

《混合青贮饲料生产技术规程 禾本科饲草与农
作物秸秆》
(公开征求意见稿)
编制说明

2025年7月

目 录

一、工作简况	1
(一) 任务来源	1
(二) 标准制定的背景和意义	1
(三) 标准编制过程	3
二、标准编制原则、主要内容及其确定依据	12
(一) 标准编制原则	12
(二) 标准主要内容确定的依据	13
三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益	29
(一) 试验验证的分析、综述报告，技术经济论证	29
(二) 预期的经济效益、社会效益和生态效益	39
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	41
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	41
六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系	41
七、重大分歧意见的处理经过和依据	41
八、涉及专利的有关说明	42
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	42
十、其他应予说明的事项	42
参考文献	43

农业行业标准《混合青贮饲料生产技术规程 禾本科饲草与农作物秸秆》（公开征求意见稿）

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

2023年12月，xxx向全国畜牧业标准化技术委员会递交修订制定《混合青贮饲料生产技术规程 农作物秸秆与禾本科饲草》标准的申请书，2024年3月农业农村部农产品质量安全监管司发布的《关于下达2024年农业国家和行业标准制修订项目计划的通知》[农质标函（2024）71号]，批准标准制定工作，并予以立项，项目编号为NYB-24288。2024年5月，标准制定实施方案得到全国畜牧业标准化技术委员会的认可。与此同时，xxx牵头组织xxx、xxx、xxx和xxx专门从事饲草加工贮藏研究方面的专家，并成立了编写工作组，着手标准的编制工作。

（二）标准制定的背景和意义

1. 行业现状

中国农作物秸秆资源非常庞大，年均产量约为8.65亿t。焚烧农作物秸秆不仅造成资源浪费，还会产生大量的有害气体和颗粒物，对生态环境造成严重污染，国家高度重视农作物秸秆资源循环利用和环境保护工作，出台了一系列政策文件和法规，支持和鼓励农作物秸秆的资源化利用。2021年国家发展和改革委员会《关于“十四五”大宗固体废弃物综合

利用的指导意见》提出“大力推进农作物秸秆综合利用，推动农作物秸秆综合利用产业提质增效”；农业农村部要求“提升农作物秸秆利用标准化水平和市场化利用水平”。

农作物秸秆饲料化推动了全球畜牧业的发展。尤其在中国，农耕文明历史悠久，农作物秸秆作为传统饲料为全国家畜提供了近一半的粗饲料。然而，由于纤维含量高、蛋白质含量低及适口性差等突出缺点，导致农作物秸秆饲料化利用率仅为 20.7%。众所周知，青贮发酵是提高低质粗饲料利用率的有效途径，但由于农作物秸秆糖分含量低、物理结构疏散，不利于单独青贮。而禾本科饲草是常见的高水分（一般超过 65%）且富含水溶性碳水化合物优质饲草，非常适合青贮。将两者混合青贮，可以实现营养互补，提高饲草营养价值，更好地满足家畜营养需要。因此，农作物秸秆与禾本科饲草混合青贮是一种提高农作物秸秆饲料化及整个粗饲料利用率的重要策略，对于农业资源循环利用、绿色畜牧业生产和环境保护多方面均具有重要意义。

2. 行业发展对标准需求情况

长期以来，国家大力发展农作物秸秆综合利用技术的科技研发工作，目前已经形成农作物秸秆饲料木质素降解等一批关键技术，取得了显著的经济、社会和生态效益。然而，目前我国尚没有有关农作物秸秆青贮饲料调制利用方面的国家标准或农业行业标准颁布实施。由于缺乏统一的技术规程和标准，不同地区和企业在生产过程中存在差异，导致混合青贮饲料品质参差不齐。因此，亟需制定农作物秸秆和禾本科饲草混合青贮技术相关标准或规范。

3. 标准制定的目的意义

青贮饲料作为畜牧业生产不可或缺的饲料之一，其品质和营养价值直接影响着畜牧业生产效率和经济效益。混合青贮技术可以将不同种类的农作物秸秆和禾本科饲草进行合理搭配，提高整个饲料的营养价值和适口性。因此，制定混合青贮饲料生产技术规程、规范生产过程，对于推广和应用数量庞大的农作物秸秆资源，降低饲养成本，净化农业环境，进而推动绿色循环畜牧业发展具有重要意义。

（三）标准编制过程

第一阶段：起草阶段

1. 成立起草组

在接到标准制定任务后，2024年3月成立了标准起草组，包括xxx等共12人，见表1。2024年5月，围绕农作物秸秆与禾本科饲草混合青贮，制定了详细的实施方案和技术路线。

表1 标准起草组成员及分工

序号	姓名	单位	分工
1	xxx	xxx	项目负责人 项目整体方案设计、标准技术 参数确定、标准编制
2	xxx	xxx	技术参数确定、标准编制
3	xxx	xxx	技术参数确定、文本编制
4	xxx	xxx	技术示范
5	xxx	xxx	定向征求意见
6	xxx	xxx	技术验证
7	xxx	xxx	定向征求意见

8	xxx	xxx	技术验证
9	xxx	xxx	定向征求意见
10	xxx	xxx	技术验证
11	xxx	xxx	定向征求意见
12	xxx	xxx	标准文献和技术资料收集, 征求意见汇总

2. 起草

2024年5月—10月,进行了相关国内外标准的查新、技术文献检索以及各项指标的检测、验证和关联性统计分析,形成定向征求意见稿。

(1) 前期工作基础

标准项目承担单位 xxx 等单位近 5 年来先后承担国家财政专项资金项目“西藏麦类作物秸秆加工关键技术集成与示范(XZNKYCYS-2020-C)”、“西藏草业时空拓展技术模式创新与示范(XZ202101ZD0003N)”和呼和浩特市科技创新领域人才项目“优质饲草提质增效加工利用关键技术与示范(2023RC-产研院-7)”等项目,围绕农作物秸秆、燕麦和天然牧草等,开展了不同种类饲草和混合青贮饲料调制、品质评价和动物饲喂方面的技术研究,并在多次试验示范中对不同场景青贮饲料生产进行了技术验证。Xxx 在承担“十三五”西藏重大项目课题中,以第一完成单位研发的“西藏主要农作物秸秆与饲草混合青贮关键技术”获得西藏自治区科学技术一等奖,这为本标准编制积累了大量的一线数据,使技术参数更加符合实际生产需求,更具实用性。

(2) 国内外相关标准的查新、文献检索

在扎实的前期研究基础上,项目组通过行业标准信息服务平台、中

国标准分类、中国知网和万方数据库等，搜集了我国草产品加工生产现状分析、相关国家标准、农业行业标准、企业团队标准、地方标准等资料。查阅到相关国家标准、行业标准和地方标准共计 30 项，其中与本标准相关的国家标准 6 项、农业行业标准 4 项，但目前尚无关于农作物秸秆与禾本科饲草混合青贮技术规程方面的国家标准或行业标准。国内外关于混合青贮技术规程方面的文献资料比较丰富，主要是来自高校、科研院所、管理部门和企业等。这为本标准的起草提供了参考。

对收集到的相关国内关于青贮调制技术规程的标准进行整理，结果如下：

1) 国家标准

GB 13078—2017 饲料卫生标准

GB/T 22141—2018 混合型饲料添加剂酸化剂通用要求

GB/T 22142—2024 饲料添加剂 有机酸通用要求

GB/T 23181—2008 微生物饲料添加剂通用要求

GB/T 25882—2010 青贮玉米品质分级

GB/T 40935—2021 青贮牧草膜

2) 农业行业标准

NY/T 1444—2007 微生物饲料添加剂技术通则

NY/T 2696—2015 饲草青贮技术规程 玉米

NY/T 2697—2015 饲草青贮技术规程 紫花苜蓿

NY/T 2698—2015 青贮设施建设技术规范 青贮窖

3) 地方标准

DB 11/T 1759—2020 全株玉米青贮饲料分级技术规范

DB 12/T 1086—2021 燕麦青贮技术规程

DB 15/T 3360—2024 饲草大麦裹包青贮技术规程

DB 15/T 1664—2019 盐碱地苜蓿青贮技术规程

DB 15/T 1454—2018 苜蓿青贮乳酸菌添加剂使用技术规范

DB 15/T 1457—2018 苜蓿青贮技术规程

DB 22/T 2914—2018 全株玉米青贮饲料生产技术规程

DB 22/T 3039—2019 饲用燕麦青贮技术规程

DB 22/T 3084—2019 全株大豆-玉米秸秆混合青贮技术规程

DB 23/T 2737—2020 饲用燕麦青贮技术规程

DB 32/T 3447—2018 多花黑麦草青贮饲料制作技术规程

DB 34/T 3921—2021 全株饲料大麦青贮技术规程

DB 34/T 3290—2018 燕麦青贮技术规程

DB 34/T 3287—2018 高粱青贮技术规程

DB 45/T 2003—2019 象草青贮和微贮技术规程

DB 50/T 669—2016 青贮饲料品质鉴定

DB 51/T 675—2018 青贮玉米栽培技术规程

DB 51/T 672—2007 黑麦草袋装青贮技术规程

DB 52/T 1563—2021 玉米青贮调制与使用技术规程

DB 62/T 4283—2020 甜高粱青贮技术规程

(3) 调研情况

2024年6月，项目组前后10余次前往内蒙古伊利集团股份有限公司、内蒙古草都草牧业股份有限公司、达拉特旗中优草业有限公司和内蒙古杜美牧业生物科技有限公司开展调研，深入了解种养殖企业、合作社和农牧户的农作物秸秆混合青贮饲料生产、取用和饲喂现状及其对新技术的诉求，走访群众百余人次、企业和合作社10家，召开不同形式的交流座谈会3次。通过调研并综合我国实际生产情况，明确了适合国内种养殖户制作农作物秸秆混合青贮的方式主要为窖贮，少部分采取裹包青贮，同时混合青贮方法包括青贮前准备、原料收获、切短、混合、喷洒青贮菌剂、装窖、密封、青贮窖管理和取用等技术要求，符合国内养殖业生产青贮饲料的实际情况。

(4) 试验示范验证情况

2024年7月至9月，在内蒙古自治区、河南省、山西省、重庆市等省市自治区，开展了农作物秸秆与禾本科饲草混合青贮技术示范应用。经过多次试验示范，实际验证了使用青贮窖方式或裹包青贮以及所推荐的青贮添加剂的良好效果。

项目组充分考虑我国使用青贮饲料的牛羊养殖户主要分布在北方的实际，依据禾本科饲草与农作物秸秆混合青贮行业标准文本的要求，对收集到的文献数据以及试验示结果进行归纳总结和统计分析，结合国内外饲草加工贮藏和利用的科研成果，在生产调研、示范与相关试验验证的基础上，按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定，完成了《混合青贮饲料生产技术规程 农

作物秸秆与禾本科饲草》（工作组讨论稿），并经过多次研讨和反复修改，确定了标准的结构、编制原则和技术内容。

（5）形成标准征求意见稿

项目组在完成标准的工作组讨论稿后，先后组织2次研讨会和1次技术培训，与科研院所、高校、牧场等知名学者和生产一线专家进行充分讨论和征求意见。根据专家意见，补充完善了标准文本和编制说明。

1) 第一次研讨会

2025年2月25日，项目组在呼和浩特市组织召开了农业行业标准《混合青贮饲料生产技术规程 农作物秸秆与禾本科饲草》编制的第一次研讨会，会议邀请了中国农科院北方农牧业技术创新中心、中国农业科学院草原研究所、南京农业大学、中国农业大学、内蒙古农业大学、内蒙古自治区农牧业科学院、内蒙古自治区农业技术推广中心、西藏自治区农牧科学院、西藏自治区农业技术推广中心、农业农村部草畜质量监督检验测试中心（呼和浩特）、兴安盟农牧科学研究所、内蒙古源牧草业有限公司和内蒙古杜美牧业生物科技有限公司等13家单位的15位知名学者和生产一线专家参加，对标准内容进行了充分讨论，从产业发展和实际操作应用多方面进一步补充和完善了标准文本和编制说明。

