A的检测结果如下：

- 177份样品(98.3%)的赭曲霉毒素A含量低于5.0ppb，这是欧盟委员会设定的最大限值。该比例高于2023/2024年度(97.8%)和2022/2023年度(96.6%)。
- 3份样品(1.7%)的赭曲霉毒素A含量大于或等于5.0ppb，但不超过10.0ppb。该比例与2023/2024年度相同(1.7%)，低于2022/2023年度(2.9%)。
- 180份样品中没有任何样品(0.0%)的赭曲霉毒素A含量超过10.0 ppb。该比例低于2023/2024年度和2022/2023年度(均为0.6%)。



T-2毒素

T-2毒素是单端孢霉烯族毒素(包括呕吐毒素)中的一种,由多种镰刀菌属真菌在谷物生长过程中产生。这些真菌可在-2°C至35°C的温度范围生长,且只在水分活度高于0.88时才能生长。因此,T-2毒素通常不存在于收获时的谷物中,而多见于收获后(特别是越冬期)滞留田间遭受水害的谷物。若储存期间发生水害,储存谷物也可能产生T-2毒素。FDA尚未制定T-2毒素的建议限量标准。

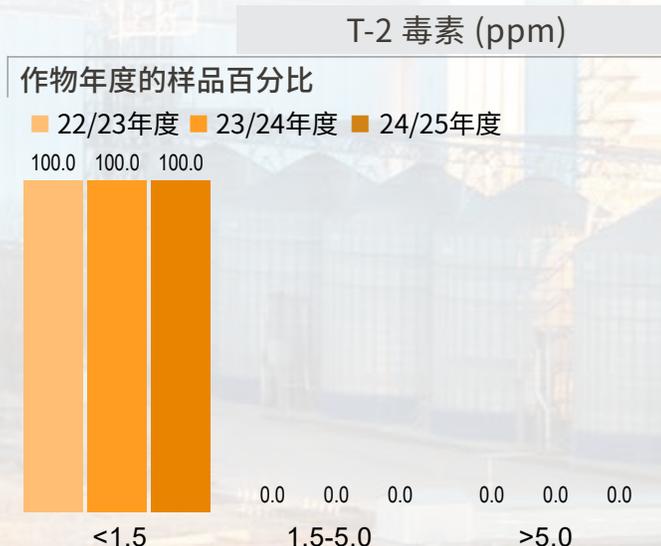
这是第四年对出口样品进行T-2毒素检测。本年度共检测180份样品,以评估生产储存条件对T-2含量的影响,具体检测方法参见"检测分析方法"章节。

结果

2024/2025年度检测的180份样品中,关于T-2毒素的检测结果如下:

- 180个样品(100.0%)的T-2含量低于1.5ppm。该比例(0.0%)与2023/2024年度和2022/2023年度相同。
- 180个样品中没有样品(0.0%)的T-2含量大于或等于1.5ppm、且不超过5.0ppm。该比例(0.0%)与2023/2024年度和2022/2023年度相同。
- 180个样品中没有样品(0.0%)的T-2含量大于5.0ppm。该比例(0.0%)与2023/2024年度和2022/2023年度相同。

这些结果表明,较好的生长季气候条件不利于产生T-2毒素污染。



玉米赤霉烯酮

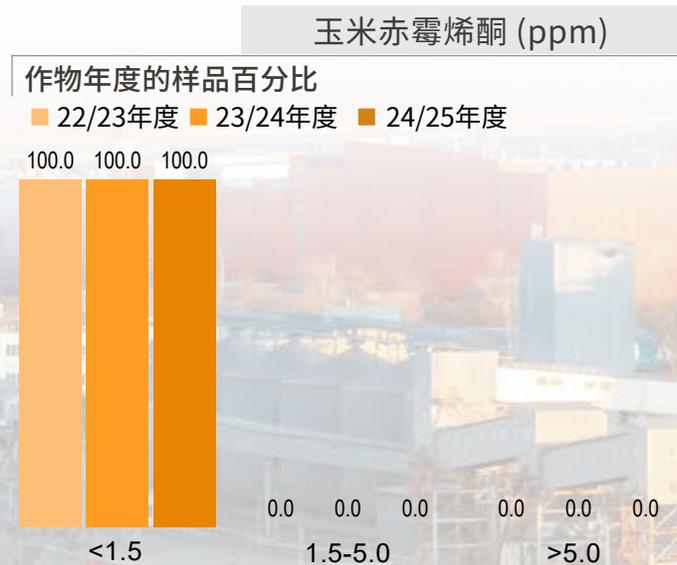
玉米赤霉烯酮是一种与呕吐毒素 (DON) 非常相似的霉菌毒素,但也有一些不同。它们均由镰刀菌属真菌产生。因此,这两种霉菌毒素常常同时出现在谷物和谷物产品中。玉米赤霉烯酮的生成条件与呕吐毒素的生产条件非常相似,最佳温度范围为65至85°F (18至29°C)。在生长过程中,温度的下降也能刺激真菌产生毒素。真菌产生玉米赤霉烯酮所需的水分含量为20%以上,这与产生DON所需的水分含量相近。如果生成过程中水分含量下降到15%以下,毒素生成就会停止。因此,这是建议将玉米干燥至水分含量低于15%之后再储存的原因之一。研究表明,玉米赤霉烯酮含量介于0.1ppm至5.0ppm之间时,足以造成生猪的繁殖问题,因此应格外注意饲料中可能受污染的谷物。FDA 尚未对玉米赤霉烯酮制定建议水平限值,仅建议注意密切关注 DON 的含量。

与其他霉菌毒素一样,本年度共检测了180份样品,以评估今年玉米生产和储存条件对赤霉烯酮的影响。检测方法详见“检测分析方法”章节。

结果

这是第四年对样品进行玉米赤霉烯酮的检测。2024/2025年度180份样品的检测结果如下:

- 180个样品 (100.0%) 的玉米赤霉烯酮含量低于1.5ppm, 该比例与2023/2024年度和2022/2023年度相同。
- 没有样品 (0.0%) 的玉米赤霉烯酮含量大于或等于1.5ppm, 但小于5.0 ppm。本年度该比例与2023/2024年度和2022/2023年度相同。
- 没有样品 (0.0%) 的玉米赤霉烯酮含量大于5.0ppm, 本年度该比例与2023/2024年度和2022/2023年度相同。



《2024/2025出口货物报告》通过评估出口装船(或装运铁路货车)时的玉米品质特征,提供有关质量的详细信息。玉米品质包含以下几类特征:

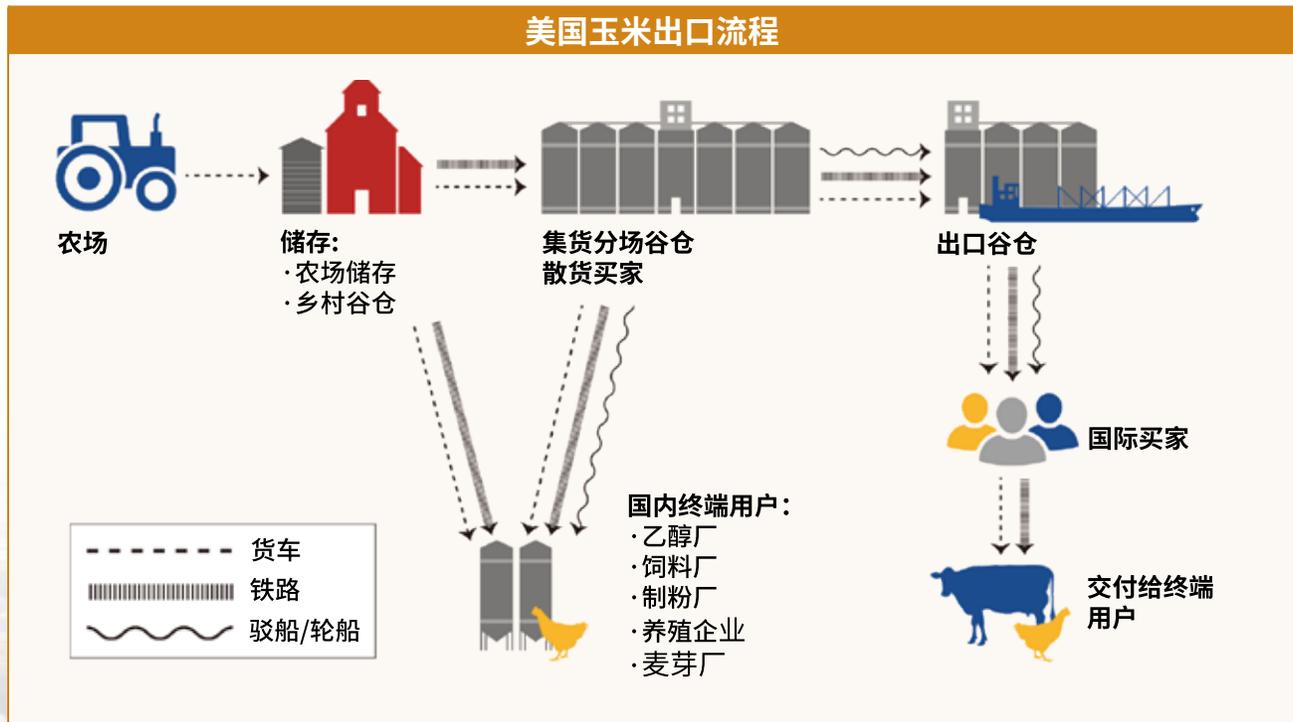
- 内在品质特性:蛋白质、油脂和淀粉含量,以及籽粒硬度和密度等不可视指标,需通过分析检测确定,对终端用户至关重要。
- 物理品质特性:与籽粒外观或物理特性相关的可视指标,包括籽粒大小、形状、色泽、容重、损伤粒/热损粒、破碎粒及应力裂纹等。美国农业部对玉米进行官方评级时,会针对部分物理品质特性进行检测。
- 卫生品质特性:反映谷物清洁度,含杂质、异味、粉尘、啮齿类排泄物、虫害、残留物、真菌污染及不可加工(不可磨制)物质等。

