

# 菠萝渣和甘蔗渣在动物饲粮中的应用

葛影影 何国戈\* 郑经成 胡克科 别又才

广东省清远市农业科技推广服务中心, 广东清远 511500

**摘要** 菠萝渣或甘蔗渣是优质的动物饲粮资源,但因储存难度大、运输成本高且含有不同的抗营养成分,直接影响其饲喂适口性。利用微生物发酵方式能够有效降解菠萝渣和甘蔗渣中的抗营养成分,改善饲喂营养价值,提高饲料利用率。发酵的菠萝渣或甘蔗渣用作动物饲粮可以提高动物生产性能,改善肉品质,减少疾病发生率,降低养殖成本。为此,本文对菠萝渣和甘蔗渣的营养特性、微生物发酵及其在动物饲粮中的应用进行了综述,以期为果渣资源在动物生产中的推广应用和进一步开发提供参考和指导。

**关键词** 菠萝渣;甘蔗渣;发酵饲料;动物

我国华南地区热带果品资源丰富,其中菠萝和甘蔗产量大、养分丰富,是优质的动物饲粮资源。但因鲜渣储存难度大、运输成本高且含有不同的抗营养成分,直接影响果渣的饲喂适口性。据国内外研究报道,利用微生物发酵方式能够有效降解菠萝渣和甘蔗渣中的抗营养成分,改善饲喂营养价值,提高饲料利用率。另外,发酵菠萝渣或甘蔗渣用作动物饲粮可以提高动物生产性能,改善肉品质,减少疾病发生率,降低养殖成本。为此,本文针对菠萝渣和甘蔗渣的营养特性、微生物发酵及其在动物饲粮中的应用进行综述,旨在为果渣资源在动物生产中的推广应用和进一步开发提供参考和指导。

## 1 菠萝渣

### 1.1 菠萝渣的营养特性

菠萝(pineapple),别称凤梨,原产自美洲热带地区,是广东地区常见、高产、优质的四大热带果品之一。近年来,我国菠萝产量一直呈平稳增长趋势,菠萝栽培种植主要集中在华南地区,尤其是广东徐闻。据统计,2019年度我国菠萝总产出量达171.88万t。菠萝渣(pineapple residues)主要是指压榨果汁、加工果酱、罐头、果脯或果酒后剩下的菠萝果皮和残余果肉,约占整个鲜果总量的50%~60%。

菠萝果肉香甜爽脆,富含糖类、脂肪、蛋白质、矿物质和多种维生素等多种组分。另外,菠萝叶渣作为果实收获后的农副产品资源,含有植物蛋白、葡萄糖、矿物质等营养成分,也可作为菠萝渣使用。菠萝果渣和果肉中的柠檬酸和总糖含量较接近,但粗蛋白和粗灰分含量明显高于果肉。菠萝渣养分含量因品种、加工利用方式等存在一定差异性。菠萝渣养分丰富,其中无氮浸出物(NFE)为43.72%~47.02%,粗蛋白(CP)为7.48%~7.72%,粗脂肪(EE)为2.37%~2.43%,粗纤维(CF)为26.69%~28.71%,粗灰分(ASH)为5.32%~5.54%,钙(Ca)为0.54%,磷(P)为0.06%<sup>[1-2]</sup>。此外,果渣中还含有膳食纤维和果胶木质素等可利用养分。

槲皮素为菠萝渣中的重要活性成分,具有抗氧化和止咳平喘等生理和药理调节功能<sup>[3]</sup>。菠萝渣中的主要抗营养成分为菠萝蛋白酶,它直接影响饲用适口性,降低动物对饲料的消化利用率,影响动物的健康生长和生产性能。因此,通过开发菠萝渣微生物发酵饲料,一方面可以提高菠萝渣粗蛋白水平和饲用适口性,改善其饲用价值。另一方面,可以替代部分饲料饲喂动物,节约养殖成本,提高经济价值。另外,还可以有效解决菠萝渣储存难、运输成本高的问题,明显提高其社会和生态效益。