2) 技术培训会

2025年2月9日—18日，项目组与内蒙古自治区农牧业科学院联合举办了青贮饲料生产技术线上科普培训会，特别邀请了国内外草业和畜牧业生产一线的技术和管理专家观看视频。此次培训会围绕原料收获、粉碎和青贮加工调制等关键技术环节，有针对性地对标准的实用性与一

线技术人员和行业专家进行了深入交流。根据专家反馈意见，项目组对标准文本和编制说明作了进一步修改和补充完善。

3) 第二次研讨会

2025年4月3日，召开第二次标准研讨会，项目组邀请华南农业大学张建国教授、赤峰学院刘晗璐教授，会同项目组邵涛教授、贾玉山教授和吴哲副教授等5位专家对标准的关键性问题进行了充分讨论。经过项目组内部讨论、现场验证、修改完善，最终形成《混合青贮饲料生产技术规范 农作物秸秆与禾本科饲草》（征求意见稿）。

第二阶段：定向征求意见阶段

项目组先后两次征求全国同行专家的意见。经汇总，共收集到重要的意见和建议 156 条，其中采纳 109 条，不采纳 40 条。

1. 第一次定向征求意见

2025年2月20日开始，就标准文本和编制说明，定向征求专家意见。如表2所示，本次共向中国农业科学院饲料研究所、内蒙古自治区农牧业科学院、贵州省草业研究所、江苏省农业科学院、山东省农业科学院、四川省草原科学研究院、四川省农业科学院农业资源与环境研究所、赤峰学院、贵州大学、山东大学、河南农业大学、宁夏大学、山西农业大学、沈阳农业大学、兰州大学、华南农业大学、吉林农业大学、青岛农业大学、云南农业大学、黑龙江八一农垦大学、四川农业大学、榆林市畜牧兽医服务中心和内蒙古圣牧高科牧业有限公司等23家科研教学、技术推广和奶牛肉羊养殖单位，总计发出29份征求意见表，回函并有建议或有意见的单位29份，共提出修改意见156条，其中109条被采

纳、7条被部分采纳、40条未被采纳（详见定向征求意见汇总处理表）。在征求意见过程中，各单位及养畜企业提出了一些非常重要的意见和建议，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116处修改，充分吸收行业专家各方面的意见和建议。

表2 征求意见单位名单

序号	单位名称	单位类型
1	中国农业科学院饲料研究所	科研机构
2	内蒙古自治区农牧业科学院	科研机构
3	贵州省草业研究所	科研机构
4	江苏省农业科学院	科研机构
5	山东省农业科学院	科研机构
6	四川省草原科学研究院	科研机构
7	四川省农业科学院农业资源与环境研究所	科研机构
8	赤峰学院	教学机构
9	贵州大学	教学机构
10	山东大学	教学机构
11	河南农业大学	教学机构
12	宁夏大学	教学机构
13	山西农业大学	教学机构
14	沈阳农业大学	教学机构
15	兰州大学	教学机构
16	华南农业大学	教学机构
17	吉林农业大学	教学机构
18	青岛农业大学	教学机构
19	云南农业大学	教学机构
20	黑龙江八一农垦大学	教学机构
21	四川农业大学	教学机构
22	榆林市畜牧兽医服务中心	技术推广机构
23	内蒙古圣牧高科牧业有限公司	养殖企业

2. 第二次定向征求意见

2025年4月18日—5月10日，针对第一次修改完善的定向征求意见稿，项目组向行业专家及一线技术人员再次征求意见。共向20家单位的20位专家征求意见，均得到回复。经过研究和甄别，专家没有提出新的技术方面的问题，提出的格式或书写问题均被采纳。

在两次征求意见过程中，各单位及种养殖企业提出了许多有益的意见和建议，项目组将意见汇总后逐条分析，做到能吸收的尽量吸收。经过反复研究及查阅文献资料，充分吸收行业专家各方面的意见和建议，对标准文本和编制说明进行了详细地修改和完善，形成《混合青贮饲料生产技术规程 农作物秸秆与禾本科饲草》（预审稿）。

第三阶段：预审阶段

2025年6月24日，全国畜牧业标准化技术委员会草牧业标准化工作组在呼和浩特市召开预审会，以线上和线下相结合的方式，兰州大学郭旭生（组长）、全国畜牧业标准化技术委员会赵小丽正高级畜牧师、河北农业大学李建国教授、内蒙古自治区农牧业科学院金海研究员、中国农业科学院饲料研究所屠焰研究员、华南农业大学张建国教授、青海大学王伟副教授、中国农业科学院草原研究所高凤芹研究员、内蒙古自治区农牧业科学院薛艳林研究员、中国农业出版社刘伟编辑、中国农业科学院草原研究所孙娟娟副研究员和内蒙古伊利实业集团股份有限公司李俊峰等12位有关专家对标准预审稿进行了认真审查。在听取起草专家汇报的基础上，专家组审查了标准文本及编制说明，提出如下修改意见（预审意见汇总处理表附后）：（1）建议将标准名称改为“混合青贮饲料生产技术规程 禾本科饲草与农作物秸秆”；（2）将3.1禾本科饲草的定义

修改为“全株收获用于青饲、干草或青贮饲料的禾本科植物”；删除3.2农作物秸秆、3.3混合青贮、3.4裹包青贮和3.5青贮添加剂的定义；（3）增加11 证实方法，内容包括但不限于青贮过程中形成的原料种类、收获时间、含水率、混合比例、青贮方式、贮后管理和取用情况，记录资料保存1年以上；（4）按GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求进一步规范标准文本。专家组一致同意审查通过，建议标准起草单位按照上述意见进一步修改后形成《混合青贮饲料生产技术规程 禾本科饲草与农作物秸秆》（公开征求意见稿），报全国畜牧业标准化技术委员会秘书处。

二、标准编制原则、主要内容及其确定依据

（一）标准编制原则

本标准按照 GB/T 1.1—2020 《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草，同时遵循以下原则。

1. 政策性

制定本标准直接关系到国家和广大人民群众的利益。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. 先进性

对本标准中有关内容的确定，力求反映本研究领域的国内外先进技术和经验，使标准中所规定的技术内容有利于禾本科饲草与农作物秸秆青贮制作技术规范。

3. 规范性

在本标准征求意见稿的编制过程中力求做到技术内容的叙述正确无

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、层次划分等符合逻辑。

4. 可操作性

本标准中禾本科饲草与农作物秸秆青贮方法和专用青贮菌剂在无相关国家标准和行业标准的情况下，在资料性附录中推荐了安全性高、效果较好的青贮添加剂种类及其安全用量，为标准使用者提供了具体的操作指导。

5. 适用性

本标准在编制过程中，根据我国的实际情况，并结合国内外混合青贮方面相关文献，制定了混合青贮技术规程。规程的制定吸收了国外先进经验，并结合我国农牧区、养殖企业和青贮加工企业的实际情况制定的，遵循了科学性和使用性原则。

(二) 标准主要内容确定的依据

1. 术语和定义

本文本给出了一条术语和定义，即禾本科饲草。

标准内容：

3.1 禾本科饲草 *grass*

全株收获用于青饲、调制干草或青贮饲料的禾本科植物。

理由及依据：

农业部公告第 1773 号《饲料原料目录》将禾本科饲草归类为“粗饲料”，定义为“禾本科（Gramineae，英文为 *grass*）植物的茎叶部分，经收割后直接或加工（如青贮、干燥）用于饲喂反刍动物或其他草食牲畜的植物”。

性饲料原料”。《NY/T 1091—2006 牧草品种鉴定技术规程》对禾本科饲草的植物学特征进行了细化，要求品种鉴定需符合禾本科的形态学标准。

《NY/T 2699—2015 青贮饲料质量评定标准》在青贮饲料分类中，明确禾本科饲草为“以禾本科植物（如玉米、高粱、黑麦草等）的全株或茎叶为原料，经切碎、压实、发酵制成的青贮饲料”。《草产品加工与贮藏学》对饲草的定义为“牧草饲料亦称饲草作物、饲草饲料或饲草，包括牧草和饲料作物”。综合以上，本文给出了禾本科饲草的定义，其英文定义采用了行业内常用的“grass”。

2. 技术内容形成来源

标准内容：

5.1 青贮窖

应清理窖内杂物，检查墙体、地面及渗水孔；青贮前一周可使用过氧乙酸、双氧水等消毒液对青贮窖进行消毒。

主要依据来源：

业内已知，青贮窖的清理与消毒是确保青贮饲料质量的重要措施。清理窖内杂物，检查墙体、地面及渗水孔，可以减少杂菌的滋生，维持青贮环境的完整性。根据项目组青贮饲料调制实践和国内外文献资料，在青贮前一周使用过氧乙酸、双氧水等消毒剂对青贮窖进行消毒（盛冰等，2023；Straus 等，2019），能够有效地杀灭有害微生物，为青贮饲料制作提供良好的卫生环境，从而从青贮设施环境层面提高混合青贮饲料的质量安全水平。

标准内容：

5.2 青贮膜

窖贮用阻氧膜、黑白膜和塑料白膜；裹包青贮所用拉伸膜应符合GB/T 40935的规定。

主要依据来源：

在窖藏中阻氧膜、黑白膜和塑料白膜在控制环境条件、延长保质期和维持产品质量方面发挥着不同的作用。这些薄膜的选择取决于窖藏的具体需求，包括所需的光照水平、温度控制和气体交换。阻氧膜主要用于减少氧气渗透，以防止或减缓氧化过程。黑白膜通常用于需要遮光和温度控制的窖藏环境。黑色层可以阻挡光线，防止光照引起的化学反应和温度升高，而白色层可以反射太阳光，进一步降低温度。

《GB/T 40935—2021 青贮牧草膜》中规定了青贮牧草膜的术语和定义、要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输、贮存。适用于以聚烯烃为主要原料，用吹塑法或流延法生产的牧草裹包青贮的薄膜。

标准内容：

5.3 青贮机械

收割、揉丝、粉碎、运输、打捆和裹包等机械设备。

主要依据来源：

青贮机械涵盖了收割、揉丝、粉碎、运输、打捆和裹包等多种功能的设备，它们共同服务于青贮饲料的生产和存储。青贮是一种通过厌氧发酵来保存高水分饲料的方法，能够将季节性生产的饲料长期保存，从而全年为牲畜提供高质量的饲料来源。

标准内容：

5.4 青贮添加剂

a) 生物添加剂选择乳酸菌、酶制剂或混合生物制剂。

b) 酸化剂应符合GB/T 22141和GB/T 22142的要求。

主要依据来源:

生物添加剂的选择,例如乳酸菌、酶制剂或混合生物制剂,取决于其具体的应用场景和目标效果。乳酸菌、酶制剂和混合生物制剂各有特点,适用于不同的目的,包括食品工业、动物饲料和生物材料等领域。乳酸菌是一类能够发酵糖类产生乳酸的细菌,被广泛应用于食品和饲料工业中。酶制剂是指从生物体(如微生物、植物和动物)中提取的具有催化功能的蛋白质。混合生物制剂是指由多种微生物或微生物与酶制剂组成的复合添加剂。这类添加剂可以综合发挥多种生物功能,具有协同效应,从而在特定应用场景中表现出更好的效果。

《GB/T 22141—2018 混合型饲料添加剂酸化剂通用要求》规定了混合型饲料添加剂酸化剂的术语和定义、技术要求、取样、试验方法、检验规则、标签包装、运输、贮存和保质期。适用于混合型饲料添加剂酸化剂,并为生产企业制定混合型饲料添加剂酸化剂产品标准提供指导。

《GB/T 22142—2024 饲料添加剂 有机酸通用要求》界定了饲料添加剂有机酸的术语和定义,规定了技术要求、取样、检验规则、标签、包装运输、贮存和保质期,描述了相应的试验方法。适用于饲料添加剂单一有机酸的生产与使用,为制定饲料添加剂有机酸产品标准提供指导。

标准内容:

6.1 禾本科饲草

禾本科牧草在孕穗期-开花期刈割,禾本科饲料作物在乳熟期-蜡熟期刈割。禾本科饲草粉碎长度宜为2 cm~3 cm,农作物秸秆揉丝或粉碎长度宜为1 cm~2 cm。

主要依据来源:

不管是多年生禾本科牧草,还是禾本科饲料作物,它们的营养价值

变化规律是随着生育期推移逐步降低。在拔节至抽穗期，叶多茎少、质地柔软、蛋白质含量较高、纤维含量较低，但到后期茎叶比显著增大、蛋白质含量减少而纤维素和半纤维素含量增加，且消化率降低。从产草量来看，一般产量高峰出现在抽穗期至开花期，也就是说禾本科饲草在开花期内产量最高，而在孕穗期至抽穗期饲用价值最高。根据营养物质含量和产量动态变化规律，禾本科饲草的适时刈割期应为孕穗期-开花期，禾本科饲料作物应在乳熟期-蜡熟期刈割（贾玉山等，2013）。

国内外研究发现不管何种精切模式，原料切短长度在 0.9~1.9 cm 或 2 cm 范围内，全株青贮玉米青贮饲料发酵品质较高，奶牛体重得到显著增加，且不影响产奶性能（Bal 等，1997；唐春勇，2023）。如果原料粉碎过短，例如国内张建强等（2019）研究报告小麦秸秆粉碎至 0.19 cm 时小麦秸秆青贮饲料在瘤胃内快速发酵，长期饲喂容易影响家畜瘤胃健康。与国外相比较，国内青贮原料的切碎长度较长，主要是因为 TMR 搅拌机投喂过程对青贮饲料有机械切碎作用，进一步对青贮饲料进行了粉碎处理。因此，本文综合了现场实践调研、试验示范研究结果和审查专家们的意见和建议，要求禾本科饲草的切碎长度为 2~3 cm。

标准内容：

6.2 农作物秸秆

无霉变，揉丝或粉碎长度宜为 1 cm~2 cm，避免带入泥土或其他杂物。

主要依据来源：

农作物秸秆因为其纤维含量高、物理结构疏散，青贮或者黄贮制作时粉碎长度一般为 1~2 cm，以保证压实和发酵。

标准内容：

7.1 原料含水量按照 GB/T 6435 方法进行测定

主要依据来源:

《GB/T 6435—2014 饲料中水分的测定》规定了饲料、饲料原料和饲料添加剂中水分的测定方法，适用于饲料、饲料原料和饲料添加剂中水分含量的测定。

标准内容:

7.2 禾本科饲草与农作物秸秆混合比例应按照公式 (1) 计算。禾本科饲草和农作物秸秆均可由一种或多种组成。

$$Y = \frac{X_A - X}{X - X_B} \dots\dots\dots (1)$$

主要依据来源:

由于农作物秸秆和禾本科饲草从根本上同属于禾草类（区别于豆科饲草），它们富含的碳水化合物有利于青贮发酵，所以不需要考虑发酵基质是否充足因素，关键在于确定二者的混合比例。鉴于青贮饲料调制原理，应根据混合物料水分含量确定混合比例，以便实操青贮生产。

众所周知，原料含水率 65%是青贮发酵的理想条件。玉米秸秆、水稻秸秆含水率为 60%时青贮品质较高（李苗苗等，2018；Zhao 等，2019），水稻秸秆与油菜、青稞秸秆与菊苣混合青贮的适宜水分含量为 60%~65%（高文婧等，2025；王廷艳等，2025）。全株玉米裹包青贮的原料含水率相对较高、为 65%~70%，其他原料含水率建议为 60%~65%（Messer, 1977）。为了进一步探寻农作物秸秆与禾本科饲草混合青贮原料的适宜含水率，项目组开展了青稞秸秆与多年生黑麦草混合青贮试验。

(1) 青稞秸秆与多年生黑麦草混合青贮

选择用青稞秸秆与多年生黑麦草，以 55%、65%和 75%含水率进行混合青贮，研究不同处理组在不同青贮天数内的干物质损失和发酵品质变化情况。结果表明（表 3），随着青贮时间从第 7 天延长到第 30 天，65%处理组的 pH 值下降最快，且显著低于 55%处理组（ $P<0.05$ ），其乳酸和乙酸含量最高而丁酸含量最低（ $P<0.05$ ）。因混合原料含水率 65%时酸度下降很快，青贮发酵质量较高，能在很短的时间内抑制其他有害菌繁殖，使较多水溶性碳水化合物得到保留，并抑制了氨态氮产生。

表 3 不同处理青稞秸秆与多年生黑麦草混合青贮干物质和发酵品质变化

项目	青贮 天数	处理组			
		对照组	55%含水率	65%含水率	75%含水率
干物质 (g/kg FW)	7	777.25±5.90 ^{Ab}	452.75±10.59 ^{Ba}	340.08±6.81 ^{Ca}	253.76±8.11 ^{Da}
	14	781.77±2.62 ^{Ab}	434.87±9.10 ^{Ba}	341.38±9.93 ^{Ca}	259.58±12.36 ^{Da}
	30	793.59±7.06 ^{Aa}	446.80±14.26 ^{Ba}	326.53±13.6 ^{Cb}	239.37±5.62 ^{Db}
pH 值	7	6.32±0.01 ^{Aa}	5.47±0.13 ^{Ba}	4.88±0.01 ^{Da}	5.22±0.10 ^{Ca}
	14	6.05±0.56 ^{Aa}	5.29±0.03 ^{Bb}	4.81±0.02 ^{Bb}	5.04±0.07 ^{Bb}
	30	5.33±0.23 ^{Ab}	4.73±0.04 ^{Bc}	4.41±0.03 ^{Cc}	4.58±0.09 ^{BCc}
乳酸 (g/kg DM)	7	8.84±0.37 ^{Da}	21.27±1.18 ^{Ca}	31.57±0.72 ^{Ab}	26.45±0.90 ^{Bab}
	14	13.52±4.06 ^{Da}	23.43±1.02 ^{Ca}	33.99±1.36 ^{Aa}	28.35±0.68 ^{Ba}
	30	13.73±2.82 ^{Da}	22.12±1.33 ^{Ca}	30.94±1.19 ^{Ab}	25.67±1.23 ^{Bb}
乙酸 (g/kg DM)	7	4.64±0.21 ^{Cab}	4.36±0.36 ^{Ca}	8.93±0.53 ^{Aa}	5.79±0.17 ^{Bc}
	14	4.36±0.68 ^{Cb}	5.06±1.52 ^{Ca}	9.40±0.68 ^{Aa}	7.15±0.71 ^{Bb}
	30	5.77±0.94 ^{Ba}	5.69±0.64 ^{Ba}	9.24±0.60 ^{Aa}	8.89±0.59 ^{Aa}
丙酸 (g/kg DM)	7	0.00±0.00 ^{Ab}	0.00±0.00 ^{Ab}	0.00±0.00 ^{Ab}	0.00±0.00 ^{Ac}
	14	0.27±0.09 ^{ABa}	0.17±0.16 ^{Bb}	0.46±0.17 ^{Aa}	0.24±0.02 ^{ABb}
	30	0.31±0.14 ^{Aa}	0.42±0.12 ^{Aa}	0.51±0.05 ^{Aa}	0.44±0.09 ^{Aa}
丁酸 (g/kg DM)	7	2.74±0.52 ^{Aa}	1.54±0.55 ^{Bb}	1.85±0.18 ^{Ba}	1.82±0.40 ^{Bb}
	14	3.23±0.99 ^{Aa}	2.22±0.03 ^{Aab}	1.87±0.11 ^{Aa}	2.18±0.18 ^{Ab}
	30	3.76±0.82 ^{Aa}	2.92±0.59 ^{ABa}	2.28±0.33 ^{Ba}	4.80±0.10 ^{Aa}
总挥发性脂肪酸 (g/kg DM)	7	7.38±0.33 ^{Bb}	6.74±0.74 ^{Bb}	10.95±0.83 ^{Aa}	7.61±0.55 ^{Bc}
	14	7.86±1.16 ^{Bab}	8.19±0.98 ^{Bab}	12.28±0.95 ^{Aa}	9.56±0.91 ^{Bb}
	30	9.84±1.42 ^{Ba}	9.03±0.80 ^{Ba}	12.08±0.33 ^{Aa}	12.13±0.63 ^{Aa}
乳酸/乙酸	7	1.91±0.07 ^{Ca}	4.88±0.15 ^{Aa}	3.55±0.30 ^{Ba}	4.57±0.26 ^{Aa}

	14	3.23±1.28 ^{Aa}	4.88±1.27 ^{aA}	3.45±0.45 ^{Aa}	4.00±0.30 ^{Ab}
	30	2.47±0.82 ^{Ba}	3.92±0.50 ^{Aa}	3.36±0.24 ^{ABa}	2.89±0.19 ^{Bc}
氨态氮/总氮 (g/kg TN)	7	92.64±1.61 ^{Aa}	82.78±0.29 ^{Ba}	81.23±2.09 ^{Ba}	88.78±4.46 ^{Aa}
	14	83.00±2.67 ^{Aa}	85.28±4.69 ^{Aa}	84.19±4.05 ^{Aa}	82.09±3.96 ^{Aa}
	30	91.23±5.28 ^{Aa}	87.67±4.02 ^{Aa}	66.89±2.89 ^{Bb}	80.24±7.32 ^{ABa}
水溶性碳水化合物(g/kg DM)	7	8.93±0.28 ^{Da}	19.23±0.94 ^{Ca}	43.87±5.59 ^{Aa}	32.32±4.73 ^{Ba}
	14	8.58±0.53 ^{Da}	16.64±0.80 ^{Cb}	29.84±4.96 ^{Ab}	22.52±1.88 ^{Bb}
	30	8.09±1.85 ^{Da}	12.72±0.61 ^{Cc}	20.68±0.35 ^{Ac}	16.43±2.80 ^{Bb}

注：不同大写字母表示相同青贮天数不同处理间差异显著 ($P<0.05$)；不同小写字母表示相同处理不同青贮天数间差异显著 ($P<0.05$)。下表同。

(2) 青稞秸秆与苇状羊茅混合青贮

选用青稞秸秆与苇状羊茅，以不同含水率（60%、65%和70%）进行混合青贮，评价发酵品质，从而筛选适宜混合比例。结果表明（表4），青贮第30天时，各处理组的pH值、乳酸、乙酸、总挥发性脂肪酸含量均没有显著差异，65%含水率处理组和70%含水率处理组的丙酸、丁酸含量和乳酸/乙酸比值同样差异不显著，但65%含水率处理组和70%含水率处理组的丙酸含量显著高于60%处理组，丁酸含量显著低于60%处理组 ($P<0.05$)，二者均能保留较多的水溶性碳水化合物。因此，含水率为原料65%和70%时，青稞秸秆与苇状羊茅混合青贮饲料的发酵品质和营养品质相近且优于含水率60%时的混合青贮品质。

表4 不同处理青稞秸秆与苇状羊茅混合青贮干物质和发酵品质变化

项目	青贮 天数	处理组			
		对照组	60%含水率	65%含水率	70含水率
干物质 (g/kg FM)	7	777.25±5.90 ^{Ab}	403.17±2.98 ^{Ba}	349.15±20.73 ^{Ca}	285.80±6.96 ^{Da}
	14	781.77±2.62 ^{Aa}	402.79±2.63 ^{Ba}	340.56±58.21 ^{Ca}	266.63±11.36 ^{Db}
	30	793.59±7.06 ^{Aa}	408.56±44.80 ^{Ba}	336.46±2.91 ^{Ca}	277.64±2.82 ^{Da}
pH 值	7	6.32±0.01 ^{Aa}	5.75±0.06 ^{Ba}	5.68±0.19 ^{Ba}	5.24±0.15 ^{Ca}
	14	6.05±0.56 ^{Aa}	5.42±0.04 ^{Bb}	5.23±0.23 ^{Bb}	4.94±0.04 ^{Bab}
	30	5.33±0.23 ^{Ab}	4.92±0.04 ^{Bc}	4.83±0.12 ^{Bb}	4.69±0.26 ^{Bb}

