

浅谈植物精油的生物学功能及其在畜禽生产中的应用研究进展

扶雄锋

城厢区华亭畜牧兽医站 福建莆田 351100

摘要: 植物精油是从植物中萃取的挥发性芳香物质, 是一类新型绿色饲料添加剂, 是较为理想的抗生素替代品之一。本文主要从植物精油的生物学功能及其在畜禽生产中的应用进行综述, 以期为植物精油在畜禽生产上的应用提供一定的理论基础。

关键词: 植物精油; 生物学功能; 畜禽生产

为了促进畜禽生长, 提高饲料利用率, 降低发病率和死亡率, 养殖业广泛应用亚治疗水平的金霉素和硫酸粘菌素等饲用抗生素^[1]。然而, 由于耐药细菌通过食物链传播和富集备受强烈关注, 许多国家已经限制甚至禁止(如欧美)使用抗生素作为饲料添加剂, 我国农业农村部公告自2020年7月1日起, 饲料生产企业停止生产含有促生长类药物饲料添加剂(中药类除外)的商品饲料。对抗生素作为饲料添加剂限制使用促使营养学专家和饲料生产商加快开发抗生素替代物, 植物精油, 被认为是一种潜在的抗生素替代物, 是一类新型绿色饲料添加剂, 比饲用抗生素存在的残留问题更少, 因而其越来越成为抗生素替代物研究领域的热点^[2-3]。本文从植物精油生物学功能及其在畜禽生产中的应用调节畜禽抗氧化功能、免疫功能和生产性能, 以期为植物精油在畜禽生产上的应用提供一定的理论基础。

1 植物精油概况

1.1 植物精油的成分

植物精油是天然植物提取物的主要种类之一, 取自于草本植物的花、叶、根、果实、种子、树脂、树皮等, 以蒸馏、压榨方式提炼出来的一类含挥发性芳香分子的油状液体物质, 其化学组成非常复杂, 它们不是简单的化合物, 而是不同化合物的混合物^[2]。

1.2 植物精油的分类

目前发现构成植物精油的化合物高达22000多种^[4], 归纳为四大类: ①萜烯类化合物: 薰衣草、油杉醇等; ②芳香族化合物: 香芹酚、百里香酚、肉桂醛等; ③脂肪族化合物: 异戊醛、异戊酸等; ④含氮含硫类化合物: 大蒜素、吡啶等^[5]。

1.3 植物精油的理化特性

植物精油的理化特性: ①常温下多为液体; ②常温下易挥发, 不稳定, 容易氧化分解变性; ③有特殊气味; ④颜色为棕黄色, 不同植物精油颜色不一致; ⑤几乎不溶于水, 易溶于有机溶剂^[6]。

2 植物精油的生物学功能

2.1 抗菌

众所周知, 植物精油在体外实验中发挥抗菌、抗真菌和抗病毒活性^[7]。

通常认为, 植物精油对革兰氏阳性比革兰氏阴性细菌活性略高^[8]。通过使用碘化丙锭测量革兰氏阳性菌细胞完整性显示对植物精油剂量依赖性影响。然而, 相比之下, 革兰氏阴性菌的生长抑制主要发生在没有细胞完整性丧失^[9]。植物精油少量成分对于抑菌活性至关重要, 可能具有协同效应^[8]。例如, 香芹酚和百里香酚是牛至香精油的两种结构相似的主要成分, 在对金黄色葡萄球菌和铜绿假单胞菌检测时发现协同效应^[10]。还发现一种香芹酚生物前体异丙基甲苯对脂质体膜具有更高的偏好, 从而导致更多扩张。通过这种机制, 异丙基甲苯可能使香芹酚更容易转运到细胞中, 而当两者一起使用时获得协同效应^[11]。这些研究表明, 为了开发具有更好抗菌性能的植物精油混合物, 仍然有许多工作要做。

2.2 抗氧化能力

在储存之前整个切割的表面处理或进一步加工过程或烹饪后, 对于肉末的稳定性是非常重要的。为了延长食品的储存稳定性, 合成抗氧化剂被用于工业加工。尽管如此, 使用一些常见的合成抗氧化剂如丁基羟基甲苯(BHT)和丁基羟基茴香醚(BHA)已经有问题, 因为它们正如毒理学家所

