

白菜尾菜的饲用价值及加工利用技术

张洁

(河南省农业科学院农产品加工研究中心, 郑州 450003)

摘要: 白菜尾菜是白菜生产、加工、利用过程中的有机废弃物, 具有产量大、不易贮存的特点, 但其富含多种营养成分, 经合理加工后可成为优质饲料, 实现废弃物的资源化利用。在当前国家大力推进节粮型畜牧业、着力开发和高效利用非常规饲料的背景下, 开发利用白菜尾菜是一条利国利民的良好路径。文章系统介绍了白菜尾菜的饲用价值及其作为农业副产物的加工利用技术, 并展望了其饲料化利用前景, 以期可为可持续畜牧业、循环农业发展提供参考。

关键词: 白菜尾菜; 饲料化利用; 饲用价值; 废物利用; 农副产品加工利用

中图分类号: S816.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-0084(2026)04-0024-04

Feeding Value and Processing Technology of Chinese Cabbage By-products

ZHANG Jie

(Agricultural Products Processing Research Center, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: Chinese cabbage by-products are organic wastes generated during the production, processing and utilization of Chinese cabbage. They are characterized by high yield and poor storability, but they are rich in various nutritional components. After proper processing, they can be turned into high-quality feed to achieve the resource utilization of waste. Against the national background of vigorously developing grain-saving animal husbandry and promoting the efficient exploitation of unconventional feedstuffs, the utilization of Chinese cabbage by-products represents a promising approach for agricultural resource recycling. The feeding value of Chinese cabbage by-products was systematically elaborated, the processing and utilization technologies of such agricultural by-products were introduced, and its application prospects in feed utilization were prospected, so as to provide references for the development of sustainable animal husbandry and circular agriculture.

Key words: Chinese cabbage by-products; feed utilization; feeding value; waste utilization; processing and utilization of agricultural by-products

我国畜牧业发展, 经历了从家庭副业向农业支柱产业转型的多个发展阶段, 当前正处于高质量快速发展时期, 然而饲料原料供给存在的结构性矛盾以及“人畜争粮”等问题, 严重制约了畜牧业的可持续发展。因此, 着力开发和高效利用非常规饲料, 将成为当代养殖业健康可持续发展的研发重点^[1]。开源扩供、挖足用好潜在资源, 是缓解饲料粮供给

压力的有效举措, 重点应深入挖掘现有非粮饲料资源, 加快农副资源的高效加工利用, 丰富饲料粮替代资源供给体系^[2]。持续推进饲料粮减量替代, 促进养殖业实现节粮降耗、降本增效。其中, 充分挖掘和利用非粮饲料资源是一条重要路径^[3]。由此可见, 非常规饲料资源的开发、利用已刻不容缓, 成为行业发展的必然趋势。

作者简介: 张洁(1985—), 女, 研究方向为农产品加工。

大白菜是二年生十字花科草本植物，在中国、韩国、日本广泛栽培和利用，是中国东北及华北地区冬、春季的主要蔬菜。白菜凭借其适应性强、营养丰富、性价比高特质，已成为全球多个国家餐桌上的常见食材。白菜尾菜是指白菜采收后经修整、分级、预冷、包装等商品化处理后的剩余物(包括根、茎、叶盘、外叶等)，主要集中在田间地头 and 冷藏库区，产量占蔬菜总量的30%以上^[4]。据统计，2023年中国白菜年产量已超过1亿t，占全球总产量的60%以上。按30%的废弃率计算，每年约产生3 000万t白菜尾菜^[4]。如果不能进行合理利用，大量白菜尾菜不仅会造成资源的巨大浪费，还会造成严重的环境污染。因此，白菜尾菜的资源化利用是利国利民、造福后代的重要举措。

1 白菜尾菜的饲用价值

白菜尾菜作为常见的蔬菜副产物，在畜牧养殖中具有较高的饲用价值，尤其在降低饲料成本、提升动物健康方面效果显著^[4]。白菜尾菜作为农业生产的副产物，若能充分加以利用，不仅可以减少农业面源污染，还能节省粮食、变废为宝，缓解人畜争粮矛盾，符合我国粮食安全政策^[2]。

