

葡萄皮渣在动物饲料中应用的研究进展

郝小燕 牟春堂 丁娜 张建新*

(山西农业大学动物科技学院,太谷 030801)

摘要: 葡萄皮渣是葡萄酿酒后的副产物,约占葡萄鲜重的 25%,其营养丰富,富含纤维、蛋白质、油脂、矿物质、多酚类化合物等,在动物营养、抗氧化和免疫方面有极大的利用价值。将葡萄皮渣作为动物饲料应用,不仅可以改善动物机体抗氧化和免疫机能,提高动物生产性能和畜产品品质,而且还可以节省常规饲料资源,降低饲养成本,缓解我国饲料资源紧缺的压力。因此,本文综述了葡萄皮渣的营养价值、加工方式及其在单胃动物和反刍动物饲料中的应用现状,为合理、科学地利用葡萄皮渣提供理论依据和技术指导。

关键词: 葡萄皮渣;加工方式;营养价值;生产性能;肉品质

中图分类号: S816

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2019)10-4427-07

我国国民生活水平不断提高,使得人们对动物产品的数量和质量需求也不断提升。畜牧业的快速发展面临饲料资源紧缺的巨大压力。近年来,我国大力推行精准营养、科学养殖,且对非常规饲料资源的开发利用进一步加强,以保障和促进我国畜牧业健康可持续发展。另外,集约化饲养模式下,高效生产的同时也伴随着动物机体氧化应激显著提高,导致动物生产性能和免疫机能下降,发病率升高,不仅影响养殖场的经济效益,而且影响畜产品的品质和安全。因此,减少或缓解畜禽氧化应激已成为现代养殖业的重大课题,而开发和利用绿色、功能性饲料原料是无抗养殖时代保障动物健康和畜产品品质的重要途径之一。

我国是葡萄种植大国,全国划分为包括西南区、东北及西北高原低温冷凉区、长三角区、黄河中下游区、环渤海湾区、黄土高原干旱半干旱区、西北干旱区在内的七大葡萄主产区,年产葡萄约达 1 300 万 t^[1]。全世界葡萄年产量约达 7 000 万 t,其中 70%以上的葡萄用于生产葡萄酒,

因而产生大量的酿酒葡萄皮渣副产物,法国、意大利、西班牙等葡萄酒生产大国的葡萄皮渣年产量达 1 200 t 以上^[2]。但是,由于葡萄皮渣产量大和没有得到科学的利用,所以造成了严重的环境问题和资源浪费。

葡萄皮渣主要由葡萄皮、籽和果梗构成,含有大量的有益成分,包括丰富的碳水化合物、维生素、矿物质、蛋白质及多酚类化合物^[3-4],具有很高的经济价值。葡萄皮渣作为动物饲料应用不仅解决了困扰葡萄酒厂的废弃物排放问题,而且节省了常规饲料资源,其中的一些活性成分还有利于动物生长和机体代谢。因此,本文主要通过阐述葡萄皮渣的营养价值及用途,葡萄皮渣的加工方式、营养特点及其作为功能性饲料对动物健康、生产性能、畜产品品质的影响,以为葡萄皮渣功能性饲料的开发和应用提供科学指导。

1 葡萄皮渣营养价值和主要用途

葡萄皮渣是葡萄酒酿造过程中产生的副产物,包含葡萄皮、果梗、葡萄籽等,占酿造葡萄总量

收稿日期:2019-04-03

基金项目:国家现代肉羊技术体系(CARS-38);山西省基础研究计划项目(201801D221291);山西省优秀博士来晋工作奖励资金科研项目(SXYBKY201707)

作者简介:郝小燕(1990—),女,内蒙古乌兰察布人,讲师,博士,从事反刍动物营养与饲料科学研究。E-mail: haoxiaoyan1990@sina.com

*通信作者:张建新,教授,博士生导师,E-mail: ypzjx@126.com

的25%~30%^[5]。由于葡萄皮渣产量大、利用率低,导致过剩的葡萄皮渣无法合理处置,甚至造成严重环境污染、资源浪费。人们逐渐发现葡萄皮渣富含有益成分,包括多酚类化合物、酒石酸盐、葡萄籽油、果胶、芳香物质等^[6]。李淳等^[7]研究了巨峰和赤霞珠2个葡萄品种的常量元素和微量元素,发现2个品种富含钾、钙、镁等常量元素,富含铁、铜、锌等微量元素,且2个品种元素含量差异明显。葡萄皮渣中含有丰富的营养物质,其中粗蛋白质含量为11.9%~16.6%,粗脂肪含量为3.34%~7.86%,粗纤维含量为7.13%~29.2%,中性洗涤纤维含量为22.0%~47.6%。另外, Moghaddam 等^[8]采用体外法分析了葡萄果渣的发

