



紫花苜蓿生物活性成分在畜禽生产中的应用

夏素银, 严学兵, 王成章, 李海艳

(河南农业大学牧医工程学院, 河南 郑州 450002)

摘要:紫花苜蓿(*Medicago sativa*)的茎、叶中含有多种营养元素及未知生长因子,紫花苜蓿次生代谢物具有多种独特的生物活性。本研究简述了紫花苜蓿叶蛋白、皂苷、类黄酮、多糖、膳食纤维等主要活性成分,并进一步阐述了它们在畜禽生产中的应用效果及其活性成分的开发前景。

关键词:紫花苜蓿;活性成分;畜牧业

中图分类号:S816.2;S813.24

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2010)07-0133-08

*1 紫花苜蓿(*Medicago sativa*)是一种高产优质的多年生豆科牧草,在世界许多国家广泛栽培,也是我国推广应用的主要牧草。在我国,紫花苜蓿主要分布于西北、华北、东北和西南地区,生长期短至4年,长的10年以上^[1],紫花苜蓿具有品质好、产草量高、适口性好、营养丰富、易于家畜消化等特点,故有“牧草之王”的美誉。它含有丰富的蛋白质、脂肪、矿物质、维生素、碳水化合物、氨基酸、微量元素等多种营养成分。苜蓿干草中赖氨酸含量比玉米(*Zea mays*)高5.7倍,维生素中以胡萝卜素的含量最为丰富,它还是钙的集聚体,钙磷比例约为2:1,微量元素中以铁和锰的含量较高;在同等种植条件下,紫花苜蓿比禾本科牧草所收获的可消化蛋白质高2.5倍左右,矿物质高6倍左右,可消化养分高2倍左右^[2]。

苜蓿能促进畜禽生长,提高饲料报酬。郑家明^[3]在基础日粮中分别添加10%、20%、30%的苜蓿草粉饲喂生长育肥猪,结果发现添加10%、20%的苜蓿草粉猪的增长速度与对照组没有显著差异但饲料成本降低。苜蓿能改善畜产品品质,提高商品性能。曹玉风等^[4]在育肥猪饲料中添加5%~15%的苜蓿草粉会增加胴体瘦肉率,使肉质鲜嫩,对猪的生产性能无影响。苜蓿还能提高妊娠母猪的繁殖性能。在妊娠母猪饲料中添加苜蓿草粉,对提高母猪及仔猪生产性能、延长母猪利用年限、提高仔猪断奶窝质量和窝平均日增质量都有很好的作用,而且可以提高经济效益,其中以

20%的添加量的经济效益最佳^[5]。郑文明等^[6]在肉鸡日粮中添加苜蓿草粉的研究结果表明:添加苜蓿草粉组的肉鸡皮肤颜色和胫颜色均比对照组深,以添加4%草粉组皮肤颜色最深,添加4%和6%草粉组的胫颜色与对照组相比差异极显著。何欣等^[7]发现在蛋鸡饲料中添加5%的苜蓿草粉对产蛋无不良影响,且蛋黄比色度显著增加。

长期以来,人们一直将紫花苜蓿作为畜禽的一种重要的饲料进行种植与加工。在美国,苜蓿是除玉米、小麦(*Triticum aestivum*)、大豆(*Glycine max*)以外种植的第四大饲料作物;在我国,大力发展紫花苜蓿的生产,是解决畜牧业发展中饲料短缺尤其是蛋白质饲料短缺的重要途径。随着紫花苜蓿重要性的日渐突出,人们逐渐发现紫花苜蓿还有降低胆固醇(TC)、防治动脉粥样硬化、防治冠心病、增强机体免疫力、抑制癌细胞生长及改善记忆等多种生物活性功能^[8],此外,还有降血脂、抗菌、抗肿瘤等作用^[9]。研究发现紫花苜蓿中含有多种生物活性物质,研究比较多的主要有叶蛋白、皂苷、类黄酮、多糖、膳食纤维等营养性功能成分^[10]。此外,紫花苜蓿中还含有异黄酮、大豆黄酮类物质及多种未知生长因子(Unidenti-

收稿日期:2009-07-21
基金项目:现代农业产业技术体系建设专项资金;河南省农业成果转化项目(082201110001)
作者简介:夏素银(1978-),女,河南濮阳人,在读硕士生,主要从事牧草营养研究。
E-mail: xiasuyin0913@163.com
通信作者:严学兵 E-mail: yxhbjjz@163.com

fied Growth Factors)^[11],产品不再仅局限于常规的草捆、草粉、草颗粒,紫花苜蓿次生代谢物正被人们所关注,紫花苜蓿次生代谢物具有多种独特的生物活性,作为新型绿色饲料添加剂等方面的开发和利用具有广阔的前景。

1 苜蓿叶蛋白

苜蓿叶蛋白(Alfalfa Leaves Protein, ALP)是将青绿茎叶粉碎、压榨、凝固、析出和干燥而形成的蛋白质浓缩物。目前,用于生产叶蛋白最多的是苜蓿,主要因为苜蓿茎叶中蛋白质含量高,且凝聚颗粒大,容易分离,品质好。苜蓿叶蛋白蛋白质含量高,氨基酸组成齐全且配比合理,含有适量的脂肪、可溶性糖和淀粉以及多种矿物元素和维生素,可用于饲料添加剂等多方面。目前,我国蛋白质饲料资源缺口严重,预计到2010年,蛋白质缺口高达3 800万t^[12]。因此,开辟新的植物蛋白质资源用于饲料配比具有现实意义,ALP的蛋白质含量可与豆粕和鱼粉相媲美,可作为蛋白质饲料替代鱼粉和豆粕。国内外的许多试验证明,可以用叶蛋白取代猪、家禽日粮中的部分乃至全部的蛋白质来源。

