

《燕麦草块加工技术规程》地方标准 (征求意见稿)编制说明

标准名称：燕麦草块加工技术规程

标准类型：推荐性

制、修订类型：制定

主要起草单位：中国农业科学院草原研究所、中国科学院地理科学与资源研究所、西藏自治区畜牧总站

标准起草时间：2023 年 01 月至 2023 年 08 月

目 录

1 标准制定的背景.....	1
2 任务来源.....	1
3 标准制定的任务执行简况.....	1
3.1 承担单位.....	1
3.2 主要起草人.....	1
3.3 标准的编写.....	1
3.3.1 工作组讨论稿.....	1
4 制定标准的原则.....	2
4.1 坚持系统性和完整性的原则.....	2
4.2 坚持科学性和准确性的原则.....	3
4.3 坚持一致性原则.....	3
4.4 坚持可操作性的原则.....	3
5 标准的主要技术内容和结构.....	3
5.1 主要技术内容.....	3
5.2 标准的结构.....	5
6 该标准与国家法律法规、国家标准或行业标准、国际标准相关关系.....	5
7 推广应用前景与措施.....	5
7.1 推广应用前景.....	5
7.2 措施.....	6
附件.....	7

1 标准制定的背景

燕麦（*Avena sativa* L.）是西藏种植面积最大、应用最广、深受农户欢迎的一年生优良饲料作物，在农牧业发展中占据着重要地位。近年来，随着畜牧产业发展对优质饲草需求的不断强劲，燕麦产业显示出巨大的发展潜力。据《中国草业统计》最新统计数据，西藏新增燕麦种植面积从 2017 年的 17.4 万亩增加到近 70 万亩，同比增长了 292%。燕麦种植面积的迅速扩大导致燕麦干草加工及配套饲喂技术短板日益凸显，大量燕麦干草因采食率低而或浪费或堆积污染环境，严重影响燕麦产业的健康稳定发展。

加工草块不仅能有效解决燕麦干草及秸秆利用低、浪费大、污染环境等问题，还能节省储存空间、节约运输成本。因此，很有必要制定燕麦草块标准化加工技术规程，以提高燕麦草利用率，为缓解西藏优质饲草紧缺提供物资保障。

2 任务来源

2022 年 12 月 6 日，西藏自治区市场监督管理局发布了《西藏自治区市场监督管理局关于下达 2022 年第二批推荐性地方标准制定计划的通知》，同意中国农业科学院草原研究所制定地方标准《燕麦草块加工技术规程》的申请，并准予立项。

为加快落实标准制定，中国农业科学院草原研究所牵头组织专家，成立了编写组，着手标准的编制工作。

3 标准制定的任务执行简况

3.1 承担单位

中国农业科学院草原研究所、中国科学院地理科学与资源研究所、西藏自治区畜牧兽医总站共同编制完成。

3.2 主要起草人

本标准编写的主要人员有：张晓庆、余成群、尼玛群宗等。

3.3 标准的编写

3.3.1 工作组讨论稿

本标准的编制工作于 2023 年 1 月开始，由多家单位科研人员组成的工作小组拟定标准编制工作进度，落实人员分工，细化编制方案。在扎实的前期研究基础上，编制小组随即展开了西藏各地民间加工利用燕麦技术、国内外同类技术应用状况、国家相关政策等资料的搜集工作，掌握了大量一手资料。根据我国草产品加工生产的现状，在参考

国家标准、农业行业标准、企业团队标准，中国农业出版社出版的《牧草饲料加工与贮藏》及部分省（市）相关地方标准等资料的基础上，进一步梳理、归纳总结，初步确定了标准的结构、编制原则和技术内容。

标准编制小组前后十余次前往林周县、山南市、岗巴县等地进行入户调研，深入了解种养殖企业、合作社和农牧户的燕麦种植面积、加工利用现状和对新技术的诉求；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，讨论形成了较为完善的燕麦草块加工技术内容。在林周县松盘乡白定村、卡孜乡白朗村开展了加工技术示范和饲养应用，并经多次试验示范，实际验证了标准应用的有效性。标准编制小组充分考虑西藏农牧业生产者利用燕麦的民族习惯，借鉴区内外牧草加工利用的科研成果，在生产调研、示范与相关试验验证的基础上，完成了《燕麦草块加工技术规程》初稿，并多次讨论和修改，于 2023 年 4 月形成了《燕麦草块加工技术规程》地方标准的工作组讨论稿。

