

黄芩中黄酮类化合物药理学作用研究进展

梁英^{1,2}, 韩鲁佳^{1,2}

(1. 中国农业大学工学院,北京 100083; 2. 现代精细农业系统集成研究教育部重点实验室,北京 100083)

摘要 黄芩及其有效成分黄酮类化合物具有广泛的药理活性,除传统意义上的抗炎、抗变态、抗病毒以及解热和保肝作用外,近年来对其抗氧化、抗肿瘤和抗 HIV-1 病毒的研究日趋深入。为深化对黄芩既往功效的认识,发现新的药理作用,综述了黄芩中黄酮类化合物的抗氧化、抗炎、抗菌、抗癌、抗病毒等药理学作用的研究进展情况,指出以往的研究多针对黄芩中含量较高的黄酮类化合物,且多为正品黄芩,对黄芩的进一步研究应注意到黄芩中含量相对较低的黄酮类化合物,其潜在的药理作用有待于研究和开发,同时还应注重研究黄芩黄酮类化合物所具有的药理活性的化学理论基础及其作用机制。黄芩配合物生物活性也是今后的研究方向。在黄芩黄酮类化合物药理作用明确的前提下,为生产无公害“绿色畜禽产品”应进行其在饲料添加剂方面的应用研究,推动中草药添加剂的研究与开发。

关键词 黄芩;黄酮类化合物;药理学作用;研究进展

中图分类号 R 285

文章编号 1007-4333(2003)06-0009-06

文献标识码 A

Advances in research of pharmacological activities of flavonoid compounds in *Scutellaria baicalensis* Georgi

Liang Ying^{1,2}, Han Lujia^{1,2}

(1. College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

2. Key Laboratory of Modern Precision Agriculture System Integration Research, Ministry of Education, Beijing 100083, China)

Abstract *Scutellaria baicalensis* Georgi and its effective components, the flavonoids, possess extensive pharmacological activities. Besides the traditional functions of anti-inflammation, anti-metamorphosis, antiviral and anti-hot & liver-protection, the other effects, such as anti-oxidation, anti-tumour and anti-HIV-1 virus were investigated increasingly. In order to deepen the cognitions which had already existed and to discover the latent pharmacological effects, the evolvement actuality of study on the pharmacological effects of anti-oxidation, anti-inflammation, anti-bacteria, anticancer and antiviral of flavonoid compounds in *Scutellaria baicalensis* Georgi were reviewed. The facts that former studys were mainly focused on flavonoids compounds which were in high contents and, most were quality *Scutellaria baicalensis* Georgi were pointed out. The further study should take notice of flavonoids compounds which are in low contents; Their latent pharmacological effects await research and development. Meanwhile, attentions should be taken to the chemical theory basis and function mechanism of the pharmacological activities. The biological activities of *scutellaria baicalensis* Georgi complexes was the study orientation as well. Application study of flavonoids compounds in feedstuff additives should be carried out under the exquisite of confirming the pharmacological effects of flavonoid compounds in *Scutellaria baicalensis* Georgi so as to produce of the “green animals and birds outputs” and, push forwards the study and development of Chinese traditional medicine additives.

Key words *Scutellaria baicalensis* Georgi; flavonoid compound; pharmacological effects; advance in research

收稿日期:2002-06-12

基金项目:国家“十五”科技攻关子课题资助(2002BA514A-12-3)

作者简介:梁英,博士研究生;韩鲁佳,博士生导师,教授,主要从事生物及资源开发与利用的研究

黄芩为唇形科植物黄芩 (*Scutellaria baicalensis* Georgi) 的干燥根, 是一种疗效确切的常用中草药。药理研究证明黄酮类化合物是黄芩根的主要有效成分。目前从黄芩中已发现 41 种黄酮类化合物, 其中含量较高并具有明显药理作用的是黄芩甙、黄芩素、汉黄芩素和汉黄芩甙。近年来对黄芩及其有效成分药理学特性的研究日趋深入, 但对其在畜牧业方面的应用研究尚少。生产无公害“绿色畜禽产品”, 防止畜禽产生耐药性, 及化学药品在其体内的残留等, 是当前畜牧业亟待解决的问题, 而应用中草药添加剂防治疫病, 可能是一种有效的方法。在黄芩黄酮类化合物具有确切药理作用的前提下, 拟对黄芩黄酮类化合物在饲料添加剂方面的应用进行研究, 故对近年来黄芩中黄酮类化合物药理学作用研究的进展情况进行了综述。

