

# 植物提取物防治奶牛乳房炎的应用进展

侯 昆<sup>1</sup> 童津津<sup>1</sup> 熊本海<sup>2</sup> 蒋林树<sup>1\*</sup>

(1.北京农学院动物科技学院,奶牛营养学北京市重点实验室,北京 102206;

2.中国农业科学院北京畜牧兽医研究所,北京 100193)

**摘 要:** 植物提取物中富含大量营养活性物质,具有抗氧化、抗菌、提高机体免疫力等功能。其作为动物饲料添加剂使用时,由于无残留、无耐药性、健康、安全等特性,得到了广泛的关注。在养殖生产中,奶牛乳房炎发病率高,严重影响产奶量及奶品质,给牧场造成巨大的经济损失。因此,本文主要从植物提取物对奶牛免疫功能的影响及其在防治奶牛乳房炎方面的应用效果进行综述。

**关键词:** 植物提取物;奶牛;乳房炎;免疫功能;抗氧化

**中图分类号:** S816

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006-267X(2019)07-3009-07

乳房炎是畜牧业中最常见的疾病,其发病率高、治愈率低、淘汰率高,对牧场的经济效益具有重要影响<sup>[1]</sup>。当今所研制的化学合成药物、激素和抗生素等在治疗奶牛乳房炎方面起到了良好的疗效,但是奶牛机体产生的耐药性以及乳汁中抗生素残留严重危害人类健康。植物提取物由于其富含大量营养活性物质,具有抗氧化、提高机体免疫力、抗菌等功能<sup>[2]</sup>,在降低乳房炎的预防与治疗过程中,有广泛的应用前景。植物提取物又因其无抗药性、无残留、多功能等优势,目前已在畜禽饲料中作为添加剂被迅速推广<sup>[3]</sup>。植物提取物作为一种新型预防和治疗手段,作为抗生素药物替代物,在防治奶牛乳房炎中的应用具有巨大潜力,成为近些年研究的热点<sup>[4]</sup>。因此,本文主要从植物提取物对奶牛免疫功能与抗氧化的影响及其在防治奶牛乳房炎方面应用效果进行综述。

## 1 植物提取物对奶牛免疫功能的影响

植物提取物影响奶牛免疫功能的有效活性成分主要有皂苷、单宁、生物碱、精油等<sup>[5]</sup>。这些活

性成分对奶牛乳腺免疫功能的调控与机体体液免疫和细胞免疫相关,最终达到维持机体免疫处于平衡的状态。

### 1.1 对体液免疫的影响

据报道,机体中 B 淋巴细胞是参与体液免疫的重要活性细胞,当受到抗原刺激后,分化为浆细胞,从而产生特异性抗体,发挥体液免疫功能<sup>[6]</sup>。Bilia 等<sup>[7]</sup>研究发现,2  $\mu\text{g/mL}$  青蒿精油对引起奶牛隐性乳房炎的金黄色葡萄球菌有较强的抑制作用。岳治权等<sup>[8]</sup>研究发现,在奶牛饲养中依据奶牛体重饲喂 5 mg/kg 青蒿提取物后,24、42、72 h 的 B 淋巴细胞红细胞-抗体-补体(EAC)花环率显著高于对照组。青蒿提取物的饲喂使得 B 淋巴细胞表面所具有的补体 3(C3)受体含量上升,而红细胞与相应的抗体结合形成抗原抗体复合物,其激活补体生成活化的 C3 的能力增强,导致 B 淋巴细胞表面的 C3 受体结合形成 EAC 花环率上升。因此,通过 EAC 花环率可判定 B 淋巴细胞的功能,并可间接反映出机体的体液免疫状态<sup>[8]</sup>。植物提取物的饲喂可提高奶牛体液免疫的水平,

收稿日期:2018-12-14

基金项目:国家自然科学基金项目(31772629,31702302,31802091);北京市现代农业产业技术体系奶牛创新团队项目;2019年北京农学院学位与研究生教育改革与发展项目