酵特性和代谢特性,结果表明葡萄果渣的代谢能、有机物质消化率、泌乳净能、挥发性脂肪酸含量分别为13.63 MJ/kg、87.04% DM、4.575 MJ/kg、2.484 mmol/kg,可以作为优质的反刍动物饲料。除常规营养成分外,葡萄皮渣中还含有丰富的功能性物质,如多酚、色素、葡萄籽油等,红葡萄果皮和籽中多酚含量分别高达25%~50%和50%~70%,葡萄籽中亚油酸、亚麻油酸等不饱和脂肪酸含量为14%~17%^[9]。葡萄皮渣中可提取的总酚为0.78%~4.28%^[8,10],总酚的提取量范围较大可能与提取方法和工艺不同有关。葡萄皮渣营养组成见表1。

表1 葡萄皮渣营养组成

Table 1 Nutrient composition of grape pomace

% DM

文献 References	有机物 OM	粗蛋白质 CP	粗脂肪 EE	粗纤维 CF	中性洗涤纤维 NDF	酸性洗涤纤维 ADF	总酚 TP
金雅倩等 ^[10]	90.50	15.80	3.34	29.20			0.78
丁娜等 ^[11]		11.90	7.86		47.60	39.00	
Voicu 等 ^[12]	91.20	12.50	7.07		47.50	38.00	
Gómez-Cortés 等 ^[13]	86.60	12.20	6.39		37.60	31.70	4.28
Moghaddam 等 ^[8]	86.80	16.60		7.13	22.20	20.40	2.72

葡萄皮渣富含的酚类化合物是一种廉价的天然抗氧化剂,具有很强的抗氧化、抗炎及免疫调节作用,作为动物饲料应用对提高动物机体抗氧化能力、免疫机能及产品品质具有重要作用^[14-15]。Choi 等^[16]研究表明,葡萄皮渣提取物可以激活高胆固醇处理动物的机体抗氧化系统,提高肝脏和血清总谷胱甘肽含量及谷胱甘肽过氧化物酶、过氧化氢酶活性,保护机体免受抗氧化损伤。Zhang 等^[17]研究表明,饲料中添加葡萄皮渣可以通过抗氧化作用减轻高脂喂养大鼠的脂质过氧化。Iqbal 等^[15]研究利用葡萄多酚替代肉鸡饲料中75 mg/kg的维生素E,提高了肉鸡对新城疫疫苗的抗体效价,提高机体抗氧化能力。此外,葡萄多酚还具有调节机体脂代谢的作用,给小鼠饲喂含有6.9%、13.8%和20.7%葡萄皮渣的饲料,与对照组(不含葡萄皮渣)相比,随着葡萄皮渣添加量的提高,小鼠血清甘油三酯和极低密度脂蛋白含量显著下降,与脂肪酸合成的相关基因表达下调^[18]。除白藜芦醇、原花青素、单宁等多酚类物质外,葡萄皮渣还富含果胶、膳食纤维和必需氨基酸,因此,葡

萄皮渣常用于有益成分(如多酚、果胶、葡萄籽油、膳食纤维等物质)的提取。提取的白藜芦醇、原花青素、葡萄籽油用于医疗保健行业,果胶、酒石酸盐、膳食纤维、芳香物质可用于食品工业^[19];葡萄皮渣还用于生产皮渣饲料、核渣饲料及酵母蛋白质饲料,皮渣饲料粗纤维含量较高,通常作为辅料使用;核渣饲料富含蛋白质和脂肪,可作为精饲料使用;酵母蛋白质饲料粗蛋白质含量高达80%以上,可作为优质的蛋白质饲料填充料^[20-21]。葡萄皮渣还具有生产酒石酸、生产活性炭、酿醋、提取色素等用途^[22]。

2 葡萄皮渣的加工方式及营养特点

鲜葡萄皮渣水分含量高、微生物丰富,导致葡萄皮渣易变质、难储存。因此,鲜葡萄皮渣通常不作为畜牧养殖生产中饲料利用的主要形式,生产中利用的葡萄皮渣常通过烘干、晾晒及微生物发酵的方式处理。

