

中华人民共和国行业标准  
《高湿玉米青贮技术规程》  
(公开征求意见稿)

# 编制说明

XXX

2024年7月

## 目录

一、工作简况，包括任务来源、制定背景、起草过程 .....	1
(一) 任务来源 .....	1
(二) 制定背景及意义 .....	1
(三) 标准起草过程 .....	2
二、标准编制原则、主要内容及其确定依据 .....	4
(一) 标准编制主要原则 .....	4
(二) 标准主要内容确定的依据 .....	5
三、主要试验(或验证)的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果	18
(一) 高湿玉米青贮在奶牛瘤胃发酵中分析 .....	18
(二) 高湿玉米青贮在奶牛生产中分析 .....	19
(三) 技术经济论证、预期的经济效益、社会效益和生态效益 .....	20
四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况 .....	20
五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因 .....	21
六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系 .....	21
七、重大分歧意见的处理经过和依据 .....	21
八、涉及专利的有关说明 .....	21
九、实施国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议 .....	21
十、其他应予说明的事项 .....	22

# 《高湿玉米青贮技术规程》编制说明

## 一、工作简况，包括任务来源、制定背景、起草过程

### （一）任务来源

本项目为2022年农业财政项目指南中“农业行业标准制订与修订”项目中农质标函[2022]66号（项目编号：NYB-22008）《饲草青贮技术规程 高湿玉米》。XXX在填报了标准制定项目任务书，叙述了制定该规范的计划、内容、实施步骤等事宜，在得到农业农村部确认和批准后进入实施阶段。

### （二）制定背景及意义

粮改饲是“化草为粮”“藏粮于技”提高大食物安全保障水平的重要举措，是饲草产业发展的重要抓手。粮改饲政策实施以来，促进玉米优势产区向牛羊生产基地转变，有效减少牛羊等反刍动物优质粗饲料的供需缺口，降低生产成本，促进种养循环和产业提质增效。

全株玉米青贮已成为畜牧业发展不可或缺的基础饲料之一。但近年来，随着养殖业规模化的快速发展，饲养成本过高、优质饲草料短缺等问题凸显。降本提质增效已成为牧场可持续发展的重要方向，而探索并筛选优良的饲草料能源是重要途径。

高湿玉米（High-Moisture Corn, HMC）是近年在奶牛的饲草料研究方面的一种新型的能量饲料，在保存玉米营养价值的同时，能提高奶牛的适口性以及瘤胃对饲料的转化率，降低牧场成本，提高生产效益。它具有和干玉米相似的能量和蛋白，能节省干燥带来的损失，

提高谷物利用率和动物生产性能。相比干玉米，青贮能提高淀粉消化率（Saylor 等，2021），产奶净能提高 5%~10%（乔艳辉等，2019）。然而相对于制作全株玉米青贮而言，高湿玉米的制作流程更加严格，不规范的制作流程将会导致额外的损失，因此迫切需求制定《高湿玉米青贮技术规程》来指导高湿玉米青贮的生产。通过制定标准化技术规程，减少高湿玉米制作过程营养损失，进而保证优质饲料的供应。

### （三）标准起草过程

本标准制定工作分以下几个阶段进行：

#### 第一阶段 起草阶段

##### 1. 前期基础工作

项目组牵头单位 XXX 自 2018 年联合全国畜牧总站实施了粮改饲—优质青贮行动计划（GEAF 计划），主要围绕青贮饲料的种植、调制、评价和利用等技术环节，指导青贮生产。自 2018 年开始，项目组根据青贮饲料生产情况，编写了全株玉米青贮调制与评价、苜蓿青贮调制等相关青贮技术规范，并在牧场中广泛应用，为青贮饲料调制技术规范的制定积累丰富的经验。

##### 2. 组建标准起草工作组

2022 年 6 月，项目组正式启动了《饲草青贮技术规程 高湿玉米》，明确标准编制的基本思路和计划进度安排，同时组建标准起草工作组，具体人员组成及分工见表 1。

表 1 标准起草工作组人员组成与分工

序号	姓名	工作单位	职务/职称	项目分工
1	XXX	XXX	研究员	项目负责人，负责标准修订的起草和征求意见
2	XXX	XXX	高级畜牧师	标准文献收集及初稿起草
3	XXX	XXX	助理研究员	标准文献收集及初稿起草
4	XXX	XXX	副研究员	标准文献收集及初稿起草
5	XXX	XXX	助理研究员	参与技术规范的制定
6	XXX	XXX	助理研究员	参与技术规范的制定
7	XXX	XXX	教授	参与技术规范的制定
8	XXX	XXX	教授	参与技术规范的制定
9	XXX	XXX	高级畜牧师	参与技术规范的制定
10	XXX	XXX	副总裁	参与技术规范的制定
11	XXX	XXX	技术总监	参与技术规范的制定
12	XXX	XXX	高级畜牧师	参与技术规范的制定
13	XXX	XXX	正高级畜牧师	参与技术规范的制定
14	XXX	XXX	董事长	参与技术规范的制定
15	XXX	XXX	技术总监	参与技术规范的制定

### 3. 收集文献资料

为了做好本标准的起草工作，标准起草小组收集了大量国内外高湿玉米青贮的相关资料，并认真整理和总结了高湿玉米青贮在推广过程中的研究成果。

我国尚无关于高湿玉米青贮相关的国家标准和行业标准，查到团体标准和地方标准 6 项，国内外相关文献 24 篇。根据查阅相关文献材料和前期工作基础初步制订了试验方案。对目前国内外关于高湿玉米青贮技术的相关标准进行整理发现（表 2），在收获、调制等方面