1.1 苜蓿叶蛋白营养价值 贺玉薇等^[13]在第2届中国苜蓿发展大会上提出,苜蓿叶蛋白是从青绿茎叶中提取的富含蛋白质的浓缩物,其成分为:蛋白质50%~65%、脂肪15%~30%、粗纤维0.5%~2.0%、灰分0.5%~1.5%、碳水化合物5%~20%;苜蓿叶蛋白含有18种氨基酸(包括8种必需氨基酸),且组成均匀,基本符合联合国粮农组织推荐的氨基酸模式,尤其富含赖氨酸,含量为5.6%~7.4%;叶黄素1 000~1 800 mg/kg、胡萝卜素500~1 200 mg/kg、维生素E 600~700 mg/kg,钙磷比例适当,高度不饱和脂肪酸为3%~7%,其营养价值与脱脂奶粉相当。苜蓿叶蛋白不含或少含粗纤维,其有效能接近鱼粉或大豆饼粕,消化能12.5~13.5 MJ/kg,代谢能12.4~12.9 MJ/kg;苜蓿叶蛋白生物学效价为73%~79%,可消化率为62%~72%,能量代谢率为69%~90%;此外,叶蛋白饲料中还含有促进畜禽生长发育和繁殖的未知因子、可溶性糖和淀粉,而一些有毒物质和代谢抑制物如皂角素、氰苷、生物碱、酚类等,在絮凝分离中,通过碱热法处

理或厌氧发酵处理大部分被破坏^[14]。由于加工过程中蛋氨酸等部分氨基酸变成了动物不易吸收的氨基酸,故蛋氨酸为叶蛋白饲料第一限制性氨基酸,所以在饲喂过程中应根据畜禽需要量适量添加蛋氨酸,以提高蛋白质效价^[15]。

1.2 苜蓿叶蛋白对畜禽的影响

1.2.1 ALP在猪日粮中应用效果 前苏联学者^[16]报道,ALP中所含的各种必需氨基酸之间的比例与干脱脂乳蛋白相近,仅蛋氨酸、胱氨酸含量略低于鱼粉,但高于豆粕。用幼猪做消化平衡试验表明ALP的消化能为12.5~13.5 MJ/kg,消化率为62%~70%,氨基酸吸收率为77.2%~82.3%(比鱼粉低13%~18%)。Carlsson^[17]报道,哺乳仔猪每头日喂2 g的ALP饲料,断奶时体质量可增加2.0~2.5 kg;用苜蓿叶蛋白饲喂61~105日龄的仔猪,可取代日粮中80%以上的蛋白质饲料而不影响仔猪增体质量。英国Arkcoll公司研究证明^[18]:用ALP替代43~60日龄仔猪日粮中50%的鱼粉与脱脂乳和1/3的豆粕与水解酵母,其与对照组的日增体质量仅相差4 g,但可显著地降低饲料成本;用ALP替代61~105日龄猪日粮中80%的动物性蛋白质对猪的生长无影响;体质量70 kg以上的肥育猪可以用ALP替代20%日粮(大麦+鱼粉+豆类),结果证明并不影响增加体质量效果。华粉妹^[19]也得出了相同的结论,用ALP代替饲喂哺乳仔猪用的脱脂乳,可使仔猪日增体质量提高10%以上。

1.2.2 ALP在鸡日粮中应用效果 苜蓿叶蛋白是鸡的良好蛋白来源,有一定的助生长作用。在雏鸡日粮中添加2.5%、5.0%、10.0%和15.0%的苜蓿叶蛋白,添加2.5%~5.0%对增加体质量有良好效果,而过量则效果不明显^[20]。日本香川县四国犬川农场按0.3%、6%的比例,在日粮中添加多花黑麦草(*Lolium multiflorum*)和苜蓿混合的ALP,连续3个月的试验证明,试验组在产蛋量、鸡蛋蛋白品质、蛋壳强度、蛋黄指数诸项指标上,均明显优于对照组^[21]。另据冯立志^[22]报道,在成年鸡饲料中用苜蓿叶蛋白代替50%~100%鱼粉后,并不影响产蛋率,蛋的品质得到改善;代替雏鸡日粮中50%~75%的鱼粉或肉骨粉,其成活率提高3.4%~4.2%。Delic^[23]用含

50%粗蛋白的 ALP 代替蛋鸡全价日粮中 3% 的大豆饼,可使产蛋率由原来的 82.2% 增加到 85.3%,平均蛋质量由 55.8 g 提高到 57.7 g,料蛋比由 2.34 降为 2.23,蛋黄中 β -胡萝卜素含量由 33.8 $\mu\text{g/g}$ 提高到 47.6 $\mu\text{g/g}$,且蛋黄中叶黄素积累增多,色泽等级提高。苜蓿叶蛋白代替不同比例的进口鱼粉和豆粕的对比试验表明,用苜蓿叶蛋白代替进口鱼粉和豆粕是可行的,取代全部鱼粉和 50% 的豆粕效果最佳,可以提高产蛋率,加深蛋黄颜色^[24]。