内在品质特性主要受遗传和生长季节条件影响,通常不会在流通环节发生整体性变化。若收获与出口阶段检测值存在差异,可能源于正常的抽样随机变化。而物理和卫生特性会在流通过程中发生变化,相关企业会通过清理、干燥、调整等操作提升均匀度,保持品质并满足合同要求。

《收获报告》评估新收获玉米进入流通体系时的品质,《出口货物报告》则反映玉米出口之前,清理、干燥、储运等环节对品质的影响。为了说明评估背景,下文将阐述从农场到出口的流通链条、各环节操作及其对玉米品质的影响,最后说明美国农业部联邦谷物检验局(USDA FGIS)或官方服务商提供的检验和分级服务。

A. 美国玉米出口流程

玉米收获后，农民将玉米运送到农场仓库、终端用户或商业谷物机构。虽然一些生产者会用玉米饲喂牲畜，但大多数玉米会运送到其他终端用户（如饲料厂或加工厂）或商业谷物处理机构，如本地粮仓、内陆集货分场、河港仓库和港口仓库。本地粮仓通常直接从农民手中收购大部分玉米。内陆集货分场或河港仓库收购的谷物数量适合装载单列火车和驳船，以便进一步运输。这些粮仓可能有超过一半的玉米是来自其他仓库，通常位于便于单列火车或驳船运输散装谷物的地方。本地粮仓、内陆集货分场和河港仓库提供干燥、清洁、混合、储存和销售粮食等功能。河港仓库和较大的内陆集货分场供应大部分出口市场所需的玉米。下图展示了美国玉米的出口流程。



B. 玉米销售渠道对品质的影响

尽管美国玉米产业努力防止或减少玉米从农场到出口过程中物理及卫生品质的下降,但由于谷物的生物特性,系统的某些环节会不可避免地导致玉米的品质变化。以下部分将深入分析玉米从田间到货船或铁路货柜过程中可能发生品质变化的原因。

干燥与调质

农民通常在玉米含水量约为18%至30%时展开收获,该范围超过了安全储存的标准含水量(通常为13%至14%)。因此,收获后的湿玉米必须通过干燥降低含水量,使其适合储存和运输。调质是指利用通风设备控制温度和含水量,这两者对储存稳定性至关重要。干燥和调质可在农场或商业机构中进行。玉米干燥可采用自然风、低温或高温干燥方法。与自然风或低温干燥相比,高温干燥通常会导致玉米应力裂纹增加,最终在运输过程中产生更多破碎。然而,为了及时收获谷物,通常需要采用高温干燥方法。

储存与运输

在美国,玉米储存装置大致可分为立式金属仓、混凝土筒仓、建筑物内平铺储存或地面平铺存储(堆储)。配备全孔地板或地板通风管的立式仓和混凝土筒仓是最易管理的储存类型,因为它们能实现谷物均匀通风。平铺储存通常用于短期储存,多见于玉米产量高于正常水平且需要额外储存空间时。然而,平铺储存难以安装足够的通风管道,且通常无法实现均匀通风。此外,地面堆储有时未覆盖,可能暴露于天气条件下,导致霉变风险增加。

玉米传送设备包括垂直输送机(如斗式提升机)和/或水平输送机(通常通过皮带或埋刮板输送机)。无论采用何种传送方式,玉米均会发生一定程度的破碎。破碎率因设备类型、谷物撞击强度、谷物温度、含水量以及玉米质量因素而异(如应力裂纹或胚乳硬度)。随着破碎程度增加,会产生更多碎粒(玉米破碎颗粒),导致通风均匀性下降,最终增加真菌侵入和虫害的风险。

清洁

玉米清洁包括筛除较大的非玉米物质,以及较小的干瘪粒、破碎粒和杂质。这一过程可减少玉米中的破碎粒及杂质含量。破碎可能性、破碎粒的初始比例以及目标等级要求等共同决定了满足合同规格所需的清洁程度。清洁工作可以在销售渠道的任何阶段进行,只要有清洁设备可用。

玉米运输

运输过程中玉米品质的变化模式与储存期间类似。导致品质变化的原因包括:水分含量不均、因温差导致的水分迁移、高湿度与空气温度、真菌入侵以及虫害。然而,运输环节的某些特性使得质量控制比固定仓储设施更具挑战性。首先,目前很少有配备通风设施的运输设施,因此在运输过程中无法采取措施来纠正温度升高和水分迁移的问题。其次,装载铁路车厢、驳船和船舶时,卸料口下方会积聚碎料,即“堆积线”(spout-line),导致完整颗粒倾向于滚向外侧,而细碎杂质则集中在中心区域。类似的分离现象在运往最终目的地的每个卸货环节都会发生。

对品质的影响

假设籽粒呼吸作用或霉变可忽略不计,玉米籽粒的内在品质属性(如油脂、蛋白质和淀粉含量)从收获到出口基本保持不变。然而,在美国玉米销售渠道中,不同来源的玉米会混合在一起。因此,特定内在品质特征的平均值取决于不同来源玉米的品质水平。物理和卫生品质特征则会发生其他变化,包括容重、损伤粒、破碎粒、应力裂纹水平、水分含量及其变化、杂质和霉菌毒素含量等。

C. 美国政府检测与分级

目的

全球玉米供应链需要可验证、可预测且一致的监管措施,以满足各类终端用户的多样化需求。通过标准化检测程序和分级标准实施的监管措施,旨在:

- 为买方提供玉米装运时的品质信息,以及
- 为终端用户提供食品和饲料安全保障

美国因其官方分级与标准体系而享誉全球,这些标准通常用于谷物出口并在出口合同中引用和参考。按等级销售并运往海外市场的美国玉米必须由美国联邦谷物检测局 (FGIS) 或其授权的官方服务提供商进行官方检测和称重 (少数情况除外)。此外,除非合同特别豁免,所有出口玉米均需进行黄曲霉毒素检测。FGIS可授权合格的州立及私营检测机构作为官方代理,在指定内陆地点对玉米进行检测和称重。此外,FGIS还可授权某些州立检测机构在特定出口设施执行官方谷物检测和称重。FGIS驻地办事处的工作人员负责监督这些机构的运作与检测方法。

检测与取样

出口装运仓库需向FGIS或其授权的州立检测机构提供装货订单,其中列明出口合同规定的待装玉米质量要求。装货订单需注明美国等级、水分含量等买卖双方合同约定的所有要求,以及买方提出的特殊要求 (如最低蛋白质含量、最高含水量等)。官方检测人员将核实并认证装入船舶或铁路车厢的玉米是否符合装货订单要求。对于FGIS未强制要求或当地无法检测的质量指标,可由独立实验室进行检测。

玉米货物("批次")被划分为"子批次"。使用 FGIS 核准的分流取样装置从这些子批次货物中采集用于分级的代表性样品。分流取样装置在装船、装仓或装车前,从移动的谷物流中每隔200至500蒲式耳(约5.1至12.7公吨)提取一次主样品。主样品通常会通过二级取样器进一步减少,并按子批次组合增量样品,由经过授权的检测员进行检查。检测结果会被录入日志,并应用统计装载计划,确保每个因子的平均结果符合合同规格,并且该批次产品的质量一致。任何未符合一致性标准的子批次必须返回至仓库或单独认证。最终官方证书将报告各品质指标的所有子批次结果的平均值。FGIS的取样方法能够提供真正具有代表性的样品,而其他常用方法因卡车、铁路车厢、船舱内玉米分布不均可能导致批次样本不具代表性。

定级

黄玉米分为五个美国数字等级及美国样品级。每个等级对容重、破碎粒及杂质、损伤粒总量及热损粒(作为总损伤子项)均设有限值。各等级限值详见本报告"美国玉米附录信息"章节的表格。此外,FGIS提供水分含量和黄曲霉毒素结果的认证。玉米出口合同还可约定与货物相关的其他条件或属性,如应力裂纹、蛋白质、油脂含量及其他霉菌毒素结果。在某些情况下,FGIS未要求的检测项目可在独立实验室进行。

由于所有官方分级指标(如容重和总损率)的限值难以同时满足,某些指标可能优于指定等级标准,但不得低于该等级标准。因此,多数合同中的等级条款都会写明“美国二级或以上”或“美国三级或以上”,以便部分定级指标达到或接近该等级限值,而其他指标则“优于”该等级。

A. 概述

《2024/2025出口货物报告》的调查设计、取样及统计分析要点如下：

- 沿用此前13个年度《出口货物品质报告》的方法，针对墨西哥湾、太平洋西北部和南部铁路等三个出口集散区，样品按比例采用分层抽样。
- 为了确保美国整体水平的相对允许误差范围不超过10%，本次调查计划采集的目标样品数量为430个，来自三个出口集散区：墨西哥湾258份、太平洋西北部86份、南部铁路86份。
- 本次调查实际采集样品425份。墨西哥湾出口集散区计划采集258份，实际采集并检测247份；太平洋西北部出口集散区计划采集86份，实际采集并检测92份。虽然这两个出口集散区实际样品量与计划存在差异，但通过比例分层抽样的标准统计方法，计算加权平均值和标准差，以确保美国整体数据不受样品量波动影响。
- 南部铁路出口集散区样品由FGIS授权的官方机构提供，该机构负责检测出口墨西哥的铁路运输玉米。墨西哥湾和太平洋西北部的样品由FGIS驻地办事处在各出口集散区港口采集。
- 与往期报告一致，墨西哥湾和太平洋西北部出口集散区的化学成分、物理指标及霉菌毒素检测数据，均基于我们的选择方案，由FGIS提供样品完成。这两个集散区的定级指标结果取自FGIS的《出口谷物报告》，该报告的数据包含取样期内装运出口玉米的定级指标数据。
- 为了评估检测结果的统计有效性，我们计算了美国整体及三个出口集散区各质量指标的相对误差幅度。美国整体层面所有质量指标的相对误差幅度均未超过10%，但太平洋西北部和南部铁路集散区的应力裂纹指标、以及南部铁路ECA的破碎粒及杂质和总损率指标相对误差幅度超过10%。
- 我们采用95%置信水平的双尾t检验，评估本年度质量指标平均值与本年度《收获报告》、前两份《出口货物报告》、5年平均值及10年平均值之间的统计学差异。

