

糟渣类饲料作为饲料原料在畜禽生产中的应用现状

黄华云¹, 张子晓^{1,2}, 张耿铭^{1,2}, 李瑞瑞^{1,3}, 杨苗苗^{1,3}, 王钱保¹, 李春苗¹, 黄正洋¹, 赵振华^{1*}

(1.江苏省家禽科学研究所, 江苏扬州 225125; 2.河北科技师范学院动物科技学院, 河北秦皇岛 066600; 3.佛山科学技术学院广东省动物分子设计与精准育种重点实验室, 广东佛山 528011)

摘要 我国糟渣类饲料资源丰富, 分布广泛, 价格低廉, 用作动物饲料原料具有非常高的应用价值。主要搜集和梳理了糟渣类饲料原料的类别、特点以及白酒糟、啤酒糟、豆腐渣和果渣作为饲料原料在动物生产中的应用现状及前景。研究发现, 糟渣类饲料可以作为豆粕-玉米基础日粮替代计划的选项。

关键词 糟渣类饲料; 饲料原料; 动物生产

中图分类号 S816 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2024)20-0001-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2024.20.001

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Application Status of Feeds of Dregs as Raw Material of Livestock and Poultry Feed in Animal Production

HUANG Hua-yun¹, ZHANG Zi-xiao^{1,2}, ZHANG Geng-ming^{1,2} et al (1.Jiangsu Institute of Poultry Science, Yangzhou, Jiangsu 225125; 2.College of Animal Science and Technology, Hebei Normal University of Science & Technology, Qinhuangdao, Hebei 066600)

Abstract In China, the feeds of dregs resources are abundant, widely distributed and low in price, and has high application value as an animal feed raw material. The categories and characteristics of the feeds of dregs were collected and sorted, as well as the application status and prospect of white wine lees, beer lees, bean curd residue and fruit residue as feed materials. Research has found that residue feeds can be used as an option in a soybean meal-corn-based diet replacement program.

Key words Feeds of dregs; Feed material; Animal production

海关总署全年粮食进口数据显示, 2021 年我国进口大豆 9 651 万 t, 占世界大豆总出口量的 59.68%, 占国内大豆总消费量的 82.77%^[1]; 2022 年全年我国累计进口粮食 14 687.2 万 t, 同比降低 10.7%; 累计进口大豆 9 108.1 万 t, 同比降低 5.6%, 进口量有所下降, 但进口成本大幅走高, 创历年新高。2023 年我国进口粮食总量为 16 196 万 t, 同比增长 11.7%。2023 年我国粮食总产量为 69 541 万 t, 对外粮食依存度约 18.9%。2023 年, 在谷物(小麦、大麦、稻米、玉米、高粱等)、豆类及薯类这三大类粮食中, 豆类进口 10 286 万 t, 占比 63.51%, 其中大豆 9 941 万 t, 占比 61.38%; 玉米进口 2 713 万 t, 占比 16.75%, 小麦进口 1 210 万 t, 占比 7.47%。大豆进口总值 4 198.95 亿元, 在进口粮食总值中占比 72.4%。以上数据表明, 当前我国过度以粮食作为饲料生产原料, 人畜争粮问题依旧严峻, 畜牧业饲料原料的结构不够合理, 难以抵御可能存在的原料风险问题^[2]。2023 年, 农业农村部启动实施了饲用豆粕减量替代三年行动, 引导饲料养殖行业科学用料, 减少豆粕用量, 促进节约降耗, 大力挖掘粮食加工副产品等多种资源, 用来作为饲料。因此, 开发非常规饲料替代传统饲料原料势在必行。

我国是农业和食品大国, 据统计, 每年我国因谷物酿造、豆制品、水果等加工生产所产生的各类糟渣有 1.7 亿 t 之多, 这些糟渣富含糖类、有机酸、维生素、矿物质、膳食纤维及黄酮、多酚、色素类活性物质^[3], 营养十分丰富。如果合理开发

和利用这些糟渣, 将其作为动物饲料生产原料, 可以缓解我国人畜争粮的矛盾和动物饲料原料紧缺的问题, 并将大大提高资源利用效率, 降低动物养殖成本, 促进种植业、加工业和养殖业的良性发展^[4-5]。