乳酸 (g/kg DM)	7	8.84±0.37 ^{Bb}	16.15±4.61 ^{Aa}	16.39±1.41 ^{Ab}	19.11±2.27 ^{Aa}
	14	13.52±4.06 ^{Ba}	20.45±7.76 ^{ABa}	23.09±1.09 ^{Aa}	23.37±1.19 ^{Aa}
	30	13.73±2.82 ^{Ba}	16.24±0.83 ^{ABa}	22.26±1.92 ^{Aa}	21.49±5.53 ^{Aa}
乙酸 (g/kg DM)	7	4.64±0.21 ^{Cab}	6.98±0.36 ^{Aa}	5.93±0.32 ^{Bb}	6.46±0.47 ^{Bb}
	14	4.36±0.68 ^{Bb}	8.66±1.41 ^{Aa}	8.67±1.75 ^{Aa}	8.99±1.49 ^{Aa}
	30	5.77±0.94 ^{Ba}	8.90±2.56 ^{Aa}	9.12±1.17 ^{Aa}	8.98±1.13 ^{Aa}
丙酸 (g/kg DM)	7	0.00±0.00 ^{Db}	3.25±0.43 ^{Ca}	6.11±0.64 ^{Ab}	5.08±0.48 ^{Bb}
	14	0.27±0.09 ^{Ca}	3.48±0.35 ^{Ba}	5.78±1.38 ^{Ab}	5.51±0.05 ^{Ab}
	30	0.31±0.14 ^{Ca}	4.06±2.10 ^{Ba}	8.04±0.34 ^{Aa}	6.32±0.42 ^{Aa}
丁酸 (g/kg DM)	7	6.08±1.93 ^{Aa}	5.94±0.85 ^{Ab}	2.74±0.52 ^{Ba}	2.45±0.32 ^{Ba}
	14	5.50±2.19 ^{ABa}	6.92±0.25 ^{Aa}	3.23±0.99 ^{BCa}	2.05±0.37 ^{Ca}
	30	7.62±0.86 ^{Aa}	7.01±0.42 ^{Aa}	3.76±0.82 ^{Ba}	2.48±2.06 ^{Ba}
总挥发性脂	7	7.38±1.17 ^{Cb}	12.68±0.83 ^{Ba}	18.13±2.25 ^{Ab}	17.48±0.79 ^{Ab}
肪酸 (g/kg DM)	14	7.86±1.15 ^{Cab}	14.20±1.18 ^{Ba}	19.96±3.84 ^{Aab}	21.42±1.19 ^{Aa}
	30	9.84±1.42 ^{Ca}	15.44±2.30 ^{Ba}	24.78±0.75 ^{Aa}	22.32±0.77 ^{Aa}
	7	1.91±0.07 ^{Ba}	2.30±0.54 ^{ABa}	2.77±0.34 ^{Aa}	2.96±0.34 ^{Aa}
乳酸/乙酸	14	3.22±1.28 ^{Aa}	2.31±0.55 ^{Aa}	2.73±0.49 ^{Aa}	2.51±0.31 ^{Aa}
	30	2.47±0.82 ^{Aa}	1.92±0.52 ^{Aa}	2.45±0.11 ^{Aa}	2.38±0.50 ^{Aa}
	7	92.64±1.61 ^{Aa}	80.33±6.36 ^{Ba}	76.83±9.18 ^{Ba}	59.67±1.05 ^{Ca}
氨态氮/总氮 (g/kg TN)	14	83.00±2.67 ^{Ab}	70.24±1.13 ^{Bb}	61.21±8.37 ^{Cb}	58.83±2.00 ^{Ca}
	30	91.23±5.28 ^{Aa}	69.61±2.42 ^{Bb}	68.79±2.05 ^{Bab}	66.54±13.03 ^{Ba}
	7	8.93±0.28 ^{Da}	19.12±0.87 ^{Ca}	24.91±1.89 ^{Ba}	34.42±0.63 ^{Aa}
水溶性碳水 化合物(g/kg DM)	14	8.58±0.53 ^{Ca}	7.07±2.49 ^{Cb}	19.23±1.35 ^{Ab}	17.95±1.04 ^{Bb}
	30	8.09±1.85 ^{Ba}	8.26±0.86 ^{Bb}	15.84±1.31 ^{Ac}	13.47±1.04 ^{Ac}

(3) 混合比例计算过程

在实际生产中，农作物秸秆本身的水分含量一般不高于 20%，而禾本科饲草鲜草的水分含量不低于 65%。为保证获得较高的混合青贮品质，根据混合青贮原料的目标水分含量 65%~70%（即干物质含量 30%~35%）和各种农作物秸秆、禾本科饲草自身的水分含量，采用如下公式计算出各组分的混合比例。

$$\text{某原料含水率} = (\text{原料鲜重} - \text{原料干物质}) / \text{原料鲜重} \quad (1)$$

$$\text{混合饲料水分含量} = \frac{(\text{秸秆重量} \times \text{秸秆含水率} + \text{禾草重量} \times \text{禾草含水率})}{(\text{秸秆重量} + \text{禾草重量})} \quad (2)$$

根据公式 (1) 和 (2) 推导得出, 禾草与秸秆混合比例 (W/W) = (秸秆含水率 - 目标含水率) / (目标含水率 - 禾草含水率)

标准内容:

7.3 根据Y值分别计算禾本科饲草和农作物秸秆的重量, 充分混合并喷洒添加剂。

主要依据来源:

计算禾本科饲草和农作物秸秆的重量, 进行充分混合, 并喷洒添加剂, 是为了改善饲料品质, 提高利用率。不同禾本科饲草和农作物秸秆的重量计算受到多种因素的影响, 包括种类、水分含量等。农作物秸秆因种类不同, 其营养成分和利用价值也存在差异。适宜的水分含量是乳酸菌生长繁殖的必要条件, 通过含水量调整禾本科饲草和农作物秸秆的重量具有科学性。通过添加秸秆调节水分, 可以改善高水分含量饲草青贮品质。只有充分了解不同饲料的特性, 优化混合比例和添加剂的使用, 才能生产出高质量高利用率的青贮饲料, 从而保障畜牧业可持续发展。

标准内容:

8.1.1 装填与压实

装填时原料由内到外呈楔形逐层装填, 每装填一层, 压实一次, 每一次装填厚度不得超过 30 cm, 楔形压实的坡度宜为 20°~30°。原料填装压实后高出窖口 30 cm~40 cm, 密度不低于 550 kg/m³。

主要依据来源:

(1) 填装厚度和坡度 《Management of Bunker Silos》和《Bunker Silo Sizing and Management》要求, 为了便于机械压实, 原料每层填装厚

度不应超过 15 cm，大型青贮窖一层一层装料，以楔形向前推进装料（图 1 和图 2）。



图 1 青贮窖装填形式-逐层装填



图 2 青贮窖装填形式-楔形装填

为了便于原料填装和压实，美国宾西法尼亚州和《Management of Bunker Silos》提出，大型青贮窖呈楔形填装时原料铺设角度在 30° 以内（图 3），分段装填，每 15 cm 压实一次，压实后每层填装厚度为 10.2~15.2 cm（4~6 英寸），并且要求刈割、粉碎、填装和压实交替进行。国内秸秆青贮的每层填装厚度在 20 cm 左右。为了实现青贮饲料的良好贮藏，且获得优质发酵品质，原料填装厚度为 20~30 cm。

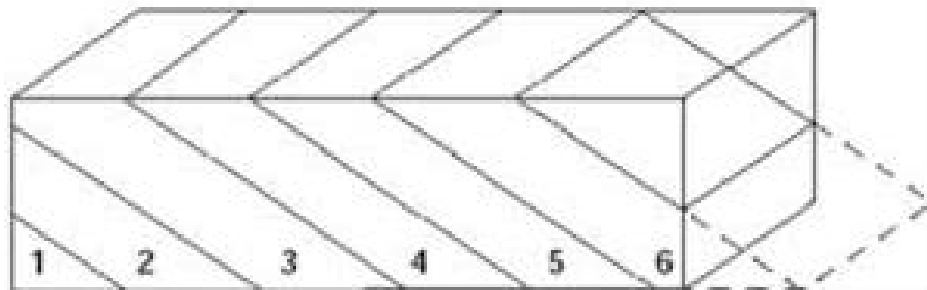


图 3 青贮窖装填模式图

结合我国青贮饲料生产实际情况，禾本科饲草与农作物秸秆混合青

贮的原料填装厚度不能超过 30 cm，楔形压密的坡度宜为 20°~30°。

(2) 压实密度 原料压紧实、装填密度高，则青贮发酵品质好，开窖后有氧稳定性高。有研究表明，原料压实密度从 350 kg/m³ 增加到 500、534、570、640 和 783 kg/m³ 时，青贮饲料 180 d 内干物质损失从 20.2% 降低到 16.8%、15.9%、15.1%、13.4%和 10.0%。当压实密度在 450~600 kg/m³ 范围内可以减少玉米秸秆和花生秧混合青贮营养损失、改善发酵品质（张相伦等，2024）。项目组前期在内蒙古兴安盟开展的研究中，设计 4 种不同压实密度即 450、500、550 和 600 kg/m³，比较分析水稻秸秆和羊草混合青贮前后发酵品质和微生物数量变化，结果表明（表 5），密度为 550 和 600 kg/m³ 时，混合青贮的干物质、水溶性碳水化合物含量显著提高（ $P<0.05$ ）、乳酸菌数量显著高于 450 和 500 kg/m³，而霉菌和酵母菌数量显著减少，总体来讲压实密度大于 550 和 600 kg/m³ 时秸秆和禾本饲草混合青贮发酵品质最优。

表 5 不同紧实度水稻秸秆和羊草混合青贮前后发酵品质和微生物数量变化

项目	原料	青贮压实密度 (kg/m ³)			
		450	500	550	600
干物质(%)	22.63 ^a	19.17 ^c	19.60 ^c	20.42 ^b	20.77 ^b
pH	4.91 ^a	4.08 ^b	4.00 ^b	3.97 ^b	4.00 ^b
乳酸(%FM)	0.86 ^d	3.78 ^c	3.72 ^c	4.01 ^b	4.40 ^a
乙酸(%FM)	0.32 ^c	0.56 ^a	0.43 ^b	0.43 ^b	0.46 ^b
氨态氮(%FM)	1.05 ^c	2.58 ^a	2.57 ^a	2.38 ^b	2.31 ^b
水溶性碳水化合物(%DM)	18.77 ^a	4.24 ^e	4.61 ^d	5.16 ^c	6.95 ^b
乳酸菌(CFU/g FW)	8.05 ^c	8.95 ^b	8.91 ^b	9.19 ^a	9.17 ^a
霉菌(CFU/g FW)	5.75 ^a	2.77 ^b	2.76 ^b	2.50 ^c	2.39 ^d
酵母菌(CFU/g FW)	6.88 ^a	5.81 ^b	5.63 ^c	5.61 ^c	5.57 ^c

综合文献及项目组前期试验结果，本文件规定禾本科饲草与农作物秸秆混合青贮的密度（包括窖贮和裹包青贮）密度不低于 550 kg/m³。

标准内容：

8.1.2 密封

装填压实完成之后，尽快密封青贮窖，青贮窖顶部用塑料薄膜覆盖，塑料薄膜外面用重物均匀镇压。原料装填至密封的时间不应超过 3 d。

主要依据来源：

尽快完成青贮窖的填装工作，以缩短青贮原料与空气接触时间，减少原料呼吸作用和有氧发酵损失，提高青贮饲料的品质。通常原料填装工作应在 3 d 内完成。项目组贾玉山教授 2019 年编写的《草产品加工与贮藏学》中要求小型窖应在 1 d 内完成填装，大型窖在 3 d 内完成。国外《Bunker Silo Sizing and Management》要求青贮窖装填时间应在 3 d 以内，尽量减少原料与空气接触时间。项目组在调研中了解到，我国奶牛养殖场青贮饲料实际生产多为 6000~7000 t 或 20000~30000 t 贮窖规模，原料填装和密封一般在 3 d 内完成。所以，遵循生产实际，本文本规定禾本科饲料与农作物秸秆混合青贮的原料装填至密封的时间不应超过 3 d。

