

农业行业标准
《玉米秸秆饲料化应用指南》

（征求意见稿）

编制说明

《玉米秸秆饲料化应用指南》起草小组
二〇二三年三月

一、标准制定背景及任务来源

1. 制定背景

我国每年秸秆的平均产量约为 8.65 亿吨。我国秸秆的资源化利用主要以“五料化”为主，秸秆综合利用率超过 86%，秸秆综合利用基本形成了以肥料化和饲料化为主的局面。在秸秆构成方面，玉米、水稻、小麦三大粮食作物秸秆占比较大，是我国秸秆饲料化利用的重点对象。其中玉米秸秆资源空间分布主要在东北和华北地区富集，并沿对角线向西南地区延伸，东北和华北地区占全国玉米秸秆资源总量的 68.1%，其中，黑龙江、吉林、山东、河北、河南 5 省资源最为集中，合计占全国玉米秸秆资源总量的 56.9%。

另一方面，我国是牛羊养殖大国。依照国家统计局公布的 2020 年末我国牲畜饲养数量为，牛 9562.06 万头、羊 30654.77 万只。如果全部按照标准化饲养技术进行日粮配合的话，每年青黄贮饲料的最低需求也在 5.8 亿吨左右（含水量高，饲喂状态），尚约有 3 亿吨的缺口，秸秆黄贮作为青黄贮饲料中的主要部分，仍然有大量的增长空间。秸秆饲料化具有有效缓解优质粗饲料短缺状况的潜力，秸秆饲料化在稳定和补充饲料行业的供给方面仍有巨大的潜力和前景。

秸秆的可利用纤维含量较高，是较好的草食动物饲料资源。与优质牧草苜蓿相比，玉米秸秆中的粗蛋白质含量为 3%~6%，仅为苜蓿的 1/5 左右，而淀粉、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维的含量较高。与全株玉米青贮相比，玉米秸秆的中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维的含量高。与精饲料相比，由于玉米秸秆中的营养物质在玉米成熟时被大量地储存于籽实中，最终导致秸秆中的可溶性碳水化合物、淀粉、脂肪和蛋白质等营养物质含量较低，纤维含量较高。粗饲料中的纤维不但可以被牛羊的瘤胃微生物分解，为牛羊提供能量，而且可以刺激反刍和唾液分泌，以维持瘤胃 pH 值的稳定，防止牛羊酸中毒。牛羊摄入一定量的纤维，有利于瘤胃微生物的增殖，从而保证瘤胃微生物的正常活动，提高微生物菌体蛋白产量。但不同结构的纤维在动物体内的消化利用能力有差异，玉米秸秆的可利用纤维含量最高，不可利用纤维低于苜蓿和棉籽壳，非结构碳水化合物和糖类高于棉籽壳，是一类很好的饲料资源。

秸秆饲料化变废为宝有利于降低环境污染，我国在秸秆综合利用方面开展了大量工作。为推进秸秆饲料化利用，将秸秆资源转化为肉和奶，减少随意抛弃、

焚烧秸秆所带来的环境问题，国家及各省市都制定了相关办法、措施，鼓励提升秸秆饲料收贮和加工机械化水平，强化秸秆饲料新技术普及和新产品研发，培育秸秆收集、运输、饲料转化等专业化合作组织，推广农作物联合收获、秸秆捡拾打捆全程机械化，逐步打造捡拾、清运、储存、转化于一体的秸秆饲料化服务体系，支持秸秆饲料化利用专业收贮公司、专业收贮合作社发展，推动秸秆饲料向专业化生产、集约化利用、产业化经营转型，促进秸秆资源就地转化、就近利用、过腹增值。发挥当地企业组织生产、开拓市场、带户养殖的纽带作用，开创秸秆饲料化养殖利用新局面。

牛羊等草食动物对粗饲料的巨大需求，是秸秆饲料化得以不断推进的内生动力，同样农作物秸秆饲料化的开发利用也可以降低养殖成本，显著提高养殖效益，促进草食动物产业的发展。

2. 任务来源

根据农业农村部农产品质量安全监管司《关于下达 2022 年农业国家和行业标准制修订项目计划的通知》（农质标函（2022）66 号），起草单位承担了本标准的起草任务，本标准编号 NYB—22293，归口单位为农业农村部科技教育司。

二、主要工作过程

1. 成立起草小组

起草单位于 2022 年 5 月签订任务书，正式启动起草工作。起草单位专门召开了会议，成立了起草小组，明确了各成员的任务分工。人员名单及分工略。

2. 起草

2022 年 5 月，起草单位签订任务书，成立起草小组，制定工作计划。

2022 年 6 月~8 月，选取典型玉米秸秆饲料化利用技术模式和企业进行实地调研，与实施单位的相关人员进行交流，

2022 年 10 月~2023 年 2 月，在以上基础上，根据标准有关要求，起草草案，形成《玉米秸秆饲料化应用指南》标准初稿和编制说明。

三、标准编制原则和主要技术内容确定的依据

（一）国内外基本情况

牛羊等草食动物对粗饲料的巨大需求，是秸秆饲料化得以不断推进的内生动力

力,同样农作物秸秆饲料化的开发利用也可以降低养殖成本,显著提高养殖效益,促进草食动物产业的发展。

牛羊产业对秸秆具有刚需。以牛、羊为代表的草食动物对纤维的消化能力较强,草食动物可以利用粗纤维含量较高的牧草、秸秆等农作物副产品。依照国家统计局公布的2020年末我国牲畜饲养数量(牛9562.06万、驴232.43万、骡62.28万、骆驼41.12万、羊30654.77万)看,按照平均每头每天秸秆可饲喂量计算,每年秸秆饲喂量超过2.1亿吨,加上饲喂过程中剩余和废弃的部分(按30%折算),全年草食动物秸秆的需求量在3.1亿吨左右。而目前秸秆饲料化利用的总量在1.6亿吨,尚存在1.5亿吨的差距。未来随着饲料资源,特别是精饲料原料供给量缺口增大,牛羊养殖数量的提升,对秸秆的需求量只会越来越高。

