

我国玉米秸秆废弃物资源化利用研究进展概述

李岩 沙赞颖 史诗逸 马永刚

泰州职业技术学院, 江苏 泰州 225300

摘要: 本文分别从能源化、肥料化、饲料化三方面对玉米秸秆的资源化利用方式进行了详细介绍, 最后对各部分研究成果进行了汇总与展望。本文全面地概述了玉米秸秆资源化利用的相关背景, 以及目前国内外的科研成果, 并对玉米秸秆的三种资源化途径(能源化、肥料化、饲料化)各自的优点和缺点进行了探讨。通过论述可以看出, 只有不断地完善玉米秸秆的综合利用技术体系, 才能不断地提高玉米秸秆的资源化利用率。

关键词: 玉米秸秆, 资源化, 应用研究

DOI: 10.63887/fet.2025.1.3.10

1. 引言

近年来, 国内外对于玉米秸秆废弃物资源化利用的研究日益深入。在国内外学者的努力下, 已取得了一系列成果, 为我国乃至全球的农业废弃物高效利用提供了重要参考^[1]。

随着对环境保护和资源循环利用重视程度的提升, 玉米秸秆的资源化利用受到政府和社会的广泛关注。国内研究聚焦于秸秆直接还田、转化为生物质能源和肥料化利用等方面。研究显示, 通过微生物发酵技术, 玉米秸秆可以转化为高效的有机肥, 不仅可以改善土壤结构, 还能提高作物产量。同时, 研究人员也在不断探索将玉米秸秆转化为饲料和其它生物材料的新方法, 以满足不同行业的需求^[2]。

总体来说, 国内外在玉米秸秆废弃物资源化利用方面已经取得了一定的研究成果, 但仍存在诸多挑战, 如如何提高秸秆转化效率、降低成本以及开发更多高效利用途径等问题。未来的研究需要进一步深化, 特别是在技术创新和应用推广方面作出更大的努力, 以便更加高效、经济地利用玉米秸秆资源^[3]。

2. 玉米秸秆废弃物的综合利用现状

玉米秸秆作为一种重要的农业废弃物, 其资源化利用具有重要意义^[4]。随着科技的进步和环保意识的提高, 越来越多的研究和实践集中在如何高效地将玉米秸秆转化为能源、肥料和饲料等方面^[5]。

年份	全国秸秆总产量 (万吨)	玉米秸秆占比 (%)
2019	72000	36
2020	74000	37
2021	76000	38

从表中可以看出, 近年来我国秸秆总产量逐年增加, 而玉米秸秆的占比也呈现上升趋势。这表明玉米秸秆在农作物秸秆中的重要性日益凸显, 同时也反映了我国在秸秆资源化利用方面的努力和成效。我国秸秆资源丰富, 尤其是玉米秸秆, 其资源化利用潜力巨大。未来, 通过技术创新和政策引导, 有望进一步提

升秸秆的综合利用效率, 实现农业可持续发展。

目前, 我国玉米秸秆的综合利用主要集中在饲料化、肥料化和能源化三个方面。饲料化方面, 通过发酵等技术提高秸秆的营养价值, 使其成为畜禽的良好饲料; 肥料化方面, 将秸秆转化为有机肥, 用于改良土壤结构和提高土壤肥力; 能源化方面, 主要是通过

生物转化技术提取生物质能，如生物燃气、生物柴油和生物乙醇等。

年份	秸秆产生量(万吨)	还田量(万吨)	焚烧量(万吨)	其他利用量(万吨)
2021	12000	6000	3000	3000
2022	12500	6250	3125	3125
2023	13000	6500	3250	3250

从表中可以看出，虽然还田和焚烧的比例有所下降，但其他利用量逐年增加，显示出我国玉米秸秆资源化利用的潜力和趋势。

我国玉米秸秆资源的综合利用正朝着更加高效和环保的方向发展。未来，随着技术的进步和政策的支持，预计会有更多的创新技术和模式应用于玉米秸秆的综合利用，进一步提高资源利用率，减少环境污染。

3. 玉米秸秆高价值利用

当前，玉米秸秆的能源化利用主要聚焦于生物燃气、生物柴油和生物乙醇等三个方面。在生物燃气方面，通过厌氧消化技术，可以有效地将玉米秸秆中的碳水化合物转化为甲烷，实现能量的转换。研究表明，经过优化的厌氧消化过程，玉米秸秆的甲烷产量可显著提高。

生物柴油的生产主要基于酯交换反应原理，通过酶法或催化剂促使油脂与酒精进行反应，生成生物柴油和甘油。近年来，采用纳米技术对催化剂进行改性，进一步提升了生物柴油的产率。