标准内容：

8.2 打捆裹包

采用青贮打捆包膜一体机或打捆机、裹包机分段作业进行打捆包膜。裹包层数宜为 6 层。包膜后裹包表面平整，拉伸膜无破损。

主要依据来源：

为探明不同拉伸膜和裹包层数对内蒙古典型草原天然牧草（以禾本科牧草为主）青贮品质的影响，项目组贾玉山前期研究采用 PE 缠绕膜(0.5

mm)、PVC 收缩膜 (1 mm) 和 IPEX 拉伸回缩膜 (0.75 mm) 3 种青贮膜, 设置 4 层 PE 缠绕膜 (WFL4)、5 层 PE 缠绕膜 (WFL5)、6 层 PE 缠绕膜 (WFL6)、4 层 PVC 收缩膜 (SFL4)、5 层 PVC 收缩膜 (SFL5)、6 层 PVC 收缩膜 (SFL6)、4 层 IPEX 拉伸回缩膜 (SSL4)、5 层 IPEX 拉伸回缩膜 (SSL5)、6 层 IPEX 拉伸回缩膜 (SSL6) 共 9 个处理组, 青贮发酵 45 d。试验结果表明 (表 6), 天然牧草裹包青贮的干物质和粗蛋白质含量随着裹包层数增加逐渐增加, 而酸性洗涤纤维、中性洗涤纤维和可溶性糖含量逐渐降低 ($P<0.05$), 其中 L6 处理的乳酸含量 (37.78%) 显著高于 L4 和 L5 处理组 (22.77%和 28.15%), L4 处理检测到丁酸而 L5 和 L6 处理未检测到, L4 处理组的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 含量最高而 L6 处理组最低。总之, L6 处理组的发酵品质最优。

表 6 不同材料不同层数裹包青贮发酵品质

处理组	发酵参数 (%FM)						
	pH 值	乳酸	乙酸	丙酸	丁酸	$\text{NH}_3\text{-N}$ (%CP)	
WF	L4	4.53±0.11 ^a	22.83±1.11 ^e	13.27±0.02 ^b	0.23±0.01 ^a	0.21±0.01 ^a	3.14±0.04 ^a
	L5	4.32±0.21 ^b	29.35±1.03 ^d	11.25±0.11 ^d	-	-	2.96±0.02 ^a
	L6	4.07±0.03 ^c	35.33±0.21 ^c	11.09±0.01 ^d	-	-	2.65±0.05 ^c
SF	L4	4.62±0.26 ^a	20.12±0.98 ^e	14.27±1.21 ^a	0.18±0.02 ^b	0.23±0.01 ^a	3.06±0.00 ^a
	L5	4.37±0.15 ^b	25.84±1.22 ^e	12.73±1.03 ^c	-	-	2.88±0.03 ^{ab}
	L6	4.25±0.08 ^c	38.29±2.88 ^b	11.64±2.19 ^d	-	-	2.54±0.01 ^c
SS	L4	4.52±0.06 ^a	25.37±0.28 ^e	13.88±0.48 ^b	0.12±0.01 ^c	0.17±0.01 ^a	2.82±0.22 ^{ab}
	L5	4.35±0.77 ^b	29.27±1.04 ^d	12.29±0.21 ^c	-	-	2.37±0.14 ^d
	L6	4.11±0.06 ^c	39.73±1.35 ^a	10.34±0.77 ^d	-	-	1.53±0.10 ^e

注: 同列数据肩标不同小写字母不同表示差异显著 ($P<0.05$)。下表同。

如表 7 所示, 从营养品质看 L6 处理最优, 其中 L6 处理的干物质 (41.20%)、粗蛋白质 (10.67%) 含量显著高于 L4 处理 (37.67%和 8.51%),

酸性和中性洗涤纤维含量（36.23%和 54.75%）显著低于 L5 和 L4 处理组（39.33%、41.75%和 58.07%、59.98%），其 WSC 含量（2.24%）显著低于 L5 和 L4（2.74%和 3.01%）。

表 7 不同材料不同层数裹包青贮营养品质

处理组	营养品质 (% DM)					
	干物质	粗蛋白质	中性洗涤纤维	酸性洗涤纤维	可溶性糖	
WF	L4	37.74d±0.77	8.13e±1.06	59.65b±3.24	42.75b±2.09	3.14a±0.04
	L5	38.45d±0.12	9.25c±0.82	58.47b±3.42	40.32c±2.02	2.96a±0.02
	L6	39.60c±0.34	10.62a±0.52	57.07c±3.02	36.01e±0.20	2.65b±0.05
SF	L4	37.34d±0.21	8.16e±0.25	57.08c±3.36	37.87d±1.34	3.06a±0.00
	L5	39.41c±0.42	8.89d±0.48	55.36d±2.47	36.14e±2.32	2.88b±0.03
	L6	40.92b±0.74	10.48a±0.19	52.05e±1.38	34.02f±2.43	2.54c±0.01
SS	L4	37.23d±0.51	9.24c±0.44	63.20a±3.30	44.63a±3.21	2.82b±0.22
	L5	40.08b±0.35	9.85b±0.35	60.37b±3.20	41.54c±1.59	2.37c±0.14
	L6	43.07a±0.13	10.91a±0.61	55.13d±3.41	38.65d±2.63	1.53d±0.10

其他研究在甜高粱和天然牧草裹包青贮研究结果同样表明，6层拉伸膜的青贮发酵品质好，NH₃-N 含量低，营养流失少（张艳宜等，2017）。综上所述，本文本规定禾本科饲料和农作物秸秆混合青贮的裹包层数宜为 6 层。

标准内容：

9.1 随时检查青贮窖，发现损坏及时修补；顶部出现积水及时排除。

主要依据来源：

青贮窖需要定期检查，及时修补破损之处，并排除顶部的积水，以确保青贮饲料的质量和安。青贮过程中，高压实密度对于尽量减少氧气侵入和防止有氧变质至关重要。

标准内容：

9.2 裹包青贮置于干净干燥处，堆放不高于 2 层。

主要依据来源：

经实际验证，堆放高度不高于 2 层可以减少因堆叠压力导致的包装破损及内部氧气渗透，从而避免影响青贮的品质。过高的堆放会增加底部青贮包的压力，可能导致包装膜破裂，进而引起氧气进入，促进有害微生物的生长，降低青贮质量。

标准内容：

10.1 贮藏 45 d 后，即可开封取用。

主要依据来源：

大量研究表明，青贮饲料在发酵过程通常需要大约 30 d 发酵方能趋于稳定，45 d 时基本完成发酵。项目组梁宇成和邵涛等（2025）试验结果及实际验证结果（见后文验证试验）均表明，密封贮存 45 d 后开窖取用不仅可以提高饲料保存质量，还能更好地保持青贮饲料的营养价值。

标准内容：

10.2 取用时，应清除霉变部分，从开窖处横切面从上到下、由外向里，沿垂直切面逐层取料，取料深度不低于 30 cm，截面应保持最小和平整。

主要依据来源：

青贮饲料取用时需要清除霉变部分，并按照特定的方法和深度进行，以确保持续获得高质量的饲料，减少霉变带来的负面影响。根据青贮试验结果和行业经验，从开窖处横切面从上到下、由外向里，沿垂直切面逐层取料，并且每次取料的深度应不低于 30 cm，能确保每次取用的青贮饲料新鲜、表面无霉变，为家畜提供营养多汁的高品质青贮饲料。

标准内容：

10.3 按需取用。连续 2 d 以上不取用时，应将青贮饲料横截面切割整齐，重新用塑料膜覆盖。

主要依据来源:

青贮饲料是一种在密封条件下通过厌氧发酵保存的多汁饲料，在取用和贮藏过程中，需要注意管理措施，以减少青贮饲料质量损失。当 2 d 以上不取用时应将横截面切割整齐，这有助于清除暴露在空气中可能发生变质的表层饲料。整齐的切割面也有利于后续密封，减少空气进入，从而抑制霉菌和有害细菌的生长。

标准内容:

10.4 青贮饲料卫生标准应符合 GB 13078 的要求。

主要依据来源:

《GB 13078—2017 饲料卫生标准》规定了饲料原料和饲料产品中的有毒有害物质及微生物的限量及试验方法。

三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

(一) 试验验证的分析、综述报告，技术经济论证

为验证禾本科饲草与农作物秸秆混合青贮技术的有效性，开展了如下验证试验：

1. 小麦秸秆、燕麦秸秆与多年生黑麦草、苇状羊茅混合青贮试验

(1) 试验设计

将小麦秸秆、燕麦秸秆、多年生黑麦草、苇状羊茅粉碎切短至 1~2 cm，以含水率 65%~70%进行原料配比，以 100%燕麦秸秆为对照组，设置 20%苇状羊茅+80%燕麦秸秆、40%苇状羊茅+60%燕麦秸秆、60%苇状羊茅+40%燕麦秸秆。分别于青贮第 7、15、45、60 天开封，测定青贮品

质。

(2) 青贮方法

所有处理组均使用青贮打捆包膜一体机（型号：玛提克奥库 MP2000-X），打成直径 115 cm×120 cm 圆柱体草捆，每捆重 650~670 kg，密度为 530~550 kg/m³。

(3) 试验结果

1) 燕麦秸秆+苇状羊茅混合青贮

如表 8 所示，在整个发酵过程中，100%燕麦秸秆、20%苇状羊茅+80%燕麦秸秆处理和 40%苇状羊茅+60%燕麦秸秆处理的干物质损失较少，但组间差异不显著。各组 pH 在发酵过程中均呈现下降趋势，且显著低于 100%燕麦秸秆处理组，40%苇状羊茅+60%燕麦秸秆和 60%苇状羊茅+40%燕麦秸秆处理 pH 有低于 20%苇状羊茅+80%燕麦秸秆处理的趋势，且最终 pH 显著低于 20%苇状羊茅+80%燕麦秸秆处理 ($P<0.05$)；在青贮前 45 d，除了 20%苇状羊茅+80%燕麦秸秆处理外，其它各处理组的乳酸、乙酸含量均显著上升 ($P<0.05$)；各处理组的丙酸、丁酸含量均显著低于对照组 ($P<0.05$)；各处理组氨态氮浓度随着羊茅比例增加显著下降，且显著低于对照组 ($P<0.05$)；随着发酵推进，各组的可溶性碳水化合物均不断下降 ($P<0.05$)。

在贮藏天数上，60%苇状羊茅+40%燕麦秸秆处理第 60 天干物质含量显著低于青贮第 7 天 ($P<0.05$)；100%燕麦秸秆组在第 45 天下降至最低、为 5.02，20%苇状羊茅+80%燕麦秸秆处理和 40%苇状羊茅+60%燕麦秸秆处理的 pH 第 45 天显著下降，最终降至 4.62，60%苇状羊茅+40%燕

麦秸秆处理最终 pH 为 4.68、显著低于 100%燕麦秸秆和 20%菁状羊茅+80%燕麦秸秆处理 ($P<0.05$)；青贮第 45 天，各组的乳酸均达到峰值，第 60 天乙酸含量显著高于第 7 天 ($P<0.05$)；100%燕麦秸秆处理组的丙酸在前 15 d 显著升高 ($P<0.05$)，此后降低；前 30 d 各组均未检出丁酸，但是第 60 天检测到丁酸；各组第 60 天的总挥发性脂肪酸浓度显著高于其它时间段 ($P<0.05$)，从青贮第 7 天到第 15 天各组的可溶性碳水化合物均显著下降 ($P<0.05$)。