降低对进口饲料原料的依赖,降低饲料成本。我国优质饲料原料供给量不足,进口依存度逐年提升。据海关总署公布的2020年全年进口数据显示,我国粮食累计进口14262.1万吨,同比增加3117.5万吨,增幅27.97%;玉米进口量为1130万吨,同比增长135.7%;大豆进口量达到创纪录的10032.7万吨,比2019年的8851.3万吨增长13.3%,国内大豆消费量中90%依赖进口。2020~2022年我国饲料业和养殖业经历着饲料原料暴涨风波,豆粕最高达已超过5000元/吨,玉米价格从低于2000元/吨提高到突破3000元/吨,造成精料价格整体上调100~350元/吨。对牛羊养殖业非常重要的粗饲料——苜蓿干草、燕麦也开始进口,充分挖掘饲料资源降低饲料成本成为养殖业发展的产业关键问题。

玉米秸秆饲料化技术及存在的问题。秸秆中可被家畜快速消化吸收的、与饲料营养品质成正相关的营养物质含量相对较低,如粗蛋白、粗脂肪、可溶性碳水化合物等,因此在饲料化应用中需要采用相关技术提高应用价值。国内外在此方面开展了大量研究,形成了一些实用技术,但养殖场户在生产应用中依旧存在很多实际问题,最突出的就是如何将现有技术零距离对接到生产一线,如何降低成本,因此制定实用规程或指南就显得尤为重要。

物理处理技术可破坏木质纤维素结构。农作物秸秆细胞壁坚硬,抑制了动物的采食量,限制了饲用效果。蒸汽爆破、超声波技术、射线辐照等物理处理技术可以直接破坏秸秆中的木质纤维素结构,从而使得消化液得以和秸秆充分接触,进而提高秸秆的消化率。而向秸秆中添加酶或微生物制剂也可以破坏木质纤维素

结构。

氨化技术或添加营养物质可以提高秸秆的营养价值。氨化技术可以直接地提高秸秆的粗蛋白含量。由于牛羊瘤胃微生物可以利用一定量的非蛋白氮来合成菌体蛋白，而菌体蛋白对于牛羊而言是优质的蛋白质，所以氨化技术无疑可以提高秸秆的营养价值。在秸秆饲料化的过程中，秸秆制粒或秸秆微贮均可以直接向秸秆中添加糖类或脂类等营养物质，添加营养物质不但可以提高秸秆制粒或秸秆微贮的效果，而且也可以直接提高秸秆的营养价值。

益生菌和酶制剂可以克服秸秆中抗营养因子的不良影响。秸秆中含有一些抗营养因子，例如：植物单宁、阿魏酸等，通过特异性益生菌、酶制剂的作用，纤维结构被打破，使内层细胞更好的暴露与释放，为瘤胃对粗饲料的进一步消化奠定了良好的基础。

针对玉米秸秆饲料化应用中，中小型养殖场户面对大量饲料化技术时无从选择、盲目选择的实际困惑，集成国内外现有技术，建立玉米秸秆饲料应用指南，为生产者提供直接的技术指导。

（二）制定本标准的原则

本着科学性、实用性等原则，聚焦玉米秸秆饲料化应用中在收获及离田、加工处理、饲用等方面存在的技术问题，就产业中存在的共性问题提出方向性、指导性建议，以期为玉米秸秆饲料的生产应用提供技术指导。

（三）标准内容

1 范围

本文件提供了玉米秸秆用于动物饲料时涉及到的总体要求、收获及离田、物理法处理、化学法处理、生物法处理等方面的指导，以及包装和运输、饲用、生产记录等方面的建议，给出了秸秆收获、贮藏、加工和运输等阶段中需考虑的要点信息。

本文件适用于将玉米秸秆作为动物饲料原料的生产、应用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 4455 农业用聚乙烯吹塑棚膜

GB 5749 生活饮用水卫生标准

GB/T 10647 饲料工业术语

GB 10648 饲料标签

GB 13078 饲料卫生标准

GB/T 14699.1 饲料 采样

GB/T 21962 玉米收获机械

GB/T 25882 青贮玉米品质分级

GB/T 26552 畜牧机械 粗饲料压块机

GB/T 34373 玉米收获机 摘穗割台

GB/T 35835 玉米秸秆颗粒

GB/T 40962 鹿营养需要量

NY/T 34 奶牛饲养标准

NY/T 509 秸秆揉丝机质量评价技术规范

NY/T 815 肉牛饲养标准

NY/T 816 肉羊营养需要量

NY/T 1631 方草捆打捆机作业质量

NY/T 1930 秸秆颗粒饲料压制机质量评价技术规范

NY/T 2088 玉米青贮收获机作业质量

NY/T 2463 圆草捆打捆机 作业质量

NY/T 2696 饲草青贮技术规程 玉米

NY/T 2698 青贮设施建设技术规范青贮窖

NY/T 2771 农村秸秆青贮氨化设施建设标准

NY/T 2905 方草捆打捆机 质量评价技术规范

NY/T 3121 青贮饲料包膜机质量评价技术规范

NY/T 3133 饲料用灌木微贮技术规程

NY/T 3462 全株玉米青贮中霉菌毒素控制

NY/T 3883 秸秆收集机质量评价技术规范

NY/T 4048 绒山羊营养需要量

NY/T 4049 肉兔营养需要量

3 术语和定义

在制定本文件时，在GB/T 10647《饲料工业术语》中，以及所引用文件中已经界定的术语和定义，本文件不再赘述。但以下术语和定义，进行了一定程度上的修改。

3.1 秸秆饲料化利用 unilization of straw as feed

针对秸秆饲料化的各个环节进行了描述，包括加工处理环节、饲喂环节。定义如下：

通过物理、化学、生物等方法对秸秆进行加工处理，作为饲料应用于动物养殖的过程。

3.2 秸秆微贮 straw microbial ensiling

以微贮制备过程中的关键点为基础，并参考NY/T 3133—2017《饲用灌木微贮技术规程》中的定义“在原料中按一定比例添加有益微生物菌剂，在厌氧条件下，通过微生物发酵生产饲料的过程”。其中微贮过程不一定是严格厌氧条件，因此形成本定义：

