



U.S. GRAINS
COUNCIL

2015/2016

美国高粱早期收获质量报告

在有限的时间内完成一份涵盖了如此深广内容的报告, 需要许多个人和组织的参与。美国谷物协会和高粱基金会十分感谢 Centrec 咨询公司的莎朗·巴德 (Sharon Bard) 博士以及克里斯·施罗德 (Chris Schroeder) 先生在报告完成过程中的督促和协调。顾问公司内部人员也提供了很多支持, 他们与专家团队协作, 帮助我们收集分析数据和撰写报告。外部团队成员包括库尔特·惠勒博士、约瑟夫·阿维卡、汤姆·惠特克和马文·R·鲍尔森。此外, 谷物协会还要感谢德克萨斯德州农工大学(A&M)的谷物质量实验室(CQL)和阿马里洛谷物交易所(AGE)提供的高粱品质检测服务。

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

协会致辞.....	1
I. 收获质量概述.....	2
II. 引言.....	3
III. 质量检测结果.....	5
A. 定级指标.....	5
B. 水分.....	13
C. 化学成分.....	12
D. 物理指标.....	18
IV. 检测分析方法.....	25
A. 高粱定级指标.....	25
B. 水分.....	26
C. 化学成分.....	26
D. 物理指标.....	26
V. 美国高粱等级及换算.....	28

美国谷物协会联系信息

美国谷物协会欣然向美国高粱用户和协会成员发布美国谷物协会 2015/2016 年度早收高粱质量报告，这是年度系列报告的第一份。

谷物品质方面准确而及时的信息能够让采购者在此基础上更好地进行决策，并增加对市场容量和可靠性的信心。这份早收高粱报告的主要目的是在美国最早成熟的高粱从田中收割时奉献出一份透视美国最新的高粱作物品质情况的报告。

采购商最终收到的高粱质量还会受到随后的搬运、混合和储存过程的影响。协会的另一份报告，美国谷物协会《2015/2016 年高粱收获和出口货物质量报告》将会评测高粱产地后期收获的作物样本和即将出口的高粱在国际航线装运点的品质情况。

谷物协会致力于通过贸易提升全球粮食安全和实现经济利益互惠。作为国际高粱采购者和世界最大最成熟的农业生产和出口体系之间的桥梁，谷物协会谨以此报告竭诚为遍布全球的合作伙伴提供服务，以实现本协会发展市场，促进贸易，改善生活的使命。

您诚挚的，



阿兰·蒂曼

美国谷物协会主席

2015 年 12 月

I. 收获质量概述

得益于单产和种植面积的提高, 2015 年的高粱作物产量预计为 1999 年以来最高。作为美国 2015 年整体高粱作物质量的基础, 报告显示进入营销渠道的早收高粱有以下主要特征:

定级指标和水分

- 平均容重为每蒲式耳 57.9 磅 (百公升 74.5 公斤), 94% 的样本超过美国二级高粱标准的最低限量。
- 破碎粒和杂质含量低 (平均值为 1.4%), 92% 的样本低于美国一级高粱标准的最高限值。
- 杂质含量的平均值为 0.5%, 远低于美国一级高粱标准的最高限值, 说明只需极少的清洁工序。
- 总损伤的水平低 (平均值为 0.2%), 96% 的样本总损伤低于美国一级高粱标准的最高限值。
- 未见热损伤, 符合对来自农场样本的预期。
- 平均粮站检测水分为 14.5%, 几乎是理想的收获时水分含量。

化学成分

- 平均蛋白质含量为 10.4% (干基), 根据美国杂交高粱相关文献记载, 属于正常偏低范围。
- 平均淀粉含量为 73.3% (干基), 为高粱作物的正常值。

- 平均油脂含量为 4.3% (干基), 根据美国杂交高粱相关文献记载, 属于正常偏高范围。

- 未检出单宁。

物理指标

- 平均颗粒直径为 2.54 毫米, 平均颗粒体积为 19.22 立方毫米, 均为高粱作物的正常值。
- 平均千粒重为 25.97 克, 根据文献记载为正常偏低范围。
- 颗粒真实密度的平均值为每立方厘米 1.350 克, 属于饲料用途高粱正常范围。
- 平均颗粒硬度指数为 68.5, 为高粱作物的正常值。



II. 引言

2015/16 年美国谷物协会早收高粱质量报告和 2015/2016 年高粱收获和出口货物质量报告的设计初衷,是帮助美国高粱的国际采购者了解美国商品高粱收获时进入贸易渠道和在营销年度之初汇集起来准备出口之时的品质。这些报告将提供在收获地或出口点高粱初始质量水平和变化的代表性信息。早收高粱质量报告的样本取自当地粮站收到的未经混合的商品高粱,而出口货物报告的样本取自主要港口区域。这份早收高粱质量报告是基于 50 份取自 2015 年高粱出产和出口最高的几个州的特定地区八月和九月间收获的高粱样本。报告对 2015 年高粱作物进行早期观察,并为将在 2015/2016 年高粱质量收获和出口货物质量报告中 2015 年全部高粱作物的质量评估打下了基础。

早收高粱质量报告及收获和出口货物报告中样本的收集、检测及报告采用了美国谷物协会《玉米收获质量报告》所使用的设计和调查模式。高粱收获的样本按照 2015 年主要高粱出产州的农业统计区 (ASDs) 按比例分层取样。这可以确保对进入营销渠道最初阶段的美国高粱作物进行稳妥的统计学采样。

收获的高粱样本按以下质量指标进行检测:

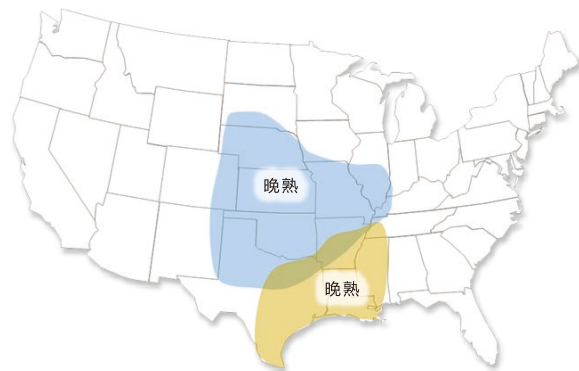
- 质量指标: 容重、破碎粒与杂质、杂质、总损伤和热损伤。
- 水分
- 化学成分: 蛋白质、淀粉、油脂和单宁
- 物理指标: 颗粒直径、干粒重、颗粒体积、颗粒真实密度和颗粒硬度指标

我们运用标准的统计方法进行按比例分层抽样,并计算

加权平均和标准差对每一项质量指标进行检验。50 份早收高粱样本的检测结果显示在《早收高粱质量报告》的“质量检测结果”章节中作为“早收高粱”进行报告,而 2015 年全部高粱作物(“早收作物”,“晚收作物”和“美国总体”)的检测结果体现在《收获和出口货物报告》中。

整体来说,本《早收高粱质量报告》显示,2015 年进入 2015/2016 年贸易渠道的早收高粱平均定级指标水平超过了美国一级高粱的标准。另外,按照文献记载的历史数据,油脂含量在高粱作物中属于正常偏高,50 份经检测的样本中未检出明显的单宁成分。颗粒体积、真实密度和颗粒硬度都属于高粱作物的正常水平。这些质量指标初步勾画出 2015 年

收获地区



高粱作物的品质特点,收获和出口货物报告将反映 2015 年全部高粱作物的质量情况。当晚收地区的高粱质量也经过调查后,环境、遗传基因和生长季节的条件在两个收获区对作物的不同影响将会使《早收高粱质量报告》中记录的美国总体平均值有所变化。