2.1 风干葡萄皮渣

风干葡萄皮渣是由鲜葡萄皮渣经晾晒、烘干

处理而获得的产物,风干葡萄皮渣水分和微生物含量大幅降低,因此风干葡萄皮渣可以长时间保存而不会轻易变质。在风干葡萄皮渣生产过程中,通常采用自然晾晒、热风干燥、红外干燥、微波干燥等方法,但所有的干燥过程都会导致葡萄皮渣中总酚和原花青素不同程度的损失。自然晾晒仅适合小规模葡萄酒厂使用,该方法干燥速度慢、对天气依赖强、易造成原料污染,且操作性也差;热风干燥相比自然晾晒,其可操作性强,不受天气限制,但缺点是能耗较大、干燥产品品质不高;红外干燥逐渐受到人们的关注,它具有干燥速度快、干燥产品品质好等特点。隋银强等^[23]对比分析了4种葡萄皮渣干燥方法的干燥速率、灭菌效果、营养成分,结果发现红外干燥速率最高,大约需要40 min。自然干燥的灭菌效果最不理想,但其总酚含量最高,红外干燥总酚含量次之;王霄倩等^[24]研究了5种干燥方法对葡萄皮渣生物活性物质的影响,发现40℃热风干燥产物的原花青素含量最高,高达12.41 mg/g,而自然风干产物的原花青素含量最低,为7.01 mg/g。除微波干燥法外,其他4种风干方法获得的葡萄皮渣可溶性膳食纤维含量无明显差异,微波干燥产物可溶性膳食纤维含量可达6.87%;Yook等^[25]分析了热风干燥和冷冻干燥对葡萄皮渣营养成分和抗氧化活性的影响,发现冷冻干燥葡萄皮渣的抗氧化活性优于热风干燥。因此,不同风干方法所得风干葡萄皮渣的营养价值具有明显差异。

2.2 发酵葡萄皮渣

由于鲜葡萄皮渣含水量高、微生物多,不易保存,风干鲜葡萄皮渣又耗能大,还可能会影响葡萄皮渣的营养价值。因此,生产中常以发酵的形式利用鲜葡萄皮渣,最大程度地保存了葡萄皮渣的营养物质和功能性成分,又能延长保质期,同时可以提高发酵产物的蛋白质含量,提高纤维利用率和葡萄皮渣中有益菌的数量。葡萄皮渣发酵可以提高可溶性膳食纤维的含量,还可以消除氧化因子。周广麒等^[20]利用复合酶与酵母菌协同发酵葡萄皮渣生产猪饲料,并得到发酵饲料的最佳发酵条件,即复合酶为纤维素酶和木聚糖酶,最佳添加量为3和5 U/g,酶解温度为50℃,发酵时间72 h,接种0.05%活性干酵母,发酵温度30℃,发酵96 h。饲料发酵后纤维素含量降低了4.83%,还原糖得率提高至4.70%,饲料中总氮含量为

18.81%,消化能为13.53 MJ/kg。王敬勉等^[21]研究发现,葡萄皮渣发酵后,纤维素含量由22.68%下降至13.88%,粗蛋白质含量由12.08%提高至29.96%,钙、磷含量分别由0.39%、0.27%提高至0.53%、0.99%,粗脂肪含量没有显著变化,氨基酸含量变化亦不显著。Dinić等^[26]研究也表明,葡萄皮渣不接种乳酸菌即可成功制作青贮饲料,发酵效果良好;添加非蛋白氮物质混合发酵后粗蛋白质含量显著提高。以产朊假丝酵母和嗜酸乳杆菌复合发酵葡萄皮渣,发酵产物真蛋白质含量较发酵前提高了4.35%,气味酸香,其作为饲料的适口性和营养价值均得到了提升^[27]。