在秸秆中添加有益微生物，通过微生物的发酵作用制成具有酸香气味、适口性好、利用率高、耐贮的粗饲料的加工方法。

3.3 揉丝 straw rubbing

以秸秆揉丝过程中的关键点为基础，并参考NY/T 509—2015《秸秆揉丝机 质量评价技术规范》中对“秸秆丝”的定义“秸秆经加工后，成品中长度为10 mm～180 mm，且几何宽度不大于5 mm的丝状物”，形成本定义：

用揉丝设备对秸秆纵向拉丝揉搓，制成丝状物料的加工方法。

4 总体要求

将秸秆饲料化利用原料和加工方面一些共性的问题放在此处。

4.1 原料

4.1.1 收获青穗或籽粒收获后的玉米秸秆，应无霉变、无杂物。

4.1.2 用水应符合GB 5749的规定。

制定理由：

饲料化利用所使用的玉米秸秆及用水，其品质等级、直接影响了加工后产品的质量。干玉米秸秆尚未见相关质量标准，因此只就如何在贮存、堆放过程中减少霉变问题进行了规定。

4.2 加工

4.2.1 秸秆应做除尘、除杂处理。

4.2.2 宜采用物理法、化学法、生物法单一或联合处理。

4.2.3 可用秸秆作为单一原料进行加工，也可与其他原料混合处理。

制定理由：

秸秆加工方法，一般分为物理、化学、生物方法，并有2~3种方法混合使用等方式。在加工过程中，因秸秆营养成分相对较低、含水量较低，发酵处理中微生物发酵效果差，常会采用营养强化的方法，添加其他饲料原料（如麦麸、糖蜜、豆科牧草、果渣等）、饲料添加剂（如尿素、酶制剂、微生物制剂等），促进发酵品质，提高产品的饲用价值。此处就加工方法、添加物的质量进行了规定，确保加工过程质量可控。

5 离田及存放

本章依据玉米秸秆从田间收获到离田过程中的几个步骤进行了相关规定，包括了收获、收集、打捆、裹包、存放等。

5.1 收获

5.1.1 可采用悬挂式、牵引式、自走式玉米收获机械进行收获，机械的基本参数、安全要求、主要性能指标和技术要求应符合GB/T 21962的规定；摘穗割台机械

应符合 GB/T 34373 的规定。

制定理由：

收获时对所选择的机械需要关注其性能指标和技术指标。目前正在实施的相关标准包括 GB/T 21962《玉米收获机械》、GB/T 34373《玉米收获机 摘穗割台》、NY/T 2088《玉米青贮收获机作业质量》等。本文件引用以上标准供使用者查找和使用。

5.1.2 刈割留茬高度宜为 15 cm 以上；收割后，如不用于青贮或秸秆水分含量较高，宜在田间自然吹晒 2 d~5 d，待水分含量降低到适宜的范围内再捡拾打捆。收获作业质量宜参考 NY/T 2088。

制定理由：

农业农村部 2022 年秋收农作物秸秆科学还田指导意见农业农村部秸秆还田意见中规定，东北玉米收获留茬 10cm 以内，黄淮海 8cm 以内。但留茬过低会导致土等杂质含量提升、秸秆老化程度较高。收获的留茬高度和水分含量对玉米秸秆的品质，以及加工处理都具有影响。为更好地保障玉米秸秆的产量和可持续性利用，青刈玉米在首次刈割时留茬高度最好 ≤ 15 cm（见 NY/T 2088），每隔 20~25 天刈割 1 次且每次留茬比原茬高 1.5 cm~2 cm，注意保留生长点。但同时留茬高度过低，玉米秸秆中土等杂质含量提升，会影响秸秆的饲料价值。NY/T 3462—2019 中规定了，为控制全株玉米青贮中霉菌毒素的含量，留茬高度应控制在 15 cm 以上。鉴于上述文件，建议首次刈割留茬高度为 15 cm。

处于乳熟期或蜡熟期时的玉米秸秆，营养物质组成相对较好，富含微量元素，含水率在 60%~75%，可直接青贮以获得优质的青贮饲料。但如果使用打捆等方式保存，水分含量过高易导致霉变，故秸秆水分含量较高，宜在田间自然吹晒 2 d~5 d，待水分含量降低到适宜的范围内再捡拾打捆。

5.2 收集

将田间玉米秸秆使用秸秆收集机进行收集。秸秆收集机应符合 NY/T 3883 的规定。

制定理由：

青贮收获机在田间直接将收集的玉米秸秆切碎成细碎的状态。青贮收获机作业的方式会影响收获后饲料的品质。NY/T 3883《秸秆收集机质量评价技术规范》对收集机的质量做了规定，可参考使用。

5.3 打捆

将收集的玉米秸秆使用方草捆或圆草捆打捆机打捆。方草捆和圆草捆打捆机应分别符合 NY/T 2905 和 NY/T 2463 的规定，打捆作业质量应分别符合 NY/T 1631 和 NY/T 2463 的规定。

制定理由：

目前，打捆方式主要分为圆草捆和方草捆。NY/T 2463—2013《圆草捆打捆机 作业质量》、NY/T 1631《方草捆打捆机作业质量》、NY/T 2905《方草捆打捆机 质量评价技术规范》对打捆机和打捆质量进行了规范，使用中可参考执行，选择合格的打捆机。