II. 引言

评估 2015 年全部高粱收成和早期出口高粱的《2015/2016 高粱收获和出口货物报告》将包含 2015 年高粱生长时期作物和天气条件的评估；美国高粱产量、用途和展望；以及对调查统计分析方法和检验方法详细的描述。

今年首次发布的高粱质量数据，将为对影响高粱品质的趋势和因素进行评估打下基础。经过数年积累的检测调查结果会体现越来越高的价值，能够让出口买家进行逐年比较，并形成根据当年的生长条件评估高粱质量的模式。



III. 质量检测结果

A. 定级指标

美国农业部联邦谷物检验局 (FGIS) 已建立衡量多项谷物品质属性的各种等级、定义和标准。决定高粱等级的因素包括容重、破碎粒与杂质 (BNFM)、杂质、总损伤和热损伤。高粱等级和等级要求见本报告第 28 页。

概述：定级指标和水分

- 2015 年早收高粱的平均容重为 57.9lb/bu (74.5 kg/hl)，超过美国一级高粱的最低限值 (57 lb/bu 或 73.4 kg/hl)。
- 2015 年 94% 的早收高粱容重等于或超过美国二级高粱的限值 (55 lb/bu 或 70.8 kg/hl)。
- 2015 年早收高粱的破碎粒与杂质含量为 1.4%，远低于美国一级高粱的最高限值 3.0%。
- 2015 年早收高粱的所有样本破碎粒与杂质含量均低于美国二级高粱的最高限值 6%。
- 2015 年早收高粱的平均杂质含量为 0.5%，远低于美国一级高粱的最高限值 1.0%。
- 2015 年早收高粱样本中的 98% 杂质含量低于美国二级高粱标准的最高限值 2.0%。
- 2015 年早收高粱的总损伤为 0.2%，远低于美国一级高粱的最高限值 2.0%。
- 2015 年早收高粱样本中的 98% 总损伤等于或低于 5% (美国二级高粱的最高限值)。
- 所有 2015 年早收高粱样本均未见热损伤。
- 没有发生热损伤的部分原因是新近收割的高粱样本从农场直接运送到粮站，事先只需极少烘干工序。
- 2015 年粮站所记录的早收高粱样本水分平均含量为 14.5%，最小值为 11.7%，最大值为 17.3%。

1. 容重

容重 (每标准容器体积的重量) 测量容积密度, 常被当作反映高粱整体品质的一般指标, 同时也是对高粱进行破碎化和高附加值加工时衡量胚乳硬度的指标。同等重量的高粱, 容重高者比容重低者占用的储存空间更少。影响高粱容重的基本因素是颗粒结构上的基因差异。不过, 容重也和其他因素相关, 包括水分含量、干燥方式、颗粒的物理损伤 (破碎颗粒和表面磨损)、样本中的杂质、颗粒大小、生长季节所遭受的外力和微生物侵袭。对农场送货点的高粱进行取样和检测, 在特定的含水量条件下, 容重高往往意味着高品质、高比例的角质 (或透明) 胚乳, 并且高粱颗粒坚固整洁。高粱的容重与真实密度高度相关, 反映了高粱颗粒的硬度和成熟度。

美国高粱等级
最低容量

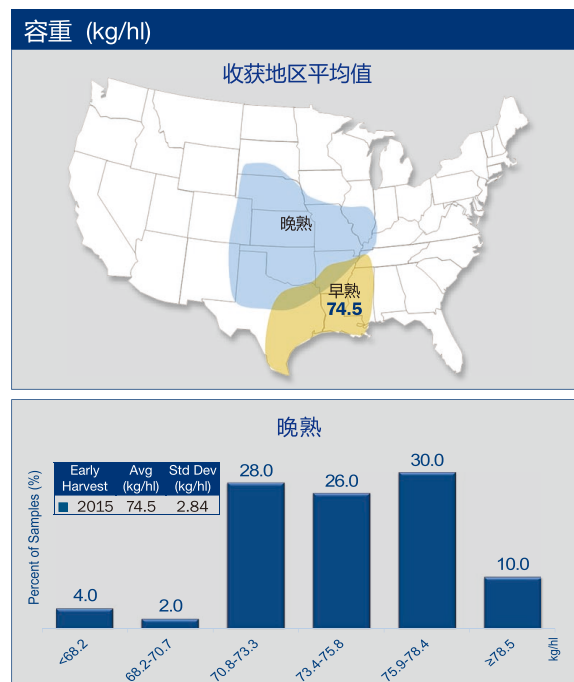
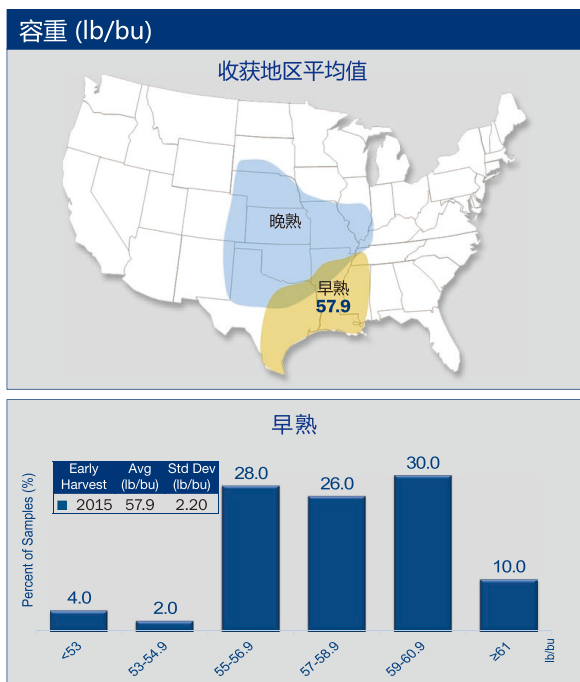
1级: 57.0 lbs

2级: 55.0 lbs

3级: 53.0 lbs

结果

- 2015 年早收高粱的平均容重为 57.9lb/bu (74.5 kg/hl), 超过美国一级高粱的最低限值 (57 lb/bu 或 73.4 kg/hl)。
- 2015 年早收高粱样本容重的标准差为 2.20lb/bu (2.84 kg/hl)。
- 2015 年早收高粱样本中的 66% 容重值等于或超过美国一级高粱的指标限值, 94% 的样本容重等于或超过美国二级高粱的限值 (55 lb/bu 或 70.8 kg/hl)。



III. 质量检测结果

2. 破碎粒与杂质 (BCFM)

破碎粒和杂质 (BNFM) 是反映高粱中适用于饲料和深加工用途的坚固清洁颗粒数量的指标。破碎粒和杂质的比例越低, 样本中杂质和 / 或破碎颗粒越少。来自农场的样本出现较多破碎粒和杂质往往源于收割操作和 / 或掺入了田里的杂草种子。破碎粒和杂质水平会在高粱烘干和储运的过程中进一步增高, 程度与处理方法和颗粒的坚实度有关。收获后干燥或机器烘干的过程中形成的应激裂纹也会导致高粱在随后的处理工序中发生颗粒破碎。