的部分关键参数差异较大，因此迫切需求制定《高湿玉米青贮技术规程》进行科学、规范指导高湿玉米青贮的生产。

表 2 现行团体标准和行业标准关键参数对比情况

序号	技术内容	关键参数	标准类型	来源
1	1.贮前准备；2.原料； 3.收获；4.籽粒破碎； 5.裹包；6.贮藏管理； 7.发酵；8.生产记录	玉米籽粒出现黑层，或玉米籽粒含水量为 28%~35%之间收获； 粉碎粒度 2mm~4.75mm 占比大于 50%； 压实密度大于 900 kg/m <sup>3</sup> ； 发酵 45d 以上开包。	地方标准	DB13/T 5845-2023 高湿玉米裹包青贮生产技术规程
2	1.技术路线；2.作业准备；3.作业要求：（1）试作业，（2）收获，（3）粉碎，（4）微贮； 4.安全要求；5.机具保养与存放	籽粒破碎率>99%，玉米轴和苞叶粉碎长度≤1 cm，细粉率≤5%； 籽粒微贮密度≥850 kg/m <sup>3</sup> ，籽粒带轴微贮密度≥750 kg/m <sup>3</sup> ，全果穗带苞叶微贮密度≥700 kg/m <sup>3</sup> ； 粉碎后高湿玉米应在 8h 内完成作业。	地方标准	DB15/T 3916-2025 高湿玉米机械微贮技术规范
3	1.原料；2.贮前准备； 3.粉碎；4.装填与压实； 5.封窖；6.管理；7.取饲	玉米籽粒水分含量宜为 25%~35%； 上层筛（孔径 4.75 mm）占比 25%~35%，中层筛（孔径 2 mm）占比大于 50%，下层筛（孔径 1 mm）占比小于 10%，底层占比小于 5%； 玉米籽粒压实密度宜达到 1000 kg/m <sup>3</sup> 以上，全果穗玉米和玉米穗宜达到 900 kg/m <sup>3</sup> 以上； 发酵 60d 后可开窖使用；每次取料深度不低于 30 cm。	地方标准	DB23/T 3214-2022 湿贮玉米制作技术规程
4	1.贮前准备；2.原料选择；3.原料粉碎；4.打捆裹包；5.贮后管理	玉米全果穗（有苞叶带轴）含水率为 35%~38%，玉米果穗（无苞叶带轴）含水率为 32%~36%，玉米籽实为含水率 26%~32%； 籽实破碎率大于 95%，玉米轴和苞叶粉碎长度小于 1.5cm；籽实粉碎度应符合大于 70%通过 4.75 mm 筛，小于 50%通过 1.18 mm 筛，小于 5%通过 0.30 mm 筛； 玉米全果穗裹包密度应不低于 850 kg/m <sup>3</sup> ，玉米果穗和玉米籽实裹包密度应	团体标准	T/CAMDA 29-2023 高湿玉米裹包青贮饲料加工规程

		不低于 900 kg/m <sup>3</sup> ; 发酵 45d。		
5	1.收获期; 2.机械选择; 3.收获运输; 4.原料破碎; 5.窖贮; 6.拉伸裹包膜贮存; 7.添加剂; 8.取料与饲喂; 9.品质评价	玉米籽粒出现黑层后进行收获,籽粒水分 27%~32%,最佳为 30%~32%, 全果穗和果穗湿贮籽粒含水量 30%~35%时收获; 籽粒破碎率 95%以上,粉碎粒度一般通过 4.75 mm 筛 > 50%,通过 1.18mm 筛 > 25%,0.06 mm 筛下层 < 20%; 压窖玉米湿贮含水量不低于 27%,压实密度为 800 kg/m <sup>3</sup> ~900 kg/m <sup>3</sup> ;裹 包压实密度为 800 kg/m <sup>3</sup> ~900 kg/m <sup>3</sup> ; 发酵时间不应低于 45 d,最佳在 56 d 以上,pH 值稳定在 4.0~4.3 后即可 饲喂。	团体标准	T/NAASS 017—2022 宁夏 规模奶牛场高水分玉米湿 贮技术规程
6	1.贮前准备; 2.原料; 3.窖贮; 4.裹包青贮; 5.贮后管理	玉米完熟末期黑色或褐色层出现,含水量为 32%~40%; 籽粒破碎率大于 95%,玉米轴粉碎长度小于 2 cm,玉米籽粒粉碎粒度 2 mm~4.75 mm 占比大于 50%; 玉米果穗的压实密度应达到 900 kg/m <sup>3</sup> 以上。 开窖时间不低于 45 天,取料深度不低于 30 cm。	团体标准	T/HXCY 105-2025 高湿玉 米果穗青贮技术规程



#### **4. 起草标准草案稿**

根据查阅相关资料和前期大量的工作，通过试验结果和技术分析，确立了标准的基本技术内容，项目组根据《GB/T 1.1-2020标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写规则》实施指南中的有关规定起草标准，形成标准草案稿。

#### **5. 标准草案稿研讨**

2023年3月28日，项目组在江苏南京举办的《饲草青贮技术规程 高湿玉米》标准研讨会，会议邀请了中国农业科学院北京畜牧兽医研究所、黑龙江省农垦科学院畜牧兽医研究所、北大荒农垦集团、南京农业大学、黑龙江八一农垦大学、兰州大学、中国农业大学、北京三元种业股份有限公司、科汉森公司、科立博公司、中地乳业集团有限公司、上海牧高生物科技有限公司、中化现代农业有限公司、河南省饲草饲料站、山东省畜牧总站等16个单位的17位知名学者和生产一线专家参加，对标准草案稿进行充分讨论，逐字逐句修改了标准文本，与会专家将标准题目更改为“饲草料青贮技术规程 高湿玉米”，并从产业发展、关键技术参数、实际操作应用等方面提出了意见和建议。

### **第二阶段 定向征求阶段**

2024年2月-3月，项目组将标准意见征求稿向行业专家及一线技术人员进行意见征求。本次共向35家单位39位专家征求意见，回函21家单位24位专家，有建议或有意见的单位20个，专家23位（见表3），共收集意见有89条，其中采纳45条，不采纳36条，部分采纳8条。在征求意见过程中，各单位及牧场提出了许多好的意见和

建议。意见和建议如下：（1）建议修改题目；（2）将封窖和打包时间进行明确规定；（3）增加开窖时间；（4）部分参数是否需要进一步优化；（5）优化标准文本表述等。项目组将意见汇总后逐条分析这些意见和建议，做到能吸收的尽量吸收。经过反复研究及查阅文献资料，对标准文本作出 43 处修改，充分吸收行业专家各方面的意见和建议。

表 3 定向征求意见回函且有建议专家名单

序号	姓名	单位
1	玉柱	中国农业大学
2	徐春城	中国农业大学
3	屠焰	中国农业科学院饲料研究所
4	刘建新	浙江大学
5	蒋林树	北京农学院
6	李建国	河北农业大学
7	高艳霞	河北农业大学
8	王建平	河南科技大学
9	瞿明仁	江西农业大学
10	丛树发	黑龙江省农垦科学院畜牧兽医研究所
11	万发春	湖南农业大学
12	张佩华	湖南农业大学
13	毛胜勇	南京农业大学
14	闫素梅	内蒙古农业大学
15	张元庆	山西农业大学
16	路永强	北京市畜牧总站
17	牛岩	河南省畜牧技术推广总站
18	姜慧新	山东省畜牧总站
19	马毅	天津市农业科学院畜牧兽医研究所

20	马记成	内蒙古青贮传奇科技有限公司
21	王立明	认养一头牛控股集团股份有限公司
22	陈亚梅	赤峰澳亚现代牧场有限公司
23	崔彪	北京优源牧业有限公司

### 第三阶段 预审阶段

2024年7月15日，XXX在北京组织标准、营养、教学、草业、养殖等领域的有关专家召开《饲草青贮技术规程 高湿玉米》行业标准预审会。专家组由河北农业大学李建国教授、北京市畜牧总站路永强研究员、河北省农林科学院刘忠宽研究员、中国农业科学院饲料研究所屠焰研究员、西北农林科技大学姚军虎教授、中国农业大学吴哲副教授、国家标准技术审定中心张育润高级工程师、中国农业科学院草原研究所智荣助理研究员和河北乐源牧业有限公司刘光磊总经理助理/推广研究员组成，由李建国教授担任专家组组长，专家组在听取汇报的基础上，对标准的格式和技术内容进行了逐条、认真细致的审查和充分讨论，预审意见如下：（1）标准名称修改为“高湿玉米青贮技术规程”；（2）删除“高湿玉米青贮”术语和定义；（3）删除“堆贮”方式及其内容；（4）删除“5 贮前准备”章节；（5）按照 GB/T 1.1 的要求进一步规范标准文本。专家组一致认为，同意通过预审，建议标准起草单位按照专家意见进一步修改后形成公开征求意见稿，报全国畜牧业标准化技术委员会秘书处。