1 糟渣类饲料原料概述

1.1 糟渣类饲料原料的主要来源 糟渣类饲料原料主要来自酿造业、豆制品、水果等加工业产生的大量糟渣, 其中酿造业的糟渣主要包括白酒糟、啤酒糟、醋糟等。每生产 1 t 白酒, 可产生 3~4 t 湿酒糟^[6-7]。我国每年仅白酒糟的产量就在 2 000~3 000 万 t。豆制品的糟渣产量也不可小觑, 大豆是我国居民膳食中优质蛋白质的重要来源, 以大豆为原料加工豆腐、豆浆或豆奶产生的副产品豆腐渣, 每年生产大约 2 000 万 t^[8], 每 1 t 黄豆加工成豆浆或豆腐, 会产生 2~3 t 的豆渣^[9]。水果加工业的糟渣也比较丰富, 我国水果产量仅次于粮食, 是重要的农副产品之一。在所有水果产量中, 约 38% 会用于水果的加工, 如制作饮料、罐头等产品, 在加工过程中产生的果渣产量很高, 每加工 1 t 水果, 可产生 400~500 kg 的果渣, 其中苹果、柑橘、葡萄等水果渣是我国水果加工的主要糟渣来源^[10]。

1.2 糟渣类饲料原料的特点 糟渣类饲料原料是食品生产和工业生产原料在碳水化合物提取之后剩余的残渣, 这些残渣的特点主要为: ①水分含量高, 水分含量普遍在 30%~80%, 而啤酒糟的水分含量高达 80%; ②主要营养含量为粗蛋白、粗脂肪和粗纤维, 其中粗纤维含量占 10%~20%; ③含有抗营养因子, 糟渣或多或少都含有不同种抗营养因子, 如抗胰蛋白酶、单宁、凝血素等^[11]; ④营养成分的差异较大, 不同的生产原料含有的营养物质具有较大差异, 不同的生产工艺又会造成营养物质种类和含量的变化, 从而造成营养成分

基金项目 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-41-Z05); 江苏省种业振兴揭榜挂帅项目[JBCS(2021)109, JBCS(2021)029]; 扬州市现代农业项目(YZ2023054)。

作者简介 黄华云(1983—), 女, 湖南永州人, 研究员, 博士, 从事家禽遗传育种研究。*通信作者, 研究员, 博士, 从事家禽遗传育种研究。

收稿日期 2024-03-26

之间的差异性;⑤易黏结,大部分糟渣在使用过程中需要烘干,其含有的淀粉在这个过程中易糊化^[2];⑥部分糟渣的酸碱差异较大,比如酒糟和果渣的酸度比较高,酸碱不平衡,在进行饲料加工时,需要进行酸碱平衡的处理。

1.3 糟渣类饲料原料的处理 基于糟渣原料的特点,在作为动物饲料原料时,其不能进行直接使用,需要采取烘干、发酵或青贮等前期处理工艺和加工粉碎制作。糟渣烘干后便于保存和运输,甚至可以直接饲喂,烘干后还能作为糟渣后续饲料生产制作的预处理措施。以往糟渣的烘干主要采取的是干燥机烘干的方式,但这种方式处理的糟渣容易出现黏结和焦化现象,影响糟渣的品质。随着技术的进步、新设备的引进和工艺流程的完善,当前糟渣的烘干设备主要是直热式风炉、间接式热风炉、滚筒烘干机等^[12],能够充分利用机械脱水 and 干燥脱水方式,解决糟渣烘干过程中的能耗、焦化和黏结等问题。

发酵处理方面,研究发现,糟渣发酵之后其蛋白质含量会有所提高,且能减少和去除抗营养因子^[13],增加生物活性物质释放、改善适口性,形成经济实惠、营养多样、适口性好、有益菌含量高的生物饲料^[14]。微生物发酵是当前糟渣发酵处理的主要方式,包括液态发酵和固态发酵 2 种形式。发酵处理的效果受菌种、温度、时间等多种工艺参数的影响,不同的糟渣需要针对性进行不同菌种的发酵处理,而不同的菌种对发酵温度的要求也有所不同。

青贮,即在厌氧条件下,作物中含有的少量乳酸菌利用原料中的营养物质进行发酵,产生有机酸,降低原料 pH^[15],抑制有害微生物的生长防止腐败,能更好地贮存原料。国内外研究表明,如果在青贮阶段加入适量的乳酸菌,能提高初期乳酸菌基数,提高乳酸产量和 pH 降低速度,缩短青贮初期至乳酸发酵时间^[16]。