美国高粱等级
破碎粒与杂质
最高限值

1级: 3.0%

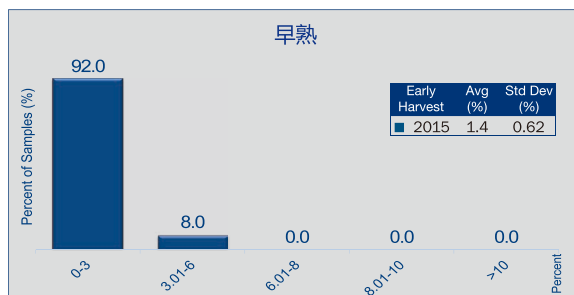
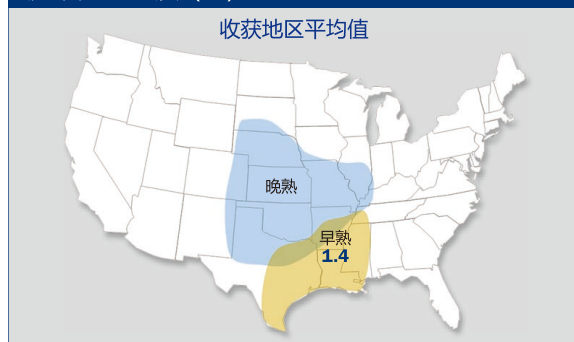
2级: 6.0%

3级: 8.0%

结果

- 2015 年早收高粱的破碎粒与杂质含量为 1.4%, 远低于美国一级高粱的最高限值 3.0%。
- 2015 年早收高粱样本破碎粒与杂质含量的标准差为 0.62%。
- 2015 年早收高粱的所有样本破碎粒与杂质含量均低于美国二级高粱的最高限值 6%, 其中 92% 的样本破碎粒与杂质含量低于美国一级高粱的最高限值 3%。

破碎粒与杂质 (%)



III. 质量检测结果

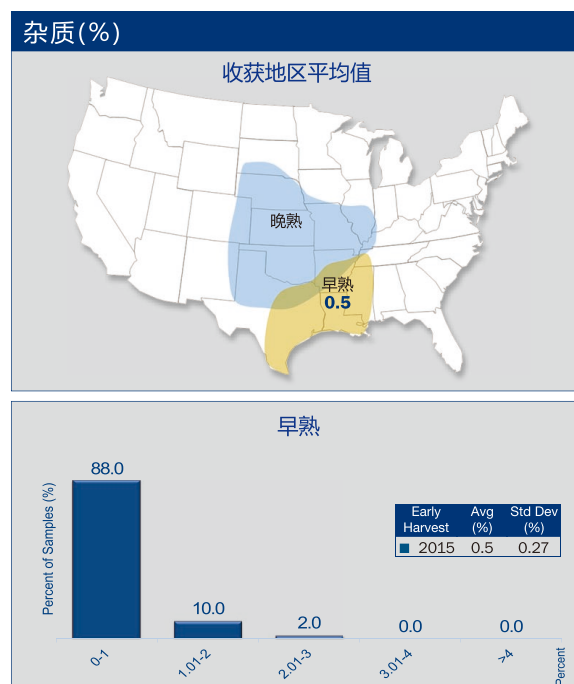
3. 杂质

杂质是高粱中破碎粒与杂质的一个组成部分，杂质的影响很大是因为它基本没有饲料或者加工价值。杂质通常含水量比高粱高，因此可能导致高粱在储存过程中有变质的潜在风险。由于上面提到过的高含水量，杂质也是造成喷口现象的原因，并且可能会带来更多质量问题。

美国高粱等级杂质最高限值	
1级:	1.0%
2级:	2.0%
3级:	3.0%

结果

- 2015 年早收高粱的平均杂质含量为 0.5%，远低于美国一级高粱的最高限值 1.0%。
- 2015 年早收高粱杂质含量的标准差是 0.27%。
- 2015 年早收高粱样本中的 98% 杂质含量低于美国二级高粱标准的最高限值 2.0%。



III. 质量检测结果

4. 总损伤

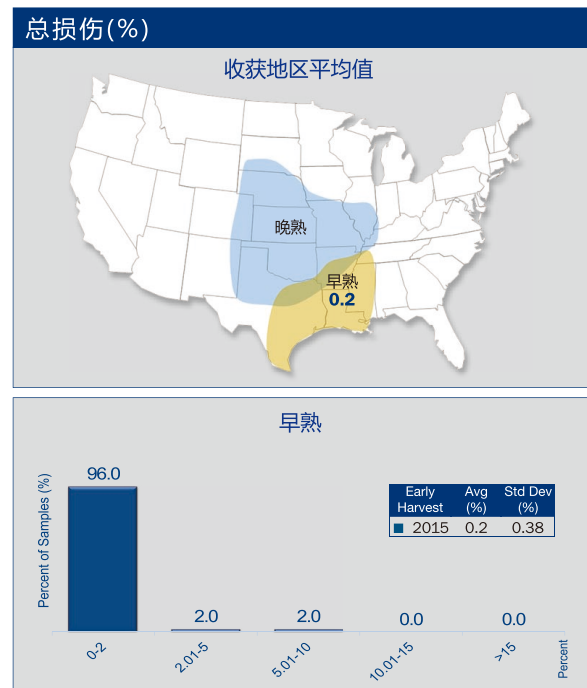
总损伤指外观有某种可见损伤的高粱颗粒和颗粒碎片的比例,包括严重的地面损伤、严重的天气损伤、病害、霜冻损伤、细菌损伤、热损伤、虫蚀损伤、霉变损伤、发芽损伤和其他实质损伤。其中大部分损伤会造成某种颗粒变色或结构变化。损伤不包括外观正常的破碎颗粒。

霉变损伤通常与生长或存储过程中遭遇过高湿和高温环境有关。霉变损伤和由此导致的霉菌毒素滋生的潜在可能性是最令人忧虑的损伤因素。霉变损伤可能发生在收割之前,也可能发生在运输前在高湿和高温条件下临时存储的过程中。

美国高粱等级 总损伤 最高限值
1级: 2.0%
2级: 5.0%
3级: 10.0%

结果

- 2015年早收高粱的总损伤为0.2%,远低于美国一级高粱的最高限值2.0%。
- 2015年早收高粱总损伤的标准差为0.38%。
- 2015年早收高粱样本中的96%总损伤等于或低于2%(美国一级高粱的最高限值),98%的样本总损伤等于或低于5%(美国二级高粱的最高限值)。



5. 热损伤

热损伤是总损伤的组成部分,在美国高粱的定级标准中有单独的规定。热损伤可能是温暖潮湿的谷物中微生物活动导致的,也可能源于烘干过程中的高温。收割后直接从农场运出的高粱很少会出现热损伤的情形。