作者简介:侯 昆(1996—),男,北京人,硕士研究生,研究方向为反刍动物营养与免疫。E-mail: 1031520946@qq.com

\* 通信作者:蒋林树,教授,博士生导师,E-mail: kjxnb@vip.sina.com

为奶牛乳房炎提供新的治疗途径。

## 1.2 对细胞免疫的影响

奶牛乳腺内感染所导致的炎症反应,主要由中性粒细胞作为对抗细菌的主要效应细胞,并伴有不同数量的巨噬细胞和淋巴细胞相互作用。这种反应是由多种炎症介质驱动的,包括细胞因子、趋化因子、前列腺素和白细胞三烯,它们通过介导调节炎症与免疫,在乳腺防御中发挥关键作用<sup>[9]</sup>。目前,已有文献报道植物提取物的饲喂可以在一定程度上影响机体内相关炎性介质的调控<sup>[10-12]</sup>。

植物提取物对细胞因子如机体促炎性细胞因子白细胞介素-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ )、白细胞介素-6 (IL-6)、白细胞介素-8 (IL-8)和肿瘤坏死因子- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ )等的影响,乳房炎奶牛与健康奶牛相比差异显著。TNF- $\alpha$ 和IL-1 $\beta$ 是巨噬细胞产生的主要促炎性细胞因子,与各种慢性炎症疾病均有关<sup>[13]</sup>。Wang等<sup>[12]</sup>通过对桑科中草药提取物的研究发现,其对脂多糖(LPS)刺激奶牛乳腺上皮细胞所产生的细胞因子TNF- $\alpha$ 、IL-6和IL-1 $\beta$ 的表达有显著抑制作用,并呈剂量依赖性,这主要是因为桑科中草药提取物通过抑制乳腺上皮细胞中Toll样受体4(TLR4)介导的核细胞因子- $\kappa$ B(NF- $\kappa$ B)与丝裂原活化蛋白激酶(MAPK)的活化,从而抑制促炎性细胞因子的表达。IL-6是机体发生免疫应答时分泌的一种细胞因子<sup>[14]</sup>。常肖肖等<sup>[15]</sup>研究发现,对4头装有永久瘤胃瘘管的荷斯坦奶牛分别灌注0(对照)、15、30、45 g/d的茶皂素进行4期饲喂后,灌注45 g/d茶皂素可显著提高奶牛血清中免疫球蛋白及免疫相关细胞因子的含量,并提高细胞因子IL-6 mRNA的表达量,进而证明茶皂素可提高奶牛的免疫功能。IL-8是一种趋化因子,可使中性粒细胞在炎症灶处活化。Mukherjee等<sup>[16]</sup>研究发现,IL-8在炎症和免疫识别中具有积极的作用,在体细胞计数超过50万个/mL的奶牛乳房中注射青牛胆茜草甲醇提取物,将100 mg胆茜草甲醇提取物溶解在7.5 mL磷酸盐缓冲液中进行注射,连续注射5 d,治疗第4天时观察发现,与对照组相比,注射组可显著提高奶牛乳清中IL-8的含量,而乳清中细胞因子含量的提高可能是由于青牛胆茜草甲醇提取物中含有多糖组分所致。Nair等<sup>[17]</sup>从药用植物青牛胆茜草中分离出了(1,4)- $\alpha$ -D-葡聚糖(RR1),RR1以时间和剂量依赖的方式激活NF- $\kappa$ B,其诱导激活是通过Toll

样受体6(TLR6)信号在HEK293细胞中转导而发生的,使得IL-8的合成量上升,证明了多糖诱导细胞因子含量的提升。有研究报告,奶牛免疫水平的提升还与环腺苷酸(cAMP)-磷酸二酯酶(PDE)密切相关<sup>[18]</sup>。例如,黄芪、杜仲等植物提取物均可通过抑制免疫细胞中cAMP-PDE活性<sup>[19]</sup>,提高cAMP含量,抑制中性粒细胞活性,进而提升机体的免疫水平。在正常情况下,奶牛乳腺与血液中的免疫活性细胞含量较低,但在饲喂奶牛苜蓿黄酮提取物后发现,苜蓿黄酮提取物补充量与机体中性粒细胞的比例呈正相关,抑制淋巴细胞的活化和增殖,可显著提高机体的免疫功能<sup>[20]</sup>。