2 糟渣类饲料原料在动物生产中的应用

糟渣类饲料原料在动物生产中的应用以酒糟最为广泛,其次为豆腐渣、果渣等,其中酒糟又以白酒糟、啤酒糟为主。

2.1 白酒糟在动物生产中的应用 白酒糟是以谷物为原料使用传统的固态发酵和蒸馏工艺制得白酒后的副产物,富含蛋白质、粗脂肪、粗纤维、维生素、矿物质元素、氨基酸等营养元素。白酒糟作为饲料原料饲喂动物不仅可以提高动物的生产性能,更能改善肠道菌群,促进肠道发育,提高抗氧化能力和免疫功能,从而提高养殖的经济效益。

研究表明,育肥猪饲料中添加 6% 的发酵白酒糟代替麸皮,可提高育肥猪平均日增重和平均日采食量,降低料肉比,减少生产成本^[5];饲料内添加 6% 白酒糟酵母培养物能提高 65~95 kg 阶段育肥猪的采食量和日增重^[17];汪成等^[18]用西杂架子牛进行饲养试验,结果表明,日粮中添加白酒糟可以提高其采食量和日增重,提高消化率和饲料报酬,显著降低料肉比,而日粮中白酒糟添加量在 4.8% 时效果最好。郑应家等^[19]在荷斯坦奶牛日粮中添加 0.6 kg/d 的白酒糟,显著提高了其采食量及产奶量,延长了泌乳周期。Obeidat^[20]在羔羊的日粮中利用干酒糟替代部分饲料进行饲养试验,结果表

明,按 150 g/kg 的比例添加白酒糟,羔羊的采食量显著增加,饲料成本降低了 19.6%。

在家禽上,用白酒糟及其发酵产物饲喂家禽,不仅可以提高生长性能,而且还能改善肠道形态,增强抗氧化能力和免疫力^[21]。马友彪等^[22]在 1 日龄肉仔鸡日粮中添加 0.5% 白酒糟酵母培养物,结果表明,21 日龄时,肉仔鸡的腹脂率降低,抗氧化能力提高。周建民等^[23]在 1 日龄肉仔鸡日粮中添加 1% 的白酒糟酵母培养物,提高了 21 日龄和 42 日龄空肠绒毛高度和隐窝深度,降低了料肉比。曾法兵等^[24]在 360 日龄蛋鸡日粮中添加 4% 的白酒糟,可以提高蛋壳重量和厚度。张鑫等^[25]在蛋鸡产蛋后期日粮中添加 1%~2% 发酵白酒糟,可提高采食量,改善生产性能和蛋品质,提高肠道健康水平,减少有害菌危害。田璐^[26]用白酒糟在 15 日龄肉鸭上进行饲养试验,显著提高了肉鸭的平均日增重,降低肌胃指数,提高肠道相对重量,提高屠宰后的胸肌 pH。

2.2 啤酒糟在动物生产中的应用 我国是全球最大的啤酒生产国,同时也是全球啤酒消费量最大的国家。2022 年我国啤酒产量为 3 568.7 万 t,产量连续 8 年世界位居第一,为此我国拥有丰富的啤酒糟资源。充分利用这些啤酒糟资源,将其开发成能替代蛋白质原料的新型饲料原料,不仅可以缓解我国目前蛋白质饲料原料不足的问题,更能响应国家号召,实现废弃资源的循环利用,并减少环境污染,具有重要的社会和经济价值。啤酒糟并非真正意义上的酒糟,它是啤酒厂利用麦芽进行糖化工艺,过滤后直接得到的滤渣,是没有经过酿酒发酵的糟,所以啤酒糟里含有丰富的蛋白质、氨基酸和维生素。啤酒糟不仅可以直接用作传统饲料进行饲喂,也可以生产干粉饲料、发酵饲料等替代玉米豆粕进行饲喂。

周思旋等^[27]在生长育肥猪日粮中可以添加适当比例的干啤酒糟,可以提高育肥猪生产性能,降低饲养成本。Tiware 等^[28]利用体外模型研究了包括啤酒糟在内的 6 种饲料对猪肠道大肠菌群的影响,结果发现啤酒糟可以发挥类似菊粉的益生元作用,调节肠道微生物菌群,改善机体免疫力。郭苏晓等^[29]研究表明,在梅花猪日粮中添加 40% 的发酵啤酒糟饲料,能有效控制腹泻和减少粪臭。蒋载阳等^[30]采用发酵豆粕、发酵啤酒糟、发酵果渣 3 种发酵饲料,分别替代玉米-豆粕型日粮中部分玉米、豆粕和玉米皮,结果表明,3 种发酵原料均显著降低了母猪断奶后的发情间隔($P<0.05$)。