1 抗氧化和清除自由基作用

多数黄酮类化合物具有一定的抗氧化作用, 黄酮结构中的 2, 3 双键和 4 位羰基以及 3 或 5 位羟基对黄酮的抗氧化作用有重要贡献。黄芩中已知的黄酮大都具有酚羟基结构, 因此是较好的抗氧化剂。黄芩素可抑制由铁诱导的鼠肝线粒体脂质过氧化, 对前脑匀浆脂质过氧化水平的抑制能力及二苯基苦味肼 (DPPH) 诱导的自由基的清除能力与槲皮素相当。作为治疗癫痫的日本和汉药 TJ-960 中的成分之一, 黄芩素是其中已知主要成分中最强的自由基清除剂。体外实验结果表明, 黄芩素能淬灭超氧阴离子和羟自由基, 其作用呈剂量效应关系; 在 FeCl_3 诱导的癫痫模型中, 黄芩素能够抑制 FeCl_3 注射区硫代巴比妥酸反应物 (TBARS) 水平的升高; 黄芩素还能抑制因缺血再灌注导致的沙土鼠海马神经元的死亡。在鼠肝微粒体脂质过氧化实验中, 黄芩素减少了抗坏血酸与 FeCl_3 体系中硫化巴比妥酸活性物质 (TBARS) 的产生^[1]。谭廷华等^[2]的研究表明, 黄芩给药剂量为 50 和 100 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时均可显著抑制 CCl_4 所致小鼠肝脂质过氧化损伤作用。黄芩苷对 Fenton 反应生成的 $\cdot\text{OH}$ 自由基清除率高于 $\cdot\text{OH}$ 自由基特异性清除剂甘露醇。汉黄芩素能够抑制还原型辅酶 (NADPH) 和 Fe^{3+} 诱导的微粒体内的过氧化反应, 但对抗坏血酸和 Fenton 试剂 ($\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Fe}^{2+}$) 诱导的微粒体过氧化反应则没有抑制作用, 即汉黄芩素仅对酶诱导的脂质过氧化反应有抑制作用。黄芩素和黄芩甙清除羟自由基、DPPH 和烷自

由基的作用呈剂量效应关系, 而汉黄芩素和汉黄芩甙几乎无清除自由基作用, 仅能抑制 NADPH 引起的脂质过氧化反应。黄芩素在上述 4 种黄酮类化合物中抗氧化作用最强。另外, 黄芩甙可抑制大鼠肝线粒体脂质过氧化产物 MDA 的生成, 并对乙酰氨基酚和四氯化碳引起的肝脂质过氧化损伤具有保护作用^[3]。黄芩甲醇提取物可明显抑制肝脯氨酸和 MDA 的生成, 提示黄芩甲醇提取物可抑制由 BDL 或 CCl_4 诱导的大鼠肝纤维化和脂质过氧化^[4]。黄芩水提液实际作用质量浓度为 3.3 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时, 对超氧负离子自由基的抑制率为 98.96%。李新中采用 HPLC 对家兔实验性脑水肿模型中黄芩甙的药代动力学过程进行了研究, 发现各组剂量对家兔脑组织中的含水量和含钠量均有降低作用, 最佳给药剂量为 60 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。黄芩甙对大鼠百日咳所致的脑水肿也具有减轻作用。刘玉萍等^[5]在分析清除 DPPH 自由基的活性时发现黄芩甙和黄芩素具有较强的清除 DPPH 自由基的活性, 而汉黄芩甙和汉黄芩素未表现出活性。