5.4 裹包

圆形草捆宜使用青贮专用膜包裹，裹包层数应不少于 6 层；方形草捆宜使用青贮袋装袋。

制定理由：

打捆形状的不同其裹包方式也不同。对于圆形捆包而言，利用专用裹包机迅速用拉伸膜完成裹包，裹包层数 ≥ 6 层。方形捆包则置于青贮塑料袋中，以达到厌氧环境。

6 物理法处理

物理处理法是常用的秸秆处理方法，包括了揉丝、粉碎、压块、膨化、制粒、汽爆、蒸煮、加热、辐射等多种方式。本文件对可产业化应用的几种方式进行了描述。

6.1 秸秆揉丝

将秸秆经机械揉搓加工成柔软的丝状物，揉丝长度宜为 1 cm~18 cm，揉丝

宽度宜为 0.5 cm。所选用的设备应符合 NY/T 509 的规定。

制定理由：

通过秸秆揉丝技术，将物料利用铡、敲、揉、搓等物理作用变成长短均匀、柔软细碎的丝片状，加工出来的饲草质地柔软，粉碎细腻，适口性好，采食量高，而且咀嚼更容易，解决了牛羊等反刍动物在采食时过多消耗体能的问题，还解决了物料的浪费，提高了采食率和消化率，特别适合畜牧饲料生产使用。秸秆揉丝既可以增强营养，又可以改善牲畜的适口性，提高其采食率。秸秆经揉丝氨化，牛羊采食速度提高 40%~43%，采食量增加 20%~40%。秸秆揉丝技术可以加工新鲜玉米秸秆、麦秸、豆秸、以及紫花苜蓿等，如再添加水和秸秆发酵剂，还能对干秸秆进行微贮，可以有效提高资源利用率。

NY/T 509—2015《秸秆揉丝机质量评价技术规范》对揉丝机和揉丝质量参数进行了规定，其中对“秸秆丝”的定义为“秸秆经加工后，成品中长度为 10 mm~180 mm，且几何宽度不大于 5 mm 的丝状物”。可参考应用。

6.2 秸秆切碎

秸秆切碎长度根据饲喂动物品种和加工方式进行调整，直接饲喂时，喂牛、马、骆驼等宜为 2 cm~5 cm，喂羊等小型草食动物宜为 1 cm~3 cm。

制定理由：

干秸秆在饲用或其他预处理前需要粉碎。机械的粉碎是降低秸秆物料尺寸最简单、最直接、应用最广的一种方式，可有效增肌秸秆表面积并破坏秸秆三素的晶体机构，以便于反刍动物瘤胃微生物的利用。秸秆的粉碎粒度小，可增加其与消化酶的接触面积，在一定程度上提高动物对秸秆的采食量和消化率，但不能增加秸秆的营养价值，要根据动物的种类和年龄不同，确定秸秆的切短、粉碎程度。粗饲料长度影响粗饲料的采食速度、在瘤胃中的滞留时间和消化率，进而影响采食量、碳水化合物的利用、各种营养物质的消化吸收和生产性能，但与其他指标相比，产奶量与乳成分受物理性状影响较小。

仇慧静（2020）研究了稻草秸秆粒度对山羊瘤胃发酵性能影响，确定了稻草的水稻秸秆粉碎粒度以 4mm 为最佳。孔庆斌（2006）将苜蓿干草铡成 2cm、4cm 和全长 3 种长度，小母牛喜欢采食 2cm 短草，采食短草的数量多于长草，减少了

短草日粮的采食次数，提高了采食速度；贺鸣（2005）也发现 2cm 干草组奶牛的采食时间显著低于 4cm 组和 8cm 组。

6.3 秸秆挤压膨化

将切碎秸秆输入挤压膨化机的挤压腔内，加入适量水，秸秆经高温高压处理被挤出喷嘴，压力骤然下降，再冷却干燥成品。

制定理由：

秸秆膨化生物饲料技术是目前开发利用秸秆的最有前景的方法之一。以秸秆膨化方式加工秸秆，有效地增加秸秆的营养价值，是今后开发利用秸秆资源的最佳途径。秸秆经过膨化处理使玉米秸秆的内部结构发生显著变化，提升玉米秸秆的营养价值，而且纤维素的结晶度也会显著下降，进入动物机体后能更好地被动物所利用，提升秸秆的营养价值，满足动物的生长发育所需。王建军（2020）研究玉米秸秆膨化发酵饲料饲喂育肥羊，采食量提高 19.24%，改善羊肉品质，降低羊肉的剪切力 3.79%。王晓飞（2022）研究发现玉米秸秆膨化饲料可提高育肥羊的采食量和日增重，促进羔羊胃肠道发育。

秸秆膨化的加工工艺为：切短（1 cm~3 cm）—输送物料—膨化（可适当加水）。

6.4 秸秆汽爆

将切碎秸秆装入汽爆罐中，向内通入过饱和水蒸气，通过高温高压处理后，对其突然降压，再冷却干燥成品。

制定理由：

汽爆是利用饱和水蒸汽将纤维原料加热至一定压力，使高压蒸汽渗入纤维内部，然后骤然减压，蒸汽从物料孔隙膨胀释放，使纤维发生机械断裂和化学变化的生物质预处理手段。汽爆处理可有效破坏秸秆木质化结构，使原料中大部分半纤维素和少量木质素和纤维素降解而溶出。汽爆处理使秸秆中半纤维素大量降解，中性洗涤纤维含量显著减少，体外发酵产气速率加快和前期产气量增加，粗饲料综合评价指标升高，具有较好的应用潜力。汽爆工艺大致流程：

秸秆原料切短加水→水蒸气（120~230℃）蒸煮 40 min（0.2~2.6MPa）→瞬间泄压爆破→干燥成品（~120℃）。

6.5 秸秆制粒

6.5.1 颗粒机主要有平模和环模两种。秸秆颗粒机质量评价方法应符合NY/T 1930的规定。

6.5.2 将秸秆揉搓、粉碎成粉后，利用颗粒机，将秸秆压成颗粒状饲料。制粒过程中，可加入适量的油脂或糖蜜。颗粒硬度可通过调节压缩比进行选择，一般以6:1为宜。颗粒直径根据饲喂家畜种类不同，以6 mm~10 mm为宜，其中牛用颗粒饲料直径宜为6 mm~8 mm。