综合评定，40%菁状羊茅+60%燕麦秸秆的发酵品质最好，且青贮保存 45 d 后发酵品质保持良好，至第 60 天达到最佳。

表8 不同比例菁状羊茅与燕麦秸秆混合青贮过程中干物质和发酵品质动态变化

项目	处理组	青贮天数			
		第 7 天	第 15 天	第 45 天	第 60 天
干物质 (g/kg FW)	100%燕麦秸秆	348.32±7.87 ^{Aa}	328.41±2.62 ^b	344.56±4.59 ^{Aa}	343.20±3.12 ^{Aa}
	20%菁状羊茅	356.50±3.05 ^{Aa}	333.03±13.39 ^b	328.38±8.78 ^{Bb}	340.20±6.44 ^{ABab}
	+80%燕麦秸秆				
	40%菁状羊茅	347.53±7.38 ^{AB}	340.07±34.49	325.46±5.39 ^B	332.79±5.84 ^B
	+60%燕麦秸秆	337.47±1.35 ^{Ba}	317.43±10.04 ^b	313.50±3.35 ^{Cb}	314.13±2.03 ^{Cb}
	60%菁状羊茅				
+40%燕麦秸秆					
pH 值	100%燕麦秸秆	5.91±0.04 ^{Aa}	5.62±0.02 ^{Ab}	5.02±0.06 ^{Ac}	5.05±0.02 ^{Ac}
	20%菁状羊茅	5.23±0.07 ^{Ba}	4.97±0.02 ^{Bb}	4.83±0.06 ^{Bc}	4.79±0.07 ^{Bc}
	+80%燕麦秸秆				
	40%菁状羊茅	5.14±0.06 ^{Ba}	4.93±0.02 ^{Bb}	4.71±0.07 ^{Cc}	4.62±0.02 ^{Cd}
	+60%燕麦秸秆	5.04±0.03 ^{Cab}	5.31±0.58 ^{ABa}	4.78±0.05 ^{BCb}	4.68±0.02 ^{Cb}
	60%菁状羊茅				
+40%燕麦秸秆					
乳酸 (g/kg DM)	100%燕麦秸秆	29.95±2.61 ^{Cc}	53.10±3.58 ^{Bb}	73.76±1.97 ^{Ca}	36.69±0.64 ^d
	20%菁状羊茅	49.98±2.79 ^{Bb}	41.44±2.20 ^{Cc}	86.54±2.40 ^{Ba}	29.74±2.77 ^d
	+80%燕麦秸秆				

乙酸 (g/kg DM)	40%菁状羊茅 +60%燕麦秸秆	49.26±3.73 ^{Bb}	52.27±2.02 ^{Bb}	84.69±2.53 ^{Ba}	33.65±4.76 ^c	
	60%菁状羊茅 +40%燕麦秸秆	56.66±1.78 ^{Ac}	65.54±2.83 ^{Ab}	93.01±2.81 ^{Aa}	35.84±5.85 ^{Bd}	
	100%燕麦秸秆	6.49±1.43 ^b	5.77±0.46 ^{Bb}	9.50±1.17 ^{Aa}	9.15±0.49 ^{Ba}	
	20%菁状羊茅 +80%燕麦秸秆	5.13±0.41 ^c	7.12±0.79 ^{ABb}	8.96±0.78 ^{ABa}	7.03±0.47 ^{Cb}	
	40%菁状羊茅 +60%燕麦秸秆	5.71±0.34 ^b	6.36±0.30 ^{Bab}	6.45±0.58 ^{Cab}	7.20±0.83 ^{Ca}	
	60%菁状羊茅 +40%燕麦秸秆	5.98±0.39 ^c	8.10±1.06 ^{Ab}	7.57±1.33 ^{BCbc}	10.65±0.82 ^{Aa}	
	100%燕麦秸秆	4.83±1.51 ^{Bb}	9.27±1.37 ^{Aa}	7.83±0.78 ^{Ba}	4.02±0.30 ^{ABb}	
	20%菁状羊茅 +80%燕麦秸秆	9.80±1.28 ^{Aa}	5.90±0.99 ^{Bb}	9.70±0.62 ^{Ba}	4.23±0.18 ^{ABc}	
	乳酸/ 乙酸	40%菁状羊茅 +60%燕麦秸秆	8.63±0.15 ^{Ab}	8.22±0.34 ^{Ab}	13.20±1.38 ^{Aa}	4.67±0.36 ^{Ac}
		60%菁状羊茅 +40%燕麦秸秆	9.50±0.47 ^{Ab}	8.20±1.25 ^{Ab}	12.50±1.89 ^{Aa}	3.40±0.73 ^{Bc}
100%燕麦秸秆		15.04±2.49 ^{Ab}	21.79±1.57 ^{Aa}	13.76±2.20 ^{Ab}	12.43±2.93 ^{Aab}	
20%菁状羊茅 +80%燕麦秸秆		6.20±0.82 ^{Ba}	5.26±0.40 ^{Ba}	5.46±0.84 ^{Ba}	3.46±1.30 ^{Bb}	
丙酸 (g/kg DM)		40%菁状羊茅 +60%燕麦秸秆	4.78±1.64 ^{Ba}	3.57±1.33 ^{Bab}	2.57±0.66 ^{Cb}	3.90±0.33 ^{Bab}
		60%菁状羊茅 +40%燕麦秸秆	4.04±1.07 ^{Bab}	4.67±0.55 ^{Ba}	3.55±0.65 ^{BCab}	2.81±0.39 ^{Bb}
		100%燕麦秸秆	-	-	-	22.34±4.73 ^{Aa}
		20%菁状羊茅 +80%燕麦秸秆	-	-	-	7.04±0.91 ^B
		丁酸 (g/kg DM)	40%菁状羊茅 +60%燕麦秸秆	-	-	-
60%菁状羊茅 +40%燕麦秸秆			-	-	-	5.24±0.89 ^B
100%燕麦秸秆	21.53±0.95 ^{Ac}		27.56±1.31 ^{Ab}	23.26±2.20 ^{Ac}	45.25±5.00 ^{Aa}	
总挥发 性脂肪	20%菁状羊茅	11.34±1.11 ^{Bc}	12.38±0.81 ^{Bc}	14.42±0.85 ^{Bb}	17.52±2.62 ^{Ba}	

酸 (g/kg DM)	+80%燕麦秸秆				
	40%苇状羊茅	10.49±0.56 ^{Bb}	9.93±0.34 ^{Cb}	9.02±0.88 ^{Cb}	18.18±0.41 ^{Ba}
	+60%燕麦秸秆				
	60%苇状羊茅	10.02±0.61 ^{Bc}	12.77±1.11 ^{Bb}	11.12±1.92 ^{Cbc}	18.69±1.84 ^{Ba}
	+40%燕麦秸秆				
	100%燕麦秸秆	127.69±2.05 ^{Ab}	118.84±4.62 ^{Ac}	143.07±5.20 ^{Aa}	109.16±4.96 ^{Ab}
氨态氮 /总氮 (g/kg TN)	20%苇状羊茅	98.13±1.79 ^{Bb}	91.56±4.41 ^{Bc}	127.02±2.35 ^{Ba}	94.02±3.50 ^{Bbc}
	+80%燕麦秸秆				
	40%苇状羊茅	78.68±3.96 ^{Cc}	71.38±2.57 ^{Cd}	107.83±2.13 ^{Ca}	94.29±1.60 ^{Cb}
	+60%燕麦秸秆				
	60%苇状羊茅	59.55±2.37 ^{Dc}	59.51±0.49 ^{Dc}	80.14±0.73 ^{Da}	66.00±0.98 ^{Db}
	+40%燕麦秸秆				

注：表中同列不同大写字母表示同一天不同处理间差异显著 ($P<0.05$)，同行不同小写字母表示同一处理间不同天数差异显著 ($P<0.05$)。下表相同。

2) 小麦秸秆+苇状羊茅混合青贮

如表 9 所示，各处理组的干物质含量随着发酵时间延长呈下降趋势，但各组间差异不显著；随着苇状羊茅比例增加，各混贮组的 pH 逐级降低，60%苇状羊茅+40%小麦秸秆处理组的 pH (4.01) 较低；各混贮组的乳酸含量高于 100%小麦秸秆处理组 ($P<0.05$)；各混贮组的乙酸、丙酸、丁酸、乳酸/乙酸和总挥发性脂肪酸含量，随着青贮时间延长均不同程度高于 100%小麦秸秆；发酵 15 d，100%小麦秸秆组和各混贮组的水溶性碳水化合物含量均显著低于前 7 d。

在贮藏天数上，青贮第 15 天各混贮组的 pH 均显著低于 100%小麦秸秆 ($P<0.05$)，第 7、45 天时 40%小麦秸秆+60%苇状羊茅 pH 显著低于 100%小麦秸秆 ($P<0.05$)，各混贮组间差异不显著；青贮第 15 天各处理组的乳酸含量均显著高于第 7 天 ($P<0.05$)，第 60 天达到最高值 (除了 60%小麦秸秆+40%苇状羊茅处理组以外)；第 45、60 天时 60%小麦秸秆

+40%苇状羊茅、40%小麦秸秆+60%苇状羊茅乙酸含量低于100%小麦秸秆处理组 ($P<0.05$)；第7、15天从各组未检测到丙酸，第60天有极微量丙酸出现；丁酸在整个青贮发酵过程中极少或检测不出；第45天时40%小麦秸秆+60%苇状羊茅的总挥发性脂肪酸含量显著低于100%小麦秸秆 ($P<0.05$)，其他混贮组间差异不显著；青贮过程中，各混贮组和100%小麦秸秆组的水溶性碳水化合物含量随时间延长而下降，第45天的水溶性碳水化合物显著高于第60天 ($P<0.05$)。综合看，青贮45 d后发酵品质保持良好，60 d达到最佳。

表9 小麦秸秆与苇状羊茅混合青贮过程中干物质和发酵品质动态变化

项目	处理组	青贮天数			
		第7天	第15天	第45天	第60天
pH 值	100%小麦秸秆	4.70±0.14 ^{Aa}	4.15±0.06 ^{Ab}	4.14±0.05 ^{Ab}	4.10±0.02 ^{Ab}
	80%小麦秸秆+20%苇状羊茅	4.55±0.17 ^{ABa}	4.13±0.12 ^{Ab}	4.05±0.07 ^{ABb}	4.05±0.09 ^{Ab}
	60%小麦秸秆+40%苇状羊茅	4.44±0.09 ^{Ba}	4.05±0.02 ^{Ab}	4.05±0.03 ^{ABb}	4.09±0.20 ^{Ab}
	40%小麦秸秆+60%苇状羊茅	4.44±0.07 ^{Ba}	4.01±0.06 ^{Ab}	4.01±0.04 ^{Bb}	3.96±0.04 ^{Ab}
(g/kg FW)	100%小麦秸秆	372.37±10.94 ^{Aa}	360.64±12.40 ^{Aab}	354.38±6.30 ^{Aab}	350.104±7.48 ^{Ab}
	80%小麦秸秆+20%苇状羊茅	356.65±2.22 ^{Ba}	338.65±13.46 ^{Aa}	343.23±6.34 ^{ABa}	313.98±22.71 ^{Aa}
	60%小麦秸秆+40%苇状羊茅	347.70±6.40 ^{Ba}	338.55±3.70 ^{Aab}	327.22±6.15 ^{BCb}	330.245±8.35 ^{Ab}
	40%小麦秸秆+60%苇状羊茅	332.57±2.35 ^{Ca}	320.37±7.15 ^{Aa}	317.42±23.70 ^{Ca}	320.99±3.90 ^{Aa}
(g/kg DM)	100%小麦秸秆	23.61±1.31 ^{Ab}	32.69±0.13 ^{Cab}	36.44±3.54 ^{Aa}	42.81±7.10 ^{Ba}
	80%小麦秸秆+20%苇状羊茅	30.63±4.23 ^{Ac}	42.10±3.59 ^{Bb}	56.60±7.89 ^{Aa}	59.07±4.88 ^{Aa}
	60%小麦秸秆+40%苇状羊茅	23.85±2.57 ^{Ab}	42.35±4.90 ^{Ba}	47.59±3.16 ^{Aa}	44.55±5.38 ^{Ba}
	40%小麦秸秆+60%苇状羊茅	26.83±6.46 ^{Ac}	52.31±4.54 ^{Aab}	41.92±1.97 ^{Ab}	58.41±8.89 ^{Aa}
(g/kg DM)	100%小麦秸秆	8.90±0.34 ^{Ab}	13.92±2.25 ^{ABa}	16.10±1.54 ^{Aa}	16.04±2.19 ^{Aa}
	80%小麦秸秆+20%苇状羊茅	10.84±0.54 ^{Ab}	11.15±2.20 ^{Bb}	16.19±0.87 ^{Aab}	18.23±5.56 ^{Aa}
	60%小麦秸秆+40%苇状羊茅	10.26±1.16 ^{Ab}	15.80±2.08 ^{Aa}	14.37±2.01 ^{ABab}	13.99±3.96 ^{Aab}
	40%小麦秸秆+60%苇状羊茅	10.43±1.99 ^{Aa}	14.19±1.89 ^{ABa}	14.98±3.33 ^{ABa}	14.81±3.25 ^{Aa}
丙酸 (g kg ⁻¹ DM)	100%小麦秸秆	-	-	-	0.05±0.05
	80%小麦秸秆+20%苇状羊茅	-	-	-	0.05±0.02
	60%小麦秸秆+40%苇状羊茅	-	-	-	0.08±0.01