2 抗菌、抗病毒作用

黄芩具有广谱的抗菌和抗病毒作用。吕小迅等^[6]研究了黄芩醇溶性部分和水溶性部分的抗真菌作用, 发现黄芩的醇溶性部分对 Tr 的抑制作用较强, 对其他供试菌种抑制作用则较弱; 其水溶性部分对 Tr, Tg, Ef, Cn 和 Ca 等 5 种供试菌种均有较强抑制作用; 同时证明黄芩的有效成分主要存在于其水溶性部分。未经乙醇处理, 直接用稀醋酸提取的黄芩药液, 对多种致病性真菌均有抑制作用, 并与黄精有一定的协同作用。张秀娟等^[7]采用滤纸片法, 对黄芩水煎液、黄芩甙和去黄芩甙水煎液三者的抑菌效果进行了比较, 得出黄芩水煎液抗菌作用最强的结论。刘云波等^[8]用 K-B 纸扩散法对黄芩体外抗菌作用进行了研究, 结果表明, 黄芩浸出液 (含生药 1 $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$) 的纸片对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、白色葡萄球菌、绿脓杆菌、乙型链球菌均有明显的抑制作用。刘菊福等^[9]探讨了不同产地黄芩 70% (体积分数) 乙醇提取物的主要药效作用, 各产地黄芩均表现了抑菌、抗炎、解热和镇静的药效。曹励之等的实验表明, 黄芩甙具有较强的抑菌作用, 在脑脊液中的浓度较高, 有利于感染性脑水肿的治疗。质量浓度为 16 $\text{ng} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的黄芩甙与苄基青霉素合用, 可使新霉素和青霉素对金黄色葡萄球菌抗性株的最低有效

质量浓度分别从 125 和 250 $\text{ng} \cdot \text{mL}^{-1}$ 下降为 4 和 16 $\text{ng} \cdot \text{mL}^{-1}$, 并有量效关系。对内酰氨这类抗菌素, 加用质量浓度为 16 $\text{ng} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的黄芩苷, 可恢复其抗菌作用^[10]。另有文献报道, 黄芩甙和黄芩素对沙门氏菌未表现出抑制作用, 其原因是黄芩水提物可刺激多磷酸激酶的转录, 尤其在沙门氏菌早期生长阶段^[11]。

1988 年陈鸿珊等首次发现, 黄芩甙与黄芩素对人免疫缺陷病毒 (HIV) 逆转录酶的活性有抑制作用, 并观察到黄芩甙在 H9 细胞培养中能抑制 HIV-1 的复制, 此研究结果引起了学者们的关注。近几年来, 最令人感兴趣的是黄芩甙和黄芩素的抗艾滋病病毒作用。赵晶的研究发现, 黄芩素抑制 HIV-RT 活性较黄芩甙强^[12]。Ono 等也报告了黄芩素对 HIV 和成人白血病病毒 (MLV) 逆转录酶的活性有抑制作用, 并指出其对 DNA 多聚酶无抑制作用。高中洪等的实验结果也提示, 黄芩素是一种强的鼠白血病病毒 (MLV) 和人免疫缺陷病毒 (HIV) 逆转录酶活性的抑制剂。从黄芩中提取的异黄芩素-8-甲醚能显著抑制流感病毒。黄芩甙对人 T 细胞白血病病毒型 (HTLV-) 的抑制呈剂量效应关系。因此, 黄芩黄酮类化合物有望开发成为新的抗艾滋病药物。

Nagai^[13] 发现, 黄芩黄酮 F36 (5,7,4-trihydroxy-8-methoxyflavone) 可抗流感病毒 A 和 B。永井隆之^[14] 认为, F36 对流感病毒 (IFV) 的唾液酸酶有特异的抑制活性, 可有效抑制小鼠感染 IFV, 并抑制 IFV 的膜融合及脱壳。HAV 抗原的体外活性抑制试验表明, 黄芩甙对 HAV 的 3 种抗原 (表面抗原、e 抗原、核心抗原) 有显著抑制作用。

3 抗炎、抗变态作用

致病菌激活宿主免疫细胞产生各种炎性介质, 如 IL-1、PGE₂ 和 LTB₄, 它们与牙龈炎和牙槽骨吸收有着非常密切的关系。Chung 评价了黄芩甲醇提取物及其黄酮类化合物的消炎和激活龈成纤维细胞作用, 提示质量浓度为 1 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的黄芩甲醇提取物、黄芩甙、黄芩素和汉黄芩素均无细胞毒性, 可使脂多糖诱导的 IL-1 的合成降低 50% 以上。这 3 种黄酮类化合物对炎症的抑制作用几乎与作为标准抗炎类固醇的强的松龙一样强。徐光测得浓度为 100 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的黄芩素、汉黄芩素、木蝴蝶素 A 和黄芩甙对大鼠脑 PKC 的抑制率分别为 67%, 25%, 20%

