金荞麦化学成分的提取、生物学功能及其在畜牧生产中的应用、中国饲料、中文核心 2025年10月 第一作者

CHINA FEED
中国饲料®
ISSN 1004-3314
CN 11-2975/S
2025 19
总第783期
● 中文核心期刊 ● 国家A类学术期刊 ● 全国优秀科技期刊 ● 中国农林核心期刊
● RCCSE中国核心学术期刊(A) ● 中国期刊网入网期刊 ● 中国学术期刊综合评价数据库来源期刊

·广告·
科润德
KERUNDE
专业创造价值
专业饲料工程智能装备
和系统解决方案
畜禽饲料工程解决方案 Poultry and livestock feed projects
水产饲料工程解决方案 Aqua feed projects
反刍饲料工程解决方案 Ruminant feed projects
宠物食品工程解决方案 Pet food projects
预混料工程解决方案 Premix processing projects
机器人码垛系统 Robotic palletizing system
双"U"高性能粉碎机 FINE GRINDING HAMMER MILL
新一代自润滑双轴混合机 TWIN-SHAFT PADDLE MIXER
双马达皮带制粒机 DUAL MOTOR PELLET MILL
双螺杆膨化机 TWIN-SCREW EXTRUDER
立式烘干机 VERTICAL DRYER
卧式烘干机 HORIZONTAL DRYER
真空喷涂 VACUUM COATING SYSTEM
江苏科润德智能装备集团有限公司
电话：0514-80820111 网址：www.kerunde.com
邮箱：kerunde@kerunde.com
地址：江苏省扬州市吉安路198号（225127）

9 771004 331254 19>

■ HPLC-ELSD 法测定乳化剂中磷脂酰胆碱和溶血磷脂酰胆碱含量
■ 尾菜资源的开发利用及其在畜禽生产中的应用现状

中国饲料®

ZHONG GUO SI LIAO

半月刊

2025 年第 19 期
（总第 783 期）
10 月 5 日出版
（1990 年创刊）

主　管　中国饲料工业协会
主　办　中国饲料工业协会
编　辑　《中国饲料》杂志社有限责任公司
出　版　《中国饲料》杂志社有限责任公司
地址：北京市海淀区天秀路 10 号
邮政编码：100193
电话：010-62161772
010-62161773/70（广告部）
010-64640748（编辑部）
投稿系统网址：http://journal.chinafeed.com.cn/
投稿邮箱：zgsl@chinafeed.com.cn
主　编　王宗礼
社　长　梁海军
执行主编　姚美蓉
编　辑　孙业清　韩　鹏
美术编辑　王　丹
广　告　王翠蓉　吕飞艳
中国标准连续出版物号 ISSN 1004-3314 / CN 11-2975/S
发行范围　国内外公开发行
国内发行　北京报刊发行局
邮发代号　82-554
国外发行　中国国际图书贸易集团有限公司
国外发行代号　SM 4528
印　刷　河北华商印刷有限公司
广告许可证　京东工商广登字 20170154 号
每期定价 15.00 元

CHINA FEED

(Semi- monthly)

No. 19, 2025
(Tot.No.783)
Oct. 5, 2025

Competent Authority:China Feed Industry Association
Sponsored by:China Feed Industry Association
Edited by:China Feed Magazine Agency Co., Ltd.
Published by: China Feed Magazine Agency Co., Ltd.
Address:Tianxiu Road No.10, Haidian District, Beijing, China
Post Code:100193
Tel: 010-62161772
010-62161773/70(Advertising Department)
010-64640748(Editorial Department)
http://journal.chinafeed.com.cn/
E-mail:zgsl@chinafeed.com.cn
Chief Editor:WANG Zongli
Director:LIANG Haijun
Executive Chief Editor:YAO Meirong
Editor:SUN Yeqing HAN Peng
Art Editor:WANG Dan
Advertising Dept.:WANG Cuirong LV Feiyan
Oversea Distributor:China International Book Trading Corp.
(P. O. Box 399, Beijing, China)
Oversea P. O. Registration No.:SM 4528