因此,植物提取物应用于奶牛生产中增加了奶牛机体对外界环境的抵抗能力,逐渐成为研究的重点,而不同植物中主要活性成分所发挥的作用也慢慢被人们所知晓,但如何对其进行合理利用还是一个巨大的挑战。

## 2 植物提取物活性成分在防治奶牛乳房炎方面的研究进展

目前,在养殖场中奶牛乳房炎的治疗还是以使用抗生素为主,但由于乳房炎治愈率低及长期使用抗生素等原因,导致病原菌对抗生素产生了不同程度的耐药性,而且残留的物质会引起机体很多的过敏反应,甚至导致过敏性休克。更严重的是,人们长期食用这种牛奶会使身体对细菌产生抗药性,会给疾病治疗带来较大困难<sup>[21]</sup>。因此,利用植物提取物降低奶牛乳房炎的发病率,为预防和治疗奶牛乳房炎提供了新的途径。

### 2.1 皂苷

近年来,皂苷的抗炎抗真菌作用得到广泛研究<sup>[22]</sup>。Hu等<sup>[23]</sup>研究发现,给金黄色葡萄球菌所引起的亚临床性乳房炎奶牛皮下注射人参根提取物45 mg/mL(每天8 mg/kg BW)连续6 d,与注射生理盐水的对照组相比,1周后,外周血中性粒细胞吞噬功能和氧化活性显著升高,单核细胞数量显著高于治疗前,2~3周后,淋巴细胞数量显著高于注射前。由此可知,人参根提取物的可以激活奶牛先天免疫能力,有助于奶牛从乳房炎中恢复,从而防治奶牛乳房炎。乳房炎可引起奶牛氧自由基含量的增加,导致氧化应激,临床和亚临床乳房炎的发生都与氧自由基的释放、总抗氧化能力的降低有关<sup>[24]</sup>。经冯志华<sup>[25]</sup>研究发现,奶牛饲料中

加入 15 g/d 从植物蒺藜中提取的蒺藜皂苷 (GSTT), 可显著提高血清中谷胱甘肽过氧化氢酶 (GSH-Px) 的活性和总抗氧化能力 (T-AOC), 而 T-AOC 是反映机体抗氧化系统功能状况的指标<sup>[26]</sup>, 它的提升表明机体抗氧化能力增强; 同时, GSTT 显著降低奶牛血清中 MDA 的含量, 而 MDA 作为脂质过氧化的产物<sup>[27]</sup>, 其含量的高低是判断机体氧化应激的标志<sup>[28]</sup>, 血清中 MDA 含量的显著降低说明 GSTT 具有提高奶牛机体抗氧化酶活性, 有效清除自由基, 防止活性氧对机体造成损伤的作用, 提高机体抗氧化水平, 降低机体疾病的易感性, 提高对乳房炎的抵抗力<sup>[25]</sup>。因此, 当皂苷作为饲料添加剂时, 有降低奶牛泌乳阶段乳房炎发病率的潜力, 具有广阔的应用前景。

## 2.2 单宁

单宁对细菌的生长具有明显的抑制作用。De O Ribeiro 等<sup>[29]</sup>研究发现, 含有大量单宁的塞拉多植物提取物对葡萄球菌属抗菌效果较强, 而葡萄球菌属中金色葡萄球菌是引起奶牛乳房炎的主要致病菌之一, 其乙醇提取物对革兰氏阴性菌的抑制效果较强, 从而降低奶牛乳房炎的发生。其抗菌的主要原因是单宁可与细胞质膜相互作用, 抑制其功能, 从而损害细胞的完整性。单宁在一定范围内相对分子质量越大, 抑菌性越强, 但相对分子质量过大则会受到微生物细胞膜制约, 抑菌性变弱; 此外, 单宁可以通过络合酶和细菌外膜蛋白抑制细菌生长<sup>[30]</sup>, 而且它们能够结合参与细菌新陈代谢的金属离子。因此, 单宁与革兰氏阴性菌结构有关的  $\text{Ca}^{2+}$  离子结合, 影响细菌细胞壁的通透性, 破坏对细菌生长所必需的微量元素的吸收<sup>[31]</sup>, 从而表现出抑菌性。Liu 等<sup>[32]</sup>研究发现, 单宁不仅有较强的抑菌效果, 在奶牛饲料中添加栗树单宁还可以降低奶牛乳中体细胞数与 MDA 的含量, 抑制奶牛血浆和肝脏的脂质过氧化。由于单宁化学结构激活了内源性抗氧化防御自由基, 将自由基清除, 从而提高机体内抗氧化酶活性, 减轻泌乳奶牛乳腺的氧化应激与炎症反应。