和 0。黄芩素对 PKC 的半抑制浓度 $\text{IC}_{50} = 76 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。该实验显示黄芩素对 PKC 有特异性抑制作用, 还可改善由右旋糖苷硫酸盐诱导的大肠炎的所有炎症症状, 其作用类似于磺胺撒克西啶^[15]。Kakegawa 的研究证实, 黄芩素及其衍生物具有抗过敏活性, 能够抑制由抗原-抗体反应诱发的肥大细胞化学介质的释放。他还检测了黄芩素对抗原-抗体反应、48/80 化合物 (N-甲基-P-甲氧基苯乙胺和甲醛的缩聚物) 和钙离子载体 A-23187 诱导的大鼠腹膜渗出液细胞释放组胺的作用。Lin 和 Shieh^[16] 报道, 黄芩提取物中的 3 种主要黄酮 (黄芩素、黄芩甙、汉黄芩甙) 对由角叉藻胶诱导的爪水肿有强烈的抗炎活性, 在 1 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的质量浓度下能显著抑制脂多糖 (LPS) 诱导的炎症反应, 其中黄芩素和黄芩甙的作用较强; 它们还能显著增强成纤维细胞的活性, 提高纤维细胞的胶原蛋白和总蛋白的合成, 对卡拉胶诱导的大鼠足跖水肿也有很好的抑制作用, 其中黄芩甙的抑制作用最强。而 Butenko I 等的实验结果却表明, 黄芩素对慢性炎症模型的抗炎活性比抗卡拉胶诱导的大鼠足跖水肿模型的抗炎活性更强。动物实验还表明, 黄芩甙、黄芩素对炎症, 及第 的慢性炎症模型佐剂关节炎有抑制作用。黄芩甙可通过抑制巯基活化酶活性, 减少抗原抗体反应和化学介质的释放量, 抑制变态反应的发生, 可望成为较好的临床抗变态反应剂。

4 抗肿瘤作用

Konoshima 用乙酸乙酯从黄芩的丙酮提取物中洗脱出 14 种黄酮化合物, 用 12-O-十四烷酰佛波醇-13-乙酸酯 (TPA) 作为皮肤癌促进剂, 进行了上述 14 种黄酮化合物对 EB 病毒早期抗原 (EBV-EA) 活性抑制作用的实验研究。结果发现, 5,7,2-三羟基黄酮和 5,7,2,3-四羟基黄酮在体内二期致癌试验中, 显著地抑制了 TPA 对小鼠皮肤癌的促进作用。在上述 14 种黄酮化合物中, 5,7,2,3-四羟基黄酮对 EBV-EA 活性的抑制作用最强, 当该化合物与 TPA 的摩尔比为 500:1 时, 其抑制率为 100%。黄芩丙酮提取物经乙酸乙酯洗脱, 当质量浓度为 10 和 1 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时, 对 EBV-EA 活性抑制率分别为 100% 和 30%。因此, 5,7,2-三羟基黄酮和 5,7,2,3-四羟基黄酮可能是非常有意义的抗肿瘤促进剂。Watanabe 发现黄芩素和汉黄芩素对培养小鼠 B₁₆ 黑色素瘤细胞的生长及分化均有抑制作用, 且呈量效

关系。其中黄芩素对其增长的抑制作用大于汉黄芩素。黄芩素显示出有量效关系的抑制黄曲霉毒素 B1 和亚硝胍对沙门菌的致突作用,在浓度为 $5 \text{ nmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时可降低黄曲霉毒素所致染色体畸变的频率,但在浓度 $50 \text{ nmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时则加强黄曲霉毒素 B1 染色体的断裂作用。此外,黄芩素对白细胞介素 2 和肿瘤坏死因子的抑制作用均有增强^[17]。黄芩甙、黄芩素和汉黄芩素对癌细胞的增殖都有一定的抑制作用。黄芩甙对人肝癌细胞株的 50% 细胞生长抑制质量浓度为 $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$;黄芩素对人乳腺癌细胞株 MDA-MB-435 增殖的抑制作用远大于槲皮素,而细胞毒性却很小(细胞半死亡率 $> 500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$),其对实验性小鼠黑素瘤的转移也有较强的抑制作用。Matsuzaki 等进一步研究了黄芩素对 3 种人肝细胞癌(HCC)细胞株产生抑制增殖作用的机制,发现黄芩素对 3 种 HCC 细胞的拓扑异构酶 都有强烈的抑制作用,并能抑制其细胞增殖。黄芩素诱导的细胞死亡方式随细胞不同而不同。对其中一种细胞诱导其凋亡,并呈剂量效应关系;黄芩素浓度升高则导致另外 2 种细胞坏死。Huang 等的实验结果提示,黄芩素的抑制增殖作用在于其能够直接抑制与生长相关的信号因子和蛋白酪氨酸激酶,减少生长因子的 mRNA 表达。