3.3.2 征求意见稿

2023 年 5 月，标准编制小组邀请邀请国家牧草产业技术体系原干草调制贮藏岗位科学家贾玉山教授、山西农业大学牧草加工专家许庆方教授、中国农业科学院草原研究所动物营养专家那日苏研究员和燕麦种植专家赵金梅副研究员，以函件形式对文本进行了审查，专家对标准文本、编制说明分别提出了 16+8 条意见和建议，全部采纳，并详细修改补充了标准文本内容和编制说明。经过进一步地修改、补充和完善，于 2023 年 8 月形成《燕麦草块加工技术规程》地方标准的征求意见稿。

4 制定标准的原则

4.1 坚持系统性和完整性的原则

本标准涵盖了燕麦草块加工技术措施，内容完整。本标准侧重于提高青藏高原燕麦草资源的利用效率，增加养殖户（合作社）经济效益。通过标准化加工技术，规范西藏种植面积最广、用量最大的燕麦草的加工利用技术方法和草产品附加值，改善燕麦干草的适口性，提高动物转化利用效率，也为种养殖户提供增收致富的新路子。

4.2 坚持科学性和准确性的原则

在生产技术和相关指标的确定上借鉴了国内外先进的科研成果和成熟技术，充分利用了近年来草牧业领域在天然牧草、农作物秸秆加工利用方面取得的新技术和新方法，结合农牧民对轻简高效草产品标准化生产技术的强劲需求，最终形成本标准。

4.3 坚持一致性原则

本标准的制定主要参照国家标准和农业农村部行业标准，在加工工艺、产品质量等术语和格式安排上与国家标准、行业标准协调一致。

4.4 坚持可操作性的原则

本标准考虑到西藏在草产品加工、家畜饲养方面的实际情况，坚持“做得到、行得通、用得上”的原则，条文通俗易懂，突出实用性、可操作性和指导性。

5 标准的主要技术内容和结构

5.1 主要技术内容

（1）燕麦草块加工参数筛选

在大量查阅国内外成型草产品加工领域相关文献资料的基础上，采用 L9（3³）正交设计，设定的 3 个因素分别为原料含水量（A）、粉碎粒度（B）和膨润土添加量（C），3 个水平分别为原料含水量 16%、20%和 24%，粉碎粒度 3~5 cm、5~7 cm 和 7~10 cm，膨润土添加量 0%、3%和 5%。正交设计方案，如表 1 所示。

表 1 不同处理组的各因素各水平

处理	原料含水量 A (%)	粉碎粒度 B (cm)	膨润土添加量 C (%)
1	16	3~5	0
2	16	5~7	5
3	16	7~10	3
4	20	3~5	5
5	20	5~7	3
6	20	7~10	0
7	24	3~5	3
8	24	5~7	0
9	24	7~10	5

根据以上 9 个处理，分别开展多次小批量加工，并通过数理统计分析方法确定对草块质量贡献较大的因素及其水平。具体统计方法如下。

①极差法和方差分析：采用极差法寻找最优处理组合，其中 K 代表某一因素同一水平的均值，R 值代表 K 因素对成型性的影响的重要程度。

$$R = K_{max} - K_{min}$$

式中： K_{max} 为某一因素同一水平的最大平均值； K_{min} 为某一因素同一水平最小平均值。

②综合加权评分法：采用综合加权评分法对草块的成型性进行定性判别。建立判断矩阵为：

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

其中，判断矩阵 A 中的元素 a_{ij} 为决策者的知识和经验估计出来，也可用变量变异程度进行估计。其中 $i \in [1, m]$, $j \in [1, n]$, $m=n$ 。当 $i < j$ 时， a_{ij} 为两目标相比重要性的评价值；当 $i > j$ 时， $a_{ij}=1/a_{ji}$ 。