对于生物乙醇的生产，通常采用发酵技术。通过选择合适的酵母菌株和调控发酵条件，可以有效地提

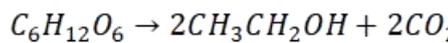
高玉米秸秆中糖类的转化效率，从而增加生物乙醇的产出量。

3.1 玉米秸秆制备生物乙醇

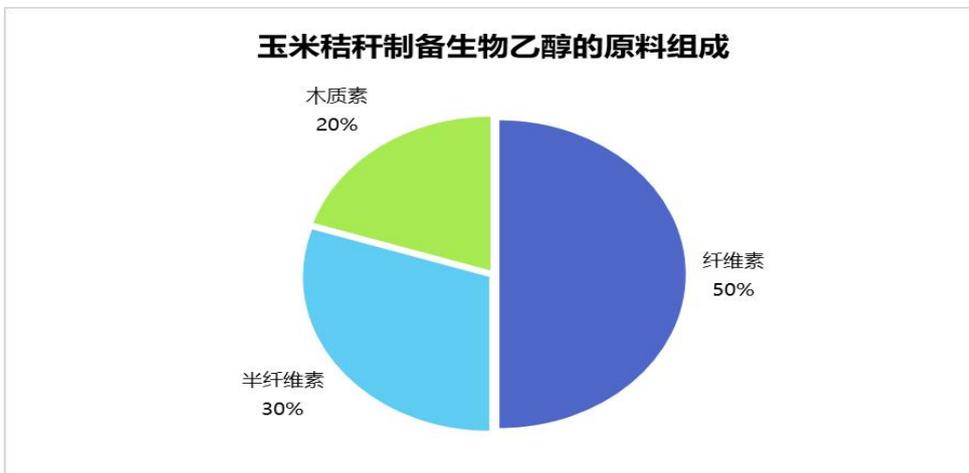
玉米秸秆制备生物乙醇是一种将农业废弃物转化为可再生能源的重要途径。该过程主要包括预处理、酶解、发酵和精馏四个步骤。通过这些步骤，可以有效地从玉米秸秆中提取出乙醇，实现资源的高效利用。

在预处理阶段，玉米秸秆首先需要经过物理或化学方法进行破碎和脱水，以提高后续酶解的效率。酶解阶段是利用特定的酶（如纤维素酶和半纤维素酶）将玉米秸秆中的纤维素和半纤维素分解为单糖，这是生产生物乙醇的关键步骤。发酵阶段则是利用酵母菌等微生物将单糖转化为乙醇。最后，通过精馏技术将乙醇从混合物中分离出来，得到高纯度的生物乙醇。

玉米秸秆制备生物乙醇的化学反应可以表示为以下公式：



其中， $C_6H_{12}O_6$ 代表葡萄糖， CH_3CH_2OH 代表乙醇。



上图展示了玉米秸秆制备生物乙醇过程中原料的主要组成比例。纤维素和半纤维素是主要的碳源，而木质素虽然含量较少，但对酶解过程有一定的影响。

在实际生产中，为了提高乙醇产量和降低生产成本，研究人员不断探索更高效的酶解和发酵技术。例如，通过基因工程改造微生物，使其具有更高的乙醇产量或更好的适应性，以及开发新型的酶制剂，以提高酶解效率。

此外，玉米秸秆制备生物乙醇的技术也在不断进步，包括采用微藻发酵、厌氧消化等新技术，以进一步提高能源转化效率和降低成本。这些技术的发展，不仅有助于解决能源危机，也为农业废弃物的资源化利用提供了新的途径。

根据上述表格数据，我们可以计算出平均值，以获得更准确的养分资源评价结果。例如，总氮的平均含量可以通过以下公式计算得出：

$$\text{平均总氮} = \frac{\sum(\text{样品总氮})}{\text{样品数量}}$$

将上述表格中的数据代入公式，得到：

$$\text{平均总氮} = \frac{0.85 + 0.80 + 0.82}{3} = 0.8333\%$$

同样，可以计算出总磷和总钾的平均含量。通过这种方式，可以对玉米秸秆的养分资源进行全面评价，为进一步的肥料化利用提供科学依据。

此外，玉米秸秆的养分资源评价还应考虑其养分的可利用性。由于秸秆中部分养分可能以难溶或有机态存在，因此需要进一步分析其养分的有效性，以便更好地指导实际应用。这通常涉及到对秸秆中养分形态的分析，如水解态氮、速效磷等的测定。

玉米秸秆的高效肥料化利用具有广阔的前景。然

3.2 玉米秸秆养分资源评价

玉米秸秆作为农业废弃物，其养分资源的评价对于指导秸秆的高效肥料化利用具有重要意义。通过对玉米秸秆中主要养分元素（氮、磷、钾）的含量进行分析，可以为制定合理的施肥策略提供科学依据。

在评价过程中，首先需要采集不同地区、不同生长周期的玉米秸秆样品，然后通过化学分析方法测定其中的养分含量。通常，这包括对秸秆中的总氮（TN）、总磷（TP）和总钾（TK）的测定。这些数据是评估玉米秸秆养分资源的基础。