Shinichi I 等^[18]研究了黄芩及其化合物黄芩素、黄芩甙、汉黄芩甙对膀胱癌细胞链的抗肿瘤作用。结果证实,所有药物均可抑制癌细胞的增殖,且存在量效依赖关系,黄芩素表现出最大的抗增殖活性。在活体实验中,C3H/HeN 老鼠每天每只口服黄芩甙 10 mg,可显著抑制肿瘤增长,预示中草药可能成为治疗膀胱癌的有潜力和有前途的药物。袁榴娣等^[19]的研究结果显示,黄芩甙可增强小鼠的体液和细胞的免疫功能,抑制荷瘤小鼠腹水脂加氧酶活性,抑制艾氏腹水瘤细胞的生长,但无论是在体内还是体外,对生长后期的瘤细胞的抑制作用均不明显。

5 免疫药理作用

贺海平等^[20,21]分别对新发现的一种黄芩类黄酮 3,5,6,7-四羟基-2,8-二甲氧基黄酮(TDF)和黄芩中纯化的 3,5,6,7-四羟基-2,8-二甲氧基黄酮、2,5-二羟基-6,6',7,8-四甲氧基黄酮、5,7,8-三羟基黄酮、(2R,3R)-2,3,5,6,7-五羟基黄烷醇、黄芩甙和黄芩酮 6 种类黄酮成分的免疫药理作用进行了研究,检测这些黄酮对人体多形核细胞(PMN)、单个

核细胞(MNC)的化学发光反应、化学趋向性和 PHA 诱导淋巴细胞增殖的影响。结果显示,TDF 本身不能激活 PMN 和 MNC 的氧呼吸爆发,对 PMN 和 MNC 无毒性作用;但当 TDF 与 PMN 或 MNC 预先孵育后,TDF 能明显地抑制 FMLP、OZ 激活 PMN、FMLP 激活 MNC 的氧呼吸爆发,其抑制强度与孵育剂量成正比关系;TDF 对 PMN 的抑制能力大于 MNC。TDF 本身对 PMN 和 MNC 没有明显的趋化作用,但 PMN 和 MNC 与 TDF 预先孵育后,PMN 或 MNC 对 ZAS 的化学趋向性明显增强,对 FMLP 的化学趋向性不明显。TDF 浓度为 $1.25 \times 10^{-4} \sim 5 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,能显著抑制 PHA 诱导的淋巴细胞增殖,抑制率达 31%~100%。除(2R,3R)-2,3,5,6,7-五羟基黄烷醇外,其他 5 种类黄酮均能抑制 N-Fomyl-Met-Leu-Phe(FMLP)激活的 PMN 和 MNC,或调理酵母多糖(OZ)激活的 PMN 产生的化学发光,也能显著地抑制 PHA 诱导的淋巴细胞增殖。TDF 浓度为 $2.5 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,其对化学发光的抑制率可达 41%~99%;对淋巴细胞增殖的抑制率可达 89%~99%。由此可见,从黄芩中分离出的类黄酮对 PMN、MNC 和淋巴细胞有不同的作用,这些作用可能与黄芩的抗炎和抗过敏作用有关系,也显示这些成分有可能成为新的抗炎或免疫抑制药物。

6 其他作用

周晓霞等^[22]研究了野黄芩甙对人胎儿平滑肌细胞的保护作用,发现野黄芩甙可呈浓度依赖性地抑制平滑肌细胞的增殖,并可显著抑制高脂血清对平滑肌细胞(SMC)的促增殖作用,提示野黄芩甙对动脉粥样硬化的防治可能具有一定的积极作用。曹国正、李成章等^[23,24]的研究显示,野黄芩甙能明显促进牙周膜细胞增殖,增加细胞总蛋白,并存在明显的浓度依赖效应和时间依赖效应。与对照组比较,用药组细胞的内质网、线粒体等明显增多。作为一种中药有效成分,有望用于辅助牙周病的防治。

黄芩苷对缺氧缺糖性心肌细胞损伤具有一定的保护作用,可明显地抑制 AR 的活性,并能有效地改善糖尿病患者周围神经传导速度^[25]。体外酶动力学抑制实验中观察到黄芩苷对牛睾丸纯化 AR(醛糖还原酶)的抑制类型属混合型抑制,其抑制常数 $K_i = 5.0 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$;黄芩素还具有拮抗血管紧张素引起的血压增高的作用。因此,黄芩作为 AR₁