结果

- 所有2015年早收高粱样本均未见热损伤。
- 没有发生热损伤的部分原因是新近收割的高粱样本从农场直接运送到粮站,事先只需极少烘干工序。

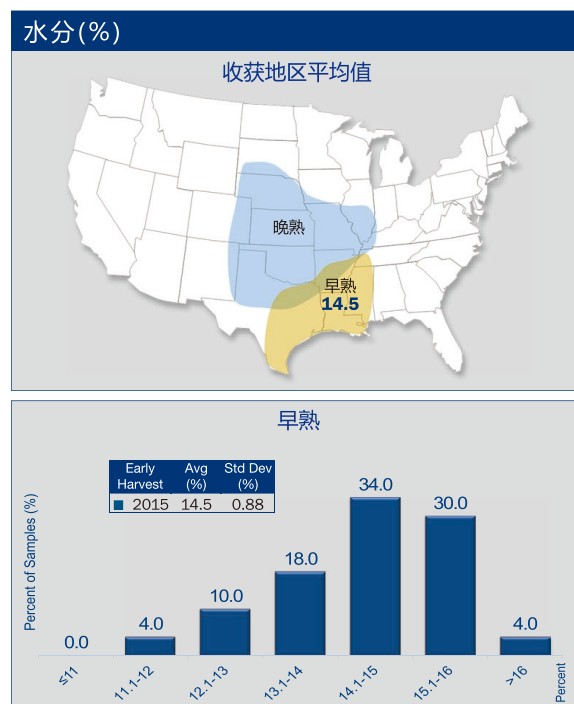
美国高粱等级 热损伤限值
1级: 0.2%
2级: 0.5%
3级: 1.0%

B. 水分

官方等级证书上标出了水分含量(每个颗粒中水分的重量占颗粒总重量(包括水分和干物质)的百分比),但是含水量并不是决定等级的指标。水分含量的重要性在于它会影响出售和购得的谷物中干物质的总量。水分也是决定作物是否需要干燥的一个指标,它与作物是否适合贮存有潜在关系,而且会影响作物的容重。收获时水分含量高会增加收割和干燥过程中的颗粒损伤,水分含量和对机器烘干程度的要求也会影响到应激裂纹的形成、颗粒破裂和生芽。水分含量极高的颗粒在之后的储存和运输过程中可能最先发生严重的霉变损害。生长季节的天气会影响单产和颗粒发育,而收割的时机和当时的天气条件也会极大地影响收获时的水分含量。

结果

- 粮站测定的 2015 年早收高粱样本平均水分含量值为 14.5%, 最小值为 11.7%, 最大值为 17.3%。
- 2015 年早收高粱样本水分含量的标准差为 0.88%。
- 2015 年仅有 32% 的样本水分含量在 14% 及以下。这是多数粮站计算价格折扣的基础值, 这样的水分含量水平被认为可以安全的在较低的冬季气温条件下进行短期储存。2015 年早收高粱样本中的 68% 应考虑进行烘干。



III. 质量检测结果

SUMMARY: GRADE FACTORS AND MOISTURE

2015年早熟高粱					
	样本数	平均值	标准差	最小值	最大值
定级指标和水分					
容重 (lb/bu)	50	57.9	2.20	46.3	62.0
容重 (kg/hl)	50	74.5	2.84	59.6	79.8
破碎玉米与杂质 (%)	50	1.4	0.62	0.5	4.5
杂质 (%)	50	0.5	0.27	0.1	2.1
总损伤 (%)	50	0.2	0.38	0.0	5.7
热损伤 (%)	50	0.0	0.00	0.0	0.0
水分(%)	50	14.5	0.88	11.7	17.3



C. 化学成分

高粱的化学成分颇为重要,因为其中的蛋白质、淀粉和油脂成分与终端用户利益密切相关。化学成分属性并非定级指标,但是却为畜禽饲养的营养值以及其它高粱深加工用途提供了额外信息。与许多物理属性不同,化学成分值不会在储存和运输过程中发生显著变化。

概述：化学成分

- 2015 年早收高粱的平均蛋白质含量为 10.4%, 根据文献记载的杂交高粱历史数据, 该结果属于正常偏低范围。
- 2015 年早收高粱的平均淀粉含量为 73.3%, 属于高粱作物的正常值。
- 2015 年早收高粱的平均油脂含量为 4.3%, 根据文献记载的杂交高粱历史数据, 该结果属于正常偏高范围。
- 2015 年早收高粱的油脂含量值呈双峰分布: 40% 的样本在 3.99% 或以下, 50% 的样本在 4.5% 到 4.99% 之间。
- 2015 年所有早收高粱样本均被认定为不含单宁。

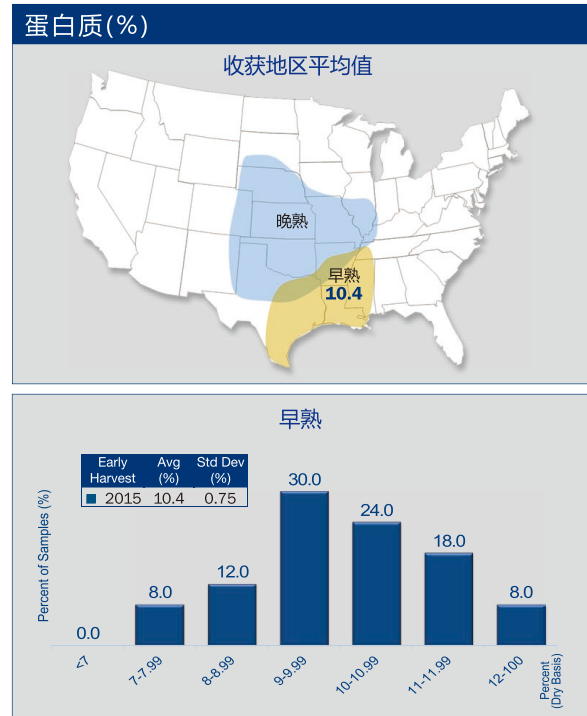
III. 质量检测结果

1. 蛋白质

蛋白质对于畜禽饲养非常重要。它能够提供必需的含硫氨基酸，并有助于提高饲料转化率。蛋白质含量在单产高的年份和土壤中可利用氮降低时会有所降低。根据干基测试的结果，蛋白质含量与淀粉含量通常成反比。

结果

- 2015 年早收高粱的平均蛋白质含量为 10.4%，根据文献记载的杂交高粱历史数据，该结果属于正常偏低范围。
- 2015 年早收高粱样本蛋白质含量的标准差为 0.75%。
- 2015 年早收高粱样本的蛋白质含量范围在 7.1% 和 12.7% 之间。
- 2015 年早收高粱样本中的 20% 蛋白质含量低于 9.0%，54% 的样本蛋白质含量在 9.0% 到 10.99% 之间，只有 26% 的样本蛋白质含量等于或高于 11%。

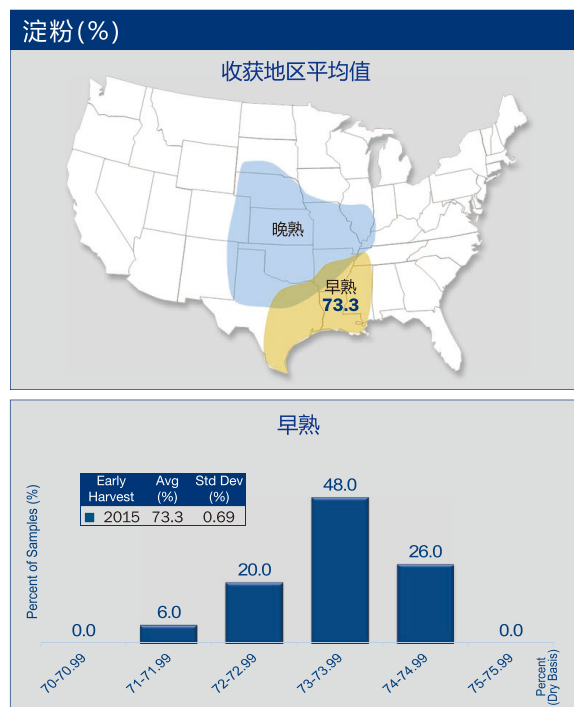


2. 淀粉

高粱的淀粉含量是一项重要指标，因为它与牲畜和家禽的可代谢能量密切相关。高粱中的淀粉水平对于高粱加工者也很有意义，因为淀粉可成为几种高附加值加工的基底物。高淀粉含量往往显示出良好的颗粒成熟度和籽粒饱满状况，以及适中的颗粒真实密度。淀粉与蛋白质含量通常成反比。测定结果建立在干基基础上。