3 葡萄皮渣在动物饲料中的应用

3.1 葡萄皮渣在反刍动物饲料中的应用

葡萄皮渣作为营养源和天然抗氧化的来源,含有比较丰富的粗蛋白质、粗脂肪及碳水化合物和功能性多酚化合物,在反刍动物饲料中可替代一定比例的玉米、豆粕及粗饲料,或作为饲料添加剂应用。Kafantaris等^[28]研究在羔羊饲料中添加45%葡萄皮渣代替相同比例的玉米青贮,羔羊在断奶前(15~42日龄)日增重是对照组的2倍,断奶后(43~70日龄)日增重差异不显著。金雅倩等^[29-30]研究了葡萄皮渣对绵羊生长性能、器官指数、血液生化指标、瘤胃代谢及发育的影响,发现添加10%葡萄皮渣使育肥羔羊日增重提高38.2%,并促进肝脏、肾脏及部分消化器官的发育,显著提高了血清高密度脂蛋白胆固醇含量和血清抗氧化水平;葡萄皮渣对绵羊瘤胃pH、总挥发性脂肪酸含量、瘤胃液总蛋白含量没有显著影响,但显著降低瘤胃液酶活性(如淀粉酶、蛋白酶及纤维素酶等)及挥发性脂肪酸吸收与代谢相关因子的mRNA表达水平,其研究结果表明葡萄皮渣在肉羊饲料中添加量不宜超过10%。Bahrami等^[31]研究也表明羔羊饲料中添加5%、10%葡萄皮渣可显著提高羔羊日增重和饲料转化率,对羔羊干物质采食量没有显著影响,血清甘油三酯含量显著升高。Voicu等^[12]利用20%的干葡萄皮渣替代育肥肉牛饲料中的大麦,育肥90 d,对肉牛日增重和饲料转化率无显著影响,对肉牛健康无不良影响,可显著降低生产成本。在7月龄荷斯坦奶牛饲料中添加葡萄皮渣饲喂75 d,瘤胃微生物多样性显著提高,瘤胃中脂多糖合成量显著下调^[32];泌乳奶牛饲料

中添加15%葡萄皮渣时,血液中总酚含量显著提高,有利于维持奶牛正常代谢,显著提高乳糖和 β -乳蛋白含量^[33]。Moate等^[34]研究还发现,奶牛饲料中添加干葡萄皮渣或青贮葡萄皮渣5 kg DM/d,可显著降低乳脂中饱和脂肪酸含量,增加不饱和脂肪酸(特别是顺-9,反-11共轭亚油酸)含量,甲烷产量降低约20%。此外,Foiklang等^[35]利用人工瘤胃技术研究基础饲料中分别添加0、2%、4%、6%葡萄皮渣粉对体外降解率和甲烷产量的影响,结果表明添加2%葡萄皮渣粉可显著提高营养物质降解率,降低甲烷产量。在奶牛公犊饲料中补充葡萄皮渣粉(占干物质采食量的2%)可以提高其粗饲料采食量和纤维素消化率,提高瘤胃挥发性脂肪酸产量及微生物蛋白合成量,降低原虫数量^[36]。也有研究表明,在奶牛饲料中添加葡萄皮渣(3 kg DM/d)可以改变奶牛氮代谢途径,对尿氮排泄量无显著影响,粪氮排泄量提高22%,但其作用机制有待于进一步深入研究^[37]。

葡萄皮渣不仅可以提高反刍动物生长性能和营养物质消化率,还可以改善畜产品品质和抗氧化性能,提高繁殖性能。Kafantaris等^[28]研究发现,哺乳期羔羊饲料中添加葡萄皮渣可以提高羔羊肌肉中n-3脂肪酸含量、降低n-6/n-3,从而改善肉品质。在泌乳母羊饲料中添加葡萄皮渣(5%、10% DM),与亚麻籽油组(2.67% DM)、维生素E组(500 mg/kg DM)相比,葡萄皮渣喂母羊对其羔羊(哺乳为唯一营养来源)胴体和肉品质无不良影响,且显著提高了羔羊肌肉系水力^[13]。赵俊星等^[38]研究了葡萄皮渣对绵羊肉品质、肌肉抗氧化性的影响,发现葡萄皮渣可降低背最长肌剪切力,对羊肉pH、肉色、蒸煮损失及肌肉脂肪含量无显著影响,显著提高肌肉超氧化物歧化酶(SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶4(GPx4)活性和总抗氧化能力(T-AOC),进而提高肌肉抗氧化性,改善羊肉品质;饲料中添加10%葡萄皮渣有利于提高绵羊公羔睾丸重量、精子浓度、精子活力和顶体完整性,显著降低睾丸中活性氧和丙二醛含量,显著提高睾丸抗氧化能力,且睾丸中铜锌超氧化物歧化酶(*Cu-Zn SOD*) mRNA表达和Cu-ZnSOD、GPx4、过氧化氢酶(CAT)蛋白表达均显著升高^[39]。Ianni等^[40]在奶牛饲料中添加葡萄皮渣,对乳成分没有显著影响,但改善了牛奶和奶酪的脂肪酸组成,奶酪中 γ 氨基丁酸含量升高,抗氧化性能提高,牛奶