证实具有致癌可能^[12]。由于这些原因，植物精油用作潜在抗氧化的天然添加剂研究得越来越多。Kang等^[13]人研究表明，五味子精油可能通过上调 Nrf2 蛋白表达，进而提高机体体内抗氧化酶活性以缓解氧化应激造成的组织和细胞损伤。

2.3 免疫功能

肠相关淋巴组织（GALT）通常称为胃肠道的免疫系统，其具有最大质量的淋巴组织，并在人体的抗原防御中起重要作用^[14]。在口服、肺部或皮肤给药后，生物活性物质迅速被吸收，大部分被代谢，或者以葡萄糖醛酸的形式被肾脏消除或作为 CO₂ 呼出^[15]。被吸收的成分可能引发由血液免疫参数变化指示的免疫应答，而未被吸收的成分可以有助于缓解肠免疫防御应激。然而，植物精油功能的确切机制不清楚，需要进一步研究。

3 植物精油在养殖业中的应用

3.1 植物精油对猪和鸡生产性能的影响

许多研究表明植物精油对猪生产性能有好处^[16]。Franz等^[7]综述了8份关于仔猪和 Windisch等^[17]综述了11份关于鸡的研究报道。他们报道植物精油对仔猪增重、采食量和饲料转化平均分别改善了2.0%、0.9%和3.0%，对鸡增重、采食量和饲料转化平均分别改善了0.5%、-1.6%和-2.6%。Zeng等^[2]收集了两条评论中遗漏的数据发现，对于仔猪增重和饲料转化改善为10%和3%，而鸡的则为3%和3%。出现不同结果可能是饲料中不同来源或添加量的植物精油以及在试验中使用的环境条件引起的。另一个重点考虑的是在进料加工过程中植物精油稳定性问题。Maenner等^[18]研究发现，当造粒温度施加到58℃时，植物精油活性损失相当大。然而，在最近的饲养试验中，Li等^[19-21]比较了空白对照日粮与补充了抗生素或麝香草酚和肉桂醛组合的仔猪的生长性能。结果发现仔猪饲喂植物精油体重增加，饲料转化率和粪便稠度基本上等同于饲喂抗生素的猪。

植物精油常被宣称能够改善饲料的风味和适口性，激发动物的主动采食行为，进而改善日增重。然而，在Schöne等^[22]在生长猪中进行的选择饲料实验中，对茴香和葛缕子油作为风味添加剂或作为猪日粮中“食欲促进剂”的分类提出质疑，但是仅使用了12只阉割的雄性猪（28±1 kg），其中3次处理和仅4天的试验持续时间，由于使用的是低复制水平和短喂养期，且猪可能需要几天适应植物精油的特殊风味，所以数据是不可靠的。在该领域进一步试验验证假设，在针对生

长肥育猪使用植物精油似乎并未取得预期成效。研究发现，在肥育猪饲料中添加植物精油，并未观察到其生长性能出现显著改善^[23-24]。

然而，在母猪日粮中，特别是在哺乳母猪日粮中添加植物精油已经引起越来越大的兴趣。在一项涉及2100头母猪的研究中，Allan和Bilkei^[25]报道，饲喂含有1 g/kg牛至的饲料的母猪自愿采食量更高，年死亡率较低（4.0% vs. 6.9%），哺乳期母猪淘汰率降低，增加产仔率（77.0% vs. 69.9%），每窝产仔数增加（10.49% vs. 9.95%）。

3.2 植物精油对猪和鸡抗氧化功能的影响

研究证明了日粮添加植物精油具有改善肉鸡的鸡肉氧化稳定性的潜力^[26]。然而，Simitzis等^[27]研究发现日粮添加牛至油没有改善猪肉的脂质氧化状态。这可以通过家禽肉和猪肉中不同的脂肪酸组成来解释。虽然家禽肉脂质含量低，但其多不饱和脂肪酸相对浓度比猪肉更高（总脂肪含量60%比17%）^[23, 28]。因此，家禽肉容易氧化变质，通过日粮添加精油可能有助于家禽肉脂质氧化状态产生强有力的应答。