1.2.3 ALP 在牛日粮中应用效果 在奶牛生产方面,也可以用苜蓿叶蛋白饲料或苜蓿叶蛋白饲料+蛋氨酸代替奶牛日粮中其他蛋白饲料。曹致中^[25]在 4 组犊牛的饲养试验中,用 10%、20% 和 30% 的叶蛋白代替标准乳蛋白,以标准全奶粉作对照,饲喂 50 d 后,试验组与对照组日增体质量差异不显著,这说明饲喂犊牛时,可以用 10%、20% 和 30% 的叶蛋白代替标准乳蛋白。

2 苜蓿皂苷

苜蓿皂苷(Alfalfa Saponins)是苜蓿体内的次生代谢物质,属五环三萜皂苷,是三萜类同系物的羟基和糖分子环状半缩醛上的羟基失水缩合而成的,因其水溶液振摇后生成胶体溶液,并具有持久性的、似肥皂溶液的泡沫,故有皂苷之称。苜蓿皂苷的结构较复杂。Timbekova 等^[26]在苜蓿根中发现 10 种苜蓿皂苷,新发现的 8 种中有 4 种含有苜蓿酸,有 4 种含有长春藤皂苷元,同时发现皂苷对生长、种子发芽及一些致病菌有抑制作用。苜蓿皂苷水解时可得到三萜烯类皂苷配基、糖和糖醛酸。苜蓿皂苷糖类经鉴定为葡萄糖、阿拉伯糖、木糖和少量的半乳糖。

2.1 苜蓿皂苷的生物活性作用 近年来的研究表明,苜蓿皂苷有很强的生物活性,苜蓿皂苷在降低血液中的胆固醇、抗动脉粥样硬化、抗菌和抗虫、溶血及抗营养方面具有不同的生理作用。苜蓿皂苷具有增强机体免疫力和抵抗力、提高成活率、促进生长、提高日增体质量及饲料转化率的作用,可以作为新型安全饲料添加剂替代抗生素。

2.1.1 降低血液中胆固醇和抗动脉粥样硬化 苜蓿皂苷降血脂的机理主要是在胃肠部阻止外源性胆固醇在胃肠道中吸收,同时促进内源性胆固醇

和胆汁的排泄,使血清磷脂浓度降低,使血浆蛋白在体内分布正常化。Malinow 等^[27]用苜蓿地上部分的总皂苷对短尾猕猴胆固醇与胆汁酸平衡的影响进行了研究,目前研究苜蓿皂苷降低胆固醇、血脂的作用机理在于:苜蓿皂苷能与胆固醇结合生成不溶于水的复合物,能降低血液中的胆固醇而不改变高密度脂蛋白中胆固醇的水平;同时还能降低肠内对胆固醇的吸收,增加了内源和外源性中性类固醇和胆汁酸在粪便中的排出。

2.1.2 抗营养作用 因为皂苷具有降低水溶液表面张力的作用,所以其水溶液经震荡能产生大量持久性肥皂样泡沫。当反刍动物大量采食新鲜苜蓿时,可在瘤胃中形成大量的持久性泡沫。夹杂在瘤胃内容物中,当泡沫不断增多,阻碍贲门时,嗝气排放受阻,致使形成瘤胃臌气。这种瘤胃胀气会导致反刍动物消化不良,严重时家畜会有生命危险,称之为瘤胃臌胀病。但是也有学者认为皂苷不是产生瘤胃臌胀病的原因,经研究发现苜蓿皂苷的苦涩味及对口腔和消化道的刺激作用,能降低适口性及采食量。

2.1.3 溶血作用 皂苷溶血作用一般认为是它和红细胞里的胆固醇相互作用而引起的,同时能和膜胆固醇、蛋白质和磷脂结合而形成稳定性不同的产物。苜蓿皂苷的溶血活性与苜蓿酸有密切关系。已经证明苜蓿根的提取物比苜蓿茎的提取物有更强的表面活性和更高的溶血作用,这是因为苜蓿根中的苜蓿酸含量比茎中的高。

2.2 苜蓿皂苷对畜禽的影响

2.2.1 对单胃动物的影响 苜蓿中的皂苷和色素类物质对提高禽肉禽蛋的品质和商品性状有重要意义。研究表明:苜蓿皂苷可改善肉仔鸡的胴体品质,有效降低禽肉禽蛋产品中的胆固醇含量^[28-31]。雷祖玉等^[28]对肉仔鸡的研究结果表明,苜蓿皂苷加入到 AA 肉仔鸡饲料中,可导致血清总胆固醇(CHO)、甘油三酯(TG)和低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)含量极显著降低($P < 0.01$),分别降低了 35.84%、20.09% 和 71.64%,从而降低了肉中脂肪含量和腹脂率。侯永刚等^[29]选用 288 只 400 日龄海兰褐商品蛋鸡,随机分为 4 个处理:即在玉米-豆粕型日粮基础上添加 0、30、60、90 mg/kg 的苜蓿皂苷,发现饲喂蛋鸡日粮中