和相关奶酪的营养参数得到了普遍的改善。Manso等^[41]研究则表明母羊饲料中添加5%和10%葡萄皮渣对泌乳量、乳成分及饲料不饱和脂肪酸在瘤胃中的转化途径没有不良影响。

以上研究结果表明,葡萄皮渣不仅可以作为反刍动物饲料提高动物的生产性能、饲料转化率和繁殖性能,还可以提高机体抗氧化能力和产品品质。其主要原因可能是葡萄皮渣中多酚类化合物等功能性成分含量较高,并在机体内发挥了相应的生物学功能。但目前有关葡萄皮渣对奶牛乳房健康的研究尚未见报道。

3.2 葡萄皮渣在单胃动物饲料中的应用

葡萄皮渣中营养物质丰富,也被应用在单胃动物饲料中,添加葡萄皮渣可能会促进动物消化道发育,改善消化道微生态环境,继而提高饲料利用率。王敬勉等^[42]分别用7%和25%发酵葡萄皮渣替代蛋鸡和猪饲料中的饼粕和麸皮,结果发现蛋鸡死淘率降低了20.8%,产蛋总数、总蛋重分别提升了5.0%和3.4%;猪的日增重提高了8.7%,料重比显著降低,经济效益显著。另有研究表明,玉米-豆粕型饲料中添加葡萄皮渣(5、15、30 g/kg)对肉鸡生长性能没有负面影响,葡萄皮渣高剂量添加组(30 g/kg)肉鸡的采食量和消化率显著高于对照组^[43];饲喂葡萄皮渣1周后,肉鸡胸部和腿部肌肉中丙二醛含量显著低于对照组,表明肉鸡肉质脂质氧化敏感性减弱^[43];葡萄皮渣还可以降低肉鸡血清胆固醇含量,添加5%葡萄皮渣时,肉鸡血清免疫球蛋白G(IgG)含量显著提高,改善了鸡肉品质^[44]。给肉鸡饲喂含有葡萄皮渣提取物的饲料,可以有效地抑制冷冻和长期冷冻鸡肉的脂质氧化^[45]。饲料中添加9%发酵葡萄籽粕可以显著提高五龙鹅日增重和营养物质消化率,降低料重比,改善鹅胴体品质,显著提高氨基酸利用率^[46]。Kafantaris等^[47]研究饲喂葡萄皮渣对20日龄仔猪生产效率和肉品质的影响,以葡萄皮渣青贮形式(包括玉米、葡萄皮渣)添加48.5%,测得饲料中总酚含量为0.082%。研究结果表明,葡萄皮渣组仔猪断奶前日增重较对照组提高22.79%,断奶后日增重较对照组提高25.13%,全期日增重提高23.65%;葡萄皮渣组饲料显著提高仔猪机体组织抗氧化能力,提高肌肉中n-3多不饱和脂肪酸含量,显著降低n-6/n-3多不饱和脂肪酸,从而改善猪肉品质。苏秀侠等^[48]在体重30~60 kg阶段

的育肥猪饲料中添加 3% 熟化葡萄籽渣,发现育肥猪生长速度提高 4.42%,料重比降低 2.87%;在妊娠母猪和哺乳母猪饲料中添加 4%、7% 和 10% 葡萄籽渣,仔猪断奶窝重分别提高了 4.23%、9.87% 和 5.57%,断奶个体重分别提高 4.93%、7.97% 和 5.94%。葡萄皮渣富含多酚类化合物,饲料添加葡萄籽粕可以改善仔猪肠道环境,缓解仔猪肠道炎症,增强肠道消化吸收功能,从而降低仔猪料重比^[49];葡萄皮渣中多酚类化合物还可以通过调节仔猪肝脏、消化道组织中炎性因子和细胞凋亡因子的基因表达调节动物机体免疫^[50]。此外,研究发现葡萄皮渣可降低霉菌毒素在猪胃肠道中的吸收^[51]。因此,葡萄皮渣具有替代商业霉菌毒素吸附剂的潜力,在饲料工业中用作多种真菌毒素有效、廉价的天然黏合剂。