如表 2 中的方法，进行判断矩阵中两目标相比重要性的评价。

表 2 判断矩阵中两目标相比重要性评价方法

a_{ij}	两目标相比
1	同样重要
3	稍微重要
5	明显重要
7	重要得多
9	极端重要
2, 4, 6, 8	介于以上相邻两种情况之间
以上各数的倒数	两目标反向比较

③一致性指标： $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$ ，检验系数 $CR = \frac{CI}{RI}$ ，当 $CR < 0.1$ 时认为判断矩阵具有满意的一致性；否则需要重新调整判断矩阵。RI 为平均一致性指标，可通过表查得。

④原始数据正规化：原始数据集为： $R = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix}$

标准化计算公式如下： $r'_{ij} = \frac{r_{ij} - \min(r_{kj})}{\max(r_{kj})}$ ($i \in [1, m]$; $j \in [1, n]$)

得到正规化数据矩阵如下： $R' = \begin{bmatrix} r'_{11} & \cdots & r'_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r'_{m1} & \cdots & r'_{mn} \end{bmatrix}$

⑤计算评价得分向量： $S = MT(R')T = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_i \end{bmatrix}$

式中, $i \in [1, m]$, S_i 值最高的为最优处理。

影响燕麦草块质量的因素以此为原料含水量 (A) > 粉碎粒度 (B) > 膨润土添加量 (C), 其中成型率是草块成型品质优良的决定性因素。通过综合分析, A 因素取 A2, B 因素选择 B1, C 因素选择 C2, 因此燕麦草块加工的适宜参数为 A2B1C2, 即原料含水量 20%、粉碎粒度 3~5 cm 和膨润土添加量 3% 条件下加工的燕麦草块质量最好。

(2) 燕麦草块质量控制

基于初筛的适宜加工参数 A2B1C2, 再次加工燕麦草块, 实际测定燕麦草块的成型率、密度、硬度、抗摔率质量指标, 并比较分析加工前后粗蛋白质、维生素等重要营养成分损失情况(数据详见附件表 6), 最终确定燕麦草块适宜加工参数为原料含水量 20%、粉碎长度 3~5 cm、膨润土添加量 3%。由于收获籽实后的燕麦秸秆的木质化程度较高, 加工时要求粉碎的粒度较细, 一般建议 2~3 cm 为好。在此条件下得到的成品燕麦草块的成型率为 91.82%、密度为 0.63 g/cm³、抗摔率为 98.61%; 燕麦干草压块后, 维生素 B1 损失 33.33%。

5.2 标准的结构

本标准的结构符合 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则第 1 部分: 标准的结构和编写》的规定, 除目次和前言外, 范围、规范性引用文件、术语和定义、加工设备、原料、加工工艺、质量控制、产品等级及标签、包装、卫生和储存条件, 共 10 个部分。

6 该标准与国家法律法规、国家标准或行业标准、国际标准相关关系

本标准制定严格遵守国家法律法规, 《燕麦草块加工技术规程》是西藏地区首次制定, 与国家标准、行业标准或其他地方标准无交叉也无冲突。

7 推广应用前景与措施

7.1 推广应用前景

通过本标准的实施, 可有效提升西藏主流饲草及产品的利用率, 结合地方养殖经营主体进行技术示范推广, 避免无标准可依造成优质草资源浪费。另外, 通过本标准的推广应用, 引导基层科技人员和地方农牧民掌握应用新科学新知识, 转变粗放养殖的思维和观念, 切实增加养殖收入。经实际核算, 应用燕麦草块饲养 1 岁左右彭波半细毛羊 50 d 后, 羊只的采食率从散干草组的 79.65% 显著提高到草块组的 84.04%, 相比较提高了 4.39 个百分点。按照当前燕麦干草每吨平均到岸价格 3124 元/t 计算, 每饲喂 1 吨草块

