

《蒸汽爆破棉秸秆裹包微贮饲料生产技术规程》 编制说明

一、 任务来源(含目的意义)

随着畜牧业规模扩大,传统饲料原料(如玉米、大豆)的需求日益增长,供需矛盾突出。棉秸秆作为产量巨大的农业废弃物(全国每年产量可达数千万吨),其开发利用是缓解饲料资源短缺的重要途径。我国棉花种植面积广,棉秸秆产量大(如新疆等地),若直接焚烧或丢弃,不仅浪费资源,还会造成环境污染(如秸秆焚烧导致雾霾)。微生物饲料化处理可将其转化为饲料,实现“变废为宝”,符合循环经济理念。棉秸秆本身含有纤维素、半纤维素等成分,但直接作为饲料时适口性差、消化率低。通过微生物发酵,可降解其中的粗纤维,转化为动物易吸收的营养物质(如氨基酸、多肽等),使其成为优质饲料原料。利用廉价的棉秸秆生产饲料,减少对高价饲料原料的依赖,降低畜牧业生产成本。避免棉秸秆焚烧带来的大气污染,以及随意堆放导致的土壤和水源污染,保护生态环境。减少秸秆堆放占用的土地,释放土地资源用于其他用途。棉秸秆微生物饲料化既是解决农业废弃物污染、缓解饲料资源短缺的重要手段,也是推动农业循环经济、实现畜牧业绿色发展的必然选择。其目的在于提升资源利用价值、拓展

饲料来源，意义涵盖经济、社会和生态多个层面，而必要性则源于资源环境压力、产业升级需求及技术政策的支持。这一技术的推广应用，对我国农业可持续发展具有重要的现实意义。

二、起草工作简要过程（含主要参加单位及工作组成员）

本标准由新疆旭泽绿色高新技术有限公司、新疆维吾尔自治区农业科学院微生物研究所起草，主要工作组成员有：陈钧、黄鑫、崔卫东、杨世杰、曹宏元、侯敏、李杨、赵毅勇。

三、编写原则和确定标准主要内容的依据

我国棉花种植区域广，养殖规模差异大，标准兼顾不同场景：大型养殖场适配机械化、自动化工艺，家庭农场适用简易发酵设备。在操作层面，《棉秸秆裹包微贮饲料生产技术规程》等标准简化流程，使用常见设备，降低操作门槛。同时，以廉价棉秸秆为原料，优化菌种选择和发酵工艺，降低能耗，提升饲料转化率，帮助养殖户降低成本、提高收益。针对棉秸秆中游离棉酚等有害物质，标准严格限定其残留量（如反刍动物饲料中游离棉酚不超过 $200\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ），通过规范预处理和发酵工艺确保达标。在微生物使用上，只允许经安全性评估的菌种（如酿酒酵母、植物乳杆菌）用于生产，防止有害微生物污染。此外，对生产环境、设备清洁、人员操作卫生提出要求，保障饲料卫生指标符合国家标准。兼容性确保标准与现行法规、其他饲料标准协同。严格遵循《中华人民共和国畜牧法》《饲料和饲料添加剂管理条例》，在原料选择、添加剂使用、标签标识等方面保持一致。同时，考虑到棉秸秆微生物饲料常与其他饲料配合使用，标准在营养成

分、粒度等方面与常规饲料标准相匹配，便于科学调配饲料配方。

基于棉秸秆木质素、纤维素含量高、适口性差的特性，标准要求对其进行粉碎、揉搓等预处理，提高微生物接触面积。同时，考虑到不同产地棉秸秆质量差异，对其进行分级管理，明确各等级的适用范围和处理方式，如优质秸秆用于精细发酵，杂质多的秸秆需增加清洗步骤。依据菌种功能和安全性评估确定菌种使用规范。纤维素分解菌、乳酸菌等不同菌种具有特定功能，标准规定复合菌剂的菌种组成与比例，确保协同作用。只有经大量实验验证安全的菌种，才能用于饲料生产，保障动物健康和饲料安全。发酵工艺参数的设定源于对发酵原理和影响因素的研究。温度、湿度、密封条件、碳氮比等因素均会影响发酵效果，标准综合考量后精准设定参数。此外，针对固态发酵和液态发酵的不同特点，分别制定操作规程和质量控制要点，供企业按需选择。产品质量指标结合畜禽营养需求和饲喂效果确定。根据肉牛、肉羊等不同畜禽生长阶段的营养需求，设定粗蛋白、粗脂肪等营养成分的合理范围。同时，从感官（色泽、气味、手感）和卫生（微生物数量、有害物质残留）两方面严格要求，确保饲料安全、适口，满足动物生长需求。