4 小 结

综上所述,葡萄皮渣在动物生产中具有重要的应用价值。葡萄皮渣既含有常规营养成分,又是天然抗氧化剂的良好来源,在动物饲料中适量添加不仅可以节约常规饲料资源,降低饲料成本,减轻环保压力,还可以改善动物健康状况,提高动物生产性能和畜产品品质。葡萄皮渣的添加量因动物种类和生理阶段而异,葡萄皮渣的不同加工工艺对其营养成分特别是活性成分影响较大,故满足不同生产阶段动物营养需要的最适葡萄皮渣添加量暂无标准。此外,目前关于葡萄皮渣及其活性成分对反刍动物瘤胃代谢影响的研究结果不完全一致,对营养素代谢、免疫调节的机制尚不明确。因此,葡萄皮渣在动物饲料中的应用需要进一步深入研究。

参考文献:

[1] 国家统计局.2018 中国统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2018.

[2] BERES C, COSTA G N S, CABEZUDO I, et al. Towards integral utilization of grape pomace from wine-making process: a review [J]. Waste Management, 2017, 68: 581-594.

[3] MARTIN-CARRON N, GARCIA-ALONSO A, GOÑI I, et al. Nutritional and physiological properties of grape pomace as a potential food ingredient [J]. American Journal of Enology and Viticulture, 1997, 48(3): 328-332.

[4] BASALAN M, GUNGOR T, OWENS F N, et al. Nutrient content and *in vitro* digestibility of Turkish grape pomaces [J]. Animal Feed Science and Technology, 2011, 169(3/4): 194-198.

[5] 杨柳,彭丹琳,吴杰,等.葡萄籽抗氧化活性物质提取方法的研究进展 [J].食品安全导刊,2016(12): 96-97.

[6] IORA S R F, MACIEL G M, ZIELINSKI A A F, et al. Evaluation of the bioactive compounds and the antioxidant capacity of grape pomace [J]. International Journal of Food Science & Technology, 2015, 50(1): 62-69.

[7] 李淳,李双石,章宇宁.不同品种葡萄皮渣中常量元素和微量元素的测定 [J].食品与机械,2013, 29(6): 59-62.

[8] MOGHADDAM M, TAGHIZADEH A, NOBAKHT A, et al. Determination of metabolizable energy of grape pomace and raisin vitis leaves using *in vitro* gas production technique [J]. International Journal of Agriculture Research & Review, 2013, 15(1): 40-46.

[9] 彭丽霞,黄彦芳,刘翠平,等.酿酒葡萄皮渣的综合利用 [J].酿酒科技,2010(10): 93-96.

[10] 金亚倩,刘文忠,赵俊星,等.酿酒葡萄皮渣对单栏饲养方式下公绵羊繁殖性能及睾丸抗氧化性的影响 [J].畜牧兽医学报,2016, 47(11): 2228-2239.

[11] 丁娜,郝小燕,于胜晨,等.应用康奈尔净碳水化合物-蛋白质体系和瘤胃降解特性比较糟渣类粗饲料的营养价值 [J].中国畜牧杂志,2019, 55(5): 82-88.

[12] VOICU D, HĂBEANU M, UTĂ R A, et al. Effect of the dietary dry grape pomace on the performance and health state of fattening steers [J]. Scientific Papers: Series D. Animal Science, 2014, LVII: 118-124.

[13] GÓMEZ-CORTÉS P, GUERR-RIVAS C, GALLARDO B, et al. Grape pomace in ewes diet: effects on meat quality and the fatty acid profile of their suckling lambs [J]. Food Research International, 2018, 113: 36-42.

[14] 张海军,徐磊,岳洪源,等.葡多酚对肉鸡生产性能和免疫机能的影响 [J].中国畜牧兽医,2012, 39(3): 99-103.

[15] IQBAL Z, KAMRAN Z, SULTAN J I, et al. Replacement effect of vitamin E with grape polyphenols on antioxidant status, immune, and organs histopathological responses in broilers from 1- to 35-d age [J]. The Journal of Applied Poultry Research, 2015, 24(2): 127-134.