预审意见汇总处理表见附件 1。

### 第四阶段 公开征求意见阶段

## 二、标准编制原则、主要内容及其确定依据

### （一）标准编制主要原则

本标准在广泛调研和分析的基础上，结合国内外先进经验，并充分考虑我国的实际情况进行制定，优先体现技术的实用性和先进性，同时兼顾可操作性，实现了技术水平与实际生产的相结合。在内容上力求文字表达准确、简洁易懂，标准结构严谨合理，编排层次清晰，符合逻辑和相关规定。标准的编制原则主要遵循了政策性、规范性、协调性、可操作性和实用性原则。

#### 1. 政策性

制定本标准直接关系到国家和行业发展的利益。因此，在制定过程中严格贯彻国家有关方针、政策、法规和规章。

#### 2. 规范性

本标准在编制过程中力求做到技术内容叙述正确无误，文字表达准确和简明易懂，标准的构成严谨合理，内容编排、层次划分合理清晰。本标准在涉及各要素的起草、标准化术语等方面遵守了现行的《GB/T 1.1-2020 标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》中的有关规定编写。

#### 3. 协调性

本标准引用规范性文件和技术内容与目前使用的国家标准和行业标准协调统一、互不交叉。同时从长远考虑，尽量与现行的国家和行业标准兼容。

#### 4. 实用性

本标准内容主要技术参数已经牧场进行实践，有助于提升高湿玉米青贮质量，满足优质青贮饲料制作需求，降低生产成本，实现高湿玉米青贮标准化生产。

### （三） 标准主要内容确定的依据

文本共分为 12 个部分，分别为第一部分范围、第二部分规范性引用文件、第三部分术语和定义、第四部分高湿玉米青贮制作程序、第五部分原料选择和收获、第六部分原料粉碎、第七部分添加剂使用、第八部分打包或装填、第九部分裹包或密封、第十部分贮后管理、第十一部分取用、第十二部分证实方法。

#### 1. 术语和定义

##### 标准内容：

##### **3.1 高湿玉米 *high-moisture corn*：**

在玉米腊熟末期至完熟期之前收获的含水量在 24% 以上的玉米籽粒、果穗或全果穗。

注：果穗包括玉米芯和玉米籽粒，全果穗包括苞叶、玉米芯和玉米籽粒。

**理由和参考依据：**根据学术用语进行规范。高湿玉米最佳收获期是玉米籽粒出现黑层后（冯光彩等，2024），此时是玉米腊熟末期至完熟期之前。文献报道（孔令芝等，2023），高湿玉米是指籽实水分含量在 24% 以上的玉米；也有报道（乔艳辉等，2019；Canizares 等，2011），高湿玉米是指含水量在 25%~38% 收获的玉米籽实。结合项目组实践结果，玉米籽粒含水量在 24% 以上均可以调制成高湿玉米青贮，因此将高湿玉米的含水量定义在 24% 以上。由于高湿玉米在收获

时主要包括 3 种原料，分别是全果穗（苞叶+玉米芯+籽粒）、果穗（玉米芯+籽粒）、玉米籽粒。

## 2. 高湿玉米青贮制作程序

标准内容：

### 4 高湿玉米青贮制作程序

高湿玉米青贮制作流程图见图 1。

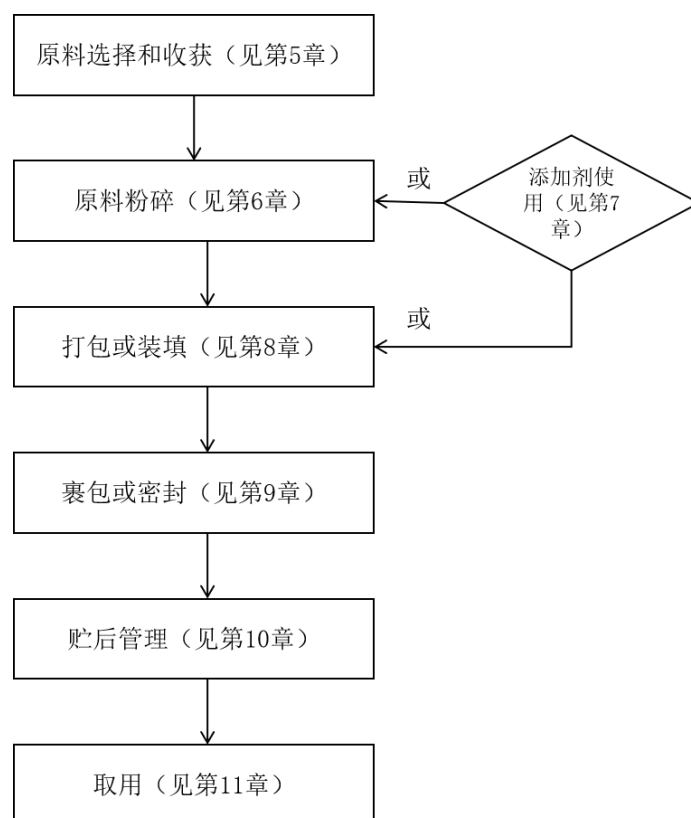


图 1 高湿玉米青贮制作流程图

理由与依据：

根据《GB/T20001.6-2017 标准编写规程 第 6 部分：规程标准》的要求，结合本文件的制作流程，形成了高湿玉米青贮制作流程图。

## 3. 原料选择和收获

## 标准内容:

### 5 原料选择和收获

5.1 在玉米腊熟末期至完熟期之前,宜采用机械进行收获,收获机械应符合 GB/T 21962 或 GB/T 34373 的规定。

5.2 宜选择或调控含水量在 28%~32%的玉米籽粒、含水量在 30%~38%的全果穗和果穗进行青贮。

5.3 玉米籽粒、果穗或全果穗应无霉变,不含沙石、泥土等异物。

## 理由与依据:

高湿玉米在制作过程中要密切关注玉米的含水量,因为玉米过湿会延长发酵时间,增加干物质损失,玉米太干则会发生过多的变质和霉菌生长,且增加破碎加工、压窖及发酵难度,也会导致有氧稳定性差的问题(Kung 等, 2007; Bucholtz, 2012)。为了避免出现这些问题,适宜的收获期为玉米籽粒出现黑层,因此,最佳的收获期为腊熟末期至完熟期,玉米籽粒青贮适宜含水量应为 28%~32% (冯光彩等, 2024),全果穗青贮和果穗青贮适宜含水量应为 30%~38% (马西青等, 2023)。在玉米的腊熟末期至完熟期之前,采用机械进行收获有助于提高收割效率,减少人工成本。机械收割能够在最佳时机进行作业,确保玉米的成熟度和质量,同时减少作物损失。根据 GB/T 21962 或 GB/T 34373 的规定,收获机械的设计和性能标准确保其在收割过程中具备高效、稳定的工作性能,能够最大限度地减少对玉米的损伤,保证收割后的质量和产量。