的应用意义很大,可望成为糖尿病辅助药物,治疗因糖尿病引起的血压增高^[26]。黄芩黄酮可能通过有效清除亚硒酸钠间接产生的活性氧来防止白内障的发生,并使亚硒酸钠对晶状体抗氧化酶表达的影响得以消除^[27]。此外,黄芩及其有效成分还具有解热、保肝和防辐射、抑制凝血酶引起的血小板凝聚等作用。

7 结语及展望

黄芩及其有效成分黄酮类化合物具有广泛的药理活性。除了传统意义上的抗炎、抗变态、抗病毒以及解热和保肝等生物活性之外,近年来对其抗氧化、抗肿瘤和抗 HIV-1 病毒的研究日趋深入,开发黄芩及其活性成分作为抗血栓、降血压、治疗冠心病和糖尿病以及防治肿瘤和艾滋病药物的前景十分广阔。在黄芩成分药理作用的研究方面,得到系统研究并得以应用的多是黄芩中含量较高的黄酮类化合物,而大部分含量相对较低的黄酮类化合物,其药理特性未能得到充分的研究,其潜在的独特的药理作用也没有被发现利用;研究报道最多的都是正品黄芩,其他种类黄芩的研究报道很少。这些都可作为今后黄芩研究工作的方向。此外,在充分发掘黄芩潜在药理作用的同时,还应注重研究黄芩黄酮类化合物所具有的药理活性的化学理论基础及其作用机制。

由黄芩黄酮类化合物的结构可知,其具有较强的配位能力,在中性或弱碱性条件下可与多种金属离子配位。有文献报道,金属离子的引入可提高黄芩黄酮类化合物的生物活性,说明金属离子与黄芩黄酮类化合物在发挥生物活性上存在着协同作用,这一研究结果对进一步开发和利用黄芩具有一定的指导意义;但在此方面的研究还很少,今后需加强此方面的研究。

应用中草药添加剂防治疫病,替代和减少化学药品、抗生素用量,生产无公害“绿色畜禽产品”,是当前扩大畜禽产品出口,提高产品质量的迫切需要。如何防治疫病,提高畜禽的健康水平,做到既防病治病,又能促进生长,提高产蛋、产肉率,并能防止产生耐药性和药物残留等弊端,是当前畜禽业亟待解决的问题。在黄芩黄酮类化合物具有确切的药理作用的前提下,黄芩黄酮类化合物作为饲料添加剂方面的研究有待于进一步探索。今后笔者将对黄芩中黄酮类化合物在畜禽饲料添加剂方面的应用进行研究,尤其在防治鸡的大肠杆菌病和鸡白痢病方面进

行重点研究。希望借此拓宽中药黄芩的研究视野,关注黄芩在饲料添加剂方面的应用,推动新的中草药添加剂的研究与开发。

参 考 文 献

- [1] Cao D, Sakurai K, Katoh M, et al. Inhibition microsomal lipid peroxidation by baicalin: a possible formation of an iron-baicalin complex[J]. *Biochem Mol Biol Int*, 1996, 39(2): 215
- [2] 谭廷华,刘爱芳,王新英,等. 黄芩甙与芸香甙对·OH的清除作用[J]. *西安医科大学学报*, 1997, 18(1): 41~43
- [3] 张永钦,周井炎,徐辉碧. 黄芩甙的抗氧化作用[J]. *华中理工大学学报*, 1999, 27(4): 111~113
- [4] Nan J X, Park E J, Kim Y C, et al. *Scutellaria baicalensis* inhibits liver fibrosis induced by bile duct ligation or carbon tetrachloride in rats[J]. *Pharmacy and Pharmacology*, 2002, 54(4): 555~563
- [5] 刘玉萍, Purusotsm Basnet, 曹军. 黄芩清除自由基活性与黄芩苷含量的相关性研究[J]. *中国中药杂志*, 2002, 27(8): 575~579
- [6] 吕小迅,周玉珍,吕华冲. 黄芩、黄精抗真菌作用活性部位实验研究[J]. *广东药学院学报*, 1995, 11(3): 180~182
- [7] 张秀娟,李津明,霍明. 黄芩水煎液黄芩甙去黄芩甙水煎液抑菌试验比较[J]. *黑龙江商学院学报(自然科学版)*, 1997, 13(4): 6~9
- [8] 刘云波,郭丽华,邱世翠. 黄芩体外抑菌作用研究[J]. *时珍国医国药*, 2002, 13(10): 596
- [9] 刘菊福,卢长安,廖福龙. 不同产地黄芩提取物主要药效作用的比较[J]. *中国中医药信息杂志*, 2001, 8(3): 28
- [10] Liu I X, Durham D G, Richards R M. Baicalin synergy with beta-lactam antibiotics against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and other beta-lactam-resistant strains of *S. aureus*[J]. *J Pharm Pharmacol*, 2000, 52(3): 363~366
- [11] Hahn D H, Yeom M L, Lee E H, et al. Effect of *Scutellariae radix* as a novel antibacterial herb on the ppk (polyphosphate kinase) mutant of salmonella typhimurium[J]. *Microbiology and biotechnology*, 2001, 11(6): 1061~1065
- [12] 赵晶. 两种抗人免疫缺陷病毒天然产物结构修饰的研究[D]. 北京:中国协和医科大学, 1998
- [13] Nagai T. 黄芩根中抗流感 A(H₃N₂)和 B 病毒的黄酮类成分 5,7,4-三羟基-8-甲氧基黄酮 F36[J]. *国外医*