B. 调查设计与抽样

调查设计

《2024/2025出口货物报告》的目标总体为来自美国12个玉米主产州的大宗黄玉米。2023/2024年度,这些州的玉米预期出口量占全美出口量的90%以上。为确保样品统计的合理性,采用比例分层抽样法 (proportionate stratified sampling) 对出口的美国黄玉米进行抽样。本报告的抽样方法有两个关键特点:一是抽样总体的分层,二是每个子集或每层的抽样比例。

分层 (Stratification) 是将目标调查总体划分为若干子集 (即“层”)。在《出口货物报告》中,将美国主要玉米出口区分为三个地理区域,我们称之为出口集散区 (ECA)。这三个出口集散区代表通向出口市场的三个主要路径:

- 墨西哥湾出口集散区:经美国墨西哥湾港口出口玉米的区域
- 太平洋西北部出口集散区:经太平洋西北部港口出口玉米的区域
- 南部铁路出口集散区:经铁路向墨西哥出口玉米的区域

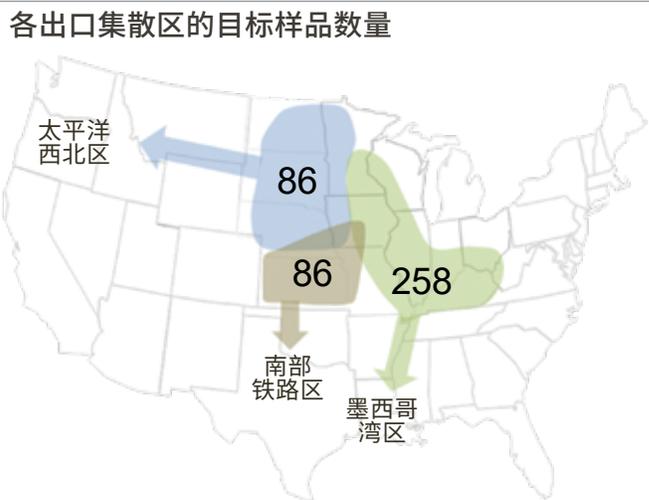
我们使用美国农业部的数据,计算了在2024/2025市场年度各出口集散区在黄玉米预期出口总量中的占比。根据计算结果,确定抽样比例 (每个出口集散区占总样品的百分比),并最终确定从每个出口区收集的黄玉米样品数量。

在确定每个出口集散区收集的样品数量之后,本协会可在一定精确度的范围内,估计不同品质指标的美国整体真实平均值。《出口货物报告》所采用的精度是基于95%的置信水平,且相对误差不超过10%。

为了确定达到目标相对误差幅度所需的样品数量,理想情况下,应使用每个质量指标的总方差 (即出口玉米质量指标的变异程度)。质量指标的数值波动越大,在既定的置信水平下,估算真实均值所需的样品量就越多。此外,不同质量指标的方差通常存在差异,因此要达到相同精度,各指标所需的样品量也不同。

由于本年度出口玉米12项质量指标的总方差未知，故采用前几版《出口货物报告》的方差数据作为总方差估计值。基于这些数据，计算达到所有质量指标目标精度水平所需的样品量。

基于这些历史数据，协会需要收集430份样品才能以目标精度水平估算美国整体质量指标的真实平均值。将既定的抽样比例应用于430份总样品量，得出各出口集散区目标样品量如下图所示所示。



自《2019/2020 年出口货物报告》起，脱氧雪腐镰刀菌烯醇或呕吐毒素 (DON) 和硬质胚乳的检测样品量最低目标调整为180份 (非全样品集)。该180份样品同时检测伏马菌素——2019/2020年度报告系首个检测该霉菌毒素的出口货物报告。就硬质胚乳而言，前八个年度报告中该指标的相对误差幅度从未超过0.3% (远低于10.0%的目标值)，因此减少检测样品量仍可确保其估计的精度。在首次仅检测180份硬质胚乳样品的2019/2020年度报告中，该指标相对误差幅度仅为0.4%。

自《2020/2021 年出口货物报告》起，百粒重、籽粒体积和籽粒真实密度三项指标也纳入180份样品的检测范围。根据前九个年度报告的历史数据，减少这三项指标的检测样品量仍可使其估计精度远低于10.0%的目标水平。

从《2021/2022 出口货物报告》起,除了检测样品的黄曲霉毒素、呕吐毒素 (DON) 和伏马菌素,同时还检测赭曲霉毒素A、单端孢菌毒素 (T-2) 和玉米赤霉烯酮。

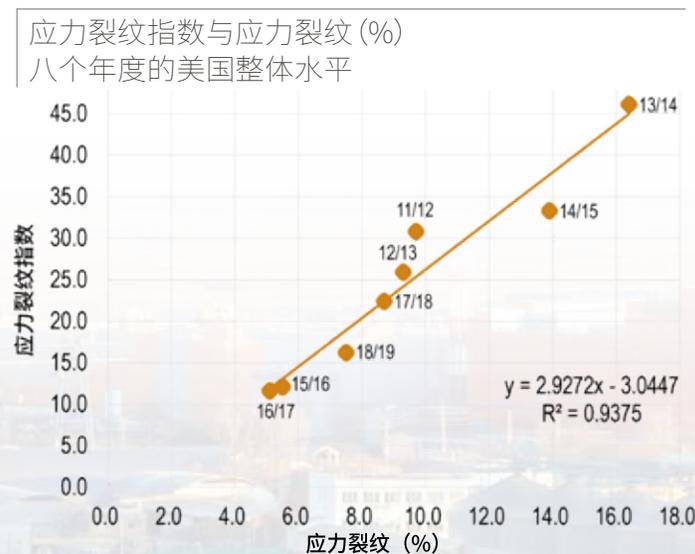
以往八个年度的《出口货物报告》中,同时报告了应力裂纹百分比和应力裂纹指数,以表明应力裂纹的严重程度。应力裂纹指数的计算方法如下:

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

其中

- SSC 是只有 1 条裂纹的籽粒的百分比;
- 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。

以往八个年度的《出口货物报告》中,美国整体水平的应力裂纹率和应力裂纹指数数据如下图所示。鉴于应力裂纹指数与应力裂纹率 ($r = 0.97$) 有很强的相关性,经过分析,判断应力裂纹指数对数据的附加价值有限,因此在《2018/2019年度出口货物报告》之后不再使用该指数。



抽样

抽样工作由美国农业部谷物检测局 (FGIS) 及其官方合作服务商执行, 作为其检测服务的一部分。FGIS向墨西哥湾和太平洋西北部驻地办公室以及国内检测办公室发送了操作指南函。取样周期从2024年11月开始, 至2025年3月上旬结束。各出口集散区的FGIS驻地办公室负责监督区域内的样品收集工作, 包括: 墨西哥湾区——路易斯安那州新奥尔良; 太平洋西北区——华盛顿州奥林匹亚 (华盛顿州农业厅); 以及位于密苏里州堪萨斯城的南部铁路区——FGIS国内检测与运营办公室。

在海运船舶装货过程中, 取样是连续进行的, 但为确保评估的一致性, 玉米货物 (“批次”) 被划分为若干“子批次”。子批次的容量根据仓库每小时装货速率和船舶载货量确定, 范围在30,000至120,000蒲式耳之间。所有子批次样品均需进行检查。

墨西哥湾和太平洋西北部集散区港口的代表性子批次样品在船舶装货时采集。定级样品通过FGIS认证的分流取样器采集, 该设备以固定间隔从流动的出口谷物中“截取”代表性部分。当谷物集港准备出口时, 每数秒或每200至500蒲式耳 (约5.1至12.7公吨) 进行一次“截取”。截取频率由官方检测人员通过电子计时器调控, 并定期核查取样器的运行状态。对于每个样品, FGIS现场工作人员和华盛顿州农业部至少采集2700克。

与往期《出口货物报告》相同, 墨西哥湾和太平洋西北部集散区的样品由FGIS提供, 用于化学成分、物理指标和霉菌毒素检测。但这两个集散区的定级指标结果直接取自FGIS《出口谷物报告》, 而非通过我们检测获取。本《2024/2025出口货物报告》是采用该操作的第三年。为保障跨年度数据的可比性, 往期报告所有定级指标数据均已替换为FGIS《出口谷物报告》的数据。年度检测数据可通过: <https://fgisonline.ams.usda.gov/ExportGrainReport/default.aspx>获取。

美国联邦谷物检测局 (FGIS)《出口谷物报告》提供装运批次级别的定级指标与水分数据、贸易伙伴指定的合同等级、公吨装运量及检测日期。这些数据已通过日期筛选,与FGIS样品采集时段保持一致。由于针对所有装载玉米的船只都进行了抽样,因此几乎所有来自墨西哥湾和太平洋西北出口集散区的船只所装载的玉米都具有完整的定级指标数据(仅少数例外情况),从而最大限度地保证了这两个出口集散区装载玉米的定级指标平均值具有最佳代表性。一些例外情况包括:

- 排除了铁路、卡车和集装箱的出口货物数据,仅保留船舶装运数据以匹配FGIS样品采集群体。
- 剔除不合理的异常值,如将容重数值误填至总损伤字段等情况,此类错误记录占比极低。
- 免检出口类型包括:作为种子用途出售的玉米、不按等级出售的玉米、小型出口商出口的玉米、通过铁路或卡车出口到加拿大和墨西哥的玉米和谷物的特种运输。