可节约饲料成本 129.5 元。

7.2 措施

本标准发布后，通过开展标准技术内容的宣贯、示范和培训工作，确保技术标准的有效实施。另外，依托西藏泐噶鲁谷农牧业有限公司，建立燕麦干草生产、加工试验示范基地，进一步加大《燕麦草块加工技术规程》的推广和应用，加快实现标准化燕麦草块产品加工技术在服务乡村振兴和“三农”工作中的作用。

附件

《燕麦草块加工技术规程》试验示范报告

为进一步验证《燕麦草块加工技术规程》的有效性，按照标准要求，通过动物实际饲养试验示范，对产品的加工流程和利用转化效果进行了验证。结果如下。

1 示范时间与地点

2021 年 6 月—2022 年 8 月，在拉萨市林周县松盘乡进行燕麦草块加工技术试验，并在林周县卡孜乡白朗村种草养畜农牧民专业合作社进行动物饲养试验。

2023 年 4 月—6 月，在拉萨市林周县松盘乡白定村进行产品加工技术示范和应用。

2 示范产量

23 t。

3 示范方案

3.1 设备

需要的设备包括水分测定仪（德国产），铡草揉丝机（山东产）、秸秆压块机（型号 9k-3500，河北产）。

3.2 原料

燕麦青干草。

3.3 加工参数

燕麦干草粉碎长度 3~5 cm，水分含量 18%~20%，膨润土添加量 3%。

3.4 加工工艺

（1）除杂

燕麦干草在粉碎前，通过滚筒筛清除其中的塑料和石块。

（2）粉碎

燕麦干草捆打开后，将其粉碎成长度为 3~5 cm。

（3）混合

使用双轴桨叶式混合机进行搅拌混合 10 min 以上，充分混匀，混合均匀度变异系数（CV）小于 10%。

（4）压块

混合好的燕麦草段，采用专用秸秆压块机，压块机环模温度为 100~120℃，进料方式为传送带自动上料。

(5) 冷却

压制成型的燕麦草块经传送带传送至地面，通风冷却至常温。冷却后燕麦草块水分含量低于 14%。

3.5 成品草块的质量

成型率大于 91%，密度 0.54~0.67 g/cm³，抗摔率 96.02%；颜色为绿色。

3.6 动物分组和饲喂方法

以 1 岁左右彭波半细毛羊为饲喂对象，共 40 只，随机分为两组，每组 20 只，分别饲喂燕麦草块和作为对照的燕麦草捆。饲喂时每 20 只羊为一个小群体，每天于 10:00、14:00 和 18:00 分 3 次投喂，每日投喂量按剩料量不超过 20% 计算。饲喂期共为 60 d，其中预试期 10 d，正式期 50 d。

4 试验示范效果

4.1 加工参数对燕麦草块质量的影响

(1) 成型率

由 K₁、K₂ 和 K₃ 可知，随着 A、B 和 C 因素水平的增加，燕麦草块成型率均先升高后降低（表 3）。当 A 因素为 20%、C 因素为 3% 时燕麦草块成型率最高，当 B 因素为 5~7 cm 时燕麦草块成型率最低，其值大于 91%。

结合 R 值，最终判断在原料含水量 20%、粉碎粒度 5~7 cm 和膨润土添加量 3% 条件下燕麦草块成型率最高。

表 3 不同处理对燕麦草块成型率的影响

处理	因素			成型率(%)
	原料含水量 A (%)	粉碎粒度 B (cm)	膨润土添加量 C (%)	
1	16	3~5	0	90.51
2	16	5~7	5	91.23
3	16	7~10	3	89.44
4	20	3~5	5	91.39
5	20	5~7	3	92.80
6	20	7~10	0	90.84
7	24	3~5	3	87.39
8	24	5~7	0	85.44
9	24	7~10	5	82.17

K ₁	90.39 ^b	91.09 ^a	90.26 ^b	/
K ₂	91.68 ^a	91.16 ^a	91.21 ^a	/
K ₃	89.00 ^c	88.82 ^b	89.60 ^b	/
R	2.68	2.34	1.32	/
P 值	<0.001	<0.001	0.006	/