6.5.3 可根据一定的配方，与其他农副产品及非蛋白氮、维生素和矿物质等饲料添加剂混合搭配，再制成颗粒状的混合饲料。

6.5.4 制粒后及时烘干或晾干，玉米秸秆颗粒应符合GB/T 35835的规定。

制定理由：

将秸秆揉搓粉碎成粉后，加入精料或其他营养添加剂，或进行化学处理、生物学处理等以改善饲料的营养价值。最后利用制粒设备，将秸秆压成颗粒状饲料。

秸秆颗粒主要加工工艺：秸秆粉碎—混合—制粒—干燥—包装。王毅(2014)推荐的肉牛专用秸秆颗粒制粒条件为：秸秆颗粒饲料组制粒水分 16.63%，秸秆粉碎粒度 5mm，粘结剂添加比例 0.58%，干燥冷却时间 15.74min；秸秆精粗颗粒饲料组：制粒水分 15.20%，秸秆粉碎粒度 5mm，X3 粘结剂添加比例 0.53%，干燥冷却时间 18.60min。此外，贾朋君（2012）玉米秸秆制作颗粒饲料推荐的水分含量为 25%，同时添加 35%的玉米粉，成型效果较好，推荐的最佳组合膜孔直径为 4mm，模板与刀片的间距 20mm。

6.6 秸秆压块

将含水率 20%左右的秸秆揉切成 3 cm~5 cm 的小段，加入适量的粘合剂，由压块机压制成药块，密度控制在 700 kg/m³ 左右。所选用的设备应符合 GB/T 26552 的规定。

制定理由：

秸秆压块技术是目前秸秆制作商品饲料的主要加工形式，即将农作物秸秆揉

碎后，根据配方要求添加精料或添加剂充分混合，再压制成 32mm×32mm×(30~80)mm，密度为 700~1000kg/m³ 的块状饲料。秸秆饲料块压制过程中受到高温高压的作用体积小、密度大，杀灭了有害霉菌，便于长期贮存运输。此外，原料中的淀粉和糖类物质发生了酶化反应，带有浓郁的糊香气味，增加了牲畜的适口性，提高了采食率。且相对于颗粒饲料，秸秆保持了一定的纤维长度，更适合反刍家畜的生理需要。压块饲料密度 0.50~0.7t/m² 之间。

压块饲料的加工工艺：秸秆粉碎—除尘—输送机—添加营养剂—除铁—压块—冷却—包装。易鹏（2016）推荐稻草秸秆压块饲料含水量为 25%，秸秆切碎长度为 25mm，成型后的密度为 0.77g/cm³。

7 化学法处理

化学处理法是利用化学试剂作用于作物秸秆，使秸秆中的木质素、半纤维素和纤维素部分溶解，破坏木质素与半纤维素、纤维素等的紧密联系，以利于瘤胃微生物对纤维素和半纤维素的分解，提高秸秆的营养价值。秸秆的化学处理方法包括氨化、碱化、盐化等方法。本文件就常见的氨化和碱化进行了规定。

7.1 氨化

氨化法利用氨源处理秸秆，破坏秸秆中链接多糖与木质素之间的酯键，促使纤维素、半纤维素被释放和分解，增加可被反刍动物合成蛋白质的氮元素，将秸秆转化为营养价值较高并便于保存的饲料。氨化过程还有利于木质素膨胀，使其通透性变高，有利于可消化纤维与消化酶充分进行接触，有利于提高秸秆的消化率。

7.1.1 前处理

按饲喂家畜的种类粉碎秸秆。氨源包括尿素、氨水、液氨等。塑料薄膜选择应符合GB/T 4455的规定。

制定理由：

氨化处理前需要对秸秆进行初步粉碎，并合理挑选氨源，在提高氨化效率的同时避免对环境造成污染。尿素是反刍动物饲料中较好的非蛋白氮类饲料，用于处理秸秆，除起到氨化作用外，还可以为反刍动物瘤胃微生物提高较好氮源。

7.1.2 方法

7.1.2.1 氨化窖法: 将秸秆放入氨化窖后,注入氨源,调整秸秆水分值30%~40%,并用塑料薄膜进行封窖处理。氨化池的建设标准可参考NY/T 2771。

制定理由:

研究表明,秸秆氨化处理时,秸秆的含水量一般在30%~40%。一般选用氨化池进行氨化,氨化池应选址于地势高、干燥、通风向阳处,周边应做好排水措施,防止积水,池壁、底部光滑,用水泥抹平或铺设塑料布,底部中间微凹。NY/T 2771—2015《农村秸秆青贮氨化设施建设标准》对各种规模、类型的氨化池的建设指标有详细的规定,可供参考。

7.1.2.2 堆垛法: 选择地势高、干燥、平整、排水良好的场地。清除坚硬物,用塑料薄膜铺底。宜将秸秆打成方捆,堆成方形垛。注入氨源,调整秸秆水分值至30%~40%。封垛时把上盖和铺底两块塑料薄膜的边重叠,平压在地面,从边缘往里卷至垛根,再用泥土等压实封严。

制定理由:

此处对堆垛法中的场地、方法进行了描述,供使用者参考。

7.1.3 时间

随当外界温度变化,氨化时间也可变化,一般外界温度在10℃~20℃时氨化30d~60d,当外界温度在5℃~10℃时氨化60d~80d;当外界温度大于20℃时氨化15d~30d。

制定理由:

氨化所需的时间与环境温度有关,文献显示,不同温度的氨化时间如下表,本条款参照执行。

表 3 不同温度的氨化时间

环境温度/℃	5~10	11~20	>20
氨化天数/d	60~80	30~60	15~30

7.2 碱化

碱化法是利用碱性物质处理秸秆，使秸秆饲料纤维内部的氢键结合变弱，酯键或醚键被破坏，纤维素分子膨胀，溶解半纤维素和一部分木质素，从而改善秸秆饲料适口性，提高秸秆饲料采食量和消化率。使用的化学试剂有氢氧化钠、氧化钙、过氧化氢、碳酸钠等。从处理效果和实用性看，在生产实践中使用得较多的为氢氧化钠处理和氢氧化钙处理（石灰处理）。但氢氧化钠处理秸秆会造成较为严重的环境污染，加之处理成本较高，目前基本已经被淘汰。