啤酒糟含有丰富的粗纤维,对牛羊等反刍动物来说是一种优质饲料。钟华配等^[31]用啤酒糟对断奶犊牛进行饲养试验(试验 I 组添加 0.75 kg 啤酒糟,试验 II 组添加 1.00 kg 啤酒糟),结果表明,与对照组相比,试验 I 组和试验 II 组的平均日增重分别提高 8.70% 和 23.91%,平均增重分别提高 9.92% 和 25.11%,生长速度和健康程度提高了 3.84% 和 7.55%;周永平^[32]用啤酒糟进行了育肥牛饲喂试验,结果表明,与对照组相比,平均日增重增加 0.17 kg,体重增加了 88 kg,每头牛的饲料成本降低了 133 元,每头牛多创收 2 157 元;杨璐玲等^[33]将不同水平的啤酒糟添加到泌乳奶牛的日粮中,结果表明,与对照组相比,牛乳中乳蛋白率显著高于对照组($P<$

0.05),并得出奶牛日粮中添加 11% 的啤酒糟最为适宜。Radzik-Rant 等^[34]在羔羊日粮中添加 35% 啤酒糟,结果表明,添加啤酒糟可以提高羔羊的增重,改善肉质。张照喜^[35]用啤酒糟玉米秸混贮对奶山羊进行试验研究,结果表明,添加啤酒糟后奶山羊体增重与产乳量分别提高了 12.5% 与 8.8% ($P<0.05$)。

用啤酒糟饲养家禽,可以起到促进其生长发育,提高生产性能,改善肠道形态,提高免疫力等作用。雷涵等^[21]研究发现,日粮中添加啤酒糟可提高肉鸡的采食量。Levic 等^[36]研究表明,利用啤酒糟生产的蛋白饲料与豆粕饲料相比较,可以提高蛋鸡的产蛋量和孵化率。王彦茹等^[37]在 31~59 日龄麻羽肉鸭的基础日粮中添加不同水平啤酒糟,结果表明,随着日粮中啤酒糟水平的增加,麻鸭 59 日龄体重、体增重、料重比、第 4 主翼羽长度均呈线性或二次曲线的变化 ($P<0.05$),血清总蛋白、球蛋白、甘油三酯、低密度脂蛋白的浓度随饲料啤酒糟水平的增加呈线性降低 ($P<0.05$),而谷丙转氨酶与碱性磷酸酶的活性呈线性增加 ($P<0.05$),十二指肠容量、相对长度与重量、回肠的容量与相对长度、盲肠的相对重量以及肌胃相对重量随饲料啤酒糟水平的增加呈线性增加 ($P<0.05$),且麻鸭饲料中啤酒糟的适宜水平为 15.00%~18.94%。杨建平等^[38]用固态发酵啤酒糟替代豆粕在皖西白鹅上进行饲养试验,研究表明日粮中添加发酵啤酒糟替代 5% 的豆粕,可以提高采食量,提高增重并改善肉质。姬向波等^[39]用 10% 啤酒糟替代豆粕饲喂皖西肉鹅,结果表明,添加了啤酒糟可以促进鹅肠道有益菌的繁殖生长,改善肠道菌群并提高其生产性能。

2.3 豆腐渣在动物生产中的应用 豆腐渣是很好的蛋白质饲料。用豆腐渣养猪,不仅可以降低成本,而且能提高日增重,提高饲料的适口性和转化率,可以促进其生长,并在一定程度上降低发病率。研究表明,孔凡勇等^[40]在育肥猪日粮中添加 3% 豆腐渣,对其无不良影响,降低饲料成本;猪日粮中添加 25% 豆渣,对体重、采食量和饲料转化率没有任何不利影响^[41];Tian 等^[42]通过用发酵豆渣进行猪的饲养试验发现,猪的日增重提高了 (0.06 kg/d),饲料转化率降低了 (0.17%),肉的肉色、质量和抗氧化能力也有所提高,表明发酵豆渣可以替代部分玉米、豆粕用于养猪业。豆腐渣是牛羊很好的蛋白质补充饲料。李剑锋等^[43]用发酵豆渣饲喂肉牛,可显著提高其采食量和日增重,提高经济效益;童丹^[44]研究发现,用发酵豆渣替代 5% 的豆粕日粮,能显著提高肉牛的料重比。卢维红^[45]在山羊日粮中添加 8% 的发酵豆渣,可以提高山羊的日增重,降低料肉比,有较好的经济效益。