- [16] CHOI C S, CHUNG H K, CHOI M K, et al. Effects of grape pomace on the antioxidant defense system in diet-induced hypercholesterolemic rabbits [J]. *Nutrition Research and Practice*, 2010, 4(2): 114-120.
- [17] ZHANG X H, CHOI S K, SEO J S. Effect of dietary grape pomace on lipid oxidation and related enzyme activities in rats fed high fat diet [J]. *Korean Journal of Nutrition*, 2009, 42(5): 415-422.
- [18] YU J M, BANSODE R R, SMITH I N, et al. Impact of grape pomace consumption on the blood lipid profile and liver genes associated with lipid metabolism of young rats [J]. *Food & Function*, 2017, 8(8): 2731-2738.
- [19] PEIXOTO C M, DIAS M I, ALVES M J, et al. Grape pomace as a source of phenolic compounds and diverse bioactive properties [J]. *Food Chemistry*, 2018, 253: 132-138.
- [20] 周广麒, 陈成, 齐文茂, 等. 复合酶与酵母菌协同发酵葡萄皮渣生产猪饲料 [J]. *大连工业大学学报*, 2014, 33(1): 5-9.
- [21] 王敬勉, 廖德胜, 张永洪. 葡萄皮渣发酵制饲料研究 [J]. *饲料研究*, 1996(11): 10-11.
- [22] 陆正清, 王艳. 葡萄皮渣的综合利用 [J]. *江苏食品与发酵*, 2008(3): 21-23.
- [23] 隋银强, 杨继红, 李华, 等. 酿酒葡萄皮渣红外干燥研究 [J]. *食品工业科技*, 2014, 35(15): 258-263.
- [24] 王霄倩, 李志宇, 刘峻溪, 等. 干燥方式对葡萄皮渣生物活性物质的影响 [J]. *食品工业*, 2016(8): 145-148.
- [25] YOON H S, KIM K H, JANG S A. Quality characteristics of grape pomace with different drying methods [J]. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 2010, 39(9): 1353-1358.
- [26] DINIĆ B, DORDEVIĆ N, MARKOVIĆ J, et al. Impact of non-protein nitrogen substances in grape pomace silage quality [J]. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 2015, 31(3): 433-440.
- [27] 翟羽佳, 张惠玲, 张丽芝. 酵母菌和乳酸菌发酵葡萄皮渣生物饲料的研究 [J]. *畜牧与饲料科学*, 2018, 39(7): 70-75.
- [28] KAFANTARIS I, KOTSAMPASI B, CHRISTODOULOU V, et al. Effects of dietary grape pomace supplementation on performance, carcass traits and meat quality of lambs [J]. *In Vivo*, 2018, 32(4): 807-812.
- [29] 金亚倩, 郝松华, 赵俊星, 等. 日粮中添加葡萄皮渣对绵羊生长性能、器官指数及血液生化指标的影响 [J]. *中国畜牧兽医*, 2016, 43(9): 2326-2332.
- [30] 金亚倩, 赵俊星, 刘文忠, 等. 酿酒葡萄皮渣对绵羊瘤胃代谢及发育的影响 [J]. *畜牧兽医学报*, 2017, 48(9): 1683-1693.
- [31] BAHRAMI Y, CHEKANI-AZAR S. Some blood biochemical parameters and yield of lambs fed ration contained dried grape pomace [J]. *Global Veterinaria*, 2010, 4(6): 571-575.
- [32] BISCARINI F, PALAZZO F, CASTELLANI F, et al. Rumen microbiome in dairy calves fed copper and grape-pomace dietary supplementations: composition and predicted functional profile [J]. *PLoS One*, 2018, 13(11): e0205670.
- [33] CHEDEA V S, PELMUS R S, LAZAR C, et al. Effects of a diet containing dried grape pomace on blood metabolites and milk composition of dairy cows [J]. *Journal of Science and Food Agriculture*, 2017, 97(8): 2516-2523.
- [34] MOATE P J, WILLIAMS S R O, TOROK V A, et al. Grape marc reduces methane emissions when fed to dairy cows [J]. *Journal of Dairy Science*, 2014, 97(8): 5073-5087.
- [35] FOIKLANG S, WANAPAT M, NORRAPOKE T. *In vitro* rumen fermentation and digestibility of buffaloes as influenced by grape pomace powder and urea treated rice straw supplementation [J]. *Animal Science Journal*, 2016, 87(3): 370-377.
- [36] FOIKLANG S, WANAPAT M, NORRAPOKE T. Effect of grape pomace powder, mangosteen peel powder and monensin on nutrient digestibility, rumen fermentation, nitrogen balance and microbial protein synthesis in dairy steers [J]. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2015, 29(10): 1416-1423.
- [37] GREENWOOD S L, EDWARDS G R, HARRISON R. Short communication: supplementing grape marc to cows fed a pasture-based diet as a method to alter nitrogen partitioning and excretion [J]. *Journal of Dairy Science*, 2012, 95(2): 755-758.
- [38] 赵俊星, 刘向东, 金亚倩, 等. 日粮中添加酿酒葡萄渣对绵羊肉质及肌肉抗氧化性的影响 [J]. *畜牧兽医学报*, 2017(8): 1481-1490.
- [39] ZHAO J X, JIN Y Q, DU M, et al. The effect of dietary grape pomace supplementation on epididymal sperm quality and testicular antioxidant ability in ram lambs [J]. *Theriogenology*, 2017, 97: 50-56.
- [40] IANNI A, DI MIAO G, PITTIA P, et al. Chemical-nutritional quality and oxidative stability of milk and dairy products obtained from Friesian cows fed with a