7.2.1 前处理

按饲喂家畜的种类粉碎秸秆。碱性物质一般采用氧化钙。

7.2.2 方法

宜按玉米秸秆干物质重 5% 的量加入氧化钙，搅拌均匀，加水使秸秆浸透，保持潮湿状态堆放碱化。

7.2.3 时间

宜碱化 3 d~4 d 使秸秆软化，取出晾干。

制定理由：

氧化钙（生石灰）与水作用后可生成氢氧化钙，因此可利用价廉的氧化钙进行碱处理玉米秸秆，造价低的同时也能对玉米秸秆起到碱化作用。相关文献表明，氧化钙碱处理后的玉米秸秆纤维各组分均降低，且各个组分含量变化与氧化钙添加比例的关系有 0% > 3% > 5% > 7% 的趋势；利用氧化钙处理后玉米秸秆的体外产气量显著高于未使用氧化钙处理后的玉米秸秆，同时，体外产气量以及体外产气速率均有 7% > 5% > 3% > 0% 的规律。结合具体实践，秸秆碱化处理氧化钙的添加量一般在 5%。

8 生物法处理

8.1 前处理

生物法处理前，需将玉米秸秆进行揉搓、粉碎，切碎长度宜为 1 cm~3 cm。粉碎后 3 d 内应完成窖贮、裹包或袋装，避免淋雨。

制定理由：

生物法处理前，需将玉米秸秆进行揉搓、粉碎，玉米秸秆切碎的程度会直接影响到秸秆发酵和饲喂效果。一般而言，玉米秸秆粉碎长度在 1 cm~3 cm。

8.2 处理设施设备

8.2.1 窖贮

8.2.1.1 贮窖的建设宜参考NY/T 2698，窖贮过程宜参考NY/T 2696。

8.2.1.2 采用压窖机或其他大中型轮式机械压实，秸秆密度达到500 kg/m³以上。

8.2.2 裹包和袋贮

8.2.2.1 可采用饲料包膜机进行操作，其质量评价宜参考 NY/T 3121；也可采用饲料包膜机械进行操作，其质量评价宜参考 NY/T 3121。

8.2.2.2 采用袋贮方式时，使用双袋包装裹包机进行裹包，内袋为隔氧性能好、厚度在 0.08 mm 以上的密封用塑料袋，外袋为保护用编织袋。将原料挤压形成圆形或方形贮料块，经出料口送入塑料袋，利用真空包装机，使其排出空气达到厌氧状态。密度达到 500 kg/m³ 以上。

8.2.2.3 采用裹包方式时，利用包膜机进行裹包，打捆后迅速用拉伸膜完成裹包，裹缠时一层膜宜覆盖前一层膜的 50%，宜至少包裹 3 层。密度大于 500 kg/m³。

制定理由：

以上依照玉米秸秆发酵所采用的贮存方式进行了分类，包括目前生产中常用的窖贮和堆贮、袋贮和裹包等。窖贮和堆贮参考了NY/T 2696—2015《饲草青贮技术规程 玉米》、NY/T 2698—2015《青贮设施建设技术规范 青贮窖》等规定。袋贮和裹包中参考了NY/T 3121—2017《青贮饲料包膜机 质量评价技术规范》。

8.3 处理方法

8.3.1 秸秆青贮

原料含水率以 65%~75%为宜，装入窖内或进行裹包、装袋，压实密封发酵。在常温条件下（25℃左右最佳）进行发酵处理 45 d 后，可开窖（袋）使用。青贮过程宜参考 NY/T 2695。

8.3.2 秸秆微贮

原料含水率以 30%左右为宜，分层装入窖内或硬化的地面，可逐层微添加生物发酵菌液，也可以喷洒氯化钠（每吨秸秆 3 kg~5 kg），分层压实，直至装到高出窖面 50 cm，密封发酵。在常温条件下（25℃左右最佳）进行发酵处理 40 d~50 d 后，可开窖使用。也可将原料与菌液经搅拌机混合均匀，用裹包机裹包贮存，

或灌装至双层发酵袋中密封袋贮。

制定理由：

秸秆发酵饲料是指将秸秆切碎装入青贮塔、窖或塑料袋等内，在密封厌氧条件下，经过乳酸菌的发酵，制成的一种营养丰富多汁的饲料。秸秆发酵饲料制作时，由于品种以及收割时期的不同，有些秸秆仍能保持青绿或者部分青绿状态，即称之为“青贮”，有些秸秆发酵在制作过程中会加入乳酸菌添加剂等微生物，又称之为“微贮”。根据科学的定义，秸秆发酵饲料不管是“青贮”、“黄贮”还是“微贮”都是通过青贮发酵调制而成。青贮调制技术既适合于大型的牧场，也适用于中小型养殖场，更适用于畜禽饲养专业户（王红梅，2018）。

8.3.3 秸秆酶处理

采用纤维素酶、半纤维素酶、 β -葡聚糖酶、植酸酶、果胶酶等对玉米秸秆进行处理，拌匀后喷洒适当的水，使秸秆最终含水量达到45%~55%。随后装入窖内或进行裹包、装袋，压实密封发酵，在常温条件下（25℃左右最佳）进行发酵处理3 d~10 d后，可开窖（袋）使用。

制定理由：

通常把具有酶特性的高效生物活性物质与少量的载体混合而成的蛋白质称为酶制剂。酶制剂一般包括纤维素分解酶、半纤维素分解酶、果胶酶。有些还含有淀粉酶、蛋白酶、糖化酶等。玉米秸秆饲料纤维素、木质素含量较高，在青贮过程中常结合多种纤维酶制剂。纤维素分解酶不但将纤维物质分解为单糖，是乳酸菌发酵的能源物质，还能降解细胞壁的成分，改善饲料的消化性能。

王红梅（2017）等用不同酶制剂配伍对玉米秸秆饲粮进行处理，通过对杜寒杂交羔羊饲喂试验，筛选出以纤维素酶、木聚糖酶、 β -葡聚糖酶、果胶酶和漆酶组合饲喂效果最佳，并且日增重提高 23.51%，干物质、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维消化率依次提高了11%、10%和 19%。在相同饲喂条件下显著提高了产肉量 and 经济效益。

8.3.4 秸秆菌酶复合处理

将微生物制剂和酶制剂复合使用，菌剂经活化后，以适当的水稀释，均匀喷洒在玉米秸秆，并充分搅拌，使秸秆最终含水量达到45%~55%。随后装入窖内或进行裹包、装袋，压实密封发酵，在常温条件下（25℃左右最佳）进行发酵处理3 d~10 d后，可开窖（袋）使用。