收稿日期:2021-04-22

\*通讯作者

葛影影,女,1993年生,畜牧师。

## 1.2 菠萝渣的微生物发酵

菠萝渣(pineapple residues)为微生物发酵提供丰富优质的碳源,利用微生物发酵技术可以提高其营养和饲用价值。黄晓亮等<sup>[4]</sup>分别利用适量酵母菌和复合酶制剂进行菠萝渣发酵试验,结果发现,对菠萝渣青贮饲料外观性状及青贮品质无影响,但青贮发酵菠萝渣中无氮浸出物含量较发酵前分别提高了 3.33% 和 7.13%,粗纤维水平分别降低了 10.26% 和 21.43%。同时发现,使用适量氨水可以改善菠萝渣青贮料的颜色和气味,使粗蛋白水平提高了 9.04%。梁耀开等<sup>[5]</sup>研究指出,根霉和产朊假丝酵母菌最佳接种比例 6:4,接种量 10%,料水比例 3:7,此发酵条件下 CP 含量增幅最大。吴征敏<sup>[6]</sup>研究表明,在菠萝渣原料中添加 0.6 g/kg 纤维素酶,青贮菠萝渣乳酸(LA)提高了 18.53%、CP 含量提高了 17.21%,菠萝渣中添加 0.025 g/kg 乳酸菌青贮,其发酵产物 CP 提高了 26.85%,其发酵品质和营养价值均得到改善。陈间美等<sup>[7]</sup>研究指出,绿色木霉和产朊假丝酵母菌用作优势发酵菌种,经试验优化表明,最佳发酵条件为 30 ℃、接种量 10%、料液比 1:3,此条件下连续发酵 4 d,发现混合发酵后产物的粗蛋白含量为 20.27%,且发酵后芳香气味较浓。这为日后生产菌体蛋白饲料提供有利的发酵技术参考依据。

## 1.3 菠萝渣在动物饲粮中的应用

1)在反刍动物饲粮中的应用。因菠萝渣粗纤维含量高,并含有抗营养物质导致直接饲喂适口性差,存在动物采食量降低、饲粮养分消化利用率不理想等问题。许多研究表明,菠萝渣发酵饲料在动物饲粮中的应用较普遍且效果明显。研究发现,将 20% 菠萝渣发酵培养物替代部分青贮玉米秸秆饲喂奶牛,奶牛采食量和干物质摄入量提高了 17.7% 和 26.39%,奶牛日产奶量和乳脂率提高了 27.79% 和 3.26%<sup>[8]</sup>。这可能是发酵培养后菠萝渣饲料适口性提升,促进动物食欲和采食量的增加,有效提高饲料消化利用率以及提高乳品产量和质量。邝哲师等<sup>[9]</sup>利用发酵菠萝渣替代部分精料饲喂奶牛发现,对奶牛血清葡萄糖、胆固醇、甘油三酯等生化指标无影响,可见在保证动物正常生长情况下可以使用发酵菠萝渣替代部分精料以提高养殖效益。Gowda 等<sup>[10]</sup>利用 62% 菠萝渣青贮料替代玉米青贮料并与部分精料混均后饲喂绵羊,结果发现,不影响

绵羊的体重、料肉比、营养物质代谢和血清生化指标值,但可以有效降低养羊饲料成本。吴征敏<sup>[6]</sup>研究指出,用纤维素酶和乳酸菌发酵后的青贮菠萝渣饲喂雷州黑山羊,对瘤胃正常发酵消化功能无影响且增加了瘤胃优势菌群种类的丰度,促进瘤胃内有益微生物的生长繁殖,从而改善山羊肠道菌群结构和促进机体健康生长。Acaina 等<sup>[11]</sup>研究表明,使用青贮菠萝渣替代象草饲喂羔羊,对羔羊的胴体产量和非胴体成分无不良影响,并指出菠萝副产物青贮饲料替代象草具有可行性。

2)在其它动物饲粮中的应用。HAN 等<sup>[12]</sup>利用青贮处理后不同添加水平的菠萝叶渣饲喂生长育肥猪,发现育肥猪的日增重增加、料肉比降低,提高养殖经济效益,改善肉品质,其中以 4% 添加量饲喂效果最佳。吕庆芳等<sup>[13]</sup>研究表明,菠萝皮渣养分含量丰富,贵妃鸡日粮中以 2.5% 添加量为宜,不影响其生长性能和屠宰性能指标。Chandler 等<sup>[14]</sup>利用菠萝渣生产的菠萝蛋白酶连续 10 d 饲喂仔猪,结果发现,适量菠萝蛋白酶可以显著降低仔猪腹泻发生率,提高仔猪日增重。