	40%小麦秸秆+60%苇状羊茅	-	-	0.08±0.02 ^{Aa}	0.06±0.02 ^{Ab}
	100%小麦秸秆	0.10±0.00 ^{Aab}	0.00±0.00 ^{Ab}	0.15±0.08 ^{Aab}	0.19±0.17 ^{Aa}
丁酸	80%小麦秸秆+20%苇状羊茅	0.10±0.02 ^{Aa}	0.07±0.06 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.12±0.21 ^{Aa}
(g/kg DM)	60%小麦秸秆+40%苇状羊茅	0.14±0.09 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Ab}	0.00±0.00 ^{Ab}	0.00±0.00 ^{Ab}
	40%小麦秸秆+60%苇状羊茅	0.14±0.05 ^{Aa}	0.06±0.10 ^{Aa}	0.13±0.22 ^{Aa}	0.04±0.06 ^{Aa}
	100%小麦秸秆	9.01±0.34 ^{Ab}	13.92±2.25 ^{ABa}	16.21±1.48 ^{Aa}	16.27±2.34 ^{Aa}
总挥发性	80%小麦秸秆+20%苇状羊茅	10.94±0.53 ^{Ab}	11.22±2.17 ^{Bb}	16.20±0.87 ^{Aab}	18.41±5.47 ^{Aa}
脂肪酸	60%小麦秸秆+40%苇状羊茅	10.40±1.20 ^{Ab}	15.80±2.08 ^{Aa}	14.37±2.01 ^{ABab}	14.07±3.95 ^{Aab}
(g/kg DM)	40%小麦秸秆+60%苇状羊茅	10.57±2.02 ^{Aa}	14.25±1.99 ^{ABa}	12.19±3.16 ^{Ba}	14.91±3.21 ^{Aa}
	100%小麦秸秆	2.66±0.23 ^{Aa}	2.39±0.41 ^{Ca}	2.76±0.95 ^{Aa}	2.72±0.67 ^{Aa}
	80%小麦秸秆+20%苇状羊茅	2.83±0.36 ^{Aa}	3.89±0.93 ^{Aa}	3.49±0.38 ^{Aa}	3.38±0.70 ^{Aa}
乳酸/乙酸	60%小麦秸秆+40%苇状羊茅	2.34±0.39 ^{Aa}	2.70±0.32 ^{BCa}	3.37±0.62 ^{Aa}	3.34±0.85 ^{Aa}
	40%小麦秸秆+60%苇状羊茅	2.71±1.16 ^{Aa}	3.73±0.55 ^{Ba}	3.73±1.28 ^{Aa}	4.03±0.85 ^{Aa}
	100%小麦秸秆	21.96±4.73 ^{Bc}	32.42±1.74 ^{Bb}	40.15±1.50 ^{Aa}	31.45±3.25 ^{Ab}
氨态氮/总	80%小麦秸秆+20%苇状羊茅	27.52±3.85 ^{ABb}	42.03±9.37 ^{ABa}	34.74±2.36 ^{BCab}	40.99±9.25 ^{Aa}
氮	60%小麦秸秆+40%苇状羊茅	26.80±4.96 ^{ABb}	38.77±2.21 ^{ABa}	37.83±3.51 ^{ABa}	38.00±3.89 ^{Aa}
(g/kg TN)	40%小麦秸秆+60%苇状羊茅	31.12±3.15 ^{Ab}	43.51±3.20 ^{Aa}	30.95±2.20 ^{Cb}	32.99±0.85 ^{Ab}
	100%小麦秸秆	116.73±5.13 ^{Aa}	28.67±6.22 ^{Ab}	22.59±2.72 ^{Ab}	13.92±1.06 ^{Bc}
水溶性碳	80%小麦秸秆+20%苇状羊茅	96.70±0.34 ^{Ba}	22.23±2.64 ^{Ab}	23.15±2.41 ^{Ab}	17.33±2.56 ^{Ac}
水化合物	60%小麦秸秆+40%苇状羊茅	89.09±3.21 ^{Ca}	26.13±3.57 ^{Ab}	21.59±0.74 ^{Ab}	15.69±0.78 ^{ABc}
(g/kg DM)	40%小麦秸秆+60%苇状羊茅	88.60±3.49 ^{Ca}	31.39±9.30 ^{Ab}	23.10±2.84 ^{Abc}	18.14±0.97 ^{Ac}

3) 燕麦秸秆+多年生黑麦草混合青贮

由表 10 可知,各处理组的干物质含量在青贮发酵过程中呈下降趋势,各混贮组干物质含量均低于 100%燕麦秸秆组;各混贮组青贮前 15 d 的 pH 显著降低 ($P<0.05$),各混贮组第 45 天的 pH 与 100%燕麦秸秆差异不显著,青贮第 60 天时 40%多年生黑麦草+60%燕麦秸秆组的 pH 达到 4.03、显著低于其他各处理组 (>4.2 , $P<0.05$);随着多年生黑麦草比例增加,各组乙酸含量整体呈升高趋势,但差异不显著;各组的乳酸含量随着青贮时间延长整体上呈上升趋势,丁酸含量逐渐增加,总挥发性脂肪酸、氨态氮/总氮含量总体上呈先升高后缓慢降低的变化趋势,且 40%

多年生黑麦草+60%燕麦秸秆、60%多年生黑麦草+40%燕麦秸秆处理组的氨态氮/总氮均显著低于 20%多年生黑麦草+80%燕麦秸秆 ($P<0.05$)。

在贮藏天数上,青贮前 7 d 时干物质含量随着多年生黑麦草比例的增加而显著增加 ($P<0.05$); 整个青贮过程中各混贮组的 pH 逐渐下降,青贮第 15 天时 40%多年生黑麦草+60%燕麦秸秆组的乳酸含量显著高于 20%多年生黑麦草+80%燕麦秸秆、60%多年生黑麦草+40%燕麦秸秆 ($P<0.05$), 第 45 天时各混贮组乳酸含量有所下降但差异不显著, 第 60 天时 20%多年生黑麦草+80%燕麦秸秆、40%多年生黑麦草+60%燕麦秸秆显著高于 60%多年生黑麦草+40%燕麦秸秆处理组 ($P<0.05$); 在青贮发酵过程中, 各组乙酸含量呈上升趋势但差异不显著, 丙酸含量呈上升趋势且含量极少; 在青贮第 15 天时, 20%多年生黑麦草+80%燕麦秸秆、40%多年生黑麦草+60%燕麦秸秆处理组的总挥发性脂肪酸含量显著增加 ($P<0.05$); 在整个青贮过程中, 各组的水溶性碳水化合物含量均显著下降 ($P<0.05$), 青贮 15 d 后 40%多年生黑麦草+60%燕麦秸秆的水溶性碳水化合物含量高于 20%多年生黑麦草+80%燕麦秸秆、60%多年生黑麦草+40%燕麦秸秆, 并且在第 60 天时差异显著 ($P<0.05$)。

综合各项指标, 40%多年生黑麦草+60%燕麦秸秆的发酵品质优于其他处理组, 混合青贮 45 d 后发酵品质保持良好, 青贮 60 d 后达到最佳。

表 10 多年生黑麦草与燕麦秸秆混合青贮过程中干物质和发酵品质变化

项目	处理组	青贮天数			
		第 7 天	第 15 天	第 45 天	第 60 天
干物质 (g/kg FW)	100%燕麦秸秆	347.66±5.37 ^{Aab}	305.34±1.45 ^{Ab}	351.34±47.54 ^{Aa}	335.30±3.33 ^{Aab}
	20%多年生黑麦草 +80%燕麦秸秆	314.49±8.99 ^{Ba}	264.41±51.64 ^{ABa}	297.84±9.20 ^{Ba}	311.77±13.49 ^{Ba}

	40%多年生黑麦草 +60%燕麦秸秆	260.51±3.01 ^{Dab}	252.18±11.92 ^{Bb}	249.11±6.61 ^{Cb}	267.40±5.63 ^{Ca}
	60%多年生黑麦草 +40%燕麦秸秆	278.05±5.23 ^{Ca}	272.67±13.95 ^{ABa}	280.44±14.25 ^{BCa}	273.25±3.42 ^{Ca}
	100%燕麦秸秆	4.72±0.04 ^{Aa}	4.47±0.08 ^{Ab}	4.31±0.13 ^{Ab}	4.34±0.13 ^{Ab}
	20%多年生黑麦草 +80%燕麦秸秆	4.76±0.02 ^{Aa}	4.25±0.20 ^{Ab}	4.31±0.17 ^{Ab}	4.31±0.09 ^{Ab}
pH	40%多年生黑麦草 +60%燕麦秸秆	4.73±0.15 ^{Aa}	4.28±0.23 ^{Ab}	4.22±0.16 ^{Ab}	4.03±0.06 ^{Bb}
	60%多年生黑麦草 +40%燕麦秸秆	4.63±0.04 ^{Aa}	4.25±0.18 ^{Ab}	4.25±0.26 ^{Ab}	4.31±0.02 ^{Ab}
	100%燕麦秸秆	47.33±2.08 ^{Ac}	55.75±3.58 ^{Cb}	63.93±0.40 ^{Aa}	48.03±1.01 ^{Cc}
	20%多年生黑麦草 +80%燕麦秸秆	46.98±7.04 ^{Ab}	68.25±7.10 ^{Ba}	60.78±6.74 ^{Aa}	63.19±3.00 ^{Aa}
乳酸 (g/kg DM)	40%多年生黑麦草 +60%燕麦秸秆	50.87±2.78 ^{Ab}	67.63±1.89 ^{Ba}	66.93±1.92 ^{Aa}	65.24±2.18 ^{Aa}
	60%多年生黑麦草 +40%燕麦秸秆	51.03±0.41 ^{Ac}	87.48±7.25 ^{Aa}	60.51±3.10 ^{Ab}	59.38±0.85 ^{Bb}
	100%燕麦秸秆	15.83±1.68 ^{ABa}	17.18±0.59 ^{Aa}	14.52±2.65 ^{Aa}	13.43±2.92 ^{Aa}
	20%多年生黑麦草 +80%燕麦秸秆	15.16±1.12 ^{ABb}	23.15±5.58 ^{Aa}	14.76±0.48 ^{Ab}	16.04±2.98 ^{Ab}
乙酸 (g/kg DM)	40%多年生黑麦草 +60%燕麦秸秆	13.23±3.42 ^{Ba}	19.71±2.91 ^{Aa}	18.17±2.29 ^{Aa}	19.26±6.39 ^{Aa}
	60%多年生黑麦草 +40%燕麦秸秆	17.55±1.10 ^{Aa}	19.21±2.11 ^{Aa}	19.61±4.67 ^{Aa}	15.07±1.18 ^{Aa}
	100%燕麦秸秆	0.07±0.03 ^{Aa}	0.08±0.02 ^{Aa}	0.07±0.01 ^{Aa}	0.06±0.01 ^{Ba}
	20%多年生黑麦草 +80%燕麦秸秆	0.07±0.01 ^{Ab}	0.08±0.03 ^{Ab}	0.08±0.04 ^{Ab}	0.15±0.02 ^{Ba}
丙酸 (g/kg DM)	40%多年生黑麦草 +60%燕麦秸秆	0.04±0.01 ^{Ba}	0.18±0.25 ^{Aa}	0.13±0.09 ^{Aa}	0.07±0.02 ^{Ba}
	60%多年生黑麦草 +40%燕麦秸秆	0.04±0.00 ^{Bb}	0.09±0.13 ^{Ab}	0.07±0.06 ^{Ab}	0.53±0.25 ^{Aa}
	100%燕麦秸秆	0.00±0.00 ^{Aa}	0.14±0.17 ^{Ba}	0.24±0.10 ^{Aa}	0.13±0.15 ^{Ba}
丁酸 (g/kg	20%多年生黑麦草	0.00±0.00 ^{Ab}	0.03±0.05 ^{Bb}	0.05±0.05 ^{Ab}	0.19±0.03 ^{ABa}