1.1 资源丰富、取材方便

白菜在世界各地的栽培十分广泛，因其物美价廉、易于贮藏，且能与多数食材搭配，成为东亚地区的主要蔬菜之一。白菜是我国栽培面积最大的蔬菜作物^[5]，白菜尾菜产量巨大，在畜禽养殖中可以就地取材、缩短运输距离、变废为宝，既可以减少白菜尾菜堆积发酵对环境造成的污染，也能减少清理、运输增加的人工和物力成本，同时替代部分畜禽饲料，有效降低畜禽饲养成本，是一种优质廉价的饲料。

1.2 营养成分较丰富

白菜及其尾菜水分充足、热量低，富含维生素C、膳食纤维、钙、钾等成分，具有润肠通便、增强免疫力，清爽低脂等特点。李方远研究表明，白菜具有较高营养价值，含蛋白质、脂肪、膳食纤维、胡萝卜素、尼克酸、维生素B₁、维生素B₂、维生素C、钼及多种矿物质^[6]。金同铭等对北京地区大白菜的营养品质进行评价，指出水分是大白菜的主要成分；不同品种粗蛋白质含量

差异较大；中性洗涤纤维、维生素C和可溶性糖含量有一定差异；K、Na、Ca、Mg、P、Fe、Cu、Zn、Al、Sr、Mn等矿物元素差异较大^[7]。此外，针对大白菜不同部位的营养成分存在差异，张素平等在河南省新乡市农业科学院实验基地采集了8个品种的大白菜，测其维生素C、可溶性糖及可溶性蛋白质含量，结果表明，软叶部位维生素C含量较高，叶柄可溶性糖含量高于软叶，软叶部位包括(叶球外叶和内叶)的蛋白质含量高于同一部位的叶柄^[8]。张德双等应用近红外光谱法研究了还原糖、维生素C、中性洗涤纤维、粗蛋白质、干物质在大白菜不同叶片及部位中的分布规律，发现叶柄、软叶中各有机成分的含量大多数由外向内逐渐增加；同一叶片中，软叶的还原糖和维生素C含量高于叶柄，其他营养成分表现不一^[9]。

2 白菜尾菜的饲用方式

近年来，随着蔬菜规模化生产、居民生活水平提高及冷链运输业的发展，蔬菜“南种北用”以及跨区域大规模运输成为常态，蔬菜生产基地及蔬菜批发集散地尾菜处理难的问题日益凸显。由于缺乏经济适用的利用方法，绝大部分尾菜被运往垃圾场处理，不仅耗费人力物力，还会造成资源浪费和环境污染^[10]。如何实现尾菜资源化利用，变废为宝，成为各大蔬菜产区及集散枢纽区面临的首要问题。当前有关尾菜利用主要有添加微生物菌剂、有机物料、秸秆等生产肥料，加入配料制取沼气，发酵制备青贮饲料或直接饲喂蚯蚓、畜禽等^[11]。合理利用白菜尾菜不仅可实现资源化利用，还能推动种养循环农业发展。

2.1 鲜 饲

白菜尾菜可以作为青绿饲料直接鲜饲，具有激发食欲、缓解便秘(尤其妊娠母猪)、补充维生素及降低饲养成本等作用。一般适用于家庭式养殖场、畜禽散养、地方品种饲养及距离较近的养殖场。鸡、猪、牛、羊等各种畜禽均可饲用，也可将白菜尾菜切碎与玉米面、米糠、精饲料等混合饲喂，充分利用尾菜并降低饲养成本^[4,7]。需要注意的是白菜尾菜中可能含有木质纤维素、硫代葡萄糖苷等抗营养因子，同时易携带病菌、虫卵、农药残留，饲用前需进行清洗、检选、发酵、