## 2 甘蔗渣

### 2.1 甘蔗渣的营养特性

甘蔗(*Saccharum officinarum*)是一年或多年生草本植物,原产于印度,具有高产、优质、抗逆性强等特点。我国的甘蔗生产量居于世界第三,据统计 2019 年我国甘蔗产量为 7 300 万 t。甘蔗渣是农业和工业加工或收获副产物,主要是指甘蔗加工榨果汁或制糖业的下脚料,其营养成分难以被动物消化,通过氨化和微生物发酵处理后可以有效解决动物对其养分消化吸收难的问题,以生产增值产品。甘蔗渣干物质含量 95.1%、CP2.43%、EE0.69%、CF44.7%、ASH2.19%、Ca 0.33%、P 0.08%<sup>[15]</sup>。此外,甘蔗皮木质素和纤维素含量高,病虫害发生少,农药残留量较低,饲用安全性相对较高。甘蔗渣主要养分含量因品种、产地和收获时间不同而存在差异。蔗渣中富含黄酮、多酚、苷类和有机酸等活性成分,主要包括汉黄芩苷、新橙皮糖苷、迷迭香酸、绿原酸等,具有抑菌、抗氧化、抗应激等重要生理功能<sup>[16]</sup>。

### 2.2 甘蔗渣的微生物发酵

郭婷婷等<sup>[17]</sup>研究指出,黑曲霉单菌发酵终产物

的 CP 和多酚含量高于产朊假丝酵母,但其 CF 含量则低于产朊假丝酵母。当利用混合双菌发酵时,发酵接种比例为 1:1, CP 含量提高了 36.22%,CF 降低了 7.30%,多酚含量提高了 324.3%。结果显示,混合双菌的发酵效果优于单菌。有研究报道,将甘蔗渣接种乳酸菌复合系 LBC-8 进行发酵,结果发现复合系菌群为主要优势菌群,可促进乳酸菌等有益菌数量增殖,提高甘蔗渣微生物发酵饲料品质<sup>[18]</sup>。张和平<sup>[19]</sup>研究指出甘蔗渣的最优发酵条件为料液比例 1:3,30℃ 下发酵 30 d,白腐菌和黑曲霉接种比例 4:1,可降解蔗渣木质纤维素含量,改善饲料适口性。Mojtaba 等<sup>[20]</sup>通过体内和体外试验数据证实了利用假单胞菌生物发酵处理甘蔗渣可以用作反刍动物饲料替代粗饲料的来源,且发现发酵甘蔗渣在反刍饲料推广和应用中具有较大生产潜力。Sama-di 等<sup>[21]</sup>采用先氨化后发酵的工艺开展甘蔗渣质量评估和体外消化率试验,结果表明,不同培养时间显著影响粗蛋白含量变化。另外,将含可溶性碳水化合物 10% 的西米粉添加到哈茨木霉发酵的甘蔗渣中,对体外干物质消化率和体外有机物消化率有显著影响,对发酵 pH 值无影响。

### 2.3 甘蔗渣在动物饲料中的应用

反刍动物因自身特殊的消化生理结构对粗纤维具有较强的消化吸收能力,故甘蔗渣作为粗饲料在反刍动物饲料中的应用较多,而在其他动物饲料中的应用也有少量研究报道。

1) 在反刍动物饲料中的应用。Menezes 等<sup>[22]</sup>研究指出,相比直接青贮甘蔗渣,经碱化处理后的青贮甘蔗渣饲料能够显著提高肉牛的日常增重和采食量,且不影响屠宰后的肉品质,使用效果良好。代正阳<sup>[23]</sup>利用青贮甘蔗渣替代 50% 稻草饲喂肉牛,发现可以促进肉牛育肥效果,但对肉牛瘤胃发酵特性和血清生化指标无不良影响,在生产中为获得更好的日常增重和饲料报酬可以适当使用青贮甘蔗渣替代饲喂日粮。冯定远等<sup>[24]</sup>在奶牛日粮中添加碱化处理后的甘蔗渣,结果发现,在维持日粮营养平衡的条件下可以代替部分干草和玉米青贮以及少量精料的使用量。此外,对奶牛的采食量和产奶量以及饲料养分消化率无不良影响。蚁细苗等<sup>[25]</sup>利用膨化甘蔗渣替代玉米秸秆青贮料饲喂肉牛,发现肉牛的采食量和日常增重均增加。其中,平均日常增重提高了 36.7%,饲料成本降低了 28.8%。韩志金等<sup>[26]</sup>在奶牛