四、 技术经济分析论证和预期的经济效益

棉秸秆作为农业废弃物，来源广泛且成本低廉，以新疆为例，棉秸秆收购成本约 50-100 元/吨。生产过程中，菌种、辅料（玉米粉、麸皮）及能耗是主要成本，若采用简易固态发酵工艺，吨均生产成本可控制在 200-300 元。相比之下，传统饲料原料（如玉米、豆粕）价

格波动大，微生物发酵棉秸秆饲料在成本上具备竞争力。以牛羊养殖为例，在日粮中添加 30%-50% 发酵棉秸秆，可降低饲料成本 15%-20%。同时，发酵饲料因富含益生菌和酶类，能提升动物免疫力，减少疾病发生，降低兽药使用成本。随着畜牧业规模扩大，饲料需求持续增长，棉秸秆微生物饲料市场潜力巨大。

对于规模化养殖场，使用发酵棉秸秆饲料可显著减少对高价饲料原料的依赖。假设一家存栏 1000 头肉牛的养殖场，每日饲喂发酵棉秸秆饲料替代 20% 常规粗饲料，按年养殖周期计算，仅饲料成本一项即可节省 30-50 万元。家庭农场通过简易发酵技术，也能降低 10%-15% 的饲料支出，提升养殖收益。棉秸秆微生物饲料化可延伸农业产业链，形成“秸秆收集-发酵生产-饲料销售-畜禽养殖-畜产品加工”的完整链条。除饲料销售收益外，下游养殖环节因动物生长性能提升（如肉牛增重提高 5%-8%），可进一步增加收入。同时，发酵过程中产生的沼气等副产品，可用于能源供应，实现额外收益。随着技术不断优化，发酵效率提升和成本降低将进一步增强经济效益。预计未来 3-5 年，棉秸秆微生物饲料生产成本有望下降 10%-15%，市场竞争力进一步提升。此外，该技术符合循环经济理念，长期来看，可稳定保障饲料供应，减少对进口饲料原料的依赖，促进农业经济可持续发展。

综上所述，棉秸秆微生物饲料化在技术上可行，经济上合理，预期经济效益显著，具备良好的推广价值和发展前景。

五、 采用国际标准和国外先进标准情况及水平对比

国外在微生物饲料菌种筛选、安全性评估方面建立了完善标准体系。美国食品药品监督管理局（FDA）对用于饲料发酵的微生物菌种有着严格的安全性审查流程，要求详细评估菌种的致病性、毒性代谢产物产生等情况。我国棉秸秆微生物饲料化研究团队，如石河子大学团队，在筛选复合菌剂时，参考国外标准流程，对从 60 多种微生物菌株中初筛出的十余种菌种，进行多轮安全性实验，确保最终确定的发酵复合菌种（如能高效降解棉酚的乳酸菌、酵母菌组合）对动物健康无危害，且符合我国饲料卫生标准中对微生物安全的要求。欧盟在饲料发酵工艺上制定了精准的参数标准与操作规范。例如，在发酵温度控制方面，规定固态发酵温度波动范围需控制在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 内，以保证发酵效果的稳定性。我国在棉秸秆微生物饲料化发酵工艺中，虽因原料特性和养殖环境差异未完全照搬欧盟标准，但在温度、湿度等关键参数设定上进行了适应性参考。如固态发酵工艺中，将温度控制在 $25\text{-}35^{\circ}\text{C}$ （与国际适宜微生物发酵温度范围接轨），水分含量维持在 $50\%\text{-}60\%$ ，通过优化这些参数，提升棉秸秆发酵效率，使粗纤维降解率达到 20% 以上。国际上对微生物饲料产品质量标准涵盖营养成分、有害物质残留、微生物指标等多方面。在营养成分上，国际饲料分析标准委员会（IFANCA）对粗蛋白、粗脂肪、粗纤维等指标有明确规定。我国棉秸秆微生物饲料化产品在营养指标设定时，结合国内畜禽营养需求特点与国际标准，如将发酵棉秸秆饲料粗蛋白含量提升至 $\geq 9.50\%$ （高于玉米秸秆、麦草等常见粗饲料），以满足反刍动物生长需求。在有害物质残留方面，国际上对棉酚等毒素有严格限量，我国

参照相关标准，通过微生物发酵技术，将棉秸秆中游离棉酚含量降至 $\leq 100\text{mg/kg}$ ，远低于我国 GB/T13085 饲料卫生标准中牛羊饲料游离棉酚含量 $\leq 500\text{mg/kg}$ 的标准，保障饲料安全。