注：K₁、K₂和K₃分别代表某一因素同一水平下成型率的平均值，即K₁代表某一因素第1水平3个处理成型率的均值；K₂代表某一因素第2水平3个处理成型率的均值；K₃代表某一因素第3水平3个处理成型率的均值；R代表同一因素下3个水平的极差。下表同。

(2) 密度

由K₁、K₂和K₃可知，随着A因素水平的增加，燕麦草块的密度先升高后降低，随着B和C因素水平的增加，燕麦草块密度均逐渐降低（表4）。当A因素为16%~20%和B因素为3~7 cm时燕麦草块密度最高，其值介于0.50~0.67 g/cm³之间。

结合R值，最终确定在原料含水量20%、粉碎粒度3~5 cm和膨润土添加量0%或3%条件下燕麦草块的密度最大。

表4 不同处理对燕麦草块密度的影响

处理	因素			密度(g/cm ³)
	原料含水量 A (%)	粉碎粒度 B (cm)	膨润土添加量 C (%)	
1	16	3~5	0	0.57
2	16	5~7	5	0.63
3	16	7~10	3	0.53
4	20	3~5	5	0.61
5	20	5~7	3	0.67
6	20	7~10	0	0.50
7	24	3~5	3	0.56
8	24	5~7	0	0.49
9	24	7~10	5	0.44
K ₁	0.58 ^a	0.61 ^a	0.55 ^a	/
K ₂	0.64 ^a	0.66 ^a	0.65 ^a	/
K ₃	0.58 ^b	0.63 ^b	0.70 ^a	/
R	0.26	0.18	0.05	/
P 值	<0.001	0.002	0.466	/

(3) 抗摔率

由K₁、K₂和K₃可知，随着A和C因素水平的增加，燕麦草块的抗摔率先升高后降低；随着B因素水平的增加，燕麦草块抗摔率逐渐降低（表5）。当A因素为16%~20%、B因素为3~7 cm和C因素为3%时燕麦草块的抗摔率最高，平均为96.02%。

结合 R 值，最终确定在原料含水量 20%、粉碎粒度 3~5 cm 和膨润土添加量 3%条件下燕麦草块的抗摔率最高。

表 5 不同处理对燕麦草块抗率的影响

处理	因素			抗摔率(%)
	原料含水量 A (%)	粉碎粒度 B (cm)	膨润土添加量 C (%)	
1	16	3~5	0	95.77
2	16	5~7	5	92.22
3	16	7~10	3	92.51
4	20	3~5	5	95.66
5	20	5~7	3	97.11
6	20	7~10	0	91.30
7	24	3~5	3	91.53
8	24	5~7	0	89.86
9	24	7~10	5	86.57
K ₁	93.50 ^a	94.32 ^a	92.31 ^{ab}	/
K ₂	94.69 ^a	93.06 ^a	93.72 ^a	/
K ₃	89.32 ^b	90.13 ^b	91.48 ^b	/
R	5.37	4.19	2.23	/
P 值	<0.001	<0.001	0.021	/

(4) 营养价值

由表 6 可知，将燕麦干草捆加工成草块后，绝大多数营养成分含量没有显著变化，但 VB1 含量显著降低 ($P=0.001$)、损失率达 33.33%，而 E 含量显著升高 ($P=0.001$)。维生素留存率一直是草产品加工广泛关注的重点问题。加工过程中水分、温度和压力等因素显著影响维生素含量。饲料在膨化过程中 VB1 和 VB2 损失率高达 97.33%和 84.27%（冯幼，2014）。因为高温高湿为氧化还原反应提供媒介，加上压力作用，导致维生素晶体破碎，从而使含量降低。燕麦草块的 VE 含量较干草捆提升了 2.82 倍，这是因为压块破坏了限制 α -生育酚（具有最高的维生素 E 活性）的叶绿体。Barba 等（2012）研究表明，压强提高 200~400 MPa 时橙汁和蔬菜汁的 VE 含量提高 15%~20%。

表 6 加工对燕麦干草营养价值的影响（干物质基础）

营养成分	分组		P-值
	燕麦干草捆 OH	燕麦草块 OC	
粗蛋白质 (%)	6.58±0.08 ^a	6.91±0.14 ^a	0.713
粗脂肪 (%)	2.49±0.10 ^a	2.86±0.19 ^a	0.221
粗灰分 (%)	4.02±0.15 ^b	9.03±0.32 ^a	0.010