除了对肉品质产生的积极影响之外，研究还发现植物精油可改善不同器官的氧化还原平衡^[29]，并减轻不同生理应激引起的氧化损伤^[30-32]。Habibi等^[33]将不同浓度的姜根粉末及其植物精油饲喂给在热应激条件下饲养的肉鸡。实验结果显示，与对照组相比，饲喂150 mg/kg姜精油的肉鸡肝脏中总超氧化物歧化酶（TSOD）活性增强和丙二醛（MDA）浓度降低；补充维生素E、姜根粉或其精油，血清总抗氧化能力（TAC）提高和丙二醛（MDA）浓度降低。

3.3 植物精油对猪和鸡免疫功能的影响

在Kroismayr等^[34]使用定量实时PCR技术和肠组织形态学，发现植物精油和阿维拉霉素显著降低断奶仔猪肠道转录因子NF-κB、凋亡标志物TNF-α以及结肠、肠系膜淋巴结和脾中增殖标志物细胞周期蛋白D1的表达和肠淋巴结的大小。植物精油可能通过减轻肠道免疫防御系统的应激反应，在一定程度上促进营养资源的重新分配，使之更倾向于支持生长过程而非持续的免疫防御活动。

相较于在高度卫生条件且严格控制的实验环境下进行的研究，植物精油在处理大规模动物生产实际条件（即非实验性、更接近生产实践的环境）下所展现的应答效果更为显著^[17]。此现象或可通过肠道内病原体压力的降低以及免疫

功能的改善来进行阐释。据报道,添加植物精油可以改善断奶仔猪的免疫状态,如淋巴细胞增殖率、吞噬率以及血清IgG、IgA、IgM、C3和C4水平^[20,32]。同样,添加植物精油也可改善肉鸡和蛋鸡的免疫机能,如血清IgG含量、新城疫抗体滴度以及脾脏中的CD4*/CD8*、IL-2和IL-4 mRNA的表达量显著提高^[35-36]。

3.4 包被植物精油的应用

由于植物精油在常温下不稳定,易挥发变性,所以植物精油产品在养殖业上应用受到限制。一是:饲料加工和储存过程,植物精油产品的主要活性成分损失严重;二是:未包被的植物精油产品的主要活性成分在胃和小肠前段被大量吸收,而到达肠腔与菌群作用的活性成分严重不足,不能发挥植物精油作用效果^[37-38]。近年来,胶囊包被技术广泛应用于饲料工业,抗胃酸等功能材料可以包被到植物精油有效成分表面上^[5]。将胶囊包被技术应用到植物精油产品上,有两个好处:①饲料加工和储存中保持产品稳定,有效抑制活性成分挥发损失;②产品在胃肠道缓慢释放,使之与肠道菌群作用时间延长,发挥其作用效果^[39]。在体外胃肠道模型研究发现,包被香芹酚精油对大肠杆菌(K88)抑菌效果显著^[40]。在体内研究发现,断奶仔猪日粮中添加包被肉桂醛+百里香酚复合植物精油,降低了粪中大肠杆菌数量以及仔猪腹泻率,进而促进仔猪生长^[20]。

4 小结与展望

近年来研究表明,植物精油具有体外抗菌、抗病毒和免疫功能等生物学功能,在畜禽生产中,如猪和鸡饲料中添加植物精油可以调节抗氧化能力和免疫机能,改善日采食量和日增重,进而改善生产性能,是比较理想的饲用抗生素替代物。随着饲用抗生素限制使用,带动新型抗生素替代物开发利用,植物精油作为一类新型绿色饲料添加剂,比饲用抗生素存在的残留问题更少,基于植物精油生物学特性及其在畜禽应用上的改善效果,未来其在畜禽生产中具有更广阔的发展前景。

参考文献:

[1] Cromwell GL. Why and how antibiotics are used in swine production[J]. *Animal Biotechnology*, 2002, 13(1): 7-27.
[2] Zeng Z, Zhang S, Wang H, et al. Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: a review[J]. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 2015,

6(1): 7.

[3] Ran C, Hu J, Liu W, et al. Thymol and carvacrol affect hybrid tilapia through the combination of direct stimulation and an intestinal microbiota-mediated effect: insights from a germ-free zebrafish model[J]. *The Journal of Nutrition*, 2016, 146(5):1132-1140.