从表 4 可知,含水量对玉米籽粒青贮营养成分和发酵指标具有显著的影响,随着含水量的升高,玉米青贮前后均表现为蛋白质和淀粉三者含量降低,pH 值、氨态氮、乳酸和乙酸含量显著增加。含水量

过高或过低都会引起发酵过程中许多问题的产生，如引起发酵不充分、生成不利于发酵的一些产物等，因此，综合考虑营养指标和发酵指标，28%~32%为玉米籽粒青贮收获时理想的含水量。

表 4 不同含水量对玉米籽粒青贮的影响

指标	含水量		
	20%~28%	28%~32%	32%~45%
蛋白质 (%DM)	6.46a	6.31b	6.36b
淀粉 (%DM)	71.45a	71.51a	70.17b
粗灰分 (%DM)	1.63a	1.21b	1.32b
pH值	5.45a	4.04c	3.90c
氨态氮 (%DM)	0.15c	0.17b	0.18a
乳酸 (%DM)	0.87c	2.02b	2.53a
乙酸 (%DM)	0.26c	0.37b	0.40a

从表 5 可知，含水量对果穗青贮营养品质和发酵品质均有显著的影响。从营养品质上看，随着收获期推迟，玉米含水量降低，玉米青贮前后均表现为干物质、蛋白质和淀粉三者含量增加，主要是籽粒形成期叶片光合产物和茎叶中贮存的干物质集中向籽粒转运，籽粒干物质质量逐渐增加，其淀粉和蛋白质含量也均在蜡熟后期至成熟阶段呈现最大值。从发酵品质上看，过低的籽粒含水量不利于发酵，随着含水量增加，乳酸和氨态氮含量显著增加，30%~38%组 pH 值显著低于 25%~30%组和 38%~45%组，说明适宜的水分是乳酸菌生长发酵的必要条件，较高水分含量乳酸菌比较活跃，而水分含量低会使物料难以压实，乳酸菌发酵缓慢，产酸较少，pH 值也降低的相对缓慢。因此，果穗青贮最佳收获期为含水量 30%~38%。



表 5 不同含水量对果穗青贮的影响

指标	含水量		
	25%~30%	30%~38%	38%~45%
干物质 (%)	73.5a	64.3b	58.1c
蛋白质 (%DM)	9.9a	8.4b	8.3c
淀粉 (%DM)	59.1a	56.1b	56.2b
粗灰分 (%DM)	1.38	1.40	1.66
pH值	6.20a	4.00c	4.26b
氨态氮 (%)	0.97b	3.72a	3.62a
乳酸 (%DM)	0.21c	2.52b	2.89a

因此，高湿玉米收获前，建议农田取样检测玉米的含水量，根据实际的含水量准确判断收获的时间。理想的籽粒青贮含水量为28%~32%，全果穗青贮和果穗青贮含水量为30%~38%，如果收获周期较长，可以从含水量38%左右就开始收获，保证含水量不低于28%，否则易造成发酵不充分，造成真菌污染；如果水分过高，易受梭菌污染，同时蛋白质被降解成氨。

表 6 高湿玉米水分与品质的关系

水分含量	发酵	有氧稳定性	淀粉含量	淀粉消化率
<28%	酸度低	易被真菌污染	高	低
28%~38%	理想状态	理想状态	理想	理想
>38%	蛋白分解较多	梭菌污染风险	低	高

#### 4. 原料粉碎

## 标准内容:

### 6 原料粉碎

采用机械进行粉碎，粉碎粒度以 75% 以上通过 4.75 mm 筛且 25% 以上通过 2.36 mm 筛为宜。

## 理由与依据:

在压窖或裹包密封前，要进行籽粒破碎，而籽粒破碎程度影响玉米的淀粉消化率。若玉米粉碎恰当，淀粉消化率可达 90%~95%，若粉碎不当，淀粉消化率不足 70%（孔庆斌等，2017）。整粒饲喂高湿玉米时，奶牛粪便中残留的高湿玉米占粪便干物质的 15%~30%（孔庆斌等，2017）。因此控制高湿玉米的粉碎粒度至关重要。

由图 2 可知，各时间点玉米的干物质和淀粉降解率均随着粒度的减小而增加，同时，各粒度玉米的淀粉降解率也随着降解时间的延长而增加，各粒度中，玉米最小的粒度 300  $\mu\text{m}$  的淀粉的 48 h 降解率最高，为 98.22%，而最大的粒度 4.75 m 的最低，分别为 75.96%，当玉米粒度降低约 16 倍时，淀粉消化率增加约 1.3 倍，这是由于随着玉米粒度降低，增加了与瘤胃微生物的接触表面积，提高了淀粉降解率，因此粉碎越细，淀粉降解率越高。但粉碎过细引起发酵过度，挥发酸产生就会加快，降低瘤胃 pH，引起奶牛的瘤胃酸中毒。因此，通过孔径 4.75mm 筛的玉米越多，淀粉消化率越高。