- dietary supplementation of dried grape pomace [J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2019, 99(7):3635-3643.
- [41] MANSO T, GALLARDO B, SALVÁ A, et al. Influence of dietary grape pomace combined with linseed oil on fatty acid profile and milk composition [J]. *Journal of Dairy Science*, 2016, 99(2):1111-1120.
- [42] 王敬勉, 廖德胜, 张永洪. 发酵葡萄皮渣喂蛋鸡和猪的研究 [J]. *饲料研究*, 1998(2):5-6.
- [43] GOÑI I, BRENES A, CENTENO C, et al. Effect of dietary grape pomace and vitamin E on growth performance, nutrient digestibility, and susceptibility to meat lipid oxidation in chickens [J]. *Poultry Science*, 2007, 86(3):508-516.
- [44] ADITYA S, OHH S J, AHAMMED M, et al. Supplementation of grape pomace (*Vitis vinifera*) in broiler diets and its effect on growth performance, apparent total tract digestibility of nutrients, blood profile, and meat quality [J]. *Animal Nutrition*, 2018, 4(2):210-214.
- [45] SÁYAGO-AYERDI S G, BRENES A, VIVEROS A, et al. Antioxidative effect of dietary grape pomace concentrate on lipid oxidation of chilled and long-term frozen stored chicken patties [J]. *Meat Science*, 2009, 83(3):528-533.
- [46] 王宝维, 隋丽, 岳斌, 等. 发酵葡萄籽粕对 5~12 周龄五龙鹅消化生理、免疫器官指数和抗氧化指标的影响 [J]. *动物营养学报*, 2016, 28(1):163-171.
- [47] KAFANTARIS I, STAGOS D, KOTSAMPASI B, et al. Grape pomace improves performance, antioxidant status, fecal microbiota and meat quality of piglets [J]. *Animal*, 2017, 12(2):246-255.
- [48] 苏秀侠, 刘海燕, 于维, 等. 猪鸡日粮中添加葡萄籽对生产性能影响的研究 [J]. *中国畜牧兽医*, 2008, 35(2):9-13.
- [49] GESSNER D K, RINGSEIS R, SIEBERS M, et al. Inhibition of the pro-inflammatory NF- κ B pathway by a grape seed and grape marc meal extract in intestinal epithelial cells [J]. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 2012, 96(6):1074-1083.
- [50] SEHM J, LINDERMAYER H, MEYER H H D, et al. The influence of apple- and red-wine pomace rich diet on mRNA expression of inflammatory and apoptotic markers in different piglet organs [J]. *Animal Science*, 2006, 82(6):877-887.
- [51] GAMBACORTA L, PINTON P, AVANTAGGIATO G, et al. Grape pomace, an agricultural byproduct reducing mycotoxin absorption: *in vivo* assessment in pig using urinary biomarkers [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2016, 64(35):6762-6771.

Research Progress of Application of Grape Pomace in Animal Feed

HAO Xiaoyan MU Chuntang DING Na ZHANG Jianxin*

(College of Animal Science and Veterinary Medicine, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China)

Abstract: Grape pomace is a winemaking by-products, accounting for about 25% of the fresh weight of grapes. Grape pomace is rich in nutrition, and contains fiber, protein, oil, mineral elements, polyphenols, etc. It has great utilization value in animal nutrition, antioxidant and immunity. Using it as alternative feed for animals can not only improve animal antioxidant ability, immune function, growth performance, and quality of animal products, but also save conventional feed resources, reduce feeding costs and alleviate the pressure of shortage of feed resources in China. This paper summarizes the nutritional value, processing methods and application of grape pomace in diets for monogastric animals and ruminants, which provide a theoretical basis and guiding significance for using grape pomace scientifically and reasonably. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2019, 31(10):4427-4433]

Key words: grape pomace; processing methods; nutritional value; performance; meat quality