(1) 国外在微生物基因编辑技术应用于饲料菌种改良方面处于领先。如丹麦某公司利用基因编辑技术，增强了纤维素分解菌对特定木质纤维素的降解能力。我国在棉秸秆微生物饲料化菌种研发上，主要采用传统的筛选、驯化方法。石河子大学团队通过从自然界大量筛选菌株，经多年组合优化，获得能高效降解棉秸秆纤维、去除棉酚的复合菌剂，虽在技术手段上与国外有差距，但在实际应用效果上，已能满足国内棉秸秆饲料化需求，且在菌种适应本土环境、生产成本控制上具有优势。(2) 欧美国家在饲料发酵领域拥有先进自动化设备与高度自动化工艺。美国部分规模化饲料生产企业采用全自动化液态发酵生产线，从原料输送、菌种接种、发酵参数调控到产品出料，全程自动化控制，生产效率极高。我国棉秸秆微生物饲料化生产中，大规模自动化液态发酵应用较少，多以操作简便、成本低的固态发酵为主。如新疆部分企业和养殖户采用的窖池发酵、裹包发酵，虽自动化程度低，但适合我国棉花种植区域分散、小规模养殖占比较大的国情，且通过不断优化工艺细节（如改进窖池密封方式、优化裹包材料），发酵质量得以保障。(3) 从产品质量看，国外微生物饲料产品在营养成分稳定性、产品一致性上表现出色，通过精准的工艺控制与质量检测体系，保证每批次产品质量稳定。我国发酵棉秸秆饲料在营养成分上能满足畜禽基本需求，但不同批次间因原料差异（不同产地棉秸秆质

量有波动)、发酵条件细微变化, 存在一定质量波动。在应用效果方面, 国外微生物饲料在提升动物生长性能、改善畜产品品质上有大量研究与实践案例。我国发酵棉秸秆饲料经实际养殖验证, 在反刍动物养殖中, 可降低 15%-20%饲料成本 (替代部分常规粗饲料), 提升肉牛增重 5%-8%, 在促进动物生长、降低养殖成本上效果显著, 但在提升畜产品品质 (如肉品风味、营养组成优化) 方面的研究与应用相对滞后。

总体而言, 我国棉秸秆微生物饲料化在借鉴国际标准与国外先进技术基础上, 结合自身农业特点, 形成了具有一定特色的技术体系与产业模式。虽在部分技术环节与国际先进水平有差距, 但在实际应用效果、契合本土产业需求上优势明显, 未来需进一步加强技术创新, 提升整体技术水平与产品质量, 缩小与国际先进水平的差距。

六、与现行法律、法规、政策及相关标准的协调性

《棉秸秆配合颗粒饲料生产技术规程》: 规定了棉秸秆配合颗粒饲料生产过程中的原料要求、生产工艺、质量控制等技术内容, 为棉秸秆配合颗粒饲料的生产提供了具体的技术指导。

《棉秸秆裹包微贮饲料生产技术规程》: 规定了棉秸秆裹包微贮饲料生产的原料收割和运输、原料预处理、打捆、裹包、贮藏与管理、取用、品质评定和卫生要求等技术要求, 适用于棉秸秆裹包微贮饲料的生产。

《棉秸秆饲料化收获技术规范》: 从棉秸秆收获前准备、收获作业、收获后存放等方面予以规范, 提出了技术标准和要求, 确保棉秸

秆在收获环节符合饲料化利用的要求。

七、 贯彻实施标准的措施和建议

依托农业技术推广体系，联合科研院所、高校和企业，组建棉秸秆微生物饲料化技术推广联盟。在棉花主产区设立技术服务站，定期开展技术培训、现场指导和示范推广活动。例如，组织专家团队深入新疆、山东等产区，通过“理论授课+实地操作”的方式，向养殖户和企业传授菌种使用、发酵工艺控制等技术要点。

鼓励企业、合作社、养殖户等主体建立紧密的产业联盟，形成“原料供应-技术研发-生产加工-产品销售-养殖应用”的全产业链协同机制。例如，饲料生产企业与棉花种植合作社签订秸秆收购协议，确保原料稳定供应；养殖企业与饲料企业合作，根据养殖需求定制饲料配方，实现产业各环节无缝对接。

扶持一批技术先进、规模较大的棉秸秆微生物饲料生产龙头企业，发挥其示范引领作用。在主产区建设标准化示范基地，展示标准工艺和优质产品，吸引更多主体参与。通过龙头企业带动，整合产业资源，提高产业集中度和市场竞争力。

鼓励科研院所、高校与企业开展合作，围绕标准实施中的技术难题开展联合攻关。例如，针对菌种稳定性差、发酵效率低等问题，共同研发新型高效菌种和优化工艺；推动科研成果转化，将实验室技术快速应用于生产实践，不断完善标准内容，提升产业技术水平。

通过以上措施和建议的实施，可有效推动棉秸秆微生物饲料化标准的贯彻落实，促进产业健康、可持续发展，实现农业废弃物资源化

利用与畜牧业提质增效的双重目标。

八、其它应予说明的事项