结果

- 2015 年早收高粱的平均淀粉含量为 73.3%，是高粱作物的正常值。
- 2015 年早收高粱样本淀粉含量的标准差为 0.69%。
- 2015 年早收高粱样本的淀粉含量范围在 71.1% 到 75.0% 之间。
- 2015 年早收高粱样本中的 26% 淀粉含量在 70.0% 到 72.99% 之间，48% 的样本淀粉含量在 73.0% 到 73.99% 之间，26% 的样本蛋白质含量等于或高于 74%。



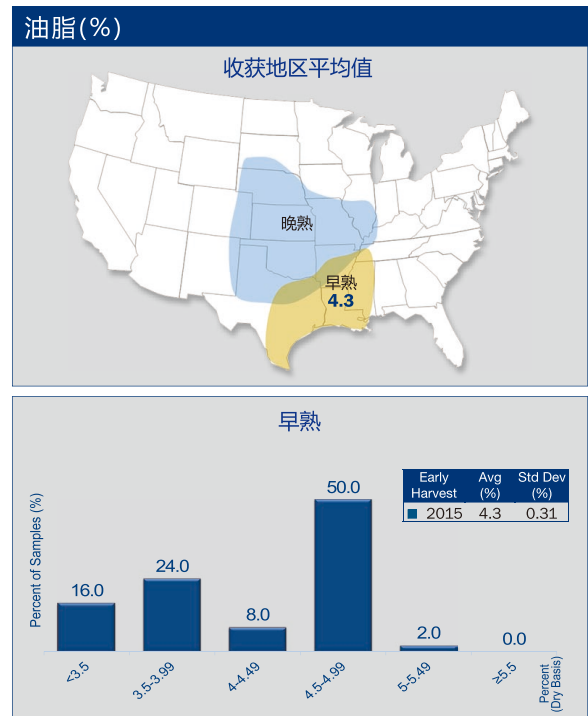
III. 质量检测结果

3. 油脂

油脂是畜禽饲料配方中的关键成分。它起到能量来源的作用，能促进脂溶性维生素的吸收，并提供某些必需的脂肪酸。油脂还是高粱高附加值加工一种重要副产品。检测结果建立在干基基础上。

结果

- 2015 年早收高粱的平均油脂含量为 4.3%，根据文献记载的杂交高粱历史数据，该结果属于正常偏高范围。
- 2015 年早收高粱样本油脂含量的标准差为 0.31%。
- 2015 年早收高粱样本的油脂含量范围在 3.0% 到 5.0% 之间。
- 2015 年早收高粱的油脂含量值呈双峰分布：40% 的样本在 3.99% 或以下，50% 的样本在 4.5% 到 4.99% 之间。另外，8% 的样本油脂含量在 4.0% 到 4.49% 之间，2% 在 5% 或以上。
- 油脂含量超过 4.25% 的样本仅限于早收高粱样本来源地区的某一个区域。

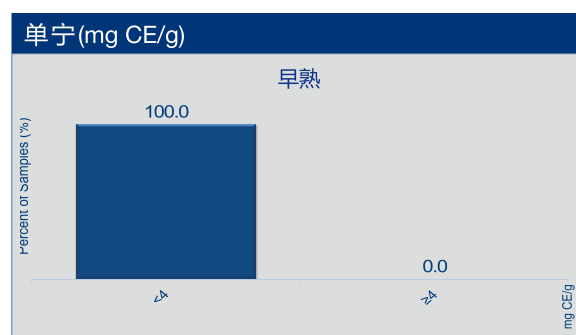


4. 单宁

单宁存在于颗粒内部含有染色种皮的某些高粱品种中。从化学上说,单宁是一种大分子包含小分子的化合物(儿茶素和表儿茶素),属于更广范围的化合物花青素中的一类(花青素存在于葡萄、树皮、茶叶等中,影响气味、味道、口感,有涩味,并富含抗氧化物及其他有益于健康的成分)。虽然单宁存在于全球种植的高粱品种中,目前在美国种植的高粱品种 99% 都不含单宁,这归因于几十年来育种行业将单宁从杂交品种里去除的努力。单宁同籽粒中其它化学成分反应,会影响到动物营养的吸收和功能的发挥。含有单宁的高粱饲料对禽畜的生长发育有不良影响。目前美国种植的单宁高粱用作饲料在能量配比上等同于玉米。检测结果会按如下报告,每克样品中儿茶素当量值低于四毫克(表示为 4.0 mg CE/g),或检测值为 4.0 mg CE/g 或以上。检测值低于 4.0 mg CE/g 一般被认为不含单宁。^{1,2}

结果

- 所有 2015 年早收高粱样本检测值均低于 4.0 mg CE/g,可认为不含单宁。



¹Awika, J.M., L.W. Rooney, 2004. 高粱的植物化学成分及其对人类健康的潜在影响植物化学65, 1199-1221。

²Price, Martin L., Van Scoyoc, S., Butler, L.G., 1978. 香草醛反应作为高粱单宁检测剂的评价。农业和食品化学期刊26, 1214-1218。

III. 质量检测结果

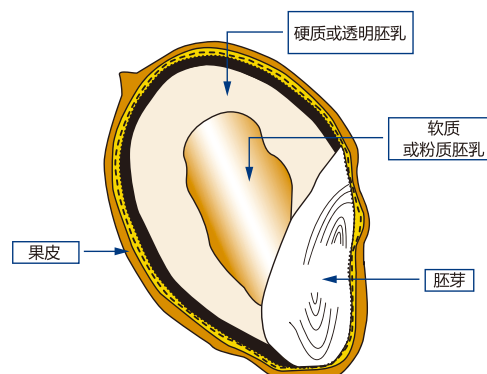
SUMMARY: CHEMICAL COMPOSITION

2015年早熟高粱					
	样本数	平均值	标准差	最小值	最大值
化学成分					
蛋白质 (干基%)	50	10.4	0.75	7.1	12.7
淀粉 (干基%)	50	73.3	0.69	71.1	75.0
油脂 (干基%)	50	4.3	0.31	3.0	5.0



D. 物理指标

物理指标是指既非定级指标又非化学成分的其他品质属性。检测物理指标为高粱各种不同用途的加工特性和储运过程中耐储性和潜在破裂风险等方面提供了更多的信息。高粱的构造对其是否能耐受储存和运输以及加工操作有影响。高粱颗粒按形态分为三个部分，胚芽或胚胎、果皮或外壳、以及胚乳。胚乳占高粱颗粒的 82% 到 86% 左右，如右图所示，分为软质胚乳（亦称粉质胚乳）和角质胚乳（亦称透明胚乳）。胚乳的主要成分是淀粉和蛋白质，胚芽含有油脂和一些蛋白质。而果皮主要由纤维构成，外层薄薄地包裹着一层蜡质。



Adapted from Rooney and Miller 1982

概述：物理指标

- 2015 年早收高粱样本的平均颗粒直径为 2.54mm，平均干粒重为 25.97 克，平均颗粒体积为 19.22 mm³。这些指标均在高粱作物的正常值范围之内，只有干粒重与文献记录相比属正常偏低范围。
- 2015 年早收高粱样本的颗粒真实密度平均为 1.350g/cm³，属于饲料高粱的正常范围。
- 2015 年早收高粱的平均颗粒硬度指数为 68.5，为高粱作物的正常值。