饲料中添加 45%、50%、55% 和 60% 甘蔗渣,对照组与添加组间的干物质采食量和采食时间无显著差异,两组间的养分表观消化率存在显著差异。结果发现,高添加量的甘蔗渣也能够降低奶牛泌乳量,为保证奶牛良好的泌乳水平,浓缩料中的添加量以 45%~50% 为宜。

2) 在其它动物饲料中的应用。李夕<sup>[27]</sup>利用添加甘蔗渣的日粮饲喂肉鸡,可显著提高肉鸡对淀粉的消化率,且粗玉米粉颗粒料和添加 2% 甘蔗渣可以有效促进养分消化利用率。单洪伟等<sup>[28]</sup>在凡纳滨对虾养殖过程中添加甘蔗渣发现,甘蔗渣对水质中氮循环菌体的生长起诱导作用,并促进浮游微生物大量增殖,且适宜添加量对对虾养殖生产量和存活率并无影响,添加 0.5~1 kg/m<sup>2</sup> 甘蔗渣对对虾养殖水环境具有直接改善功能。庞少华<sup>[29]</sup>研究报道,在凡纳滨对虾养殖水体中联合使用芽孢杆菌和甘蔗渣可以提高对虾产量和存活率,降低饵料系数,降低养虾饲料成本,具有较好的养殖应用效果。

## 3 小结与展望

近年来,关于常见果渣类非常规饲料资源的开发利用已成为饲料行业研究的热点方向之一,在果渣发酵饲料产品开发与动物饲料应用方面取得一定成效。但在多种动物饲料中的研究和推广应用还存在一些问题:1) 以菠萝渣和甘蔗渣等为主的果渣具有种植季节性和地区的限制性,只能就地取材加工利用,难以实现产业广泛化和规模化发展。2) 对果渣含有的毒害物质检测和去除技术不够精准、高效。3) 果渣类发酵饲料产品质量安全检测和评价标准还不够健全。4) 果渣发酵优势菌菌株种类丰富性不够,发酵工艺还有待提高,操作简单且价格实惠的发酵微生物替代品相对缺乏。5) 果渣类饲料在不同生产方向、不同种类动物上的饲喂试验不够全面。因此,今后的研究和推广应用工作应重视以下几个方面:1) 丰富发酵微生物菌种类型,优化发酵工艺条件,开发微生物酶等发酵替代品。2) 开发高效的原料毒素和抗营养因子检测和去除技术。3) 制定果渣类发酵饲料产品质量行业标准,提高产品使用的安全性和可行性。4) 扩大果渣类饲料在不同生产方向和不同动物种类中的饲喂应用,从营养物质代谢、血清生化指标、疾病发生率等多方面验证饲喂效果。