## 2.3 生物碱

生物碱对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌均有良好的抑制作用。He 等<sup>[33]</sup>研究发现, 白屈菜红碱对金黄色葡萄球菌的最小抑制浓度为 0.156 mg/mL, 可以在短时间内增加细菌细胞壁的渗透性, 从而导致细胞内容物外泄; 同时, 其影响和阻碍细菌蛋

白的表达和合成, 最终导致细胞死亡。而 Li 等<sup>[34]</sup>研究发现, 苦豆子总生物碱对奶牛乳腺中分离的表皮葡萄球菌生物膜的形成具有抑制作用, 验证了生物碱可对细菌膜结构造成损害, 抑制细菌的生长, 为减少奶牛亚临床乳房炎的发生提供了新的治疗方法。而在生物碱抗氧化的试验中, Ban 等<sup>[35]</sup>研究发现, 黄连花的乙醇提取物中有效成分小檗碱可降低机体 MDA 的含量, 提高 SOD、CAT 和 GSH 的活性, 而小檗碱可通过腺苷酸活化蛋白激酶 (AMPK) 通路和核因子 E2 相关因子 2 (Nrf2)/血红素加氧酶 1 (HO-1) 通路等途径减轻氧化应激和炎症反应, 有效阻止氧化应激与炎症之间的恶性循环<sup>[36]</sup>。由此可见, 有效合理的利用植物提取物, 可以降低奶牛乳房炎的发生与发展, 提高牧场的经济效益。

## 2.4 植物精油

植物精油对奶牛乳房炎致病菌的抑制作用得到了广泛的研究。Benkeblia<sup>[37]</sup>研究发现, 洋葱和大蒜精油对葡萄糖球菌具有一定的抑制作用, 且其抑制作用与洋葱和大蒜精油的浓度呈显著正相关; 洋葱精油为 50 和 100 mL/L 时对细菌生长的抑制作用十分微弱, 而当浓度达到 200、300 和 500 mL/L 时, 则对细菌有明显的抑制作用; 并且, 同一浓度下, 大蒜精油对葡萄糖球菌的抑制活性更高。Alekish 等<sup>[38]</sup>研究发现, 鼠尾草精油对金黄色葡萄球菌的最小抑制浓度为 12.5%, 当给患有亚临床乳房炎的母羊乳房注射鼠尾草精油后, 在 24 和 48 h 乳中体细胞数显著降低, 而奶牛或母羊乳中体细胞数被认为是一种预测乳房炎的指标, 用于区分慢性感染和非感染动物<sup>[39]</sup>, 其显著降低表明乳房逐渐康复, 乳汁质量得到改善。在奶牛场, 面对频发的乳房炎时, 植物精油所充当的不仅仅是一种饲料添加剂, 而是一种具有治疗效用的新型药物。据陈昊等<sup>[40]</sup>报道, 在奶牛全混合日粮 (TMR) 中添加 0.28 g/头牛至精油, 可使患乳房炎的奶牛单个乳区的发病率降低 2%, 还可以降低机体耐药性, 在不使用抗生素的情况下康复。牛至精油主要成分中的酚类化合物与过氧自由基表现出高反应活性, 过氧自由基通过与酚类氢质子或电子的供应被消除, 表现出较高的抗氧化活性<sup>[41]</sup>, 进一步说明植物精油对奶牛乳房炎的调控不仅仅局限于抑制病原菌, 还可以提高机体的免疫力。由此可知, 患有乳房炎的奶牛发生氧化应激时, 饲