虽然数据集包含南部铁路集散区的装运信息,但本报告仍采用FGIS提供的样品检测结果作为该区域定级指标依据。铁路运往墨西哥的谷物免于FGIS检测,尽管数据集中通常包含此类装运记录,但其定级指标数据往往不完整。

南部铁路集散区的代表性样品通过分流取样器在内陆仓库采集,确保取样均匀性。每约200蒲式耳(约5.1公吨)进行一次定时“截取”取样,并仅对出口墨西哥的黄玉米专列取样。该区域官方服务商仅提交存档样品——这些样品在采集时即进行定级指标和黄曲霉毒素检测,随后存档以备争议时复检。每份存档样品重约1000克,代表五节铁路车厢的混合样品。留存期满后(通常为装货后30天),样品会被寄往伊利诺伊州作物改良协会性状保留谷物实验室(IPG Lab)。南部铁路样品的定级检测由伊利诺伊州厄巴纳的尚佩恩-丹维尔谷物检测公司(CDGI)完成,该公司系USDA FGIS指定的伊利诺伊州中东部官方谷物检测机构。在接收的86份样品中,37份重量不足1000克,CDGI仅能提供破碎粒及杂质、总损率和热损率结果(容重检测需足量样品)。此外,南部铁路集散区有一份样品混杂,无法进行定级指标分析。

C. 统计分析

本报告对样品的定级指标、化学成分和物理指标的检测结果进行了总结,包括美国整体和三个出口集散区(墨西哥湾区、太平洋西北区和南部铁路区)。定级指标的汇总数据也按照以下两种合同定级类别报告¹:

- 按“美国二级或更优”等级签约装运的货物
- 按“美国三级或更优”等级签约装运的货物

本《2024/2025出口货物报告》同时计算了前五年《出口货物报告》(2019/2020、2020/2021、2021/2022、2022/2023和2023/2024)各质量指标平均值与标准差的算术平均数,作为美国整体及三大出口集散区的“5年平均”值”。报告中提及的“10年平均”值是2014/2015至2023/2024年度《出口货物报告》质量指标平均值的算术平均数。

本研究计算了美国整体及各区质量指标的相对误差幅度(Relative ME)。美国整体上所有质量指标的相对误差幅度均未超过10%,但太平洋西北部集散区的应力裂纹率(15%)、南部铁路集散区都应力裂纹率(16%)、破碎粒及杂质率(11%)及总损率(13%)等指标超出该阈值。虽然这些指标的估计精度低于预期,但其平均值仍是真实总体均值的最佳无偏估计,只是估计的不确定性高于相对误差幅度低于10%的指标。“定级指标”与“物理指标”汇总表通过脚注标明了相对误差幅度超过10%的指标。

“品质检测结果”一节中提到的统计差异,均通过95%置信水平的双尾t检验验证,以确定这份《出口货物报告》中的品质指标的平均值与以下数据之间的统计差异:

- 本年度《收获报告》,以及
- 前两年的《出口货物报告》、5年平均与10年平均

¹墨西哥湾和太平洋西北部出口集散区样品的等级分类依据交易双方合同约定(非实际装运等级),南部铁路样品则采用实际检测等级(因合同等级未知)。美国整体结果仅报告“美国二级”和“美国三级”等级数据。由于样品数量有限,未报告除美国二级或美国三级之外的其他等级的美国整体结果。化学成分与物理指标未按等级分类汇总,因为墨西哥湾和太平洋西北部出口集散区的实物样品的合同等级未知。

《2024/2025出口货物报告》样品由FGIS驻地办公室及官方服务商直接寄送至伊利诺伊州尚佩恩市的IPG实验室。该实验室负责化学成分、物理指标及霉菌毒素检测，南部铁路出口集散区样品的定级指标检测由伊利诺伊州厄巴纳市的尚佩恩-丹维尔谷物检测公司 (CDGI) 完成¹。CDGI是USDA FGIS认证的伊利诺伊州中东部官方谷物检测机构。定级检测程序遵循FGIS《谷物检测手册》，具体方法如下节所述。IPG实验室已通过ISO/IEC 17025:2017国际标准认证，完整认证范围详见 <https://www.ilcrop.com/labservices>。

A. 定级指标

容重

容重是指填满一个温彻斯特蒲式耳 (2150.42立方英寸) 所需的谷物重量, 属于FGIS美国官方玉米定级标准之一。

检测时, 将已知容积的检测杯置于特定高度漏斗下方, 注入谷物至溢流后, 用刮平棒刮平杯口, 称量杯内的谷物重量, 最终换算为传统美制单位“磅/蒲式耳 (lb/bu)”报告。

破碎粒及杂质

破碎粒及杂质是FGIS美国官方谷物定级标准的组成部分。

该检测测定通过12/64英寸圆孔筛的物料及筛上停留的所有非玉米物质的总量。破碎粒及杂质可细分为破碎玉米与杂质。破碎玉米指通过12/64英寸筛但留在6/64英寸筛上的物料; 杂质则包含通过6/64英寸筛的细碎物及留在12/64英寸筛上的粗颗粒非玉米物质。FGIS可根据需求分别报告两项数据, 但本报告默认采用破碎粒及杂质, 并按初始样品重量百分比呈现。

¹在船舶初检时, FGIS对墨西哥湾和太平洋西北部出口集散区的样品进行了定级检测。装运级结果的平均值详见: <https://fgisonline.ams.usda.gov/ExportGrainReport/default.aspx>

总损率与热损率

总损率属于FGIS美国官方谷物定级标准中的一项。

在检测总损率时，经过培训的持证检测员会对250克无破碎粒及杂质的代表性玉米样品进行目视检查，以确定是否有受损籽粒。损伤类型包括蓝眼霉斑、穗腐病、干燥损伤粒（不同于热损伤粒）、胚芽损伤粒、热损伤粒、虫蛀粒、霉变粒、霉变物质、丝裂籽粒、表面霉变（枯萎病）、粉红附球菌霉变及发芽损伤粒。总损率是以总受损谷粒占有效样品重量的百分比来表示。

热损伤作为总损率的子项，是指因受热明显变色和损伤的籽粒或玉米碎粒。持证检测员通过目视检查250克去除破碎粒及杂质的样品判定热损伤，若存在，则将其与总损率分开报告。

B. 化学成分

近红外透射光谱(NIR)近似分析

玉米的化学成分（蛋白质、油脂及淀粉含量）通过近红外透射光谱技术测定。该技术利用特定波长光与样品的独特相互作用，通过传统化学方法校准后预测各成分含量，检测过程不破坏样品。

使用550-600克整粒样品在Foss Infratec 1241型NIR仪上进行检测。仪器经化学测试校准后，蛋白质、油脂及淀粉的预测标准误差分别约为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个实验室检测样品的分析结果显示，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（无水物的百分比）。

C. 物理指标

百粒重、籽粒体积与籽粒真实密度

百粒重通过分析天平(精度0.1毫克)测定两组重复样品(各100粒)的平均重量,结果以克为单位报告。

每组100粒样品的籽粒体积采用氦气比重计测定,以立方厘米/粒($\text{cm}^3/\text{粒}$)表示。小粒与大粒玉米的典型体积介于0.14-0.36立方厘米/粒。

每100粒籽粒的真实密度是通过100粒外部完整籽粒的质量(或重量)除以其体积(置换法)计算,两组结果取平均值后以克/立方厘米(g/cm^3)报告。真实密度通常在12%至15%的“自然水分”条件下,范围为1.20克每立方厘米到1.30克每立方厘米。

应力裂纹分析

应力裂纹通过使用背光板进行评估,以增强裂纹可见度。逐粒检测100粒无外表损伤的完整籽粒,光线穿透角质或硬质胚乳以评估裂纹情况。籽粒按两类统计:(1)无裂纹;(2)有一条或多条裂纹。应力裂纹百分比为含裂纹籽粒数除以100。裂纹率越低越好,因为高裂纹率导致更多运输破损,部分终端用户会根据用途在合同中约定可接受的裂纹水平。

整粒率检测

取50克清洁玉米(无破碎粒及杂质)逐粒检测,剔除开裂、破碎、缺口或种皮严重损伤的籽粒后称重,结果以占原始样品的百分比报告。部分企业执行相同检测但报告“破碎粒”百分比,例如整粒率97.0%等同于破碎率3.0%。

角质(硬质)胚乳

角质(硬质)胚乳检测通过背光观察板对20粒外观完好的籽粒进行目测评级(胚芽面朝上)。每粒籽粒根据其胚乳中角质胚乳的预估占比进行评级。软质胚乳不透明,会阻光,而角质胚乳呈半透明。评级标准基于籽粒冠部软质胚乳向胚芽延伸的程度。20粒样品的角质胚乳评级结果取平均值报告,评级范围为70%-100%,但多数单粒评级介于70%-90%。

D. 霉菌毒素

为统计《2024/2025出口货物报告》中黄曲霉毒素、呕吐毒素(DON)及伏马菌素的检出频率,IPG实验室采用FGIS认证的检测试剂盒完成霉菌毒素检测。从去壳玉米的样品中分取1000克实验室样品,经Romer 2A型磨粉机研磨后(60%-75%的粉粒能过20目筛),每项毒素检测取50克混合均匀的研磨物料。分别使用EnviroLogix AQ 309 BG、AQ 304 BG和AQ 411 BG定量试剂盒检测黄曲霉毒素、DON和伏马菌素。DON与伏马菌素采用水溶液(5:1)提取,黄曲霉毒素采用缓冲液(3:1)提取,提取液通过EnviroLogix QuickTox侧流层析试纸条检测,QuickScan系统定量分析。