制定理由：

在青贮过程中将酶制剂和微生物制剂配合使用可更好地提高青贮品质。前人研究认为，乳酸菌能够提高秸秆的发酵品质，而纤维素酶能降解秸秆的结构性碳水化合物成为单糖或者双糖，微生物发酵可产生更多的底物。并且在青贮过程中糖类的增加可加速乳酸菌的繁殖，使青贮饲料的pH值降低，这不仅抑制了有害菌的生长，还抑制了青贮原料中植物酶的活性，减少了糖的氧化和蛋白质的水解，以保存更多的可溶性碳水化合物。刁其玉等将肠膜明串珠菌、植物乳杆菌、布氏乳杆菌、纤维素酶、木聚糖酶和β-葡聚糖酶等酶菌复合制剂，喷洒添加到秸秆中进行青/黄贮发酵，研究结果表明，该复合制剂能够破坏秸秆的复杂结构，改善秸秆的适口性和消化性能，且其使用方便，具有广阔的应用前景。陶莲等（2015）以玉米秸秆为主要材料，通过酶制剂、菌制剂以及酶菌复合制剂处理，探讨其对玉米秸秆发酵品质、营养成分和瘤胃降解率的影响，结果表明，酶菌复合添加剂喷洒过的秸秆青贮发酵后，能够有效破除玉米秸秆青贮饲料的特殊木质素-纤维素半纤维素复合体结构，改善秸秆饲料的发酵品质，提高营养物质的保存以及反刍动物瘤胃降解率，从而提高玉米秸秆的可利用价值。

9 包装、储存和运输

9.1 玉米秸秆饲料宜打捆、裹包或袋装，避免淋雨和热损害。

9.2 玉米秸秆饲料的堆放环境地面平整、清洁、排水良好、无杂物和尖锐物品，夏季防暴晒，冬季防冰冻，防潮、防鸟、防鼠，应经常检查包、膜，有破损及时修补。

9.3 玉米秸秆饲料出厂前应抽样，采样方法应符合 GB/T 14699.1 的规定。检测产品感官性状及干物质、粗蛋白质、中性洗涤纤维含量，确保品质合格。

9.4 运输工具清洁，不与有毒、有害的物品混运。搬运装卸时轻拿轻放，运输过程中防日晒、雨淋。

制定理由：

玉米秸秆饲料的发酵要求密封、厌氧、防止霉变，因此玉米秸秆粉碎后，应在当天完成窖藏、或裹包、或袋装，避免淋雨和热损害，以防止发霉变质。

为防止包装漏气和提供适宜的发酵温度，裹包或袋装玉米秸的堆放环境地面平整、清洁、排水良好、没有杂物和尖物。夏季防暴晒，冬季防冰冻。应经常检查包膜，有破损及时修补。防潮、防鸟、防鼠、防霉变。

搬运装卸和运输时应防止包膜破裂漏气，裹包青贮玉米秸秆出厂前抽样检测产品质量和包装，确保品质合格，包装完好，标志清晰。运输工具清洁，不与有毒、有害的物品混运。搬运装卸时轻拿轻放，运输过程中防日晒、雨淋。

10 饲用

10.1 质量要求

10.1.1 玉米秸秆饲料宜采用感官、化学测定等方法评判其质量或分级，卫生指标及试验方法应符合GB13078和相关国家标准要求。

10.1.2 玉米秸秆饲料如有发霉变质则不应用于饲喂，用于泌乳期动物饲喂时黄曲霉毒素B₁含量应小于10 μg/kg。

制定理由：

秸秆加工产品用于动物饲料，其质量就是需要重点关注的问题，也是在生产中尚未能全面进行监控的问题，其卫生指标及试验方法应符合GB13078和相关国家标准要求。

玉米秸秆中经常会因种植、收储、加工过程中的污染或霉变，产生霉菌毒素，饲喂给动物会导致动物生产性能降低甚至死亡。对于霉菌毒素含量的规定，采用了GB 13078《饲料卫生标准》及NY/T 3462—2019《全株玉米青贮中霉菌毒素控制》的规定。

10.2 日粮配制

10.2.1 饲喂草食动物，玉米秸秆饲料的比例宜达到5%~50%。

10.2.2 玉米秸秆饲料宜与精饲料原料、精料补充料等其他饲料混合，采用全混合日粮方式进行饲喂，也可在每日中精粗料分别饲喂。

10.2.3 根据草食动物生长阶段、生理要求、生产用途确定营养需要量，核算饲料配方。肉羊、绒山羊、肉兔、鹿的营养需要量宜参考NY/T 34、NY/T 815、NY/T 816、NY/T 4048、NY/T 4049、GB/T 40962。

制定理由：

草食动物日粮中必须要有一定比例的粗饲料，提供所需的纤维含量。玉米秸秆作为一种粗饲料资源，具有中性洗涤纤维含量高、粗蛋白质含量较低的特点。在饲喂动物时，单独饲喂无法满足生产需求，需要与其他饲料混合使用。因此日粮配制技术在玉米秸秆饲料化过程中是非常重要的。按照日粮配方来核算，一般情况下，玉米秸秆在日粮中的用量可在5%~50%左右。按照动物的生理阶段、生产目的、生产水平等条件，查询适宜的营养需要量标准，然后依照需要量进行科学的日粮配制，更好地为动物提供营养，提高生产性能，促进养殖业经济效益。