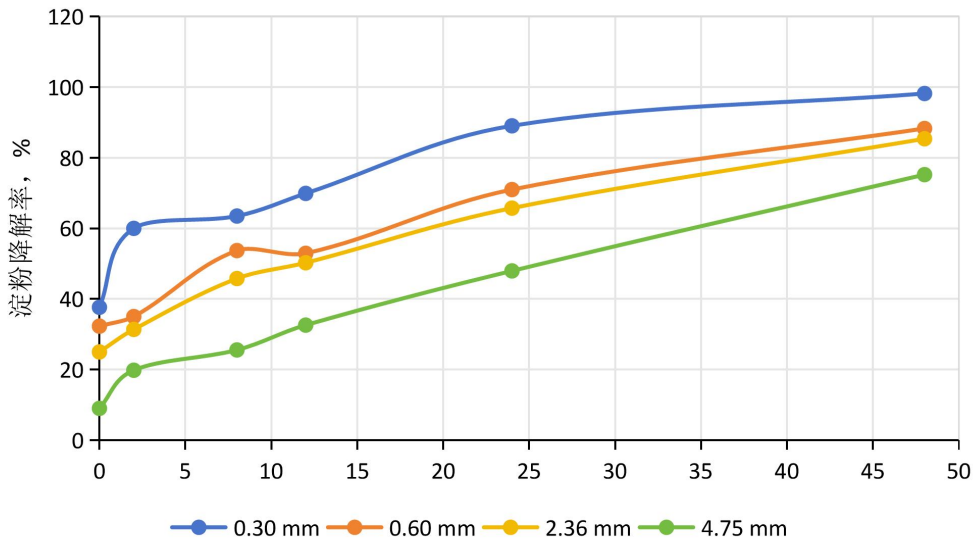


图 2 玉米粉碎粒度对淀粉瘤胃降解率的影响

通过破碎可以有效改善饲喂时玉米淀粉的消化率。根据文献报道，Saylor 等（2020）将收获的高水分玉米籽粒进行粗磨（平均粒度  $(3798 \pm 40 \mu\text{m})$ ）与细磨（平均粒度  $984 \pm 42 \mu\text{m}$ ）处理，发酵 28 d 后发现，细磨可强化发酵并改善瘤胃淀粉降解。孔庆斌等（2017）和郭凯军等（2022）的研究也显示，当玉米籽粒的破碎度为 1~4 mm 时，奶牛对玉米籽粒的淀粉消化率最高。文献报道（冯光彩等，2024；智健飞等，2021），籽粒 50% 的籽粒通过 4.75 mm 筛，25% 的籽粒通过 1.18 mm 筛，4.75 mm 筛上部分不超过 5%，小于 0.6 mm 筛的部分不超过 20%。根据试验结果，结合在现代牧业（集团）有限公司、中地乳业集团有限公司、内蒙古优然牧业有限责任公司等牧场相关经验，为提高高湿玉米淀粉消化率，将通过 4.75 mm 筛玉米籽粒占比提高到 75%；为了防止粉碎过细，引起发酵过度，将 25% 的籽粒通过 1.18 mm 筛改为 25% 的籽粒通过 2.36 mm 筛。因此，粉碎粒度以 75% 以上通过 4.75 mm 筛且 25% 以上通过 2.36 mm 筛为宜。具体粉碎粒度要求

如下表 7 所示：

表 7 高湿玉米粒度粉碎要求

高湿玉米水分含量	过 4.75 mm 筛	过 2.36 mm 筛
28% ~ 38%	>75%	>25%

## 5. 添加剂使用

### 标准内容：

#### 7 添加剂使用

7.1 可在粉碎或打包/装填过程均匀喷洒添加剂。

7.2 宜选用促进乳酸菌增殖、提高有氧稳定性的微生物制剂、有机酸或复合酸制剂，并符合 GB/T 22141、GB/T 22142、GB/T 22143 或 NY/T 1444 的规定。

### 理由与依据：

选择正确的青贮添加剂可以促进乳酸菌的发酵，抑制腐败菌的增殖，增加青贮饲料的有氧稳定性，并能提高青贮饲料的营养价值（Muck 等，2018）。目前，有机酸及其盐类和乳酸菌类添加剂是常用的青贮添加剂（Li 等，2019），尤其是乳酸菌类应用最为广泛。按照代谢己糖产物的不同，乳酸菌被划分为 2 种发酵类型，其中代谢只产生乳酸的菌株为同型发酵乳酸菌，而产生多种产物的菌株为异型发酵乳酸菌（郭凯军等，2022）。同型乳酸菌的主要作用是促进青贮的早期发酵，提高发酵效率，快速降低青贮的 pH，抑制霉菌等有害微生物的活动，利于青贮发酵的快速启动（Keles 等，2011）；而异型发酵乳酸菌可以产生乳酸和挥发性脂肪酸，且能够抑制好氧菌的生长，提高青贮的有氧稳定性（郭盼等，2012）。现在市售的乳酸菌多为同型和异型发酵乳酸菌混合使用。

与全株玉米青贮添加剂相比，高湿玉米青贮添加剂的添加量更大，同时异型菌的含量更多，这主要是由于（1）高湿玉米的干物质含量更高，达到较低的 pH 难度更大；（2）高湿玉米更容易受霉菌的污染，通过增加添加剂的量和异型菌的量，能够促进乙酸和丙酸的发酵，有利于预防霉变；（3）青贮添加剂的添加位置在粉料出口处，根据出料的速度调整添加的速度。因此，本标准规定了添加剂的使用。

由表 8 可知，添加青贮添加剂能够显著降低青贮饲料中的 pH，随着发酵时间的延长，pH 逐渐降低，添加微生物制剂组的 pH 在青贮 1d 能够显著降低高湿玉米青贮 pH 值，这是由于添加微生物制剂，增加了乳酸菌数量，产酸效率增加，pH 值降低迅速，保证了高湿玉米青贮后的品质。由图 3 可知，添加微生物制剂显著提升高湿玉米青贮发酵品质，其中 pH 值显著低于未使用添加剂，乳酸含量显著高于对照组。因此，在制作高湿玉米青贮时宜选用促进乳酸菌增殖、抑制有氧变质的添加剂效果最好。

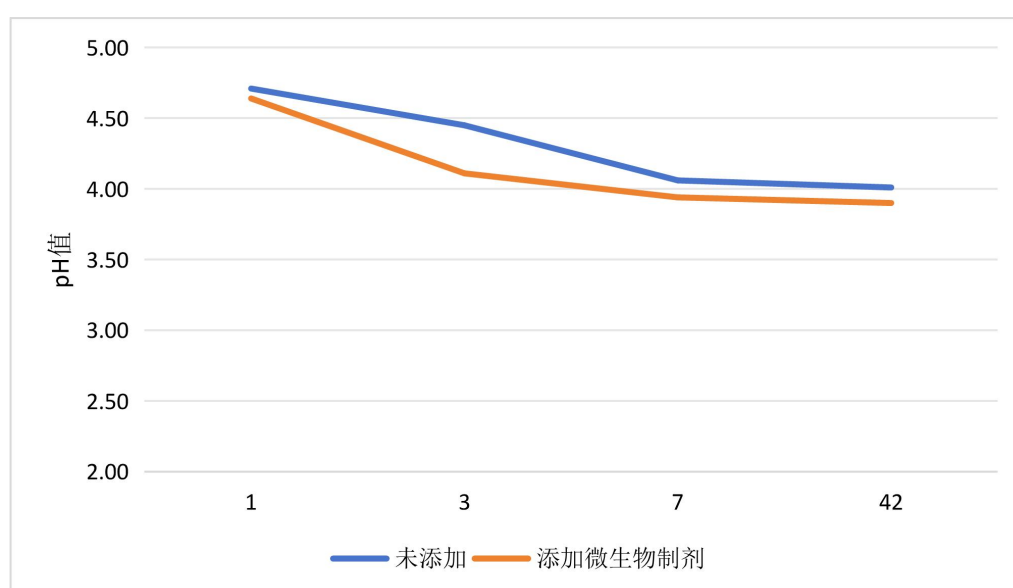


图 3 微生物制剂高湿玉米青贮发酵过程中 pH 值的影响

表8 添加剂对高湿玉米青贮发酵指标的影响

指标	未添加	添加微生物制剂	SEM	P 值
pH 值	4.01	3.90	0.01	<0.01
乳酸%DM	2.55	2.83	0.01	<0.01
乙酸%DM	0.45	0.51	0.01	0.02

本标准在制定添加剂选择和使用规范过程中,结合试验结果和实际生产中添加剂应用效果,同时参考了《T/NAASS 017—2022 宁夏规模奶牛场高水分玉米湿贮技术规程》、《NY/T 2697-2015 饲草青贮技术规程 紫花苜蓿》等标准。微生物饲料添加剂的使用应符合 NY/T1444-2007 的规定。如果玉米籽粒在收获过程中发生霉变,装填压实过程中应考虑使用以丙酸为主的缓冲性防腐剂。防腐剂的使用应符合 GB/T 22141、GB/T 22142 和 GB/T 22143 的要求。