中性洗涤纤维 (%)	56.33±0.82 ^a	54.69±0.70 ^a	0.095
酸性洗涤纤维 (%)	34.82±0.12 ^a	32.57±0.39 ^a	0.053
维生素 B1 (mg/100g)	0.24±0.01 ^a	0.16±0.01 ^b	0.001
维生素 B2 (mg/100g)	0.46±0.04 ^a	0.43±0.01 ^a	0.341
维生素 E (mg/100g)	1.36±0.07 ^b	5.20±0.22 ^a	0.001

4.2 燕麦草块和燕麦草捆对彭波半细毛羊采食的影响

采食率与饲草的饲用价值呈正相关，是评估饲草能量转换为畜产品数量的重要指标。尹强等（2016）的研究发现，绵羊对苜蓿颗粒的采食率为 93.02%，显著高于苜蓿干草（86.16%）。本次试验示范中，彭波半细毛羊对燕麦草块的采食率为 84.04%，较燕麦草捆提高了 5.51%（草捆组为 79.65%， $P<0.001$ ）。不管是他人研究采用的草颗粒，还是本试验采用的草块，都是经过粉碎和压制处理形成的高密度干草产品，具有较好的适口性，因而采食率较高。

表 7 燕麦干草捆和草块对彭波半细毛羊采食的影响

项目	处理		月份		P 值		
	干草捆组	草块组	10 月	11 月	处理	月份	交互效应
总采食量 (kg/d)	0.95±0.01 ^b	1.22±0.02 ^a	1.04±0.02 ^b	1.12±0.02 ^a	0.001	<0.001	0.933
采食率 (%)	79.65±0.88 ^b	84.04±0.90 ^a	85.29±0.81 ^a	78.79±0.84 ^b	<0.001	<0.001	0.120

注：同一行数字注不同字母表示差异显著（ $P<0.05$ ）。下表同。

4.3 燕麦干草捆和燕麦草块对彭波半细毛羊生产性能的影响

如表 8 所示，在动物因素、环境因素和饲养管理制度完全相同的条件下，草块组的平均日增重为 117.50 g/d，显著高于干草捆组的 98.77 g/d（ $P=0.048$ ），主要是因为草块组羊的总干物质采食量和粗蛋白质摄入量较高。另外，草块组采食时间较短而采食效率较高，减少了采食热消耗，从而减少了机体维持能量的需要，使生长和生产环节得到更多的能量分配，从而加快了体重增加。结合较高的采食效率和较长的反刍时间，燕麦草块更加适合养殖业推广应用。

表 8 燕麦干草捆和草块对彭波半细毛羊生产性能的影响

项目	处理		P 值
	干草捆组	草块组	
初始体重 (kg)	21.80±1.09 ^a	21.35±1.10 ^a	0.781
期末体重 (kg)	26.16±1.26 ^a	26.31±0.90 ^a	0.926
平均日增重 (g/d)	98.77±5.95 ^b	117.50±5.61 ^a	0.048

料重比	9.79±0.72 ^a	10.20±0.74 ^a	0.700
宰前活 (kg)	24.68±1.62 ^a	25.19±0.78 ^a	0.780
胴体重 (kg)	11.12±0.68 ^a	11.06±0.33 ^a	0.940
屠宰率 (%)	44.63±0.19 ^a	44.34±0.48 ^a	0.240
眼肌面积 (cm ²)	11.91±0.81 ^a	12.38±0.64 ^a	0.656

4.4 结论

燕麦干草加工成草块，通过提高采食率，减少饲料浪费、每吨节省饲料成本 129.5 元，并减少采食热能损失，利于体增重；通过提高干物质采食量和营养物质摄入量，显著提高家畜日增重。因此，燕麦草块体现出更高的饲用价值，更适合在西藏绵羊养殖业推广应用。

燕麦草块加工技术规程编写组

2023 年 8 月 4 日