[4] 贾聪慧,陈旻远,杨彩梅,等.植物精油对单胃动物生产性能与健康的调控[J].*动物营养学报*, 2015, 27(4):1055-1060.

[5] 王亚男.包被植物精油替代硫酸粘杆菌素对断奶仔猪生长性能和肠道功能的影响[D].*华中农业大学*, 2017.

[6] 张高明,胡毅,米海峰.植物精油对动物的促生长作用及作用机制研究进展[J].*安徽农业科学*, 2015, 43(32):85-88.

[7] Windisch W, Schedle K, Plitzner C, et al. Use of phytochemical products as feed additives for swine and poultry[J]. *Journal of Animal Science*, 2008, 86(14_suppl): E140-E148.

[8] Brenes A, Roura E. Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action[J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2010, 158(1): 1-14.

[9] Thapa D, Losa R, Zweifel B, et al. Sensitivity of pathogenic and commensal bacteria from the human colon to essential oils[J]. *Microbiology*, 2012, 158(11): 2870-2877.

[10] Lambert R, Skandamis PN, Coote PJ, et al. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol[J]. *Journal of Applied Microbiology*, 2001, 91(3): 453-462.

[11] Ultee A, Bennik MH, Moezelaar R. The phenolic hydroxyl group of carvacrol is essential for action against the food-borne pathogen *Bacillus cereus*[J]. *Applied and Environmental Microbiology*, 2002, 68(4): 1561-1568.

[12] Shahidi F. Antioxidants in food and food antioxidants[J]. *Molecular Nutrition & Food Research*, 2000, 44(3): 158-163.

[13] Kang JS, Han MH, Kim GY, et al. Schisandrae semen essential oil attenuates oxidative stress-induced cell damage in C2C12 murine skeletal muscle cells through Nrf2-mediated upregulation of HO-1[J]. *Int J Mol Med*, 2014, 35(2):453.

[14] Salminen S, Bouley C, Boutron-Ruault MC, et al.

Functional food science and gastrointestinal physiology and function[J]. *British Journal of Nutrition*, 1998, 80(S1): S147–S171.

[15] Kohlert C, Van Rensen I, März R, et al. Bioavailability and pharmacokinetics of natural volatile terpenes in animals and humans[J]. *Planta Medica*, 2000, 66(06): 495–505.

[16] Zeng Z, Xu X, Zhang Q, et al. Effects of essential oil supplementation of a low-energy diet on performance, intestinal morphology and microflora, immune properties and antioxidant activities in weaned pigs[J]. *Animal Science Journal*, 2015, 86(3): 279–285.

[17] Franz C, Baser KHC, Windisch W. Essential oils and aromatic plants in animal feeding—a European perspective. A review[J]. *Flavour and Fragrance Journal*, 2010, 25(5): 327–340.

[18] Maenner K, Vahjen W, Simon O. Studies on the effects of essential-oil-based feed additives on performance, ileal nutrient digestibility, and selected bacterial groups in the gastrointestinal tract of piglets[J]. *Journal of Animal Science*, 2011, 89(7): 2106–2112.

[19] Li K, Xiao Y, Chen J, et al. Microbial composition in different gut locations of weaning piglets receiving antibiotics[J]. *Asian–Australasian Journal of Animal Sciences*, 2017, 30(1): 78.

[20] Li PF, Piao XS, Ru YJ, et al. Effects of adding essential oil to the diet of weaned pigs on performance, nutrient utilization, immune response and intestinal health[J]. *Asian–Australasian journal of Animal Sciences*, 2012, 25(11): 1617–1626.

[21] Li SY, Ru YJ, Liu M, et al. The effect of essential oils on performance, immunity and gut microbial population in weaner pigs[J]. *Livestock Science*, 2012, 145(1): 119–123.

[22] Schöne F, Vetter A, Hartung H, et al. Effects of essential oils from fennel (*Foeniculi aetheroleum*) and caraway (*Carvi aetheroleum*) in pigs[J]. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 2006, 90(11–12): 500–510.

[23] Janz JA, Morel PC, Wilkinson BH, et al. Preliminary investigation of the effects of low-level dietary inclusion of fragrant essential oils and oleoresins on pig performance and pork quality[J]. *Meat Science*, 2007, 75(2): 350–355.