## 6. 打包或装填

### 标准内容:

#### 8 打包或装填

8.1 宜采用高密度设备迅速、均匀地进行打包或装填。打包或装填密度不低于  $750 \text{ kg/m}^3$ 。

8.2 窖贮时,装填与压实交替进行,每层装填厚度以小于  $20 \text{ cm}$  为宜。

8.3 打包宜使用阻氧膜作为内膜,内膜层数不低于 3 层。

### 理由与依据:

高湿玉米压缩要求挤压更多的空气,达到一定密实度,确保发酵效果。干物质含量不同导致全果穗高湿玉米单包重量不同,密度为  $750\sim 1000 \text{ kg/m}^3$  最佳,因此本标准规定了裹包青贮压实密度要不低于

750 kg/m<sup>3</sup>。由于高湿玉米青贮对压实密度要求较高，应使用大型裹包机，主要原因为：一是全果穗高湿玉米裹包的加工期比较集中，裹包机出现故障将影响整体加工进度，且已经粉碎的玉米原料易腐败；二是压实密度、裹包效果对于发酵效果及后续饲喂效果影响显著，因此，安全、稳定、高效的裹包设备尤为重要。

窖贮原料要求装填迅速、均匀，进行分段、分层装填。从原料装填至密封不应超过 3 d，或需分段密封的作业措施，每段密封不超过 3 d。装填与压实交替进行，每层装填厚度<20cm 进行压实一次。压实密度不低于 750 kg/m<sup>3</sup>，压实过程中不得带入外源性异物，影响饲料品质。同时该参数也参考了《T/NAASS 017—2022 宁夏规模奶牛场高水分玉米湿贮技术规程》中的内容，并结合在优然牧业、现代牧业等大型牧场实践中的经验制定的。

## **7. 裹包或密封**

### **标准内容：**

#### *9 裹包或密封*

*9.1 打包后迅速用拉伸膜进行裹包，裹包层数应 8 层以上。*

*9.2 窖贮装填压实作业后，尽快密封。从原料装填到密封应不超过 3 d，或采用分段密封的作业措施，每段密封时间不超过 3 d。宜使用阻氧膜作为内膜、黑白膜等作为外膜，接缝处粘连密封，膜上放置轮胎、砂石袋等重物压实。*

### **理由与依据：**

由于裹包存储周期长，裹包膜应具备更高的强度、弹性和稳定性，还要具有更强的耐紫外线能力、抗穿刺性和附着能力。裹包的透氧性和气密性直接影响到渗入裹包的氧气量，裹包的氧气量直接影响饲料

的质量，因此，结合实践经验，打捆后应迅速用 8 层以上的拉伸膜完成裹包。

根据项目组在高湿玉米青贮调制过程中经验，完成装填压实作业后，青贮窖应立即进行密封，大型青贮窖采用分段密封，同时也参考了《T/NAASS 017—2022 宁夏规模奶牛场高水分玉米湿贮技术规程》《DB23/T 3214-2022 湿贮玉米制作技术规程》等相关青贮制作标准。窖墙铺设阻氧膜，窖顶先铺设阻氧膜，再铺覆黑白膜，相邻阻氧膜或黑白膜之间重叠 1.5 m 以上。黑白膜外面放置废旧轮胎、砂石袋等重物压实，接缝处使用双倍压实材料以保证密封效果。

## **8. 贮后管理**

### **标准内容：**

#### *10 贮后管理*

*10.1 裹包宜存放于地面平整、清洁的场地。*

*10.2 应防鸟、防鼠、防水、防暴晒、防冻。*

*10.3 定期巡查，如有破损及时修补密封。*

### **理由与依据：**

裹包青贮存放于地面平整、排水良好且没有杂物和其他尖锐物的地方，存储过程中，应注意检查鸟类啄食拉伸膜以及啮齿动物啃咬的情况，发现有破包情况，应及时采用专用胶带修补，避免好氧腐败造成的产品品质下降。定期巡查，如有破碎及时修补。



## 9. 取饲

### 标准内容:

#### 11 取用

11.1 宜于发酵时间大于 60 d、pH 低于 4.5 时启用。

11.2 窖贮取料时应保持截面光滑平整，每天取料深度宜不低于 30 cm，随取随用。

### 理由与依据:

选择适当的青贮时间可改善高湿玉米的发酵质量和饲用价值。

Juliana 等 (2020) 和 Paula 等 (2020) 通过对干物质消化率和淀粉消化率分析发现，高湿玉米青贮在采食前至少存放 60 d 天。

高湿玉米封窖后，当 pH 低于 4.5 时，即可取用。pH 是评估青贮质量的一项关键指标，当 pH 低于 4.2 时，由于没有氧气的供应，有害微生物，如酵母菌、霉菌和醋酸菌等好氧菌的生长受到限制，厌氧性梭菌等厌氧菌也因 pH 值较低而处于休眠状态，只有耐酸性较好的乳酸菌，如布氏乳杆菌、植物乳杆菌等大量存活，可达到优质青贮饲料标准；当 pH 为 4.2~4.5 时为中等，若高于 4.5 则说明青贮饲料品质很差，而且极易发热变质，不建议饲喂奶牛，因此要求高湿玉米青贮 pH 值 $\leq$ 4.5 时使用。

为了防止饲料变质，每天计划好用量，从切面垂直向里至少除去 30 cm 饲料。取饲时应尽可能保持切面光滑，取饲后需拉下塑料布将切面覆盖住。每天取料当天用尽，随取随用，防止暴晒、雨淋。及时清理散落在地面上玉米粒等杂物，以防啮齿类动物及发霉饲料对青贮造成不良影响。

## 10. 证实方法

### 标准内容:

#### 12 证实方法

青贮过程中应形成记录资料，记录内容包括但不限于原料选择和收获、青贮过程、贮后管理以及取用的数据。记录至少保存两年。

### 理由与依据:

记录资料应妥善保存以备溯源。记录资料包括原料、加工各个关键控制点、贮后管理以及取用的数据记录。检验记录至少保存两年。

## 三、主要试验(或验证)的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

### (一) 高湿玉米青贮在奶牛瘤胃发酵中分析

通过体外发酵研究了常规玉米与高湿玉米青贮不同组合对奶牛瘤胃发酵的影响。以常规的玉米面作为对照组（100:0），将常规玉米与高湿玉米青贮按照不同比例组合（70:30、60:40、50:50、40:60、30:70、0:100）进行体外发酵试验。结果表明，与对照组相比，48 h 产气量随着高湿玉米青贮组合比例的增加呈先增后减的变化，不同比例组合间差异显著；干物质降解率和粗蛋白质降解率随高湿玉米青贮组合比例的增加而增加，各组合间淀粉降解率无显著差异，但均高于对照组。说明高湿玉米青贮营养价值比常规玉米要好。

表 9 不同比例常规玉米与高湿玉米青贮对 48h 体外发酵营养物质降解率的影响

项目	100:0	70:30	60:40	50:50	40:60	30:70	0:100	SEM	P 值
干物质降解率%	37.13d	41.11cd	42.72bcd	46.17abc	46.57abc	47.89ab	51.89a	1.65	0.001