10.3 动物饲喂

10.3.1 采用精粗料分别饲喂方法时，宜先用少量精料补充料、充分搅拌后饲喂，使牲畜不能挑食。

10.3.2 更换饲料配方时，应经过 1~2 周的过渡期。逐步从原配方转换成新配方。

10.3.3 每日注意观测家畜的采食情况和生产性能，及时调整投料量和饲料配方。

制定理由：

在饲喂中，需要注意饲喂方式等问题。此处列举的是动物饲喂中常见的普遍性问题，供使用者参考。

11 生产记录

11.1 生产记录档案。

建立规范生产档案，要求专人保管、记录及时、书写清楚无误。生产记录应保存 24 个月以上。

11.2 标志与标签

如将玉米秸秆饲料对外销售，产品标签应符合 GB10648 的规定。产品出厂时，包装上的标志应符合 GB/T 191 的规定

制定理由：

参照一般饲料的生产记录保存要求，生产记录应保存 24 个月以上。产品标签应符合 GB10648—2013《饲料标签》的规定。产品出厂时，包装上的标志应符合 GB/T 191—2008《包装储运图示标志》的规定。

四、与现行法律、法规、强制性标准的关系

本标准的编制依据为现行的法律、法规和强制性国家卫生标准，与这些文件中的规定相一致。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

在本稿的编写过程中，无重大意见分歧。

六、标准作为强制性标准的建议

建议本标准作为农业行业推荐性标准，提高玉米秸秆饲料化应用的比例和质量，为畜牧业提供优质优价的粗饲料。

七、贯彻标准的要求和措施建议

本标准发布后，应广泛组织宣传贯彻，指导各省市玉米秸秆综合利用工作，有助于生产企业提高产品质量，促进秸秆资源的高效转化。

八、参考文献

1. GB/T 191—2008 包装储运图示标志国家标准
2. GB 5749—2006 生活饮用水卫生标准
3. GB 10648—2013 饲料标签
4. GB/T 14699.1 饲料 采样
5. GB/T 21962—2020 玉米收获机械
6. GB/T 25882—2010 青贮玉米品质分级
7. GB/T 34373—2017 玉米收获机摘穗割台
8. GB/T 35835—2018 玉米秸科颗粒
9. NY/T 509—2015 秸秆揉丝机质量评价技术规范
10. NY/T 645—2017 玉米收获机质量评价技术规范
11. NY/T 1631—2008 方草捆打捆机作业质量

12. NY/T 1930—2010 秸秆颗粒饲料压制机质量评价技术规范
13. NY/T 2088—2011 玉米青贮收获机作质量
14. NY/T 2463—2013圆草捆打捆机 作业质量
15. NY/T 2696—2015饲草青贮技术规程 玉米
16. NY/T 2698—2015青贮设施建设技术规范青贮窖
17. NY/T 2771—2015农村秸秆青贮氨化设施建设标准
18. NY/T 2905—2016方草捆打捆机 质量评价技术规范
19. NY/T 3020—2016农作物秸秆综合利用技术通则
20. NY/T 3121—2017青贮饲料包膜机质量评价技术规范
21. NY/T 3133—2017饲料用灌木微贮技术规程
22. NY/T 3462—2019全株玉米青贮中霉菌毒素控制
23. NY/T 3883—2021秸秆收集机质量评价技术规范
24. DB15/T 1089—2017 玉米秸秆黄贮技术规程
25. DB15/T 2500—2022 干玉米秸秆饲料机械化收获技术规程
26. DB22/T 3092—2019 秸秆氨化饲料生产技术规程
27. DB 22/T 3272—2021 玉米秸秆黄贮技术规程
28. DB34/T 3872—2021 玉米秸秆黄贮技术规程
29. DB41/T 616—2010 秸秆氨化操作规程
30. DB 4112/T 284—2020 玉米秸秆裹包青贮技术规范
31. DB4117/T 329—2021 玉米秸秆黄贮技术指南
32. 吕金庆,杨颖,尚琴琴,王英博,李紫辉,佟思宇,朱启昉.玉米青贮收获机切碎性能试验研究[J].东北农业大学学报,2016,47(04):102-108.
33. 马占霞. CaO处理玉米秸秆组合优选及其纤维组分、分子结构和瘤胃体外模拟产气速率的影响研究[D].天津农学院,2020.
34. 彭远荣.秸秆饲料碱化处理技术[J].中国畜牧兽医文摘,2012,28(03):192.
35. 宋庆迪.小麦秸秆氨化技术简介[J].山东畜牧兽医,2019,40(02):76.
36. 陶莲,刁其玉.利用Mi Seq高通量测序技术分析风干处理及青贮发酵对玉米秸秆菌群构成及丰度的影响[J].中国农业科学, 2015, 48(S): 94-103.

37. 闫贵龙. 影响秸秆营养价值的作物学因素及复合化学处理的效果研究[D]. 中国农业大学, 2005.
38. 王红梅, 屠焰, 司丙文, 等. 不同配伍酶制剂处理玉米秸秆对肉用绵羊生长性能和营养物质消化率的影响[J]. 中国农业科学, 2016, 49(24): 4806-4813.
39. 翟耀中, 耿瑞莹. 青刈玉米和全株小麦的营养, 青贮和饲喂[J]. 饲料博览, 2020(9):1.
40. Chen, B.Y., Zhao, B.C., Li, M.F., Fractionation of rapeseed straw by hydrothermal/dilute acid pretreatment combined with alkali post-treatment for improving its enzymatic hydrolysis. [J]. *Bioresource Technology*, 2017, 225, 127-133.
41. Chen, X., Zhang, Y., Gu, Y., Enhancing methane production from rice straw by extrusion pretreatment. [J]. *Applied Energy*, 2014, 122, 34-41.
42. Dai, Y., SI, M., Chen, Y., Combination of biological pretreatment with Na OH/Urea pretreatment at cold temperature to enhance enzymatic hydrolysis of rice straw[J]. *Bioresource Technology*, 2015, 198, 725-731.
43. Kaur, K., Phutela, U.G., Enhancement of paddy straw digestibility and biogas production by sodium hydroxide-microwave pretreatment.[J]. *Renewable Energy*, 2016, 92, 178-184.
44. Khatri, S., Wu, S., Kizito, S., Synergistic effect of alkaline pretreatment and Fe dosing on batch anaerobic digestion of maize straw [J]. *Applied Energy*, 2015, 158, 55-64.
45. Zhang, Y., Chen, X., Gu, Y., A physicochemical method for increasing methane production from rice straw: Extrusion combined with alkali pretreatment. [J]. *Applied Energy*, 2015, 160, 39-48.