喂牛至精油可以增强机体的抗氧化作用。

## 2.5 其他植物有效活性成分

治疗和预防乳房炎的植物提取物品种众多,其中一些中草药植物有效成分主要以清热解毒、活血祛瘀、通经下乳的方式发挥预防和治疗作用<sup>[42]</sup>。例如,蒲公英提取物对引起乳房炎的葡萄球菌具有明显的抑制作用<sup>[43]</sup>。Kenny等<sup>[43]</sup>通过测定蒲公英根粗提液和透析液的有效成分,发现其活性成分中的2种羟基脂肪酸和3种酚类化合物对其抗菌活性起到了主要作用。Lee等<sup>[44]</sup>研究发现,100 μg/mL 蒲公英提取物可显著抑制LPS刺激乳腺上皮细胞所产生的*IL-1β*、*IL-6*、*IL-8*、*TNF-α*和中性粒细胞趋化蛋白-2(*GCP-2*)的表达,从而具有较好的抗炎作用,主要作用机制是蒲公英提取物通过抑制NF-κB抑制蛋白(IκB-α)的磷酸化而阻断NF-κB通路发挥抗炎作用<sup>[45]</sup>。据报道,10%金银花提取物对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抗菌效果与青霉素100 μmol/mL的抑菌效果相当<sup>[46]</sup>。崔一智等<sup>[47]</sup>研究发现,金银花花蕾区域抑菌活性较高,125与250 mg/mL水提物对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌的抑制效果较强,而与甲氧苄啶组合使用后可以显著增加其抑制效果。Mordmuang等<sup>[48]</sup>研究发现,桃金娘乙醇提取物对金黄色葡萄球菌具较强的抑菌活性,其最小抑制浓度和最小杀菌浓度分别为0.5~1.0 μg/mL和1~2 μg/mL,与万古霉素相当。不仅如此,桃金娘乙醇提取物还以浓度依赖性方式增加细菌细胞表面疏水性,降低细菌对奶牛乳腺上皮细胞的黏附作用,从而降低细菌的侵袭能力,起到治疗并预防奶牛乳房炎的作用。综上所述,从植物提取物中寻找新型抗致病菌的成分对科学研究具有重要意义。

## 3 植物提取物存在的问题

植物在自然界中随处可见,但由于其复杂的提纯技术增加了成本费用,因此在实际应用与推广普及等方面还存在一定的难度,而且每株植物中的有效活性成分之间的关系不能被确定<sup>[49]</sup>。如何降低因种植的地域、时间、季节不同而导致相应活性成分是差异,使得每一批次都有同样的功效仍需要关注。现在人们所使用的大多数植物提取物含有色素或者不良挥发性气体,添加剂量小时抑菌效果可能不明显,但当大剂量添加时又会影

响饲料的饲喂,没有适宜的标准,从而达不到预期的效果<sup>[50]</sup>。另外,还需要对植物提取物进行一定的毒理学评价研究,严格按照卫生部与食品安全部制定的标准检测,确保其安全性,否则不能允许其作为添加剂使用。只有这样才能更安全、更有效地将植物提取物投入到实践中。

## 4 小结

植物提取物有着抗菌、抗病毒,以及提高机体免疫功能等作用,在畜禽生产中得到了广泛的应用。虽然抗生素以及化学合成药物给我们的生活带来了方便,但是其中存在着诸多问题,如对动物的毒性作用、细菌的耐药性、在动物性产品中残留以及对环境污染等。随着对植物提取物作用研究的深入,天然植物提取物不但在功效上能与之媲美,而且具有化学添加剂无可比拟的天然性、安全性、无污染和其独特的营养特性。因此,植物提取物有望投入生产并取代部分抗生素,成为新时代的新型预防、治疗手段,具有广阔的应用前景。

## 参考文献:

- [1] MADUT N A, GADIR A E A, EL JALII I M. Host determinants of bovine mastitis in semi-intensive production system of Khartoum state, Sudan [J]. *Journal of Cell and Animal Biology*, 2009, 3(5): 71-77.
- [2] WINDISCH W, SCHEDULE K, PLITZNER C, et al. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry [J]. *Journal of Animal Science*, 2008, 86 (Suppl.14): E140-E148.
- [3] KAMEL C. Natural plants extracts: classic remedies that bringing modern solutions to animal production [J]. *Anaporc*, 2001, 211: 159-165.
- [4] BENCHAAR C, CALSAMIGLIA S, CHAVES A V. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production [J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2008, 145(1/2/3/4): 209-228.
- [5] BRODZKI P, KOSTRO K, BRODZKI A, et al. Determination of selected parameters for non-specific and specific immunity in cows with subclinical endometritis [J]. *Animal Reproduction Science*, 2014, 148(3/4): 109-114.
- [6] NORMAN P S. Immunobiology: the immune system in health and disease [J]. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 1995, 96(2): 274.
- [7] BILIA A R, SANTOMAURO F, SACCO C, et al. Es-