粉碎、灭活等处理。同时白菜含水量高,易导致畜禽腹泻、消瘦,甚至因腐败引起亚硝酸盐中毒^[10]。

2.2 制作青贮饲料

白菜尾菜含水量高、适口性好,但因其不易贮存且集中上市,难以长期贮存和利用,除少量直接饲喂家禽外,大部分白菜尾菜需要进行青贮后使用,特别是对于牛羊等反刍动物,青贮后可以长期贮存,随时取用。将白菜尾菜与小麦秸秆^[12]、稻草秸秆^[13-14]、玉米秸秆^[15]混合青贮效果良好^[16-17]。康红霞等以白菜尾菜为原料,经清洗、打浆、压滤制成尾菜饼,再通过单因素和正交试验确定了青贮的最优配方^[18]。叶晨光等研究表明,接种植物乳杆菌(*Lactobacillus plantarum*)、枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*)或两种菌的组合均可改善尾菜裹包青贮发酵饲料的品质,其中单独接种植物乳杆菌效果最佳^[19];牛玮等添加不同比例(30%、35%、40%、45%、50%)的玉米秸秆替代白菜尾菜进行63 d发酵,结果表明45%的替代比例可显著提升青贮饲料的营养品质、发酵品质并改善微生物群落结构^[20]。任海伟等模拟兰州地区气候条件,探讨了不同温度下废弃白菜的青贮品质,并采用高通量测序技术分析青贮过程中的微生物菌群,得出白菜废弃物在中温[(18±1)℃]条件下青贮能获得良好品质,有机组分的变化有助于提高饲用价值^[21]。卢智奇研究表明,白菜尾菜与稻草混贮饲料对湖羊的生长性能未造成不良影响,并且在一定程度上提高了湖羊机体与消化道的抗氧化和免疫性能^[22]。孟婷等研究表明,利用响应面法优化后的发酵工艺参数能提高尾菜的营养价值;用发酵尾菜替代部分基础饲料对仔猪的生长性能、体尺指标和免疫功能无负面影响,综合腹泻率等指标因素,以10%的比例替代基础饲料效果最优^[23]。目前,青贮的利用方式比较普遍。

2.3 干 制

关于白菜尾菜的干制利用相关研究较少。将白菜尾菜剔除泥沙、杂质后,经焯水、挤压、晾晒或风干等工艺制得干品,或者直接晾晒、使用烘干设备干制,可得到质地柔软、颜色鲜艳、体积小、重量轻的尾菜干品,适合长途运输和长期保存,成品可作为饲料与其他秸秆、谷物粉混合饲喂或制成颗粒饲料利用。袁磊提出的利用大型果蔬交易中心

冷藏库制冷过程产生的冷凝废热作为热泵热源干燥尾菜的方案,为利用冷凝废热水源热泵干燥系统规模化、资源化处理尾菜实际项目的设计、运行提供了关键技术参数和经验支撑^[24]。

2.4 生产昆虫蛋白

利用白菜尾菜等蔬菜废弃物生产昆虫蛋白,是当前农业循环经济和可持续蛋白资源开发的重要方向之一。通过黄粉虫、黑水虻等资源昆虫对尾菜进行生物转化,既能有效解决废弃物污染问题,又可实现高附加值蛋白质的规模化生产。吴炎泽等研究不同种类蔬菜废弃物对黑水虻生长发育的影响,结果表明,黑水虻对蔬菜废弃物具有很好的生物转化效果^[25]。黄粉虫(俗称面包虫),饲喂白菜饲料和饲喂酸模饲料的生长品质无明显差异^[26]。齐乃萍以包括白菜在内的4种原料加麦麸制成黄粉虫人工饲料进行饲喂试验,结果表明,用25%的麦麸+75%的白菜饲喂时,黄粉虫幼虫的采食量大,生物增长量大,配方优良;200头黄粉虫9龄幼虫每天可处理白菜配方饲料4.98 g^[27]。

3 结语与展望

白菜尾菜的饲料化利用前景广阔,通过青贮、烘干制粉、生产昆虫蛋白等技术,可有效提升营养价值与适口性,将其高效转化为蛋白质原料,制成牛羊等反刍动物的优质饲料。其含有的蛋白质、维生素及活性物质,合理利用后能显著降低养殖成本,提高动物采食量和肉品质。山东、河南、北京等地已开始推广发酵饲料技术,初步形成“尾菜—饲料—养殖”循环模式。但白菜尾菜大量集中上市、水分含量高、不易贮存等缺点仍限制着其合理有效利用。未来,随着饲用技术的成熟和政策支持,尾菜饲料化将向规模化、高值化方向发展,从而助力农业绿色转型。

[参 考 文 献]

- [1] 印遇龙,杨哲.非常规饲料的开发与高效利用[J].饲料工业,2025,46(1):2-10.
- [2] 农业农村部.农业农村部关于实施养殖业节粮行动的意见[EB/OL].(2025-02-18)[2025-10-18].https://www.moa.gov.cn/ny-bgb/2025/202502/202502/t20250218_6470100.htm.
- [3] 农业农村部办公厅.农业农村部办公厅关于印发《养殖业