当霉菌毒素浓度超过“检测限”时,EnviroLogix定量试剂盒报告具体浓度值。检测限是指分析方法能检出的、与空白样品存在统计学差异的最低浓度,该值因毒素种类、试剂盒和商品组合而异。EnviroLogix AQ 309 BG对黄曲霉毒素的检测限为2.7ppb;AQ 304 BG对DON的检测限为0.1 ppm;AQ 411 BG对伏马菌素的检测限为0.1 ppm。FGIS已对上述三种试剂盒的定量检测性能出具认证函。

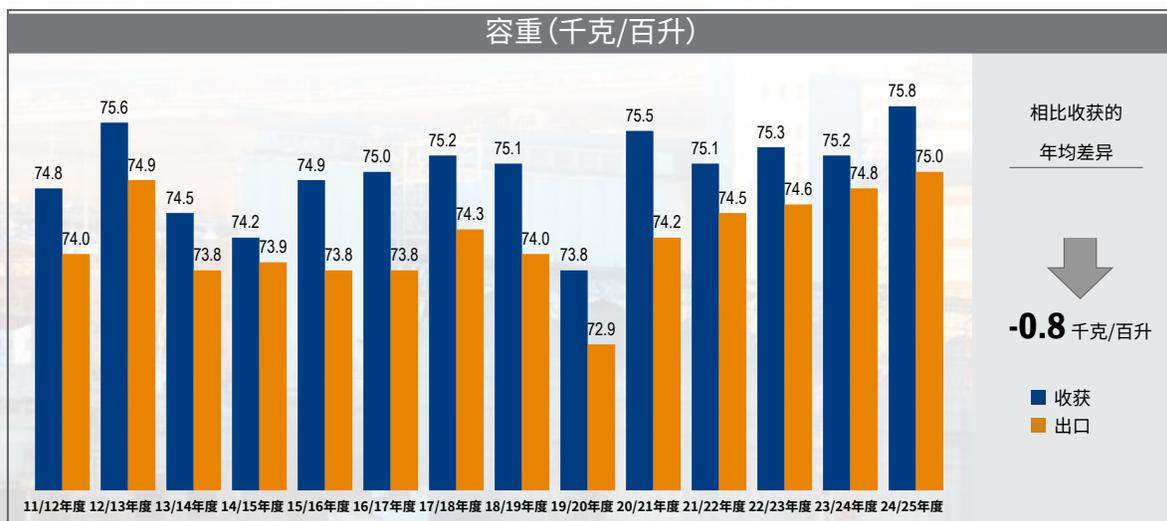
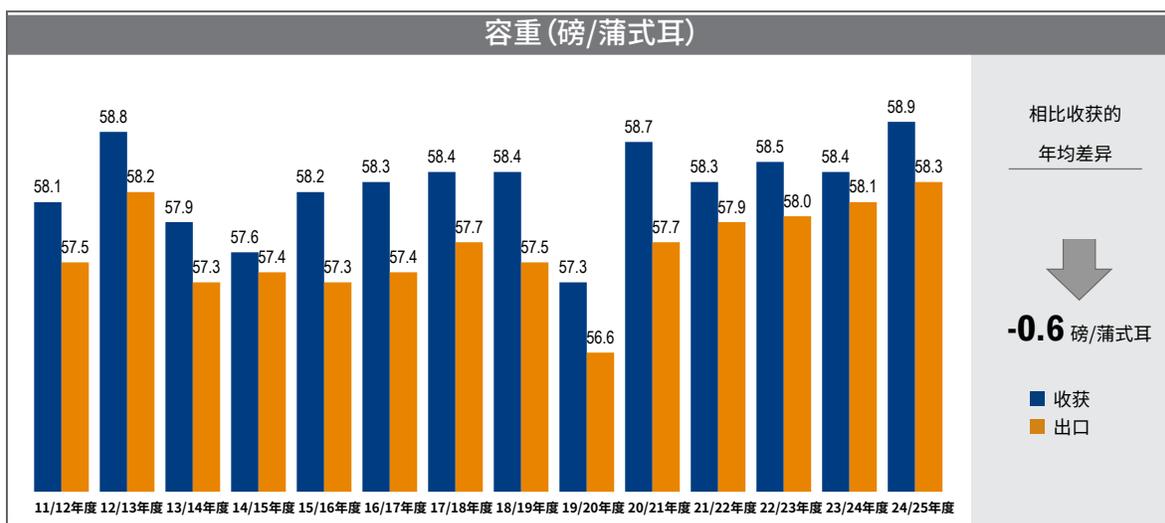
在前九份《出口货物报告》中, FGIS 提供了黄曲霉毒素的检测结果。FGIS官方检测协议要求船舶子批次及混合检验时, 至少研磨10磅去壳玉米样品。自《2020/2021出口货物报告》起, IPG实验室接收的检测样品量调整为至少1000克, 这代表检测协议有所改变, 不同于前九份《出口货物报告》。

根据前九份报告采用的FGIS官方黄曲霉毒素检测检测协议, 10磅样品经认证研磨机处理后, 通过槽式分样器从粉碎样中分取两份500克研磨样品, 随机选取其中一份的50克作为检测样。添加适量提取溶剂后, 进行黄曲霉毒素定量分析。检测可能使用了以下经 FGIS批准的定量检测试剂盒: Charm Sciences公司ROSA® FAST、WET-S3或WET-S5黄曲霉毒素定量试剂盒; EnviroLogix公司QuickTox™ QuickScan AQ 309 BG黄曲霉毒素检测盒; Hygiena公司Mycotox总黄曲霉毒素ELISA试剂盒; Neogen公司Reveal Q+ MAX黄曲霉毒素检测盒、Reveal Q+黄曲霉毒素检测盒或Veratox®黄曲霉毒素定量检测盒 (8030/8035型); R-Biopharm公司RIDASCREEN® FAST黄曲霉毒素ECO试剂盒; Romer公司FluoroQuant Afla或AgraStrip WATEX黄曲霉毒素定量检测盒; PerkinElmer公司AuroFlow AQ黄曲霉毒素试纸条; VICAM公司AflaTest™或Afla-V AQUA检测盒。

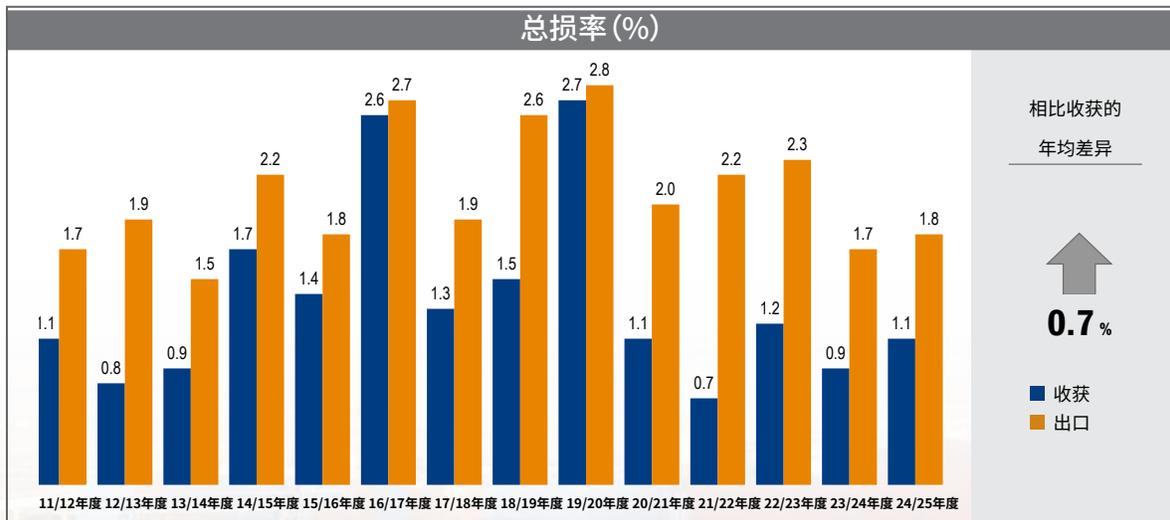
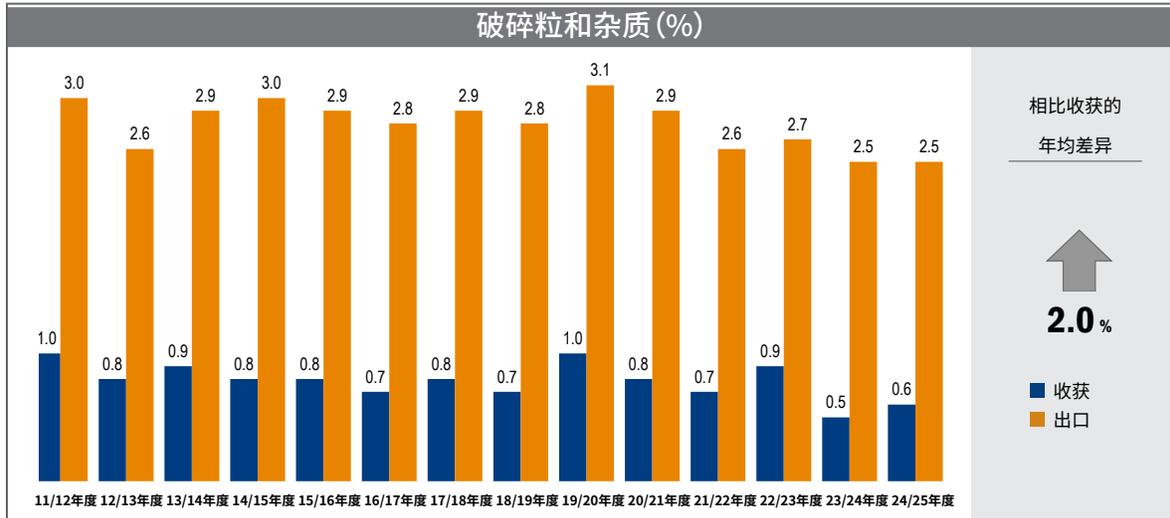
自《2021/2022出口货物报告》起, 新增赭曲霉毒素A、T-2毒素和玉米赤霉烯酮检测项目, 作为对2011/2012年度起检测的黄曲霉毒素和呕吐毒素以及2019/2020年度新增的伏马菌素检测的补充。赭曲霉毒素A、T-2毒素和玉米赤霉烯酮分别采用EnviroLogix AQ 113 BG、AQ 314 BG和AQ 412 BG定量试剂盒检测。赭曲霉毒素A检测使用AQ 113 BG试剂盒 (检测限1.5 ppb), 采用谷物缓冲液提取 (5毫升/克)。T-2毒素检测使用AQ 314 BG试剂盒 (检测限50 ppb), 采用水溶液提取 (5毫升/克)。玉米赤霉烯酮检测使用AQ 412 BG试剂盒 (检测限50 ppb), 每份25克样品采用EB17提取粉与75毫升水缓冲液混合试剂提取。