添加 60 mg/kg 的苜蓿皂苷效果最佳,可使血清中高密度脂蛋白(HDL)和粪便胆固醇排泄量有所提高,蛋黄和血清总胆固醇含量明显下降。在肉鸡饲料中添加高水平苜蓿皂苷,不仅能够显著降低肉中胆固醇的含量,并具有降低血清血脂的功能^[30]。当饲喂含 0.1%~0.2%苜蓿皂苷日粮时,1~21 日龄肉仔鸡日增体质量和饲料转化率有降低趋势;35~49 日龄的屠宰率、胸肌率、腿肌率均有不同程度的提高,肉仔鸡腹脂率有降低趋势;35 及 49 日龄肉仔鸡血清胆固醇、低密度脂蛋白、总胆固醇有降低趋势;35 日龄仔鸡血清谷胱甘肽氧化物酶(GSH-Px)水平,血清丙二醛(MDA)水平有降低趋势^[31]。

2.2.2 对反刍动物的影响 胡明等^[32]选用 12 只 2 周岁体况良好、体质量 35 kg 的安装有永久性瘤胃瘘管的内蒙古半细毛绵羊,随机分成 4 组,每组 3 只,饲喂 4 种不同水平苜蓿皂苷日粮。发现在日粮中添加不同水平苜蓿皂苷对绵羊氮平衡及生产性能有影响,在试验条件下,日粮中补添苜蓿 8、16 g/d 时,绵羊氮沉积及日增体质量效果较好,苜蓿添加量为 8 g/d 的效果优于 16 g/d 的添加量,当苜蓿皂苷添加量为 32 g/d 时,对绵羊各项指标改善不大;苜蓿皂苷对羊草(*Leymus chinensis*)在绵羊瘤胃中降解有影响,当苜蓿皂苷添加量为 8 g/d 时,羊草中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)在瘤胃内的表观降解率最高。

2.2.3 苜蓿皂苷的副作用 皂苷对动物的繁殖有副作用,主要包括堕胎、抗受精、抗移植等特性。关于日粮皂苷的负面影响也有许多报道,如降低动物生长速度和家禽的产蛋量,增加饲料消耗量等。皂苷的这些负影响主要表现在由其涩味和刺激性气味引起的饲料采食量下降、胃肠道运动降低、蛋白质降解减少及胃肠道黏膜的损害和养分运输的抑制等。由于皂苷在繁殖和消化上具有明显的副作用,因此在日粮中添加苜蓿时,一定要注意其添加量,否则将带来负面影响。

3 苜蓿类黄酮

黄酮类化合物(Alfalfa Flavonoids)属植物次生代谢产物,是以黄酮(2-苯基色原酮)为母核而衍生的一类黄色色素。该化合物在植物界分布很广,在植物体内大部分与糖结合成苷类或碳糖基

的形式存在,也有的以游离形式存在。黄酮类化合物包括黄酮、异黄酮、花色素等,其生理作用多种多样。异黄酮在自然界的分布只局限于豆科的蝶形花亚科等植物中,如大豆、苜蓿和绿豆等植物,其中含量最高的有苜蓿和大豆,苜蓿中的异黄酮含量为 0.5%~3.5%,大豆中的含量为 0.1%~0.5%^[33]。紫花苜蓿含有 3 种黄酮,即 7,4-二羟基黄酮、3,4,7-三羟基黄酮、麦黄酮;含有 4 种异黄酮,即黄豆苷原、染料木黄酮、7-羟基-4-甲氧异黄酮、生物卡宁 A^[34]。苜蓿中富含黄酮成分,其中最具代表性和特色的就是苜蓿素。Dornbos^[35]首先从苜蓿中所含的酚醛酸物质内分离出苜蓿素和 4-甲氧基苜蓿素。

多项研究表明,从苜蓿中提取的黄酮类化合物具有清除自由基、抗氧化作用,并有轻度雌激素和免疫功能,能够提高动物的生产性能,增强免疫力,提高机体抗氧化能力^[33-36]。任慧玲^[36]研究了低[40 mg/(kg·d)]、中[120 mg/(kg·d)]、高[400 mg/(kg·d)]3 个剂量的苜蓿异黄酮对小鼠生长性能、免疫机能和抗氧化能力的影响:苜蓿异黄酮对小鼠生长性能的影响与性别和剂量有关,低剂量的异黄酮可提高雄性小鼠的生长性能,但随剂量增大作用效果下降;中、高剂量的苜蓿异黄酮有利于增强小鼠的免疫功能,在细胞免疫、体液免疫以及非特异性免疫各方面均有体现;高剂量的异黄酮可降低 D-半乳糖致衰老小鼠体内的过氧化脂质含量,而低剂量的苜蓿异黄酮有利于提高小鼠体内谷胱甘肽氧化物酶活性和肝组织 SOD 抗氧化酶活性。现在国内外关于苜蓿中异黄酮类的研究多集中于大豆异黄酮上,对苜蓿中黄酮类物质研究较少。

3.1 类黄酮在鸡日粮中应用效果 尹靖东^[37]研究表明,连续 8 周给予产蛋鸡含 40 mg/kg 大豆黄酮的日粮,不仅能降低肝脏、血浆和蛋黄中丙二醛含量,延长鸡蛋货架寿命,而且能抑制蛋黄在加热过程中氧化胆固醇的形成,可见异黄酮能够增强蛋鸡总抗氧化能力和鸡蛋的脂质稳定性,提高食用的安全性。进一步研究发现,大豆黄酮可直接改善蛋鸡抗氧化水平,不需借助体内抗氧化酶。谢棒祥^[38]对肉仔鸡的研究也得到了相似的结论,连续 5 周添加 5~40 mg/kg 大豆黄