[24] Yan L, Meng QW, Kim IH. The effect of an herb extract mixture on growth performance, nutrient digestibility, blood

characteristics and fecal noxious gas content in growing pigs[J]. *Livestock Science*, 2011, 141(2): 143–147.

[25] Allan P, Bilkei G. Oregano improves reproductive performance of sows[J]. *Theriogenology*, 2005, 63(3): 716–721.

[26] Marcinč ũ k S, Cabadaj R, Popelka P, et al. Antioxidative effect of oregano supplemented to broilers on oxidative stability of poultry meat[J]. *Slovenian Veterinary Research*, 2008, 45: 61–66.

[27] Simitzis PE, Symeon GK, Charismiadou MA, et al. The effects of dietary oregano oil supplementation on pig meat characteristics[J]. *Meat Science*, 2010, 84(4): 670–676.

[28] Hrdinka C, Zollitsch W, Knaus W, et al. Effects of dietary fatty acid pattern on melting point and composition of adipose tissues and intramuscular fat of broiler carcasses[J]. *Poultry Science*, 1996, 75(2): 208–215.

[29] Placha I, Takacova J, Ryzner M, et al. Effect of thyme essential oil and selenium on intestine integrity and antioxidant status of broilers[J]. *British Poultry Science*, 2014, 55(1): 105–114.

[30] Wang L, Piao XL, Kim SW, et al. Effects of *Forsythia suspensa* extract on growth performance, nutrient digestibility, and antioxidant activities in broiler chickens under high ambient temperature[J]. *Poultry Science*, 2008, 87(7): 1287–1294.

[31] Zhang HY, Piao XS, Zhang Q, et al. The effects of *Forsythia suspensa* extract and berberine on growth performance, immunity, antioxidant activities, and intestinal microbiota in broilers under high stocking density[J]. *Poultry Science*, 2013, 92(8): 1981–1988.

[32] Zeng ZK, Li QY, Piao XS, et al. *Forsythia suspensa* extract attenuates corticosterone-induced growth inhibition, oxidative injury, and immune depression in broilers[J]. *Poultry Science*, 2014, 93(7): 1774–1781.

[33] Habibi R, Sadeghi GH, Karimi A. Effect of different concentrations of ginger root powder and its essential oil on growth performance, serum metabolites and antioxidant status in broiler chicks under heat stress[J]. *British Poultry Science*, 2014, 55(2): 228–237.

[34] Kroismayr A, Sehm J, Pfaffl MW, et al. Effects of avilamycin and essential oils on mRNA expression of apoptotic

and inflammatory markers and gut morphology of piglets[J]. *Czech Journal of Animal Science*, 2008, 53(53): 377–387.

[35] 王兰, 陈代文, 余冰, 等. 植物精油对肉鸡生长性能、抗氧化能力和免疫机能的影响[J]. *动物营养学报*, 2019, 31(2): 831–838.

[36] 郝丹丹, 张旭, 陈嘉, 等. 牛至油对成年蛋鸡生长性能和免疫功能的影响[J]. *中国兽医学报*, 2017, 37(6): 1121–1127.

[37] Joris M, Joris M, Noël Det al. In vitro degradation and in vivo passage kinetics of carvacrol, thymol, eugenol and trans-cinnamaldehyde along the gastrointestinal tract of piglets[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2008, 88(13): 2371–2381.

[38] Michiels J, Missotten J, Hoorick AV, et al. Effects of dose and formulation of carvacrol and thymol on bacteria and some functional traits of the gut in piglets after weaning[J]. *Archives of Animal Nutrition*, 2010, 64(2): 136–154.

[39] Piva A, Pizzamiglio V, Morlacchini M, et al. Lipid microencapsulation allows slow release of organic acids and natural identical flavors along the swine intestine[J]. *Journal of Animal Science*, 2007, 85(2): 486–493.

[40] Wang Q, Gong J, Huang X, et al. In vitro evaluation of the activity of microencapsulated carvacrol against *Escherichia coli* with K88 pili[J]. *Journal of Applied Microbiology*, 2009, 107(6): 1781–1788.