定级指标 收获和出口货物总体比较

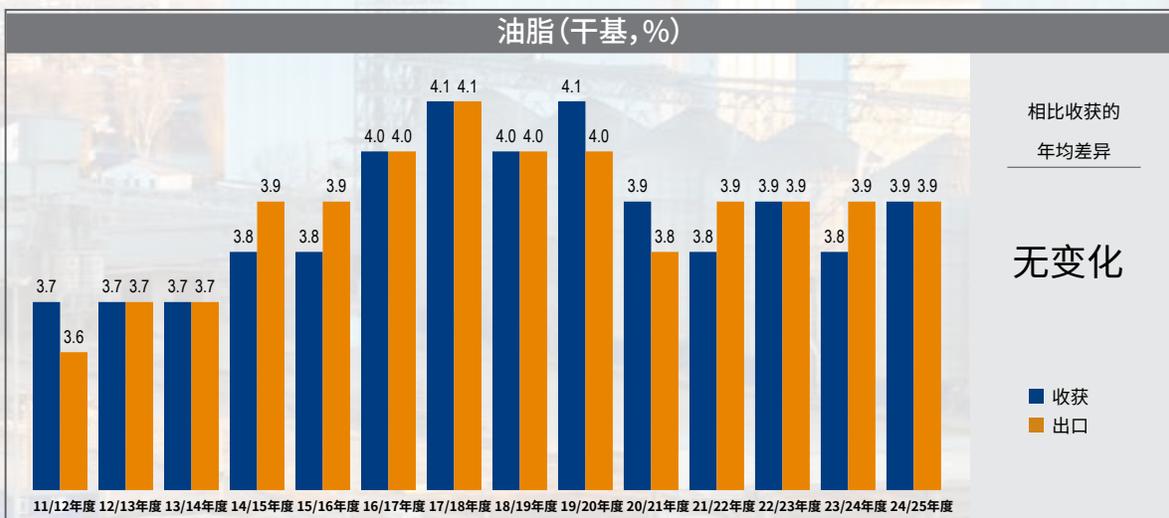
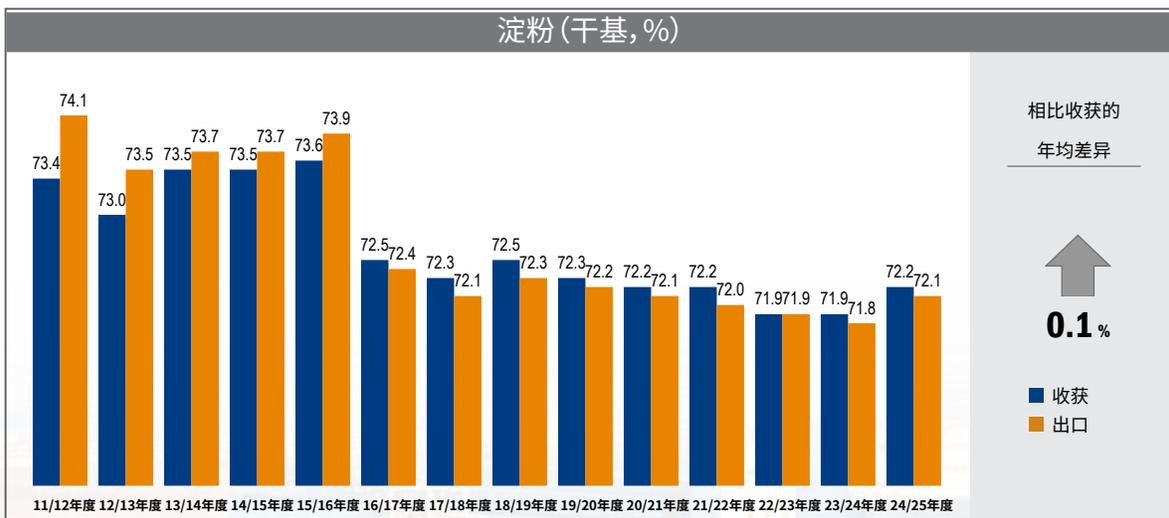
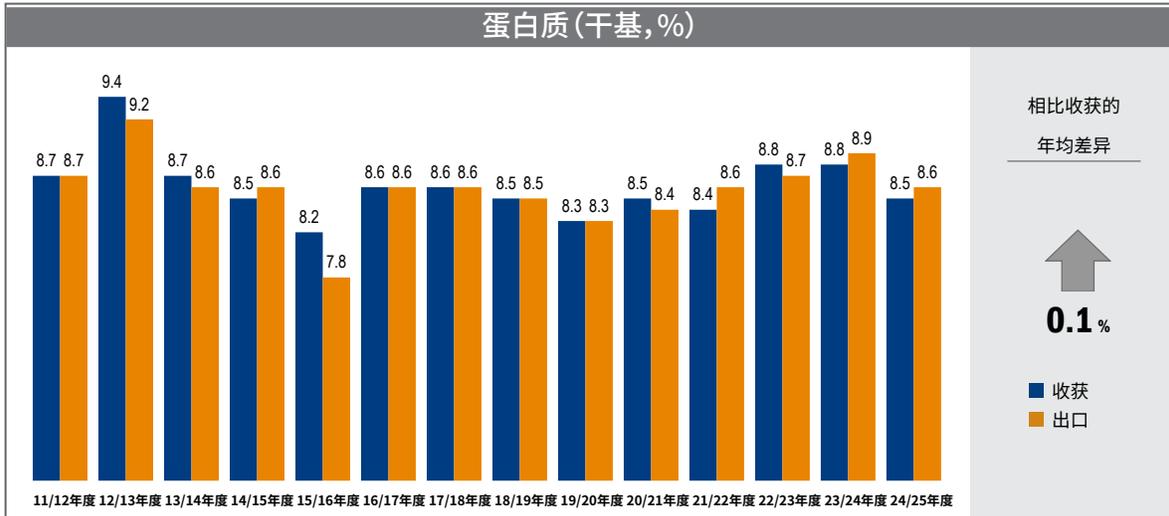
2011 年来,美国谷物协会的《出口货物报告》针对每一种进入国际销售通道的美国谷物,向读者提供了清晰、简洁且一致的品质。多年来,该系列品质报告始终采取统一、透明的方法,便于读者进行有意义的跨年度比较。下列图表展示了历年《收获报告》和《出口货物报告》中,每个品质指标的美国整体平均水平,为本年度的检测结果提供历史参照。