- sential oil of *Artemisia annua* L.: an extraordinary component with numerous antimicrobial properties [J]. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014, 2014: 159819.
- [ 8 ] 岳治权, 张玲, 张德刚, 等. 青蒿琥酯对健康奶牛 E-玫瑰花环形成率的影响 [J]. *中兽医医药杂志*, 1991 ( 5 ): 2-4.
- [ 9 ] RAINARD P, RIOLLET C. Mobilization of neutrophils and defense of the bovine mammary gland [J]. *Reproduction Nutrition Development*, 2003, 43 ( 5 ): 439-457.
- [ 10 ] LILLEHOJ H, LIU Y H, CALSAMIGLIA S, et al. Phytochemicals as antibiotic alternatives to promote growth and enhance host health [J]. *Veterinary Research*, 2018, 49: 76.
- [ 11 ] OH J, GIALLONGO F, FREDERICK T, et al. Effects of dietary CAPSICUM oleoresin on productivity and immune responses in lactating dairy cows [J]. *Journal of Dairy Science*, 2015, 98 ( 9 ): 6327-6339.
- [ 12 ] WANG J J, GUO C M, WEI Z K, et al. Morin suppresses inflammatory cytokine expression by downregulation of nuclear factor- $\kappa$ B and mitogen-activated protein kinase ( MAPK ) signaling pathways in lipopolysaccharide-stimulated primary bovine mammary epithelial cells [J]. *Journal of Dairy Science*, 2016, 99 ( 4 ): 3016-3022.
- [ 13 ] FAN H K, COOK J A. Molecular mechanisms of endotoxin tolerance [J]. *Journal of Endotoxin Research*, 2004, 10 ( 2 ): 71-84.
- [ 14 ] TANAKA T, NARAZAKI M, KISHIMOTO T. IL-6 in inflammation, immunity, and disease [J]. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 2014, 6 ( 10 ): a016295.
- [ 15 ] 常肖肖, 张议夫, 赵士萍, 等. 茶皂素对奶牛免疫功能的影响 [J]. *动物营养学报*, 2017, 29 ( 3 ): 1039-1045.
- [ 16 ] MUKHERJEE R, DE U K, RAM G C. Evaluation of mammary gland immunity and therapeutic potential of *Tinospora cordifolia* against bovine subclinical mastitis [J]. *Tropical Animal Health and Production*, 2010, 42 ( 4 ): 645-651.
- [ 17 ] NAIR P K R, MELNICK S J, RAMACHANDRAN R, et al. Mechanism of macrophage activation by ( 1, 4 )- $\alpha$ -D-glucan isolated from *Tinospora cordifolia* [J]. *International Immunopharmacology*, 2006, 6 ( 12 ): 1815-1824.
- [ 18 ] HWANG T L, LEU Y L, KAO S H, et al. Viscolin, a new chalcone from *Viscum coloratum*, inhibits human neutrophil superoxide anion and elastase release via a cAMP-dependent pathway [J]. *Free Radical Biology and Medicine*, 2006, 41 ( 9 ): 1433-1441.
- [ 19 ] 费嘉, 乔善义, 郭继芬. 杜仲活性成分四氢呋喃并四氢呋喃型木脂素的快速分析 [J]. *分析测试学报*, 2004, 23 ( 增刊 ): 47-50.
- [ 20 ] ZHAN J S, LIU M M, SU X S, et al. Effects of alfalfa flavonoids on the production performance, immune system, and ruminal fermentation of dairy cows [J]. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2017, 30 ( 10 ): 1416-1424.
- [ 21 ] NEMATI M, HERMANS K, LIPINSKA U, et al. Antimicrobial resistance of old and recent *Staphylococcus aureus* isolates from poultry: first detection of livestock-associated methicillin-resistant strain ST398 [J]. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 2008, 52 ( 10 ): 3817-3819.
- [ 22 ] MOSES T, PAPADOPOULOU K K, OSBOURN A. Metabolic and functional diversity of saponins, biosynthetic intermediates and semi-synthetic derivatives [J]. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*, 2014, 49 ( 6 ): 439-462.
- [ 23 ] HU S, CONCHA C, JOHANNISSON A, et al. Effect of subcutaneous injection of ginseng on cows with subclinical *Staphylococcus aureus* mastitis [J]. *Journal of Veterinary Medicine: Series B, Infectious Diseases and Veterinary Public Health*, 2001, 48 ( 7 ): 519-528.
- [ 24 ] ATAKISI O, ORAL H, ATAKISI E, et al. Subclinical mastitis causes alterations in nitric oxide, total oxidant and antioxidant capacity in cow milk [J]. *Research in Veterinary Science*, 2010, 89 ( 1 ): 10-13.
- [ 25 ] 冯志华. 藜藜皂苷对奶牛瘤胃发酵、甲烷产量、抗氧化功能及免疫功能的影响 [D]. 博士学位论文. 保定: 河北农业大学, 2013.
- [ 26 ] SAIDE J A O, GILLILAND S E. Antioxidative activity of lactobacilli measured by oxygen radical absorbance capacity [J]. *Journal of Dairy Science*, 2005, 88 ( 4 ): 1352-1357.
- [ 27 ] CASTILLO C, HERNÁNDEZ J, VALVERDE I, et al. Plasma malonaldehyde ( MDA ) and total antioxidant status ( TAS ) during lactation in dairy cows [J]. *Research in Veterinary Science*, 2006, 80 ( 2 ): 133-139.
- [ 28 ] KONVI ČNÁ J, VARGOVÁ M, PAULÍKOVÁ I, et al. Oxidative stress and antioxidant status in dairy cows during prepartal and postpartal periods [J]. *Acta Veterinaria Brno*, 2015, 84 ( 2 ): 133-140.