酮可显著降低肉仔鸡血清和肝脏中丙二醛水平,从添加水平看,在降低甘油三酯、低密度脂蛋白胆固醇水平和升高血清高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)方面,肉鸡日粮中以添加 5 mg/kg 最为适宜。一般认为免疫器官质量降低为免疫抑制所致,而免疫器官质量增加则为免疫增强的表现,朱宇旌^[39]用红三叶(*Trifolium pratense*)异黄酮饲喂肉鸡,能使胸腺和脾脏的相对质量增大,显示了免疫增强作用。

3.2 类黄酮在猪日粮中应用效果 异黄酮能够与体内雌激素受体结合,并产生弱的雌激素效应,这种效应表现出协同和拮抗内源雌激素的双重性。不同的动物种类、同种动物不同性别、同一性别不同靶组织、同一靶组织不同的功能状态以及不同的给药途径都会使其呈现出不同的雌激素活性^[40-45]。韦习会^[40]在大约克夏和二花脸母猪妊娠 85 d 至分娩后 7 d 的饲料中分别添加 8 和 5 mg/kg 的大豆异黄酮,公母仔猪初生体质量均显著大于对照组($P < 0.05$),可见大豆黄酮显著促进胎儿的生长,并不影响母猪下一胎次的繁殖能力,这可能与大豆异黄酮的饲喂时间和剂量有关。大豆黄酮对雄性及去势仔公猪的生长有促进作用,以及不同的给药途径都会使其呈现出不同的雌激素活性,给 5~6 周龄仔公猪皮下注射适量大豆黄酮可显著提高血清睾酮和类胰岛素 1 号增长因子(IGF-1)水平,促进机体生长,料重比降低,日增体质量提高^[41]。赵志辉^[42]等报道,在 2 周龄仔猪皮下注射大豆黄酮 $[2 \text{ mg}/(\text{kg} \cdot \text{w})]$ 5 周后,发现公母仔猪在体质量增幅上有差异,大豆黄酮组仔公猪较对照组提高 26.69%($P < 0.05$),同样处理的仔母猪只增加 6.86%($P > 0.05$)。郭慧君等^[43]也认为大豆黄酮能够显著促进去势仔公猪生长,但对去势仔母猪的生长则起抑制性作用,雌性去势仔猪增体质量降低 26.39%($P < 0.05$)。仔公猪注射大豆黄酮 4 周后,胸腺、脾脏质量分别比对照组增加 15.83%($P > 0.05$)和 15.85%($P > 0.05$);大豆黄酮能显著提高外周血淋巴细胞的阳性率,能显著提高 T 淋巴细胞的转化率,显著促进 ConA 诱导 T 淋巴细胞产生白介素-2(IL-2)和白介素-3(IL-3)^[44]。大豆黄酮对肥育猪(阉公猪和小母猪各半)生产性能的影响试验中发

现,添加大豆黄酮对肥育猪的生产性能有所改善,但影响不显著($P > 0.05$)^[45]。

4 苜蓿多糖

苜蓿多糖是一种具有广泛生物活性的大分子,存在于动植物体内,不仅是生物的营养成分,还参与生命科学中细胞的各种活动。苜蓿多糖是从紫花苜蓿中提取的植物型多糖,由酸溶性碳水化合物构成,包括葡萄糖、甘露糖、鼠李糖、半乳糖等。苜蓿多糖无毒性,经茚三酮法检查,苜蓿多糖不含蛋白质。

4.1 苜蓿多糖的生物活性作用 苜蓿多糖是一类被活跃研究的生物反应调节剂,苜蓿中含有的活性多糖有增强免疫功能和抗感染的作用。苜蓿多糖具有抗肿瘤、增强免疫力、降血脂、降血糖、抗辐射等药理活性,还有治疗高胆固醇的作用,且可强化血管和预防动脉硬化、血栓症、心肌梗塞等功能^[46]。苜蓿多糖的免疫作用主要有:促进免疫器官的发育;显著提高 T 淋巴细胞转化率,提高血清中巨噬细胞的吞噬指数;增强疫苗的免疫效果^[47-49]。

4.2 苜蓿多糖对畜禽的影响

4.2.1 提高免疫性能 郝永清等^[47]报道,用紫花苜蓿茎叶中提取的水溶性多糖饲喂艾维茵肉仔鸡,发现其胸性淋巴细胞增密,胸腺小体增多,法氏囊的皮髓质界限明显,皱壁增大,脾脏红、白髓质界限明显,淋巴小结数量增多,动脉周围淋巴鞘变明显,盲肠扁桃体淋巴细胞增密,说明苜蓿多糖促进了艾维茵肉仔鸡整个中枢免疫器官的发育。苜蓿多糖能增强机体防御能力,并可以快速消灭病原体,清除机体内的衰老死亡细胞。王丽荣等^[48]用水溶性苜蓿多糖饲喂肉仔鸡,证实了巨噬细胞吞噬功能增强,机体防御能力提高。张世军等^[49]用苜蓿多糖作为猪瘟兔化弱毒疫苗的强化剂,对 60 日龄体质量 18~20 kg 的仔猪进行免疫试验。结果表明,苜蓿多糖可使猪外周血液的 B 淋巴细胞增多,免疫球蛋白 G(IgG)水平提高,可显著增强猪瘟疫苗的免疫效果。