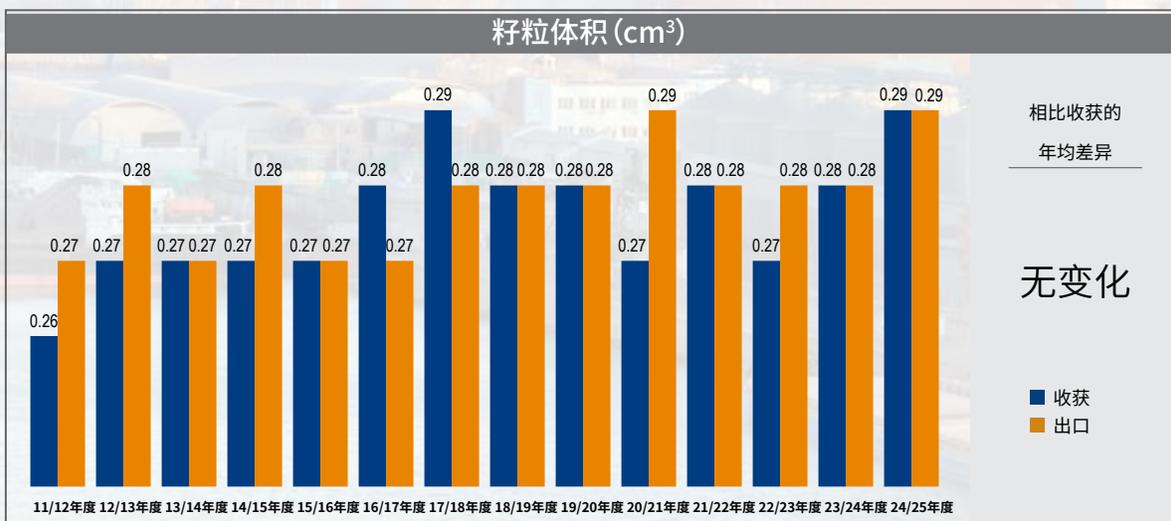
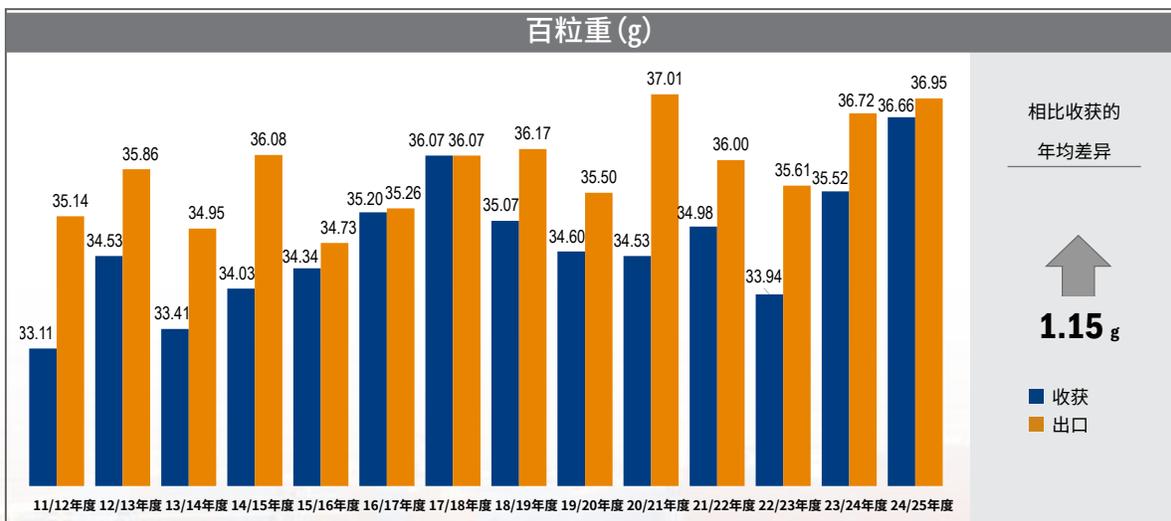
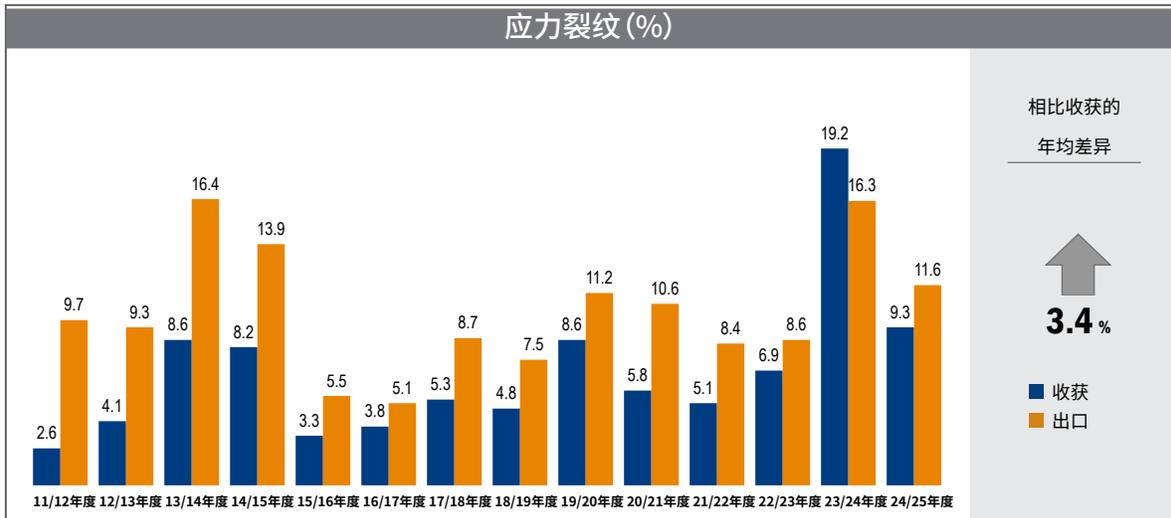
定级指标
收获和出口货物整体比较



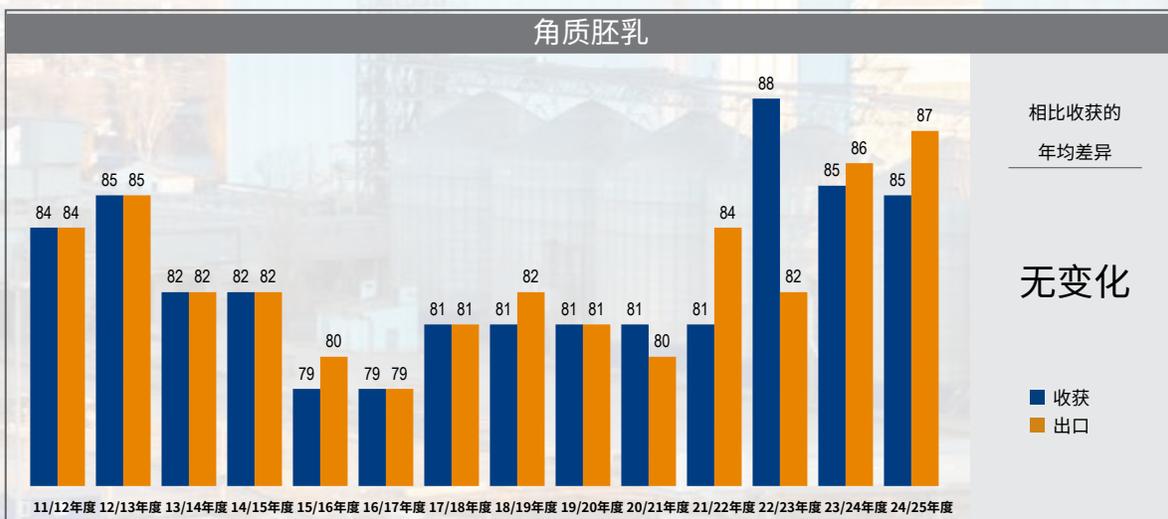
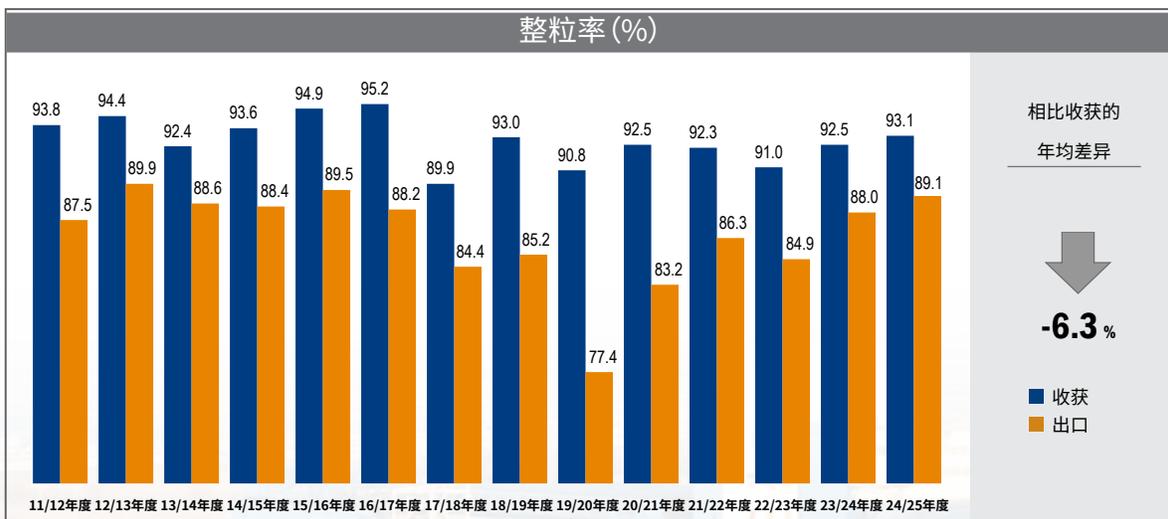
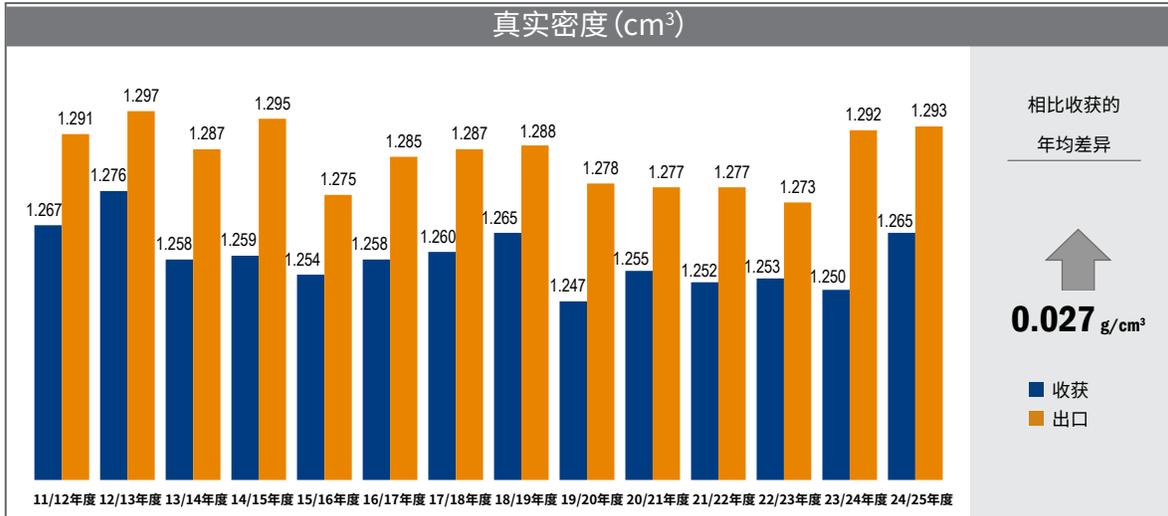
化学成分 收获和出口货物整体比较