粗蛋白降解率%	24.32c	30.24bc	31.15bc	32.85abc	35.50abc	40.18abc	43.14a	3.60	0.032
淀粉降解率%	31.88c	37.32ab	39.79ab	38.65ab	37.61ab	40.86ab	45.24a	3.77	0.005

## (二) 高湿玉米青贮在奶牛生产中分析

经检测，高湿玉米的能量与玉米粉、压片玉米相近，尤其是淀粉降解率要高于玉米粉、压片玉米，故在奶牛饲喂中代替玉米粉或压片玉米使用。通过试验示范显示：一是经济效益突出。高湿玉米省去了烘干晾晒成本，价值亩产量提高，较玉米面或压片玉米制作成本低。据 2020 年和 2021 年度制作成本计算，2020 年制作 60%~65%干物质高湿玉米青贮饲料成本 1600 元/吨，压片玉米成本 2500 元/吨，2021 年分别为 2300 元/吨、3200 元/吨。二是饲喂效果好。通过饲喂试验，果穗高湿玉米青贮泌乳净能、淀粉瘤胃降解速率均优于压片玉米和玉米粉。三是高湿玉米青贮质量较好。通过采集 28 家个奶牛规模养殖场高湿玉米青贮饲料质量检测，淀粉平均值为 68.92%，7 小时淀粉降解率达到 74.28%，乳酸达到 1.31%。但各牧场间的质量差异较大，DM 在 58.4%~76.1%之间，粗蛋白在 7.01%~9.69%，7 h 小时淀粉消化率在 58.79%~91.98%，pH 值在 2.99~4.68，乳酸在 0.35~2.30。因此，通过高湿玉米青贮调制技术标准化、流程化来指导牧场生产，提升青贮品质。

表 10 高湿玉米青贮质量情况

指标	样品数量	极小值	极大值	均值
干物质 DM%	28	58.41	76.14	65.54
pH	28	2.99	4.68	3.74

粗蛋白 CP%	28	7.01	9.69	8.62
淀粉 Starch%	28	64.58	72.41	68.92
7 小时淀粉降解率 IVSD7%	28	58.79	91.98	74.28
粗灰分 Ash%	28	1.24	1.77	1.51
乳酸 Lactic%	28	0.35	2.30	1.31
乙酸 Acetic%	28	0.28	0.92	0.49

### （三）技术经济论证、预期的经济效益、社会效益和生态效益

经过对比，采用本标准生产高湿玉米青贮在奶牛生产中应用，与常规日粮配方相比，产奶量提高 3.5%，饲料成本降低 5.3%，经济效益增加 11.5%，明显增加奶牛生产性能，提升奶牛经济效益，降低饲料成本。

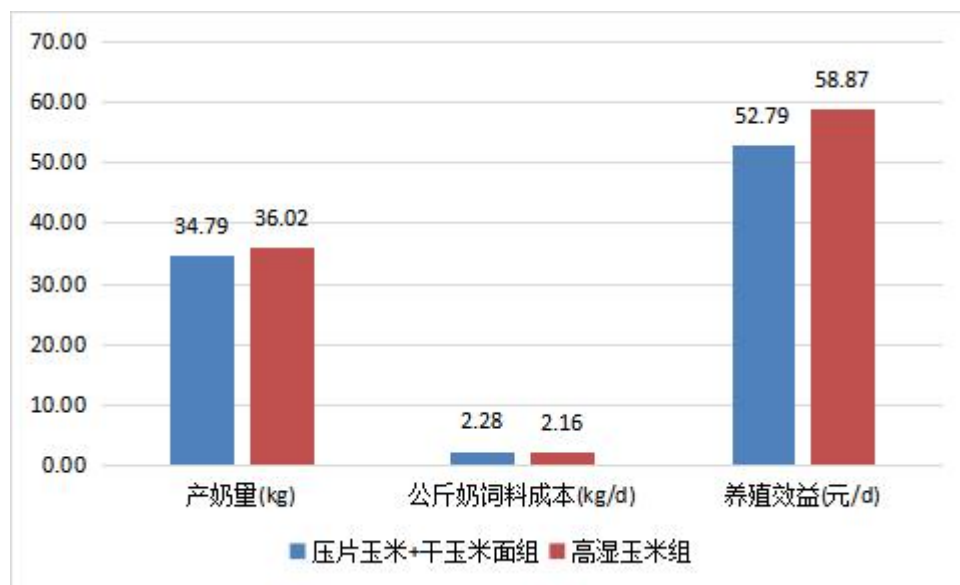


图 4 日粮中使用高湿玉米对奶牛生产性能和经济效益的影响

### 四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

经查，国外没有《高湿玉米青贮技术规程》此类标准，本文件不

存在采标问题。

## **五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因**

项目组参考了大量的文献资料以及实地牧场调研的青贮生产、制作情况，结合项目组开展的相关试验，形成了《高湿玉米青贮技术规程》行业标准。未采用相关国际标准。

## **六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系**

在标准的制订过程中严格贯彻国家有关方针、政策、法律和规章等，严格执行强制性国家标准和行业标准。与相关的各种基础标准相衔接，遵循了政策性和协调同一性的原则。

## **七、重大分歧意见的处理经过和依据**

本文件在草拟、征求意见和成稿过程中无重大意见分歧。

## **八、涉及专利的有关说明**

经查，本标准未涉及有关专利。

## **九、实施国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议**

本标准对高湿玉米青贮的贮前准备、原料收获、粉碎、添加剂使用、打包或装填、裹包或密封、贮后管理和取饲等技术环节进行规定，适用于高湿玉米青贮饲料的生产。建议从以下方面开展工作：第一，纳入农业农村部农业主推技术中推广使用，确保本标准的实施效果，

为牧场优质高湿玉米青贮生产提供技术支持；第二，定期开展集中培训，通过“全国青贮样品展示”、“优质青贮行动质量行”等多种形式的技术培训和现场观摩，通过重点解读标准内容，加快标准的应用，促进青贮饲料生产利用水平提升；第三，行业媒体宣传报道，通过在中国奶业协会、中国畜牧业协会等网站宣贯本标准，扩大在行业影响力，促进标准的落地实施。