DM)	+80%燕麦秸秆				
	40%多年生黑麦草	0.00±0.00 ^{Ab}	1.53±0.94 ^{Aa}	0.15±0.14 ^{Ab}	0.00±0.00 ^{Bb}
	+60%燕麦秸秆				
	60%多年生黑麦草	0.00±0.00 ^{Ab}	0.11±0.16 ^{Bb}	0.13±0.13 ^{Aab}	0.52±0.36 ^{Aa}
	+40%燕麦秸秆				
	100%燕麦秸秆	15.90±1.71 ^{ABa}	17.40±0.62 ^{Aa}	14.82±2.59 ^{ABa}	13.62±3.06 ^{Aa}
总挥发	20%多年生黑麦草	15.24±1.13 ^{ABb}	23.27±5.54 ^{Aa}	14.22±0.65 ^{Bb}	16.38±2.95 ^{Ab}
	性脂肪				
酸	40%多年生黑麦草	13.27±3.42 ^{Bb}	21.41±2.58 ^{Aa}	18.46±2.12 ^{ABab}	19.33±6.39 ^{Aab}
	(g/kg				
DM)	+60%燕麦秸秆				
	60%多年生黑麦草	17.59±1.10 ^{Aa}	19.40±2.20 ^{Aa}	19.81±4.50 ^{Aa}	16.12±0.98 ^{Aa}
	+40%燕麦秸秆				
	100%燕麦秸秆	3.01±0.37 ^{Bb}	3.25±0.28 ^{Bab}	4.49±0.74 ^{Aa}	3.63±1.08 ^{Aab}
乳酸/乙	20%多年生黑麦草	3.09±0.25 ^{Bbc}	3.05±0.70 ^{Bc}	4.31±0.32 ^{Aa}	4.27±0.97 ^{Aab}
	酸				
	+80%燕麦秸秆				
	40%多年生黑麦草	3.97±0.76 ^{Aa}	3.48±0.46 ^{Ba}	3.78±1.09 ^{Aa}	4.10±0.73 ^{Aa}
	+60%燕麦秸秆				
	60%多年生黑麦草	2.92±0.20 ^{Bb}	4.57±0.21 ^{Aa}	3.19±0.66 ^{Ab}	3.95±0.25 ^{Aa}
	+40%燕麦秸秆				
	100%燕麦秸秆	45.16±1.89 ^{ABb}	51.65±0.78 ^{Aa}	44.31±3.41 ^{Ab}	49.01±3.70 ^{Aab}
氨态氮/	20%多年生黑麦草	49.38±1.88 ^{Aa}	47.87±2.19 ^{Aab}	43.59±3.58 ^{Ab}	45.42±0.39 ^{Aab}
	总氮				
(g/kg	+80%燕麦秸秆				
	40%多年生黑麦草	26.42±2.81 ^{Cb}	31.37±2.97 ^{Ca}	26.18±1.33 ^{Cb}	21.23±1.35 ^{Cc}
TN)	+60%燕麦秸秆				
	60%多年生黑麦草	42.30±2.59 ^{Ba}	38.66±5.13 ^{Bab}	35.98±0.85 ^{Bab}	37.83±1.26 ^{Bb}
	+40%燕麦秸秆				
	100%燕麦秸秆	50.72±5.79 ^{Aa}	11.94±0.75 ^{Ab}	9.90±1.40 ^{Ab}	9.10±1.78 ^{Bb}
水溶性碳	20%多年生黑麦草	33.46±4.26 ^{Ba}	13.79±2.95 ^{Ab}	8.71±1.61 ^{Ab}	9.32±0.30 ^{Bb}
	水化合物				
(g/kg	+80%燕麦秸秆				
	40%多年生黑麦草	27.22±2.34 ^{Ba}	13.87±0.64 ^{Ab}	9.29±0.44 ^{Ac}	13.27±0.51 ^{Ab}
DM)	+60%燕麦秸秆				
	60%多年生黑麦草	27.14±2.59 ^{Ba}	12.30±1.24 ^{Ab}	11.37±2.33 ^{Abc}	8.66±0.10 ^{Bc}
	+40%燕麦秸秆				

综上所述，禾本科饲草与农作物秸秆混合青贮技术在原料切短长度、混合比例调配、青贮密度、青贮时间等关键参数设置方面方法合理可行，结果具有科学性和可操作性。

禾本科饲草与农作物秸秆混合青贮饲料是奶牛、肉牛和肉羊等草食动物的主要粗饲料来源，在节粮型生态畜牧业可持续发展中起着至关重要的作用。然而，伴随着我国畜牧业规模化和快速化发展所带来的青贮饲料制作和科学利用的标准化、规范化路程还比较漫长，这尤其体现在我国饲料行业还没有可以作为行业规范来遵循的混合青贮加工调制及利用标准。农业行业标准《混合青贮饲料生产技术规程 禾本科饲草与农作物秸秆》的制定与实施将有效规范禾本科饲草与农作物秸秆青贮的加工调制技术以及禾本科饲草混合青贮饲料质量与安全要求。

通过在内蒙古内蒙古圣牧高科牧业有限公司、呼和浩特市伊百康奶牛养殖农民专业合作社等奶牛养殖企业实施本标准所提出的内容后，有效规范了养殖企业禾本科饲草与农作物秸秆混合青贮饲料的制作过程，提高了禾本科饲草与农作物秸秆青贮饲料的质量与安全。

（二）预期的经济效益、社会效益和生态效益

禾本科饲草与农作物秸秆混合青贮饲料生产技术规程的经济效益、社会效益和生态效益体现在提高农业资源利用效率、促进畜牧业发展和推动环境保护等方面。

1. 经济效益

通过禾本科饲草与农作物秸秆混合青贮，可以将原本利用率较低的秸秆类饲料转化为高质量的多汁类青贮饲料，具有提升农作物秸秆利用

价值的同时，可以替代部分商业饲料，减少畜牧业饲料成本、提高家畜生产性能和畜产品品质，提高市场竞争力，从而显著提高畜牧业经营效益，增加农民现金收入。本项目技术验证结果表明，玉米秸秆与燕麦混合青贮，调节水分至 50%~55%，添加配比 2:1 植物乳杆菌和布氏乳杆菌，青贮优质率 95%以上，每吨产品效益提高 100 元，示范生产 6000 t 青贮饲料，公斤奶成本降低了 0.18 元。

2. 社会效益

禾本科饲草与农作物秸秆混合青贮饲料的生产、推广和应用为更多的村镇劳动力提供了就业机会，这对提高农民收入和生活水平以及促进社会和谐、稳定均具有重要意义。同时，在混合青贮饲料生产技术的应用推广过程中培养了不少基层畜牧业技术人员，有利于地方政府、企业和合作社等政、产、学和商各界人才培养和科教事业的发展，对推动我国饲料行业进步也有较好作用。

3. 生态效益

通过混合青贮将农作物秸秆转化为优质青贮饲料，可以减少秸秆焚烧或堆放带来的环境污染，对发展环境友好型农业和畜牧业可持续发展以及生态环境保护 and 建设均具有明显意义。

总之，禾本科饲草与农作物秸秆混合青贮饲料生产技术规程的实施将带来显著的经济、社会和生态效益。为了快速落实和达到预期效益，需要相关部门和农民共同努力，一方面需要国家出台相应的扶持政策，提供必要的财政补贴和技术指导来鼓励农民采用本标准技术，另一方面需要草产业和养殖业经营主体加强技术推广和应用，确保文本技术标准

能够在农业生产中得到有效实施。

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，国际和国外均没有《混合青贮饲料生产技术规程 禾本科饲草与农作物秸秆》此类标准，因此，不涉及相关技术内容的对比。

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

经查，国际和国外均没有《混合青贮饲料生产技术规程 禾本科饲草与农作物秸秆》此类标准，本标准不存在采标问题。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

本文件符合国家饲草的相关政策、法律法规和强制性国家标准要求，有利于现行法律法规和推荐性标准的落实。

文本在文件编制过程中，有关条款能引用现行农业行业标准的直接进行了引用，避免二次重复。没有规定的措施，项目组应用了研究结果和实践经验。

总之，本文本与现行法律法规无重复也无冲突。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本文件编写过程中不存在重大分歧意见。

八、涉及专利的有关说明

经核查，未识别到与本文件技术内容有关的专利。

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

本文件立项为推荐性标准，专家组建议作为推荐性标准制定，标准编写组没有异议。按照标准制定工作程序，同意以推荐性标准发布，过渡期六个月。为了更好地贯彻实施本标准，建议从以下方面开展工作：

（1）制作标准宣传技术手册，组织标准的宣贯培训，通过“饲料工业饲草展”、“全国青贮样品展示”等多种形式的技术培训和现场观摩，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，为饲草产业和养殖企业提供技术咨询指导；（2）纳入农业农村部农业主推技术中推广使用，确保本标准的全面推广实施效果，为养殖场在禾本科饲草与农作物秸秆混合青贮制作中提供技术支持；（3）利用行业媒体报道，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

目前无其他应予说明的事项。

参考文献:

1. Bal MA, Coors JG, Shaver RD. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion, and milk production[J]. *Journal of Dairy Science*, 1997,80:2497-2503.
2. Messer HJM, Hawkins JC. The influence of moisture content and chop length of forage maize on silage bulk density and the pressure on bunker silo walls[J]. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 1977,22(3):175-182.
3. Zhao J, Dong ZH, Li JF, et al. Effects of lactic acid bacteria and molasses on fermentation dynamics, structural and nonstructural carbohydrate composition and in vitro ruminal fermentation of rice straw silage[J]. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2019, 32(6): 783-791.
4. 高文婧, 罗雪宁, 张佳俊, 等. 不同添加菌剂对油菜与水稻秸秆混合青贮发酵品质的影响[J]. *中国草地学报*, 2025,47(1):141-148.
5. 贾玉山, 格根图. 中国北方草产品[M]. 北京:科学出版社, 2013.
6. 贾玉山, 玉柱, 格根图, 等. 草产品加工与贮藏学[M]. 中国农业大学出版社:北京, 2019.
7. 李苗苗, 谢华德, 王立超, 等. 不同水分及乳酸菌处理对玉米秸秆黄贮发酵指标和体外干物质消失率的影响[J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2018,(19): 133-137, 145.
8. 梁宇成, 张晓雯, 邵涛, 等. 乳酸菌对全株玉米青贮发酵品质和霉菌毒素含量的影响[J]. *草业学报*, 2025,34(3):123-133.

9. 盛冰,苏裕心,陈睿,等. 医用过氧化乙酸消毒液使用期内稳定性研究[J]. 中国消毒学杂志, 2023, 40(12): 891-894.
10. 唐春勇. 不同切碎长度对全株青贮玉米青贮品质及肉牛增重的影响[J]. 四川畜牧兽医, 2023, 50(10):27-29.
11. 王廷艳, 王伟, 石凡涛, 等. 不同比例和发酵时间对青稞秸秆与菊苣植株混合青贮品质的影响[J/OL]. 中国饲料, 1-9[2025-02-21]. <https://doi.org/10.15906/j.cnki.cn11-2975/s.2024030013-12>.
12. 张建强, 任昌文, 张春旺. 不同小麦秸秆切碎长度及加工程度对奶牛干物质采食量、产奶量及消化率的影响[J]. 中国饲料, 2019,(6):17-21.
13. 张相伦,张正,李俊玲,等. 混合比例、菌剂和压实密度对玉米秸秆和花生秧混合青贮发酵品质和营养价值的影响[J]. 动物营养学报, 2024, 36(4): 2633-2647.
14. 张艳宜, 李霞, 王季, 等. 裹包层数对甜高粱青贮饲料品质的影响[J]. 草地学报, 2017, 25(3): 670-674.