豆渣在家禽的研究中相对较少。王增飞等^[46]研究发现,日粮中添加 8%~16% 的豆渣对肉鸡体重、日增重无负面影响。李思聪^[47]利用发酵豆渣在肉鸡上进行试验,发现可以改善肉鸡的生产性能。张文珍等^[48]在 450 日龄蛋鸡日粮中添加 10% 的豆渣可以维持产蛋后期蛋鸡体质量,减缓产蛋率下降速度,显著提升日产蛋重,降低料蛋比,并显著提升鸡胸肉中鲜味氨基酸含量。发酵豆渣可以用来完全替代鱼粉,

不仅解决鱼粉短缺的问题,而且还促进家禽采食^[49]。

2.4 果渣等在动物生产中的应用 果渣带有果香味,可以提高其适口性,用作动物饲料可以改善畜禽的肠胃功能,降低腹泻等疾病的发病率,提高免疫力和消化吸收能力,还可以提高畜禽的采食量和日增重。研究表明,在“杜×花”二元杂交育肥猪饲料中加入 15% 的发酵苹果渣能显著提高 60~80 kg 阶段猪的平均日增重,显著降低全期采食量和料肉比^[50]。用 6% 的益生菌发酵苹果渣饲喂断奶仔猪,可以提高其日采食量和平均日增重,降低料重比及腹泻率的发生;妊娠母猪饲料中添加 10% 苹果渣能极显著降低母猪便秘发生率^[51]。在 20 日龄仔猪饲料中添加青贮葡萄皮渣能一定程度提高其日增重,显著提高仔猪抗氧化力^[52]。果渣经过发酵或青贮后能改善适口性,降解难消化吸收物质,提升活性物质含量,但其在养殖中也存在品质标准待定、酸性过强、用量有限等问题^[53]。所以,果渣的推广应用仍需要优化改良并深入研究。

3 展望

随着饲料原料价格的逐渐升高,动物养殖的成本加大,开发多种饲料生产原料,降低粮食等原料在动物饲料生产中的比重,已成为日益迫切的问题。充分利用我国现有的丰富的农副产品加工及工业废料,对促进我国的粮食安全、动物养殖业的健康可持续发展都具有重要的意义。白酒渣、啤酒渣、豆渣及果渣都能很好地作为饲料原料添加在动物的饲料中,但目前这些糟渣类饲料一方面没有标准的加工流程,在动物生产中也并没有确切的添加标准,另一方面糟渣类饲料在动物生产中的应用目前均处于试验阶段,其应用效果众说纷纭,以致没有广泛地应用于生产实践。因此,制定出不同物种糟渣类饲料的适宜添加标准及统一的加工流程,才能使糟渣类饲料更广泛地应用于动物生产实践中。

参考文献

- [1] 减少进口大豆依赖夯实养殖业发展基础:农业农村部有关司局负责人谈饲用豆粕减量替代[J].北方牧业,2022(5):9.
- [2] 于翔,陈宁,王嘉盛,等.甘薯渣营养价值及其饲料化利用技术研究进展[J].中国饲料,2021(23):124-129.
- [3] 姚焰融,周晓容,杨飞云,等.发酵糟渣作为猪饲料的研究进展[J].动物营养学报,2020,32(10):4491-4500.
- [4] 张煊梓,于胜晨,郝小燕,等.树叶、秸秆及糟渣类饲料在杜×寒杂交羊瘤胃中的降解特性研究[J].中国畜牧杂志,2021,57(5):165-170,176.
- [5] 韦良开,郑斌,陈玉龙,等.糟渣类饲料原料在猪业养殖中应用研究进展[J].广东饲料,2020,29(3):38-40.
- [6] 杨英超,咎林森.非常规饲料在反刍动物生产中的应用进展[J].中国牛业科学,2020,46(1):26-30,37.
- [7] 王子玉,熊晨,陆亚珍,等.几种糟渣在羊上的饲料化利用研究[J].现代畜牧兽医,2017(12):18-23.
- [8] CHOI I S, KIM Y G, JUNG J K, et al. Soybean waste (okara) as a valorization biomass for the bioethanol production[J]. Energy, 2015, 93: 1742-1747.
- [9] 刘鹏,王世让,刘艳秋,等.挤压加工对食品中营养物质的影响研究进展[J].中国粮油学报,2018,33(6):127-132.
- [10] 李贝贝.番茄渣对育肥猪生长性能、胴体品质、肉品质和抗氧化能力的影响[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2017.
- [11] 杨瑞萍,杨瑞玲,张志军,等.四类非常规饲料的利用现状及研究进展[J].草食家畜,2015(5):14-19.
- [12] 唐振华,邹彩霞,夏中生,等.糟渣类饲料贮存技术的研究进展[J].中国畜牧兽医,2015,42(3):605-612.
- [13] 钟荣珍,房义.糟渣类饲料的开发现状和在动物生产中的应用[J].饲料工业,2010,31(1):44-48.
- [14] 塔吉姑丽·库尔班尼亚孜.牛常见的饲料种类及饲喂注意事项[J].畜