- 学-中医中药分册,1996,18(3):46
- [14] 永井隆之. 生物中类黄酮药抗流感病毒活性产生的作用机制(2)[J]. 国外医学-中医中药分册,1995,17(6):40~42
- [15] Hong T, Jin GB, Cho S, et al. Evaluation of the anti-inflammatory effect of baicalein on dextran sulfate sodium induced colitis in mice[J]. *Planta Medica*, 2002, 68(3): 268~271
- [16] Lin C C, Shieh D E. The anti-inflammatory activity of *Scutellaria rivularis* extracts and its active components, baicalin, baicalein and wogonin[J]. *Am J Chin Med*, 1996, 24(1):31~36
- [17] Kimura Y. Effects of baicalein isolated from roots of *Scutellaria baicalensis* Georgi on interleukin1 and tumour necrosis factor-induced tissue-type plasminogen activator and plasminogen activator inhibitor-1 production in cultured human umbilical vein endothelial cells[J]. *Phytother Res*, 1997, 11(5):363
- [18] Shinichi Ikemoto, Kaiunobu Sugimuka, Naomasa Yoshida, et al. Antitumor effects of scutellariae radix and its components baicalein, baicalin, and wogonin on bladder cancer cell lines[J]. *Urology*, 2000, 55(6):951~955
- [19] 袁榴娣,徐红,杜肇宗. 黄芩甙对艾氏腹水瘤细胞影响的初步探讨[J]. 南京铁道医学院学报,1997,16(4):231~233
- [20] 贺海平,秦菁,陈明,等. 一种新的黄芩类黄酮 3,5,6,7-四羟基-2,8-二甲氧基黄酮的体外免疫作用[J]. 广西医科大学学报,2000,17(3):353~355
- [21] 贺海平,秦菁,陈明. 黄芩类黄酮对人免疫细胞化学发光及淋巴细胞增殖的影响[J]. 中国免疫学杂志,2000,16(2):84~86
- [22] 周晓霞,苏佩清. 野黄芩苷对人胎儿平滑肌细胞增殖的抑制作用[J]. 山东中医杂志,2003,22(2):109~110
- [23] 曹正国,李成章,刘小平,等. 中药黄芩苷对人牙周膜细胞增殖和总蛋白含量的影响[J]. 口腔医学研究,2003,19(1):10~12
- [24] 李成章,曹正国,樊明文. 芩苷对人牙周韧带细胞超微结构的影响[J]. 牙体牙髓牙周病学杂志,2003,13(2):76~77
- [25] 刘桦,吴晓冬,阎倩,等. 黄芩苷对缺氧缺糖性心肌细胞的保护作用[J]. 中国药科大学学报,2003,34(1):55~57
- [26] 董虎,钱微微. 黄芩甙对糖尿病患者周围神经传导速度和尿微量白蛋白排泄的影响[J]. 中国中西医结合杂志,2002,22(12):915~917
- [27] 刘新文,李欣,杨燕宁. 黄芩黄酮对硒性白内障晶状体抗氧化酶表达的影响[J]. 中国生物化学与分子生物学报,2002,18(4):511~514