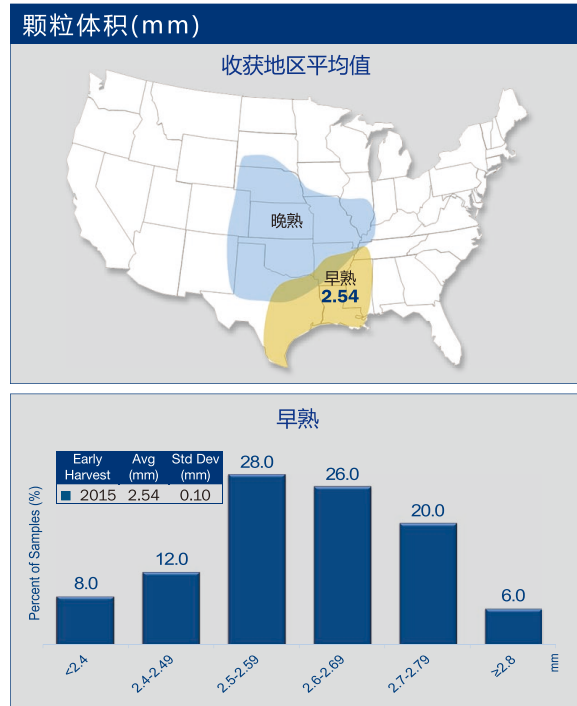
III. 质量检测结果

1. 颗粒直径

颗粒直径与颗粒体积直接相关，对碎化加工和处理有影响，能体现颗粒的成熟度。碎化加工指将高粱颗粒（大颗粒）加工成粉碎状（小颗粒），常用的加工方式是研磨或碾磨。碎化加工、功率消耗、去皮效率和颗粒出品率都和直径相关。去皮指在研磨碎化之前通过摩擦外皮去除果皮和胚芽，尽量保留胚乳。颗粒越小，加工时越需要小心谨慎。灌浆不完全和不利的天气条件可能会导致高粱颗粒直径较小。

结果

- 2015 年早收高粱的平均颗粒直径为 2.54mm，属于高粱作物的正常值。
- 2015 年早收高粱样本颗粒直径的标准差为 0.10mm。
- 2015 年早收高粱样本颗粒直径范围为 2.20mm 到 2.90 mm。
- 2015 年，早收高粱样本中的 26% 直径等于或大于 2.7 mm，54% 在 2.5 mm 和 2.69 mm 之间，20% 的样本直径小于 2.5 mm。

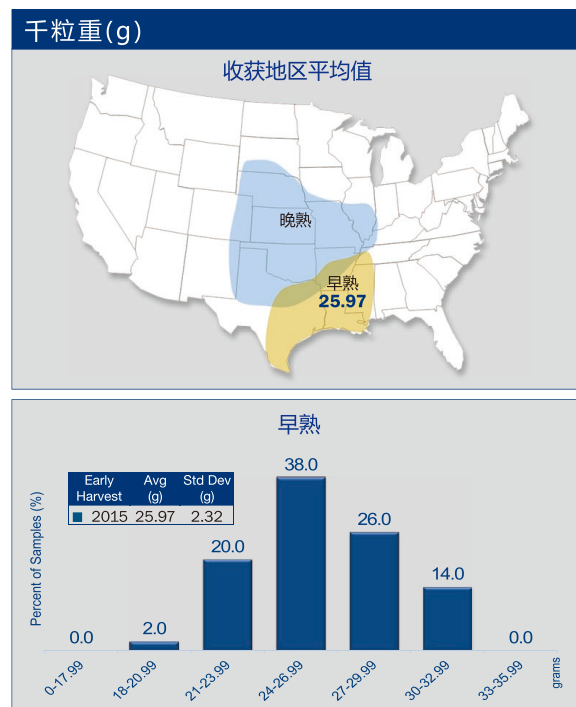


2. 千粒重

千粒重是固定数量的颗粒的总重量。通过千粒重可推导出颗粒体积(或尺寸),因为千粒重增加或减少,颗粒体积也会相应增加或减少。颗粒体积影响烘干速率。颗粒体积越大,则体积-表面积比越高,将高粱烘干到特定水分含量所需的时间就越长。某些硬质(透明)胚乳含量高的高粱品种颗粒重量也较高。

结果

- 2015 年早收高粱的平均千粒重为 25.97 克, 根据文献记载的杂交高粱历史数据, 该结果属于正常偏低。
- 2015 年早收高粱样本千粒重的标准差为 2.32 克。
- 2015 年早收高粱样本千粒重范围为 19.50 克到 32.10 克。
- 2015 年 14% 的早收高粱样本千粒重等于或大于 30.00 克, 64% 的样本千粒重在 24.00 克到 29.99 克之间, 22% 的样本低于 24 克。



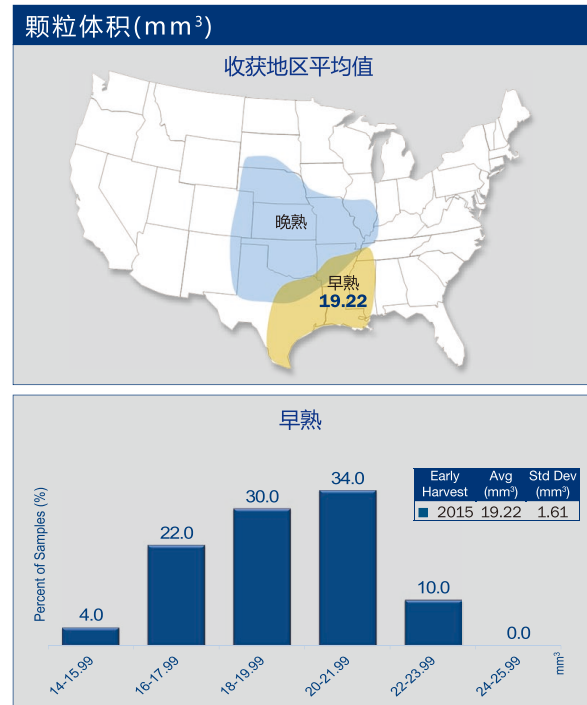
III. 质量检测结果

3. 颗粒体积

颗粒体积(或尺寸)与颗粒直径直接相关,通常反映了作物的生长条件。如果生长条件较干燥,颗粒会因为成长受阻而偏小。如果后期遭受干旱,则颗粒不够饱满。小颗粒高粱不易加工,因为由于表面积-体积比较大,在脱皮过程中胚乳去除较多,导致胚乳相关产品出品率低。

结果

- 2015年早收高粱的平均颗粒体积为 19.22 mm³,属于作物高粱的正常值。
- 2015年早收高粱样本颗粒体积的标准差为 1.61mm³。
- 2015年早收高粱样本颗粒体积的范围为 14.56 mm³到 23.46 mm³。
- 2015年 26%的早收高粱样本颗粒体积等于或小于 18.0mm³, 64%的样本中 18.0mm³到 21.99mm³之间,10%的样本等于或大于 22.0mm³。