- 禽业,2022,33(5):53-55.
- [15] 池宙,孙宝丽,刘德武,等.我国南方地区常见粗饲料资源开发利用研究[J].饲料研究,2021,44(8):123-127.
 - [16] 武婷婷.非常规饲料资源在肉牛育肥中的应用与典型日粮配方的研究[D].南宁:广西大学,2018.
 - [17] 刘志云,钟晓霞,姚焰础,等.白酒糟生物饲料及其在猪生产上的应用现状[J].动物营养学报,2020,32(1):15-20.
 - [18] 汪成,王之盛,胡瑞,等.不同类型白酒糟对西杂牛生长性能、养分表观消化率、血清生化指标及瘤胃发酵参数的影响[J].动物营养学报,2021,33(2):913-922.
 - [19] 郑应家,项性龙,叶日松,等.发酵酱香型白酒糟对奶牛生产性能的影响[J].安徽农业科学,2019,47(9):93-95.
 - [20] OBEIDAT B S. Influence of corn-dried distiller's grain with solubles on growth performance and blood metabolites of Awassi lambs offered a concentrate diet[J]. Italian journal of animal science, 2018, 17(3): 636-642.
 - [21] 雷涵,杨灿,陈思远,等.白酒糟、啤酒糟和米酒糟对肉鸡的营养价值比较[J].动物营养学报,2017,29(11):4131-4136.
 - [22] 马友彪,周建民,张海军,等.不同能量水平饲料中添加白酒糟酵母培养物对肉仔鸡生长性能、胴体组成和血清生化指标的影响[J].动物营养学报,2018,30(1):274-283.
 - [23] 周建民,马友彪,张海军,等.白酒糟酵母培养物对肉仔鸡生长性能、血清抗氧化指标和肠道形态结构的影响[J].动物营养学报,2019,31(5):2357-2366.
 - [24] 曾法兵,曾益,陈晓兰.纤维素分解菌发酵白酒糟饲喂蛋鸡试验研究[J].饲料博览,2018(11):35-38.
 - [25] 张鑫,封伟杰,王玉璘,等.不同水平平酒酵母发酵白酒糟对蛋鸡生产性能、蛋品质、粪便菌群微生物的影响[J].饲料工业,2020,41(20):26-31.
 - [26] 田璐.白酒糟、发酵白酒糟对樱桃谷肉鸭的饲用价值研究[D].广州:华南农业大学,2017.
 - [27] 周思旋,徐健,徐洪忠.酒糟干粉在育肥猪日粮中的应用研究[J].黑龙江畜牧兽医,2014(1):95-97.
 - [28] TIWARI U P, MATTUS S, NEUPANE K, et al. 450 *in vitro* fermentation characteristics of agricultural products and coproducts and its effect on the large intestinal microbiota of swine[J]. Journal of animal science, 2016, 94:215.
 - [29] 郭苏晓,王亚斌,黄春梅,等.啤酒糟发酵饲料对梅花猪的饲喂效果分析[J].饲料工业,2018,39(2):43-45.
 - [30] 蒋载阳,廖奇,燕富永,等.不同发酵原料对母猪生长性能、养分表观消化率和血清免疫指标的影响[J].饲料博览,2019(1):1-5.
 - [31] 钟华配,李治培,韦科龙,等.啤酒糟在奶水牛断奶犊牛过渡中的应用研究[J].中国畜禽种业,2021,17(6):43-44.
 - [32] 周永平.应用啤酒糟育肥奶牛技术[J].黑龙江畜牧兽医,2016(10):81-82.
 - [33] 杨璐玲,吕永艳,孙国强.啤酒糟对奶牛产奶性能及血液生化指标的影响[J].中国畜牧杂志,2014,50(13):51-56.
 - [34] RADZIK-RANT A, RANT W, NI ŻNIKOWSKI R, et al. The effect of the addition of wet brewers grain to the diet of lambs on body weight gain, slaughter value and meat quality[J]. Archives animal breeding, 2018, 61(2):245-251.