4.2.2 提高生产性能 李海英等^[50]选择 24 只艾维茵肉仔鸡,分别在第 3 周龄和第 5 周龄各进行 4 d 的代谢试验,试验 1、2、3 组分别在基础日粮中添加苜蓿多糖 0.5%、1.0%和 2.0%,对照组饲喂

基础日粮,研究苜蓿多糖对肉仔鸡养分利用率的影响。试验结果表明,适量添加苜蓿多糖可提高肉仔鸡对日粮粗蛋白的利用率,降低粗脂肪代谢率,其中1.0%添加量效果较好。在试验中,在后期1.0%添加组比对照组提高了27.92%,差异显著($P < 0.05$),而2.0%添加组比对照组降低了9.22%,差异显著($P < 0.05$)。表明苜蓿多糖的添加存在剂量效应,适量添加苜蓿多糖可以促进机体对日粮营养物质的消化利用率,加快蛋白质合成,从而促进肉鸡的生长,剂量过高则阻止机体对日粮营养物质的消化利用。

5 苜蓿膳食纤维

Trowell将膳食纤维定义为不被机体消化吸收的多糖类碳水化合物与木质素。膳食纤维的化学组成主要包括纤维素、半纤维素、果胶及果胶类物质和木质素四个部分,不能片面地将其理解为粗纤维或纤维素。新鲜苜蓿绿叶经粉碎、榨汁和过滤后分离出的叶渣,含有70%以上的总膳食纤维干基含量,含有10.70%的水溶性纤维、17.64%半纤维素、36.22%纤维素和9.24%的木质素^[51]。近年来国际营养学家一致认为膳食纤维能够平衡机体营养、调节机体功能,可与传统的六大营养素(蛋白质、脂肪、水、矿物质、维生素、碳水化合物)并列称为“第七营养素”,它具有吸收水分、助消化、增强胃蠕动、防便秘、降低血清胆固醇等作用。

膳食纤维在食品中的应用比较广泛,但在畜牧业中苜蓿草粉主要是作为日粮纤维的主要来源,所以未见有添加膳食纤维的报道。但膳食纤维对肠道健康具有潜在的健康作用已经得到认可,膳食纤维可促进肠内菌群的繁殖,其中包括有益健康的益生菌,如双歧杆菌、乳酸杆菌。杨玉芬^[52]使用苜蓿草粉作为日粮纤维的主要来源,将仔猪日粮中粗纤维含量由3%提高到6%,对仔猪的生产性能没有产生不利影响,反而随着日粮纤维含量的提高,仔猪的生长速度呈上升趋势。李雁冰^[53]使用苜蓿草粉作为主要纤维来源,将仔猪日粮中粗纤维含量由2.8%提高到5.3%,能有效地防止仔猪腹泻。这是由于日粮中纤维含量上升,刺激挥发性脂肪酸的产生,pH值下降,大肠杆菌数量下降。大肠杆菌是猪肠道重要微生物,

它能解除氨基酸的羧基使有毒胺的生成减少,从而减少腹泻。

6 利用苜蓿黄酮存在的问题与展望

近年来,对紫花苜蓿生物活性成分的研究逐渐增多,但对其活性成分开发和利用较少。首先,生产苜蓿生物活性物质的原料苜蓿的品质得不到保证,其苜蓿生物活性成分随苜蓿的病虫害、刈割期、加工方式、贮藏条件的不同而表现出较大差异;其次,尽管苜蓿生物活性成分提取的方法很多,但绝大多数还局限于实验室的操作阶段,生产成本高,不能用于大规模生产,远未达到商业化生产的水平;最后,目前我国对苜蓿的应用主要以干草或草粉的形式作为畜禽饲料,关于苜蓿次生产物的化学成分和生物活性方面的基础研究非常薄弱,限制了其在饲料工业中的应用。

虽然对苜蓿生物活性方面的研究还存在上述问题,但随着研究方法和技术的不断提高,特别是这几年有关苜蓿生物活性许多新的种类和生理作用的发现,使其应用前景日益广阔。苜蓿生物活性的研究和应用将有以下几个趋势:第一,苜蓿叶蛋白可以减轻我国蛋白原料紧缺的现状,安利公司的紫花苜蓿浓缩素和蛋白粉在消费者中深受欢迎,说明了紫花苜蓿的市场潜力巨大;第二,苜蓿多糖的免疫增强效应和抗感染作用、苜蓿皂苷的降胆固醇作用、苜蓿黄酮类化合物的抗氧化作用等都充分显示出苜蓿独特的功效,利用紫花苜蓿提取物生产低胆固醇的畜禽肉类产品,小规模试验已经证明苜蓿皂苷饲喂的低胆固醇鸡肉深受人们的喜爱,也为苜蓿的研究开发指明了方向;第三,紫花苜蓿作为一些活性成分的来源,具有资源丰富、价格低廉等特点;苜蓿的天然提取物具有安全、环保的特点,对苜蓿叶蛋白、皂苷、黄酮等活性成分的提取提升了紫花苜蓿的经济附加值;第四,把苜蓿活性物质这个产品加入到草业产业链条中去,推进草业由简单初级产品生产向精密深加工方面转变,延长产业链,提升产业层次,促进生产、科研、加工和销售各环节的产业一体化,发展产业化经营^[54]。随着人们保健意识的增强,具有多种功效的苜蓿活性成分越来越引起人们的关注,苜蓿活性成分的开发利用将有广阔的前景。