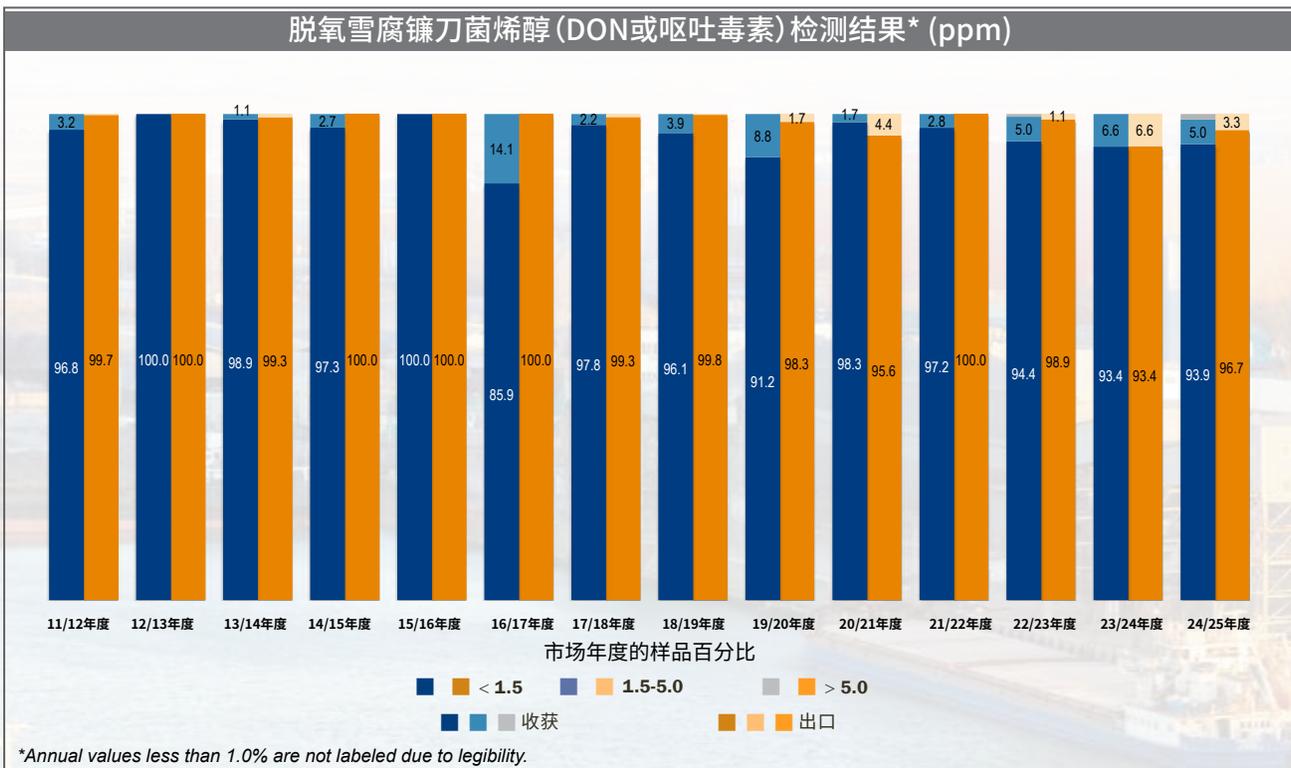
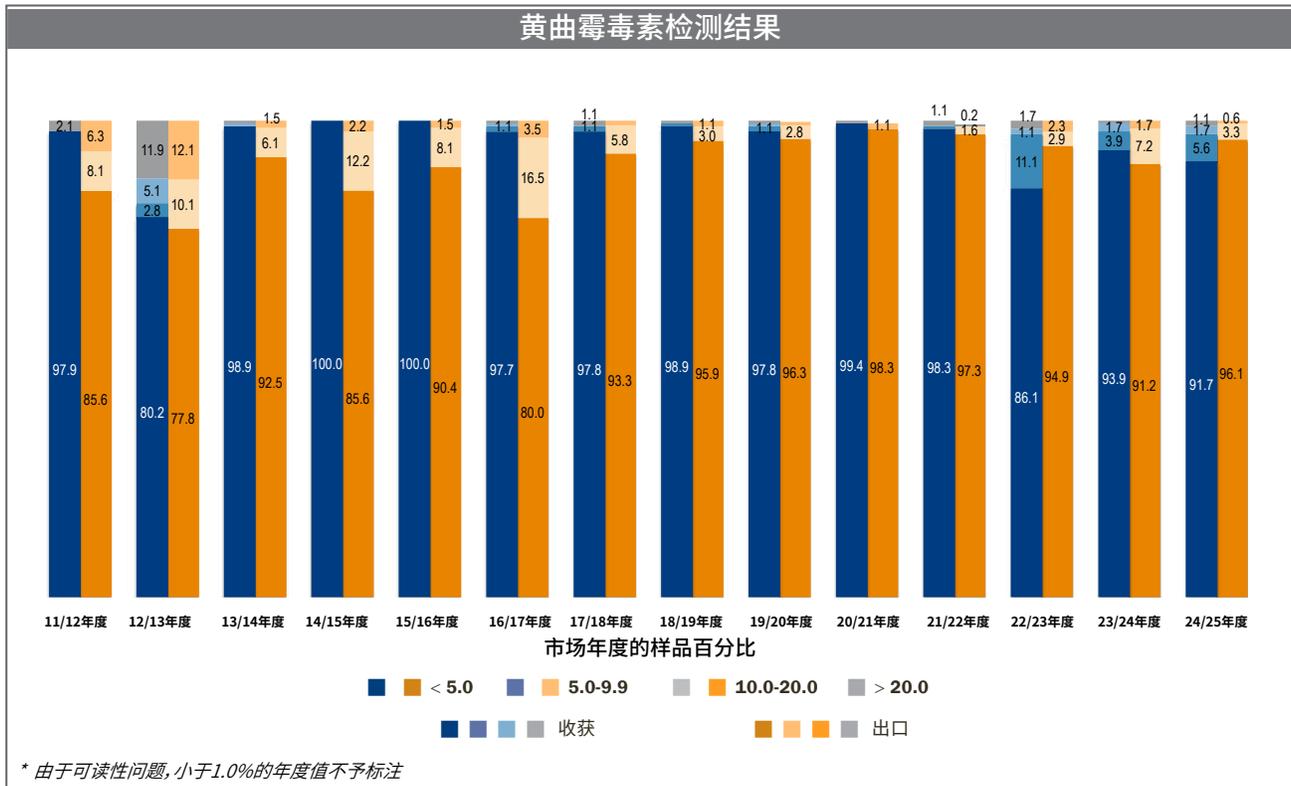
物理指标
收获和出口货物整体比较



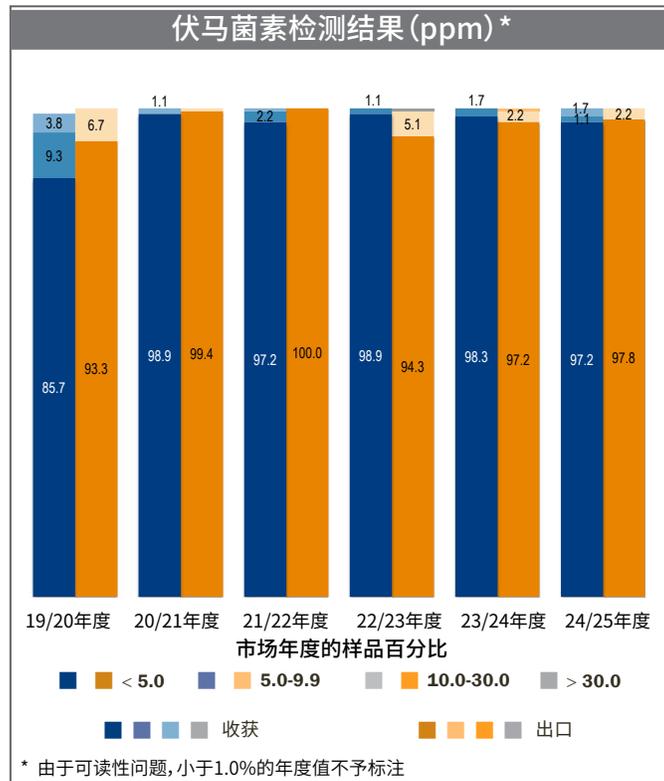
物理指标 收获和出口货物整体比较



霉菌毒素
收获和出口货物比较



霉菌毒素
收获和出口货物比较





美国玉米等级和定级标准

等级	最低容重 (磅 / 蒲式耳)	破损粒		
		最高限值		破碎粒和 杂质 (%)
		热损伤 (%)	总损率 (%)	
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

美国样品级为有如下情况的玉米: (a) 未能达到美国玉米等级的 1、2、3、4、5 级要求, 或 (b) 混有石块重量超出样品重量的 0.1%, 混有两块及以上的玻璃、三粒或以上的猪屎豆种子 (*Crotalaria* spp.)、两颗上或以上的蓖麻子 (*Ricinus communis* L.)、四颗或以上不明异物或公认有害物质、8 粒或以上的苍耳子 (*Xanthium* spp) 或其他植物种子 (单独或成簇)、或 1000 克样品中动物污物超出 0.20%; 或 (c) 有霉味、酸味或令人厌恶的异味; 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。

美制单位和公制单位换算

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 公升
15.93 蒲式耳 / 英亩 = 1 吨 / 公顷	1 吨 = 2204.6 磅
1 蒲式耳 / 英亩 = 62.77 千克 / 公顷	1 吨 = 1000 千克
1 蒲式耳 / 英亩 = 0.6277 公担 / 公顷	1 吨 = 10 公担
56 磅 / 蒲式耳 = 72.08 千克 / 百升	1 公担 = 100 千克
	1 公顷 = 2.47 英亩

单位缩写

cm ³ = 立方厘米
g = 克
g/cm ³ = 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



构建全球专业网络，推动美国谷物及乙醇的全球市场拓展

总部

20001华盛顿特区西北街20号900
电话: 202-789-0789 • 传真: 202-898-0522
邮箱 grains@grains.org • 网站: grains.org

开发市场

促进贸易

改善生活