- 节粮行动实施方案》的通知[EB/OL]. (2025-04-25)[2025-10-18].
https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202505/content_7022364.htm.
- [4] 单安山, 李家维, 宋春生. 白菜尾菜饲料化利用技术[J]. 饲料工业, 2023, 44(21): 1-6.
- [5] 李文浩, 张建华, 赵婷婷, 等. 白菜尾菜青贮饲料化利用品质分析[J]. 青海畜牧兽医杂志, 2019, 49(6): 32-35.
- [6] 李方远. 9种常见蔬菜的营养成分及名称的演变[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(15): 252-253.
- [7] 金同铭, 武兴德, 刘玲, 等. 北京地区大白菜营养品质评价的研究[J]. 北京农业科学, 1995, 13(5): 33-37.
- [8] 张素平, 王玲燕, 朱红彩, 等. 不同大白菜品种主要营养分布特点分析[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(23): 46-47.
- [9] 张德双, 金同铭, 徐家炳, 等. 几种主要营养成分在大白菜不同叶片及部位中的分布规律[J]. 华北农学报, 2000, 15(1): 108-111.
- [10] 田曦. 不同尾菜资源化处理方式的生态效益[J]. 南方农业, 2021, 15(15): 199-200.
- [11] 孟庆维, 李家维, 单安山. 尾菜资源饲料化开发与利用的研究进展[J]. 动物营养学报, 2022, 34(10): 6220-6226.
- [12] 李海玲, 惠文森, 刘杰, 等. 小麦秸秆和白菜尾菜混合发酵试验[J]. 中国酿造, 2015, 34(5): 131-134.
- [13] 戚如鑫, 欧阳佳良, 陈逸飞, 等. 正交试验研究稻草秸秆与白菜尾菜混合青贮养分的变化[J]. 饲料工业, 2019, 40(11): 25-31.
- [14] 常荣鑫, 戚如鑫, 史剑云, 等. 白菜尾菜与稻草秸秆混合青贮饲料对瘤胃微生物体外发酵的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2020, 56(2): 106-110.
- [15] 李志忠, 窦俊伟, 任海伟, 等. 玉米秸秆和白菜尾菜混贮料的乳酸菌多样性及耐高温优良菌株筛选[J]. 草业科学, 2017, 34(6): 1337-1346.
- [16] 李永祺, 王敬, 孙志洪, 等. 尾菜的饲料化加工技术及其在畜禽养殖中的应用[J]. 中国畜牧杂志, 2025, 61(9): 96-102.
- [17] 王梦芝, 杨楠, 阎璐, 等. 蔬菜尾菜饲料化利用及其对动物机体影响的研究进展[J]. 饲料工业, 2023, 44(5): 1-7.
- [18] 康红霞, 雷娟, 王艺璇, 等. 白菜尾菜青贮饲料化制作工艺研究[J]. 中国食品工业, 2022(14): 89-92.
- [19] 叶晨光, 负建民, 郭伟红, 等. 人工辅助接种对白菜尾菜裹包青贮发酵饲料品质的影响[J]. 核农学报, 2025, 39(1): 119-127.
- [20] 牛玮, 张国强. 秸秆添加水平对白菜尾菜青贮饲料营养品质、发酵品质、微生物数量的影响[J]. 中国饲料, 2024(18): 133-136.
- [21] 任海伟, 赵泉霖, 赵祖莉, 等. 温度对白菜废弃物青贮发酵品质的影响及微生物多样性分析[J]. 食品工业科技, 2020, 41(1): 258-265.
- [22] 卢智奇. 白菜尾菜稻草混贮饲料安全性评价及其对湖羊生长与健康性能的影响[D]. 扬州: 扬州大学, 2021.
- [23] 孟婷, 王英, 常华, 等. 尾菜发酵工艺优化及发酵尾菜在仔猪上的饲喂效果研究[J]. 动物营养学报, 2026, 38(1): 219-235.
- [24] 袁磊. 尾菜高效热泵干燥处理的中试技术研究[D]. 广州: 仲恺农业工程学院, 2024.
- [25] 吴炎泽, 梅娟, 黄誉莹, 等. 黑水虻对蔬菜废弃物生物转化特性的研究[J]. 饲料工业, 2024, 45(12): 13-19.
- [26] 黄渭. 酸模作为黄粉虫饲料的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2013.
- [27] 齐乃萍. 黄粉虫对四种有机餐厨废物的转化利用效果评价[D]. 泰安: 山东农业大学, 2019.