为了更直观地展示玉米秸秆中主要养分元素的含量，以下是一个基于某地区采集的玉米秸秆样品的养分含量表：

样品编号	总氮(TN, %)	总磷(TP, %)	总钾(TK, %)
1	0.85	0.23	0.97
2	0.80	0.25	0.95
3	0.82	0.24	0.96

而，现阶段仍然面临着一些挑战，如生物有机肥生产工艺的进一步改进、产业化规模的扩大以及政策支持体系的完善。未来的研究应着重解决这些问题，推动玉米秸秆资源化利用技术向更高水平发展，促进农业可持续发展和生态环境保护。同时，加强国际合作，学习借鉴国外先进技术，有助于加速我国玉米秸秆高效肥料化利用技术的发展。

3.3 玉米秸秆的直接饲喂

玉米秸秆作为农业废弃物，其直接饲喂是一种简单且经济有效的利用方式。在这一过程中，通过适当的处理和加工，可以提高其营养价值，增加动物的采食量，从而实现资源的最大化利用。

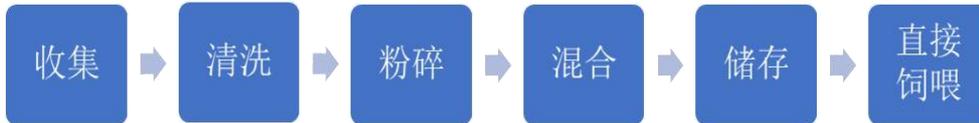
玉米秸秆直接饲喂主要包括以下几个步骤：收集、清洗、粉碎、混合和储存。在收集阶段，需要确保秸秆的清洁和干燥，以减少霉变和病原体的传播。清洗则是去除秸秆中的泥土和其他杂质，保证饲料的质量。粉碎是将秸秆切割成适合动物采食的大小，通常长度控制在1-3厘米之间，以便于动物消化吸收。

混合则是在饲料中添加适量的其他饲料成分，如谷物、豆类等，以平衡营养结构。最后，将混合好的饲料进行储存，等待使用。

直接饲喂玉米秸秆具有多方面的优势。首先，它能够有效减少粮食作物的浪费，提高农作物的综合利用率。其次，由于玉米秸秆富含纤维素和半纤维素，

可以作为反刍动物的良好粗饲料来源，有助于改善动物的生产性能。此外，直接饲喂还能够降低养殖成本，提高经济效益。

为了更直观地展示玉米秸秆直接饲喂的过程，下面提供一张流程图：



通过上述流程图可以看出，从收集到直接饲喂，每一步都是为了确保饲料的质量和动物的采食效率。这种直接饲喂的方式不仅有利于环境保护，还能促进畜牧业的可持续发展。因此，进一步研究和推广玉米秸秆的直接饲喂技术，对于提高我国农业资源的综合利用效率具有重要意义。

4 结语

玉米秸秆作为农作物废弃物，其高效饲料化利用一直是农业可持续发展和生态环境保护的重要途径之一。随着全球能源需求的不断增长和环保意识的日

益增强，将玉米秸秆转化为动物可接受的饲料已成为一种重要的资源化利用方式。通过科学合理的加工处理，玉米秸秆不仅可以提高其营养价值，还可以延长使用年限，适应不同养殖需求。发酵后的玉米秸秆能够改善饲料的适口性，提高蛋白质、糖类和粗脂肪等营养成分的含量，且由于发酵过程中的微生物作用，饲料中还可能包含有益的氨基酸和维生素。这些改变使得发酵后的玉米秸秆饲料具有更高的营养价值和更好的经济价值。通过多学科交叉研究，探索更加绿色、高效的玉米秸秆饲料化利用路径，对促进我国农业可持续发展和环境保护具有重要意义。

参考文献

- [1] 尉吉乾, 李丹, 王京文, 等. 农林废弃物的资源化利用研究进展[J]. 中国农学通报, 2023, 39(06): 77-81.
- [2] 王立新. 玉米秸秆综合利用现状和发展前景[J]. 农业开发与装备, 2021, (01): 66-67.
- [3] 刘秋兰, 易阳, 胥伟, 等. 玉米秸秆燃料化利用技术研究进展[J]. 武汉轻工大学学报, 2022, 41(01): 9-15+29.
- [4] 王玲恩. 玉米秸秆饲料化技术利用研究[J]. 乡村科技, 2023, 14(03): 137-140.
- [5] 宋刘洋, 丁舒心, 张琪, 等. 农业废弃物资源化利用研究进展[J]. 青海农林科技, 2024, (01): 42-46.

基金项目：泰州市科技支撑计划（农业）项目（TN202320），泰州市职业教育联合会（泰州职业教育集团）-泰州职业技术学院联合科研项目（2024ATD05），2023年江苏高校“青蓝工程”中青年学术带头人项目。