## 参 考 文 献

- [1] 王晓敏,刘培剑.菠萝渣在动物生产中的应用研究进展[J].广东饲料,2016,25(1):41-42.
- [2] 吕庆芳,王润莲.菠萝皮渣的营养成分分析及利用的研究[J].果树学报,2011,28(3):443-447.
- [3] SELANI M M, BRAZACAS G C, DOSSANTOSDIAS C T, et al.Characterisation and potential application of pineapple pomace in an extruded product for fibre enhancement[J]. Food chemistry, 2014(163):23-30.
- [4] 黄晓亮,黄银姬.不同添加剂对青贮菠萝渣营养成分的影响[J].饲料研究,2007(3):72-73.
- [5] 梁耀开,邓毛程,吴亚丽.利用菠萝皮渣生产蛋白饲料的发酵条件研究[J].河南农业科学,2010(9):129-131.
- [6] 吴征敏.菠萝渣青贮条件优化及对雷州山羊瘤胃体外发酵特性影响的研究[D].湛江:广东海洋大学,2019.
- [7] 陈间美,李晋祯,何晓彤,等.菠萝皮渣生产优质高菌体蛋白饲料发酵菌种的筛选及发酵条件的优化[J].农产品加工,2020(3):55-59.
- [8] 邝哲师,张玲华,孙晓刚,等.菠萝渣发酵培养物对奶牛生产性能的影响[J].饲料研究,2006(5):40-42.
- [9] 邝哲师,陈家义,徐志宏,等.菠萝渣发酵培养物对奶牛血液指标的影响[J].广东农业科学,2006(11):37-40.
- [10] GOWDA N K, VALLESHA N C, AWACHAT V B, et al. Study on evaluation of silage from pineapple (*Ananas comosus*) fruit residue as livestock feed [J].Tropical animal health production, 2015,47(3):557-561.
- [11] ACAINA K S, ALVES K S, RENNAN S, et al. Carcass yield, cuts and body components in lambs fed a pineapple by-product silage diet[J].African journal of agricultural research, 2017, 12(28):2351-2357.
- [12] HAN J C, DU J H, ZHANG J, et al.Study on influence of fermentative pineapple leaf residues on growth performance of growing-finishing pigs[C]. Science and Engineering Research Center.Proceedings of 2015 International Conference on Computer Science and Information Engineering (CSIE 2015).[S.L.]:Science and Engineering Research Center, 2015:450-454.
- [13] 吕庆芳,王润莲.菠萝皮渣的营养成分分析及利用的研究[J].果树学报,2011,28(3):443-447.
- [14] CHANDLER D S, MYNOTT T L. Bromelain protects piglets from diarrhoea caused by oral challenge with K88 positive enterotoxigenic *Escherichia coli*[J]. Gut, 1998,43(2):196.
- [15] 包健,盛永帅,蔡旋,等.鲜食大豆秸秆、茭白鞘叶和甘蔗渣营养成分和瘤胃降解率的研究[J].饲料研究,2015(15):33-38.
- [16] 王彬,李延森,李春梅,等.甘蔗提取物的活性成分与生理功能研究进展[J].畜牧与兽医,2018,50(1):137-139.
- [17] 郭婷婷,彭新利,陈玉春,等.甘蔗渣固态发酵方式研究[J].饲料广角,2016(6):32-33,48.
- [18] 柳洪良.甘蔗渣发酵饲料中乳酸菌复合系的筛选及其发酵特征的研究[D].延吉:延边大学,2010.
- [19] 张和平.乳酸菌发酵甘蔗渣、糖蜜酒精废醪液制备饲料工艺及其技术可行性研究[D].昆明:昆明理工大学,2016.
- [20] MOJTABA M K, SAMANEH B, FARZANEH K. Investigating the possibility of producing animal feed from sugarcane bagasse using oyster mushrooms: a case in rural entrepreneurship[J]. Journal of global entrepreneurship research, 2019,9(1):174-176.
- [21] SAMADI S, SITI W, YUNASRI U, et al.Improving sugarcane bagasse as animal feed by ammoniation and followed by fermentation with trichoderma harzianum (*In vitro* Study)[J].Animal production,2016,18(1):516-520.
- [22] MENEZES G C D, VALADARES S D, MAGALHAES F A, et al. Intake and performance of confined bovine fed fresh or ensilaged sugar cane based diets and corn silage [J]. Revista brasileira de Zootecnia-Brazilian journal of animal science.2011,40(5):1095-1103.
- [23] 代正阳.蛋白水平及饲喂青贮甘蔗渣对金华黄牛生产性能的影响[D].杭州:浙江农林大学,2018.
- [24] 冯定远,颜惜玲,蒲英远.产奶牛对碱化甘蔗渣消化利用的研究[J].广东农业科学,1996(2):40-41.
- [25] 蚁细苗,谭文兴,陶誉文,等.甘蔗副产物粗饲料化试验研究[J].广西糖业,2015(5):25-28,35.
- [26] 韩志金,陈玉洁,田东海,等.甘蔗渣作为粗饲料对奶牛生产性能、养分消化和采食行为的影响[J].中国饲料,2020(2):75-79.
- [27] 李夕.饲料甘蔗渣和钠盐水平及玉米粒度对肉鸡营养物质消化率的影响[J].广东饲料,2018,27(5):51.
- [28] 单洪伟,高磊,马甦.甘蔗渣作为底质对凡纳滨对虾生长和养殖环境的影响[J].中国海洋大学学报(自然科学版),2013,43(8):37-43.
- [29] 庞少华.芽孢杆菌与甘蔗渣在凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei*)养殖中的应用研究[D].青岛:中国海洋大学,2012.

【责任编辑:刘少雷】