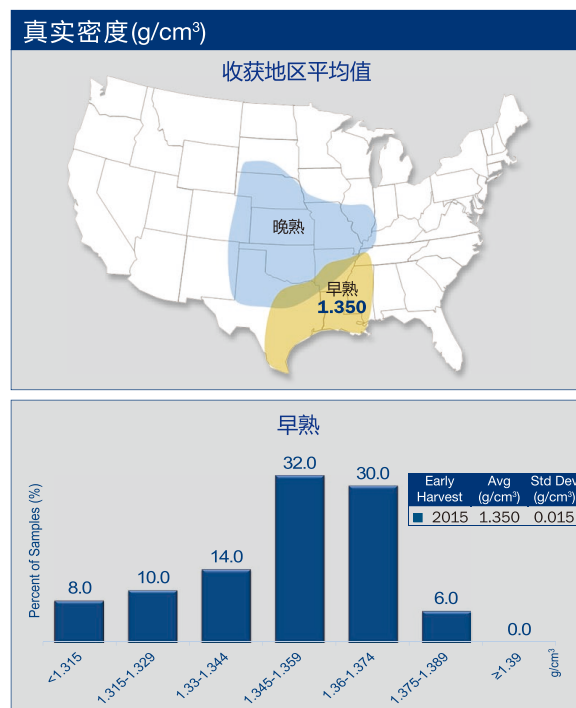


4. 颗粒真实密度

颗粒真实密度(每颗粒体积的重量)是反映颗粒密度的相关指标,对于碎化加工比较重要。杂交高粱的遗传基因和生长环境会对颗粒真实密度有影响。在储运过程中密度高的高粱比密度较低者更不易碎裂。大多数饲料高粱的真实密度范围在 1.330g/cm³ 到 1.400 g/cm³ 之间。密度大于 1.315g/cm³ 的高粱通常被认为适合酿酒或者做硬粥,而密度低于 1.315g/cm³ 的高粱则适合加工成软面包粉或者高粱淀粉。

结果

- 2015 年美国早收高粱的平均颗粒真实密度为 1.350g/cm³。
- 2015 年早收高粱样本颗粒真实密度的标准差为 0.015g/cm³。
- 2015 年早收高粱样本真实密度的范围在 1.295g/cm³ 到 1.382g/cm³ 之间。
- 2015 年 8% 的早收高粱样本真实密度低于 1.315g/cm³, 10% 的样本在 1.315g/cm³ 和 1.329g/cm³ 之间, 82% 的样本等于或高于 1.330 g/cm³ 但低于 1.390g/cm³。



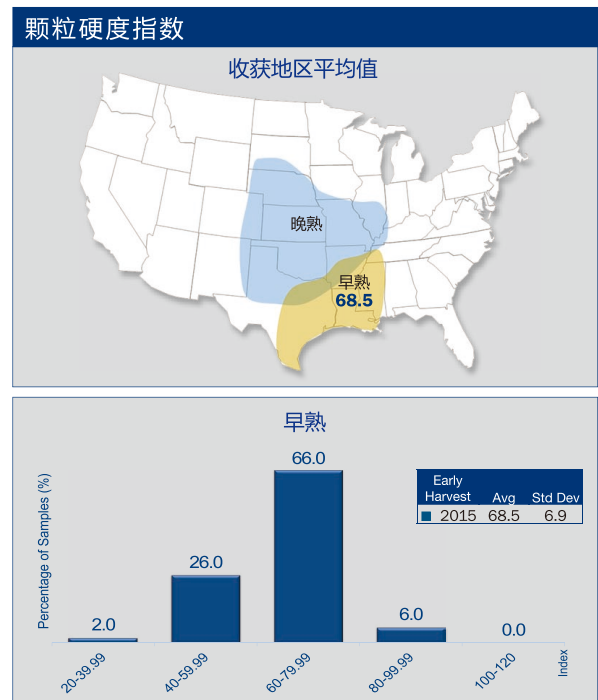
III. 质量检测结果

5. 颗粒硬度指数

颗粒硬度的大小影响到高粱对霉变和虫蚀的耐受程度,以及碎化加工和高粱的终端消费。过筛、碎化加工、功率消耗、研磨后的颗粒尺寸分布以及高粱颗粒的出品率都与硬度有关。硬度高的高粱与颗粒较软的高粱相比,加工后的粉末更大更粗;碎化加工时,重量相同的硬高粱磨出同样尺寸的粉末比较高粱需要消耗更多的功率。将高粱研磨/碾磨到适宜做禽畜饲料的颗粒尺寸,使用硬高粱比较高粱造价更高。容重和真实密度与硬度相关。颗粒硬度指数是体现高粱颗粒物理硬度的无单位数字,硬度越大则数字越大。

结果

- 2015 年早收高粱的平均颗粒硬度指数为 68.5,属于作物高粱的正常值。
- 2015 年早收高粱样本颗粒硬度指数的标准差为 6.9。
- 2015 年早收高粱样本颗粒硬度指数的范围为 37.1 到 84.0。
- 2015 年 6% 的早收高粱样本颗粒硬度指数等于或高于 80.0, 92% 的样本在 40.0 到 79.99 之间, 2% 的样本硬度指数低于 40。



SUMMARY: PHYSICAL FACTORS

2015年早熟高粱					
	样本数	平均值	标准差	最小值	最大值
物理指标					
颗粒直径(mm)	50	2.54	0.10	2.20	2.90
千粒重(g)	50	25.97	2.32	19.50	32.10
颗粒体积(mm ³)	50	19.22	1.61	14.56	23.46
真实密度 (g/cm ³)	50	1.350	0.015	1.295	1.382
颗粒硬度指数	50	68.5	6.9	37.1	84.0



IV . 检测分析方法

高粱样本(每份约 2500 克)从当地粮站直接送往位于德克萨斯州卡城的德克萨斯农工大学土壤与作物科学系的谷物质量实验室(CQL)。样本到达之后,如有必要则先进行干燥,直到达到合适的水分含量,以防止日后在检测过程中出现质量下降的现象。然后,样本会通过博尔纳分样器分成重量均等的两组,每组重量为 1100 克到 1250 克。分样器将全部样本分为两个组的同时,还要保持两组样本的质量性能平均分布。其中一组样本被送往位于德克萨斯州阿马里洛的阿玛里洛谷物交易所(AGE)进行定级和霉菌毒素检测。AGE 是美国农业部联邦谷物检测服务机构(FGIS)指定的德克萨斯州官方谷物检验服务机构。定级检验程序的依据是《FGIS 谷物检测手册》,详情会在下一节中进行叙述。另外一组样本留在 CQL 实验室,按照行业标准或者多年来通行的完善程序对化学成分和其他物理指标进行检测。

A. 高粱定级指标

1. 容重

容重是对填满特定体积的容器(温彻斯特蒲式耳)所需要的谷物量的计量。容重是 FGIS 美国高粱定级官方标准中的一项。

检测方法是放置在一个具有特定体积的量杯上方一定高度的漏斗向量杯倒入谷物,直至谷物从量杯边缘溢出。用刮板将谷物抹至与量杯口平齐,再对杯中留存的谷物进行称重。所测重量随后将转换为传统的美国计量单位,即磅每蒲式耳(lb/bu)

2. 破碎粒与杂质(BCFM)/杂质

破碎粒与杂质(BNFM)和杂质是 FGIS 美国高粱定级官方标准中的一项。

该检验测定所有能通过 12/64th 英寸圆孔筛的物质和所有留在筛面上的非高粱物质。破碎粒的定义是可以通过 5/64th 英寸三角孔筛和留在 2.5/64th 英寸圆孔筛上的所有物质。杂质是所有留在 5/64th 英寸三角孔筛面上的非高粱物质和所有能通过 6 号筛的非高粱物质。杂质的含量值是机器分离的杂质占去壳高粱样本重量的百分比和手工挑拣的杂质占相应手工挑拣的样本百分比之和。破碎粒与杂质则是破碎粒占去壳高粱样本的百分比与杂质含量之和。

3. 总损伤 / 热损伤

总损伤是 FGIS 高粱定级美国官方标准中的一项。

一位经过资格培训的检测人员用目测的方式对 15 克无破碎粒和杂质的高粱代表样本进行颗粒损坏情况查验。损伤种类包括细菌损伤颗粒、地面及 / 或天气损失颗粒、病害颗粒、霜冻损伤颗粒、热损伤颗粒、虫蚀颗粒、霉变颗粒(表面和内部)、类霉物质、紫斑病颗粒和生芽粒。总损伤是以所有受损高粱在所检样本中所占重量的百分比来表示的。