- [29] DE O RIBEIRO I C, MARIANO E G A, CARELI R T, et al. Plants of the Cerrado with antimicrobial effects against *Staphylococcus* spp. and *Escherichia coli* from cattle [J]. BMC Veterinary Research, 2018, 14(1): 32.
- [30] JOSEPH N, MIRELLE A F R, MATCHAWE C, et al. Evaluation of the antimicrobial activity of tannin extracted from the barks of *Erythrophleum guineensis* (Caesalpiniaceae) [J]. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 2016, 5(4): 287-291.
- [31] HETAL C, FALGUNI C, MADHAVI P, et al. A review on a flash chromatography [J]. International Journal of Pharmaceutical Development & Technology, 2012, 2(2): 80-84.
- [32] LIU H W, ZHOU D W, LI K. Effects of chestnut tannins on performance and antioxidative status of transition dairy cows [J]. Journal of Dairy Science, 2013, 96(9): 5901-5907.
- [33] HE N, WANG P, WANG P, et al. Antibacterial mechanism of chelerythrine isolated from root of *Toddalia asiatica* (Linn) Lam [J]. BMC Complementary and Alternative Medicine, 2018, 18: 261.
- [34] LI X, GUAN C P, HE Y L, et al. Effects of total alkaloids of *Sophora alopecuroides* on biofilm formation in *Staphylococcus epidermidis* [J]. Biomed Research International, 2016, 2016: 4020715.
- [35] BAN X Q, HUANG B, HE J S, et al. *In vitro* and *in vivo* antioxidant properties of extracts from *Coptis chinensis* inflorescence [J]. Plant Foods for Human Nutrition, 2011, 66(2): 175-180.
- [36] LI Z, GENG Y N, JIANG J D, et al. Antioxidant and anti-inflammatory activities of berberine in the treatment of diabetes mellitus [J]. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2014, 2014(33): 289264.
- [37] BENKEBLIA N. Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onions (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*) [J]. LWT-Food Science and Technology, 2004, 37(2): 263-268.
- [38] ALEKISH M O, ISMAIL Z B, AWAWDEH M S, et al. Effects of intramammary infusion of sage (*Salvia officinalis*) essential oil on milk somatic cell count, milk composition parameters and selected hematology and serum biochemical parameters in Awassi sheep with subclinical mastitis [J]. Veterinary World, 2017, 10(8): 895-900.
- [39] BOUVIER-MULLER J, ALLAIN C, ENJALBERT F, et al. Somatic cell count-based selection reduces susceptibility to energy shortage during early lactation in a sheep model [J]. Journal of Dairy Science, 2018, 101(3): 2248-2259.
- [40] 陈昊, 刘婷, 姚喜喜, 等. 牛至精油对荷斯坦奶牛乳房炎和腹泻发病率的影响 [J]. 中国草食动物科学, 2015, 35(2): 39-41.
- [41] WEI A, SHIBAMOTO T. Antioxidant activities and volatile constituents of various essential oils [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2007, 55(5): 1737-1742.
- [42] 杨健, 严作廷, 王东升, 等. 中药治疗奶牛乳房炎的系统评价与 Meta 分析 [J]. 南方农业学报, 2016, 47(4): 656-663.