## 十、其他应予说明的事项

本文件无其他说明事项。

### 参考文献:

- [1] 郭凯军, 尚松林, 李佳骏, 等. 高湿玉米制作工艺研究及应用进展[J]. 动物营养学报, 2022, 34(10): 6436-6443.
- [2] 戴志翔, 李征, 廖晨星, 等. 高湿玉米青贮制作关键点分析[J]. 中国饲料, 2022(17): 111-116.
- [3] 马晓飞. 黄淮海区域全果穗高湿玉米裹包加工工艺及其应用价值[J]. 现代畜牧兽医, 2021(12): 77-79.
- [5] 江波. 青贮饲料的加工调制技术[J]. 浙江畜牧兽医, 2022, 47(02): 31-33.
- [6] 乔艳辉, 高秀芬, 王洪涛, 等. 玉米裹包湿贮技术及其应用前景 [J]. 现代农村科技, 2019, (06): 105-107.
- [7] 冯光彩, 周会光, 王黎, 等. 湿贮玉米的制作与价值评估 [J]. 甘肃畜牧兽医, 2024, 54 (02): 105-108+113.
- [8] 孔令芝, 刘畅, 刘宇洋, 等. 温度、含水量及添加剂对后期有氧胁迫湿贮玉米发酵品质及有氧稳定性的影响 [J]. 中国畜牧杂志, 2023, 59 (07): 215-221.
- [9] 马西青, 赵久然, 玉柱, 等. 我国高湿玉米青贮发展潜力分析[J]. 玉米科学, 2023, 31 (02): 54-58.
- [10] 孔庆斌, 张晓明. 玉米粉碎粒度对奶牛生产性能的影响 [J]. 中国乳业, 2017, (04): 40-44.
- [11] 焦蓓蕾, 贺永强, 葛旭升, 等. 能量饲料高湿玉米饲用价值与效益分析[J]. 畜牧兽医科学(电子版), 2019, (23): 10-11.

[12] 郭盼,单贵莲,薛世明,等. 发酵促进型青贮添加剂的研究进展及其应用现状 [J]. 草业与畜牧, 2012, (07): 50-54+62.

[13] 孔庆斌,张晓明. 玉米粉碎粒度对奶牛生产性能的影响 [J]. 中国乳业, 2017, (04): 40-44.

[14] B.A. Saylor, Casale F , Sultana H ,et al.Effect of microbial inoculation and particle size on fermentation profile, aerobic stability, and ruminal in situ starch degradation of high-moisture corn ensiled for a short period[J].Journal of Dairy Science, 2020, 103( 1):379-395.

[15] Bucholtz H. Key points in harvesting and storing high moisture corn[J]. In Proceedings of the 21st Tri-State Dairy Nutrition Conference, Fort Wayne, pp.2012, 119 - 125. Ohio: Ohio State University.

[16] Canizares G, HC Gon?alves, Costa C, et al. Use of high moisture corn silage replacing dry corn on intake, apparent digestibility, pro-duction and composition of milk of dairy goats [J]. Revista Brasileira De Zootecnia, 2011, 40 (4) : 860- 865.

[17] Juliana F , Benjamim É S D , Almeida D P E C , et al. Influence of hybrid, moisture, and length of storage on the fermentation profile and starch digestibility of corn grain silages [J]. Animal Feed Science and Technology, 2020, (prepublish): 114707-.

[18] Jusoh S, Alimon A, Iman M. Effect of Gliricidia sepium leaves and molasses inclusion on aerobic stability, value and digestibility of Napier grass silage[J]. Malaysian Journal of Animal Science, 2016, 19(1):



33-42.

[19] Keles G, Demirci U. The effect of homofermentative and heterofermentative lactic acid bacteria on conservation characteristics of baled triticale-Hungarian vetch silage and lamb performance[J]. *Animal Feed Science & Technology*, 2011, 164(1-2):21-28.

[20] Kung L, Schmidt R J, Ebling T E, et al. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of ground and whole high-moisture corn[J]. *Journal of Dairy Science*, 2007, 90(5): 2309-2314.

[21] Li F, Ding Z, Ke W, et al. Ferulic acid esterase-producing lactic acid bacteria and cellulase pretreatments of corn stalk silage at two different temperatures: Ensiling characteristics, carbohydrates composition and enzymatic saccharification [J]. *Bioresource Technology*, 2019, 282: 211~221.

[22] Muck R ,Nadeau E ,McAllister T , et al. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives [J]. *Journal of Dairy Science*, 2018, 101 (5): 3980-4000.

[23] Paula E M , Fernandes T , Sultana H ,et al. Effects of sorghum hybrid, microbial inoculation, and storage length on fermentation profile, ruminal starch disappearance and aerobic stability of sorghum silage.[J]. *Journal of dairy science*, 2020(Suppl.1):103.

[24] Saylor B, Ferraretto L. Factors affecting the nutritive value and

fermentation of high-moisture corn[J]. O papel da inovação no enfrentamento das incertezas da bovinocultura leiteira contemporânea, 26.

## 附件 1

预审会议审查意见汇总处理表

序号	标准章条编号	意见内容	提出单位	处理意见	备注
1	1 封面	标准名称修改为“高湿玉米青贮技术规程”，全文统一。	专家组	采纳	
2	1 范围	标准范围更改为“本文件确定了高湿玉米青贮的操作程序，规定了原料选择和收获、原料粉碎、添加剂使用、打包或装填、裹包或密封、贮后管理和取用的要求，描述了记录的证实方法。本文件适用于高湿玉米的裹包青贮和窖贮，其他青贮方式参考执行。”	专家组	采纳	
3	2 规范性引用文件	将“GB 13078 饲料卫生标准、JB/T 11683 锤片式工业饲料粉碎机、JB/T 9822.1 锤片式饲料粉碎机 第1部分：技术条件”引用文件删除。	专家组	采纳	
4	3 术语和定义	根据专家组意见，修改高湿玉米定义。 删除“高湿玉米青贮”术语和定义。	专家组	采纳	
5	4 青贮方式	删除	专家组	采纳	

6	5 贮前准备	删除	专家组	采纳	
7	7 原料	<p>(1) 将标题“7 原料”改成“5 原料选择和收获”。</p> <p>(2) “原料适宜的收获期为完熟期，以玉米籽粒出现黑色离层为特征”改为“在玉米腊熟末期至完熟期之前”。增加“宜采用机械进行收获，收获机械应符合 GB/T 21962 或 GB/T 34373 的规定。”内容。</p> <p>(3) 优化本章节表述。</p>	专家组	采纳	
8	8 粉碎	<p>(1) 将标题“8 粉碎”改成“6 原料粉碎”。</p> <p>(2) 增加“采用机械进行粉碎”，优化本章节表述。</p>			
9	9 添加剂使用	优化本章节表述。			
10	10 打包或装填	<p>(1) 增加“宜采用高密度设备迅速、均匀地进行打包或装填。”内容。</p> <p>(2) 将“打包或装填密度 <math>\geq 800</math></p>	专家组	采纳	

		<p>kg/m<sup>3</sup>”改为“打包或装填密度不低于 750 kg/m<sup>3</sup>”。</p> <p>(3) 增加“打包宜使用阻氧膜作为内膜，内膜层数不低于 3 层”。</p> <p>(4) 优化本章节表述。</p>			
11	11 裹包或密封	优化本章节表述。	专家组	采纳	
12	12 贮后管理	优化本章节表述。	专家组	采纳	
13	13 取用	<p>(1) 删除“且符合 GB13078 规定”。</p> <p>(2) 将“每天取料深度宜 ≥ 10 cm 为宜”改为“每天取料深度宜不低于 30 cm”</p>	专家组	采纳	
14	14 记录保存	优化本章节表述。	专家组	采纳	
15	编制说明	根据标准文本修改编制说明。	专家组	采纳	

注:提出单位为专家组。