热损伤是总损伤中的一类,包括由热度引起的实质脱色或损伤的高粱颗粒或碎片。热损伤颗粒由经过资格培训的检验人员对 15 克无破碎粒与杂质的高粱样品进行目测查验。如果发现热损伤,会将其与总损伤率分开报告。

B. 水分

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

C. 化学成分

1. 近红外光谱常规分析—高粱

常规成分是谷物的主要组成部分。用近红外透射光谱分析仪(NIRT)对高粱进行的分析主要包括油脂含量、蛋白质含量和淀粉含量(或称总淀粉)。检测过程并不对高粱进行破坏。

对蛋白质、油脂和淀粉含量进行化学成分检测使用 Perten DA 7250 近红外反射仪(NIR),检测对象为 50 克高粱样本。该检验仪专门用以化学检验,对蛋白质、油脂和淀粉测定值的标准误差分别为 0.3%、0.4% 和 0.5%。检验结果以各成分在干物质中的百分比表示(占不含水的物质中的百分比)。

2. 单宁

无色花青素(儿茶素)和原花青素(单宁)是被称作黄酮醇的类黄酮物质的一类,在无机酸存在的条件下与香草醛发生反应会变成红色。香草醛与黄酮醇发生反应,但其他类黄酮化合物会呈现特别颜色变化。每克样品中儿茶素当量值(CE)接近或低于 4.0 mg 的情况通常被认为样本中不含缩合型单宁。III 型单宁高粱通常检测值高于 8.0mg CE/g。检验方法是用 UDY 粉碎研磨约 50 克谷物,并用 1mm 筛过筛,精确称量 0.30 克样本用作分析。

提取和分析采用草醛-盐酸法,并用空白对照试验去除高粱色素的干扰。以 500 纳米为单位的紫外可见分光光度计被用于测量颜色变化,用纯儿茶素运行标准曲线进行对照实验进行三次,取其平均值,用 mg CE/g 表示(干基)。

D. 物理指标

1. 干粒重、颗粒体积和颗粒真实密度

干粒重是用 Perten4100 型单粒谷物硬度仪(SKCS 4100)称量 300 粒样品得到的平均重量。该仪器对每粒谷物进行称重,精确到 0.01mg,然后根据 300 粒谷物各自的重量计算出干粒重。干粒重的平均值用克(g)表示。

颗粒体积是用氮比重仪对 80.00 ± 0.05 g 精确称量的高粱颗粒进行计量所得,单位为立方毫米(mm^3)/粒。单位颗粒体积通过用干粒重(克)除以氮比重仪称出的重量(克),乘以氮比重仪记录的体积(cm^3)。得出的值为 $\text{cm}^3/1000$ 粒,即为 mm^3 /粒。颗粒体积的范围从小到大通常为每粒 12 到 28 立方毫米(mm^3 /粒)。

颗粒真实密度是把一份外表完好的 80.00 ± 0.05 克高粱样本用质量(或重量)除以其比重仪体积(或排水量)得出的。真实密度用克每立方厘米(g/cm^3)表示。当水分含量折合为 12% 至 15% 之间时,真实密度通常处在 1.24 至 $1.39\text{g}/\text{cm}^3$ 之间。

2. 颗粒硬度指数

颗粒硬度指数用 SKCS 4100 进行测量。SKCS 4100 自动逐个选取高粱颗粒,对其进行一一称重,然后将其放入齿形转轮和渐窄的弯月形装置中压碎。颗粒破碎时,仪器会分别测定转轮和弯月装置的受力。大约 50 克外表完好的无杂质高粱被放入送料斗。仪器自动选取 300 粒谷物。测量结果表示为 300 粒谷物的平均硬度指数。样本还根据平均硬度指数值和 300 粒谷物的硬度分布情况被分为硬、混合和软几个级别。颗粒硬度指数的范围在 20 到 120 之间。

IV . 检测分析方法

3. 颗粒直径

颗粒直径用 SKCS 4100 进行测量。仪器分别记录 300 粒高粱的直径,并计算出平均直径,单位为毫米(mm)。



V. 美国高粱等级及换算

美国高粱分级和定级要求

等级	最低容重 磅 (每蒲式耳)	最高限值			
		颗粒损伤		破碎粒与杂质	
		热损伤 (%)	总损伤 (%)	杂质 (占总体%)	总破碎粒与杂质 (%)
美国一级高粱	57.0	0.2	2.0	1.0	3.0
美国二级高粱	55.0	0.5	5.0	2.0	6.0
美国三级高粱 ¹	53.0	1.0	10.0	3.0	8.0
美国四级高粱	51.0	3.0	15.0	4.0	10.0

美国高粱样本级为有如下情形的高粱：(a) 未能达到美国高粱等级的1、2、3、4级要求；或(b) 混有8块或以上重量超出样品重量的0.2%的石块，混有两块或以上的玻璃，三粒或以上的猪屎豆种子 (*Crotalaria spp.*)，两颗或以上的蓖麻子 (*Ricinus communis L.*)，四颗或以上不明异物或混有普遍认为有毒害性的物质，8粒或以上仓耳子 (*Xanthium spp.*)，或其它单独的或成簇的植物种子，1000克高粱样本中混入10粒或以上鼠类、鸟类排泄物同等数量的其他动物污物，11颗或以上混合异物，包括动物排泄物、蓖麻子、猪屎豆种子、玻璃、石子、不明异物和苍耳子；或(c) 有霉味、酸味或作为商品令人不快的异味（黑穗病异味除外）；或(d) 严重风化、发热或其他明显质量低劣的情形。

¹明显变色的高粱不得定为三级以上。

来源: 联邦法规，第7章，第810条，D项，美国高粱标准

美国单位和公制单位换算

高粱单位换算	公制换算
1蒲式耳 = 56磅 (25.40千克)	1磅 = 0.4536千克
39.368蒲式耳 = 1吨	1英担 = 100磅或45.36千克
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蒲式耳 = 72.08千克/百公升	1公担 = 100千克
	1公顷 = 2.47英亩



U.S. GRAINS COUNCIL

20 F Street, NW Suite 600
Washington, DC 20001

Phone: +202-789-0789
Fax: +202-898-0522

Email: grains@grains.org
Website: grains.org

People's Republic of China

Beijing

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

Egypt

Cairo

Tel: +20-100-1000149
grains@grains.org

Japan

Tokyo

Tel: +81-3-6206-1041
Fax: +81-3-6205-4960
tokyo@grains.org

Korea

Seoul

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

Mexico

Mexico City

Tel1: +52-55-5282-0244
Tel2: +52-55-5282-0973
Tel3: +52-55-5282-0977
Fax: +52-55-5282-0969
mexico@grains.org

Middle East and Africa

Tunis

Tel: +216-71-191-640
Fax: +216-71-191-650
tunis@usgrains.net

South and Southeast Asia

Kuala Lumpur

Tel: +603-2093-6826
Fax: +603-2093-2052
grains@grainsea.org

Taiwan

Taipei

Tel1: +886-2-2523-8801
Fax: +886-2-2523-0149
taipei@grains.org

Tanzania

Dar es Salaam

Tel: +255-68-362-4650
mary@usgrainstz.net

Western Hemisphere

Panama City

Tel: +507-315-1008
Fax: +507-315-0503
LTA@grains.org