- [43] KENNY O, BRUNTON N P, WALSH D, et al. Characterisation of antimicrobial extracts from dandelion root (*Taraxacum officinale*) using LC-SPE-NMR [J]. Phytotherapy Research, 2015, 29(4): 526-532.
- [44] LEE K H, HSU K C, WANG Y S, et al. Effects of *Taraxacum mongolicum* extract on lipopolysaccharide-induced nitric oxide and cytokines production by bovine peripheral blood mononuclear cells [J]. Taiwan Veterinary Journal, 2016, 42(4): 203-212.
- [45] 夏炎. 蒲公英提取物对 LPS 诱导的 RAW264.7 细胞的抗炎作用及对 NF- $\kappa$ B 信号通路的调控 [D]. 硕士学位论文. 长春: 吉林农业大学, 2017.
- [46] LI Y J, CAI W Y, WENG X G, et al. *Lonicerae japonicae* flos and *Lonicerae flos*: a systematic pharmacology review [J]. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2015, 2015: 905063.
- [47] CUI Y Z, WANG Q J, WANG X. Synergistic effects of trimethoprim with *Flos lonicerae* on antibacterial activity and dose-effect relationship *in vitro* [J]. Preprints, 2016, 1: 2016080175.
- [48] MORDMUANG A, SHANKAR S, CHETHANOND U, et al. Effects of *Rhodomyrtus tomentosa* leaf extract on staphylococcal adhesion and invasion in bovine udder epidermal tissue model [J]. Nutrients, 2015, 7(10): 8503-8517.
- [49] FRANCIS G, KEREM Z, MAKKAR H P S, et al. The biological action of saponins in animal systems: a review [J]. British Journal of Nutrition, 2002, 88(6): 587-605.
- [50] FRANZ C, BASER K H C, WINDISCH W, et al. Essential oils and aromatic plants in animal feeding—a European perspective. A review [J]. Flavour and Fragrance Journal, 2010, 25(5): 327-340.

## Application Progress of Plant Extracts on Prevention and Treatment of Mastitis in Dairy Cow

HOU Kun<sup>1</sup> TONG Jinjin<sup>1</sup> XIONG Benhai<sup>2</sup> JIANG Linshu<sup>1\*</sup>

(1. *Beijing Institute of Animal Science and Technology, Beijing Key Laboratory of Cow Nutrition, Beijing 102206, China;*

2. *Beijing Institute of Animal Husbandry and Veterinary Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China*)

**Abstract:** Plant extracts has various nutrient active substances, which accompany with the functions of antioxidant, antimicrobial, improving immunity and so on. As animal feed additive, it plays an active role in animal production by its characteristics of health, safety, without drug resistance, thus it has been received extensive attention. Mastitis as a major health problem in dairy cattle, which accompany with economic losses, are mostly associated with decreased production and milk quality. Therefore, in this study, we elucidated the effects of plant extracts on immune function in dairy cows, and summarized the application effect of plant extracts on prevention and treatment of mastitis in dairy cow. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2019, 31(7):3009-3015]

**Key words:** plant extract; dairy cow; mastitis; immune function; antioxidation