参考文献

- [1] 杨玲玲,王成章.苜蓿产品在食品及饲料工业中的应用[J].草业科学,2008,25(3):85-89.
- [2] 车晋滇.紫花苜蓿栽培与病虫害防治[M].北京:中国农业出版社,2002:2.
- [3] 郑家明.紫花苜蓿草粉饲喂肉猪效果试验[J].养猪,1999:223.
- [4] 曹玉凤,李英,夏玉东,等.紫花苜蓿在畜禽生产中的应用技术[J].饲料工业,2001,22(8):36-37.
- [5] 廉红霞,王成章,杨雨鑫,等.不同苜蓿草粉添加水平对妊娠母猪及其仔猪生产性能的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2004,32(6):35-40.
- [6] 郑文明,呼天明.内仔鸡日粮中添加苜蓿草粉效果研究[J].家禽科学,2005(4):9-11.
- [7] 何欣,王晓霞.苜蓿草粉对蛋鸡产蛋性能及蛋白质的影响[J].当代畜牧,2001(2):33.
- [8] 王彦华,王成章,史莹华,等.苜蓿多糖的研究进展[J].草业科学,2007,24(4):50-53.
- [9] 韩雪松,张玉发,吕会刚.我国苜蓿产业化发展现状与问题[J].草业科学,2002,19(2):29-30.
- [10] 卢成,曾昭海,张涛,等.紫花苜蓿生物活性成分研究进展[J].草业科学,2005,22(9):28-31.
- [11] Spillman A. Nutrient boost for alfalfa silage[J]. Agricultural Research,2003,51(12):20.
- [12] 饶应昌,庞声海.非谷物饲料生产新技术[M].北京:科学技术文献出版社,2002:354-361.
- [13] 贺玉薇,王松柏,许俊,等.苜蓿天然成分的营养保健功能及开发前景[A].第二届中国苜蓿发展大会(论文集)[C].北京:中国草原学会,2003:10-17,20.
- [14] Pasięka J. Comparison of nutritive value of plant protein concentrates dried by spraying and fluidization methods[J]. Roczniki Naukowe Zootechniki, Monografie i Rozprawy,1992,31:339-347.
- [15] Srivasiava R R. Effects of growth stage on the extractability and composition of leaf protein concentrate of some weeds[J]. Indian Journal of Agricultural research,1988,22(2):92-96.
- [16] Kume S, Tohamat T, Onaka K, et al. Relationships between crude protein and mineral concentrations in alfalfa and value of alfalfa silage as a mineral source for periparturient cows[J]. Animal Feed Science and Technology,2001,93(3-4):157-168.
- [17] Carlsson R. Nutritive value of feather meal and leaf protein mixtures[J]. Roczniki Naukowe Zootechniki,1993,20(2):28-90.
- [18] Hernandez A, Hernandez T, Martinez C. Production and chemical composition of alfalfa protein concentrate obtained by freezing[J]. Animal Feed Science and Technology,1998,72(1-2):169-174.
- [19] 华粉妹.植物茎叶蛋白的提取和利用研究[J].浙江农业学报,1996,8(2):118-122.
- [20] 佟建明,萨仁娜,郭宝忠.苜蓿叶蛋白对鸡生产性能的影响[J].农业工程学报,1998,14(3):244-247.
- [21] 王向峰,林洁荣.叶蛋白饲料的研究进展[J].福建畜牧兽医,2007,29(30):46-48.
- [22] 冯立志.苜蓿叶蛋白饲料对产蛋鸡生产性能和鸡蛋品质的影响[J].饲料工业,1998(5):23-24.
- [23] Delic I. Protein-carotenoid Concentrate from lucerne juice as the source of xanthophylls and protein for layers[J]. Biotechnology Atocarsiva,1994(10):65-70.
- [24] 张敬标,邱业先,敖小兰.苜蓿叶蛋白对伊莎蛋鸡生产性能的影响[J].江西农业大学学报,1996,18(4):455-458.
- [25] 曹致中,席亚丽,赵波.苜蓿叶蛋白提取及深加工[A].首届中国苜蓿发展大会(论文集)[C].北京:中国草原学会,2001:100-115.
- [26] Timbekova A E, Abubakirov N K. Triterpene glycoside of alfalfa. I. Medicoside - G A new bis-desmoside from Medicago sativa[J]. Chemistry of Natural Compounds,1984,20(4):427-433.
- [27] Malinow M R, McLaughlin P, Stafford C, et al. Alfalfa saponins and alfalfa seeds. Dietary effects in cholesterol-fed rabbits[J]. Atherosclerosis,1980,37(3):433-438.
- [28] 雷祖玉,韩卫涛,冯学勤,等.苜蓿总苷对AA肉仔鸡脂类代谢及生产性能的影响[J].中国饲料,2002,18:9-10.
- [29] 侯永刚,陈辉,黄仁录,等.苜蓿皂苷对蛋鸡胆固醇含量及脂质代谢的影响[J].畜牧与兽医,2009,41(3):73-76.
- [30] Ponte P I P, Mendes I, Quaresma M. Cholesterol levels and sensory characteristics of meat from broilers consuming moderate to high levels of Medicago sativa[J]. Poultry Science,2004,83(5):810-815.
- [31] 张勇.苜蓿总苷对肉仔鸡胴体品质、血脂及抗氧化性能的影响[J].动物营养学报,2005,17(4):46-50.
- [32] 胡明,卢德勋,牛文艺,等.苜蓿皂甙对绵羊瘤胃内纤维物质降解动力学研究[J].河南农业科学,2007(1):95-98.
- [33] 崔学平,斯大勇,崔扬健.大豆异黄酮的生理功能[J].饲料与畜牧,2009(2):17-19.