 - [35] 张照喜.啤酒糟玉米秸混贮饲料喂泌乳奶山羊的效果[J].吉林畜牧兽医,2003,24(2):23-24.
 - [36] LEVIC J, DJURAGIC O, SREDANOVIC S. Use of new feed from brewery by-products for breeding layers[J]. Romanian biotechnological letters, 2010, 15(5):5559-5565.
 - [37] 王彦茹,曾秋凤,张克英,等.啤酒糟对31~59日龄建昌麻羽肉鸭生产性能、血液生化指标及胃肠道发育的影响[J].动物营养学报,2016,28(3):807-815.
 - [38] 杨建平,姚国佳,姬向波,等.固态发酵啤酒糟对杂交皖西白鹅生长性能、免疫器官指数及肉质的影响[J].中国畜牧杂志,2016,52(16):93-98.
 - [39] 姬向波,姚国佳,刘健,等.啤酒糟、发酵啤酒糟替代豆粕对肉鹅生长性能、免疫器官指数及肠道菌群的影响[J].中国畜牧兽医,2015,42(10):2669-2675.
 - [40] 孔凡勇,柳云华,朱琼,等.豆腐渣对育肥猪生产性能和肉品质的影响[J].饲料研究,2012(10):33-36.
 - [41] HERMANN J R, HONEMAN M S. Okara: A possible high protein feedstuff for organic pig diets[R]. Iowa State University Iowa State University, 2004:1-2.
 - [42] TIAN Z, DENG D, CUI Y, et al. Diet supplemented with fermented okara improved growth performance, meat quality, and amino acid profiles in growing pigs[J]. Food science & nutrition, 2020, 8(10):5650-5659.
 - [43] 李剑峰,蒋小文,肖兵南,等.复合生物菌剂发酵豆渣饲喂肉牛的效果试验[J].现代农业科技,2017(20):215,218.
 - [44] 童丹.豆渣发酵方法及在肉牛饲料中应用的初步研究[D].通辽:内蒙古民族大学,2020.
 - [45] 卢维红.复合微生物发酵豆腐渣对山羊生产性能的影响[J].贵州畜牧兽医,2014,38(4):18-19.
 - [46] 王增飞,陈晓刚.日粮添加不同水平豆渣对肉鸡生长、养分消化、胴体性状及养殖成本的影响[J].中国饲料,2022(8):121-124.
 - [47] 李思聪.混菌固态发酵豆渣的研究及其在肉鸡生产上的初步应用[D].雅安:四川农业大学,2011.
 - [48] 张文珍,喻哲昊,刘建军,等.豆渣和饲料桑混合发酵物在产蛋后期蛋鸡饲料中的应用研究[J].现代农业科技,2022(17):183-185.
 - [49] 赵影,韩建春,郑环宇,等.豆渣深加工及综合利用的研究现状[J].大豆科学,2013,32(4):555-560.
 - [50] MOSET V, PIQUER O, CERVERA C, et al. Ensiled citrus pulp as a by-product feedstuff for finishing pigs: Nutritional value and effects on intestinal microflora and carcass quality[J]. Spanish journal of agricultural research, 2015, 13(3):1-12.
 - [51] 李祥,李凤玲,何金环,等.葡萄皮渣蛋白质营养价值的评价[J].中国农学通报,2019,35(20):126-131.
 - [52] KAFANTARIS I, STAGOS D, KOTSAMPASI B, et al. Grape pomace improves performance, antioxidant status, fecal microbiota and meat quality of piglets[J]. Animal, 2018, 12(2):246-255.
 - [53] 郑玮才,张宏祥,苏锐,等.沙棘果渣营养成分及其肉羊瘤胃降解率的研究[J].中国畜牧杂志,2019,55(1):91-96.