- [34] 李寿臣,唐洪光.紫花苜蓿食用营养与人体健康[J].中国食物与营养,2004(12):45-46.
- [35] Dombos D L, Spencer G F, Miller R W. Mediearpin delays alfalfa seed germination and seedling growth [J]. *Crop Science*, 1990, 30: 162-166.
- [36] 任慧玲.紫花苜蓿及红三叶异黄酮对小鼠生长性能、免疫功能及抗氧化能力的影响[D].沈阳:沈阳农业大学,2007,53-36.
- [37] 尹靖东,齐广海,张萍,等.大豆黄酮对鸡蛋胆固醇及其耐氧化性的影响[J].中国农业科学,2004,37(5):756-761.
- [38] 谢棒祥.类黄酮对肉仔鸡机体品质、脂质代谢和抗氧化状况的影响[D].北京:中国农业科学院,2001,16-49.
- [39] 朱宇旌,田书音,张勇,等.红三叶异黄酮对肉鸡免疫功能和抗氧化性能的影响[J].沈阳农业大学学报,2008,39(6):699-703.
- [40] 韦习会,夏东,陈杰,等.饲喂大豆异黄酮对母猪繁殖性能及哺乳仔猪生长的影响[J].江苏农业学报,2004,20(1):51-54.
- [41] 程忠刚,林映才.大豆黄酮对仔猪生产性能及血液生化指标的影响[J].河南科技大学学报,2003,23(4):44-48.
- [42] 赵志辉,徐英学,陆天水.大豆黄酮对2周龄仔猪增重及肝脏GH受体的影响[J].上海交通大学学报(农业科学版),2003,21(1):40-42.
- [43] 郭慧君,韩正康,王国杰.日粮添加大豆黄酮对去势仔猪生长性能及有关内分泌的影响[J].中国畜牧杂志,2002,38(2):17-18.
- [44] 张响英,王根林,唐现文,等.大豆黄酮对仔公猪细胞免疫功能的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2005,1:31-32.
- [45] 程忠刚,林映才,余德谦,等.大豆黄酮对肥育猪生产性能的影响及其作用机制探讨[J].动物营养学报,2005,17(1):30-34.
- [46] 卢成,曾昭海,张涛,等.紫花苜蓿生物活性成分研究进展[J].草业科学,2005,22(9):28-31.
- [47] 郝永清,王丽荣,董永军,等.水溶性苜蓿多糖对肉仔鸡免疫器官发育影响的研究[J].内蒙古畜牧科学,2003(2):28-29.
- [48] 王丽荣,郝永清,董永军.水溶性苜蓿多糖对肉仔鸡巨噬细胞吞噬功能的影响[J].中国兽医杂志,2004,40(7):28-29.
- [49] 张世军,王三虎,赵坤.苜蓿多糖对猪瘟兔化弱毒疫苗免疫应答强化作用的研究[J].河南农业科学,2003(10):57-60.
- [50] 李海英,陈红莉,孙国君.苜蓿多糖对肉仔鸡养用率的影响[J].养殖技术顾问,2007(9):101-102.
- [51] 郑建仙.高活性苜蓿膳食纤维的制备、性质与应用[J].粮食与饲料工业,1997(7):41.
- [52] 杨玉芬,卢德勋,许梓荣.日粮纤维对仔猪生产性能和养分消化率的研究[J].江西农业大学学报,2003,25(2):299-303.
- [53] 李雁冰,张敏,沈桃花.高纤维日粮对仔猪营养性腹泻及生产性能影响[J].饲料工业,2006,21(5):8-9.
- [54] 刘加文.中国草业现状及当前的主要任务[J].草业科学,2008,25(2):1-5.

The application of alfalfa bioactive phytochemicals to animal husbandry

XIA Su-yin, YAN Xue-bing, WAGN Cheng-zhang, Li Hai-yan

(College of Animal Science and Veterinary Medicine, Henan Agricultural University,
Henan Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Alfalfa shoots have multiple bioactive phytochemicals and unidentified growth factors, and the secondary metabolites of alfalfa shoots have many bioactive phytochemicals. The many bioactive components, including leaf protein, saponin, flavonoid, polysaccharide, and dietary fiber, of alfalfa shoots were summarized in this paper. After discussion on effectiveness of these bioactive components shoots on livestock production, this study proposed that the bioactive phytochemicals of alfalfa shoots played an important role in the development of animal husbandry healthily.

Key words: alfalfa; bioactive phytochemicals; animal husbandry