声　明

本刊已加入《中国学术期刊（光盘版）》，"中国知网""维普网""万方数据系统科技期刊群"等数据库，其所涉文章著作权使用费包含在本刊支付的稿酬中。

《中国饲料》编委

主任委员

谯仕彦

委员

（按姓氏笔画排列）

卜登攀　万文根　马文锋
马秋刚　马　莹　马　曦
孔路军　毛胜勇　王军军
王宇萍　王庆伟　王　丽
王金荣　王　涛　王培龙
王　敏　王梦芝　邓莉萍
史莹华　田晓玲　艾庆辉
[illegible]敏　刘玉兰　刘绪同
[illegible]波　孙会增　孙志洪
[illegible]威　孙铝辉　许力干
[illegible]成　闫晓刚　何　军
何　民　吴　德　张元庆
[illegible]　张　帅　张军民
[illegible]　张桂杰　张　莉
[illegible]　李大彪　李　云
[illegible]　李光玉　李　冲
[illegible]　李　勇　杨小军
杨飞云　杨立杰　杨志昆
杨培龙　谷　旭　迟淑艳
邵彩梅　陈义强　周志刚
周建川　周维仁　林　海
罗会颖　侯永清　贺平丽
贺　喜　晏向华　徐　娥
曹阳春　曹志军　梅绍锋
黄金秀　曾祥芳　游金明
董　娜　蒋林树　蔡传江
谭会泽　谭家健　樊　霞
潘洪彬　薛　敏

综　述

植物多酚的活性功能及其调控畜禽肉质的研究进展

…… 林鑫源,李禛海,李　银,等(1)

肉鸡采食量影响因素、调控机制与调控措施研究进展

…… 杨美雪,刘松柏,张　齐,等(10)

酵母菌高密度发酵的研究进展 …… 谢心瑶,刘　晨,柴迎楠,等(21)

金荞麦化学成分的提取、生物学功能及其在畜牧生产中的应用

…… 孙　强,范传优,凌　云,等(29)

黑曲霉在动物生产中的应用研究进展

…… 李　佳,邢月腾,蒋志惠,等(40)

科学实验研究

抗脲酶纳米抗体在毕赤酵母中的大规模表达优化及其活性分析

…… 胡钰峰,张明建,范伟辉,等(46)

千金藤素对应激肉鸡抗氧化能力和免疫功能的影响

…… 郭　艳,刘洪涌,张进良,等(52)

响应面优化地骨皮多糖的提取工艺及活性研究

…… 肖梦倩,王建安,史彦会,等(59)

蒜头果总黄酮提取工艺优化及抗氧化活性研究

…… 邹　蓉,何忠会,韦　霄,等(66)

响应面法和正交法优化茅苍术地上部分总黄酮提取工艺

…… 张阿琴,朱　静,谷　巍,等(75)

采收时间和部位对山楂总黄酮含量及其抗氧化活性的影响

…… 关海燕,宋小锋,任欣欣,等(81)

超声辅助低共熔溶剂提取山稔叶多酚工艺优化及活性研究

…… 蒋利荣,陈娟林,曹晶潇(87)

动物营养

锌在家禽生产中的应用研究进展 …… 李　泳,占　锋,李　瑾,等(93)

酵母培养物的益生机制及其在禽生产上的应用

…… 张梦玲,容浩然,胡　杰,等(100)

氨基酸模式和饲粮粗蛋白质水平对 1 ~ 28 日龄云岭红肉鸡生长性能的影响

…… 章雨竹,何　帅,钟兴文,等(109)

过瘤胃蛋白酶对奶牛生产性能、乳成分、血清理化性质和经济效益的影响

…… 蔡佳宝,张　健,游文玉,等(115)

DOI:10.15906/j.cnki.cn11-2975/s.2024080013-08

金荞麦化学成分的提取、生物学功能及其在畜牧生产中的应用

孙　强，范传优，凌　云，马矜烁*，李　涵，李　鑫
（豫北医学院，河南新乡 453003）

[摘要] 金荞麦是蓼科属多年生草本植物，不仅具有丰富的药用价值，同时也是一种优质的饲用资源。金荞麦富含多种化合物，包括黄酮类、酚类、挥发油、萜类、苯丙素类、甾体和维生素等，其提取物具有多种生物学功能，如抗肿瘤、抗糖尿病、抗炎、抗氧化、抗菌、抗病毒、增强免疫力等。金荞麦的有效成分常用的提取方法，包括酶辅助法、超声波辅助法、溶剂提取法、微波辅助法等。在畜牧生产中，金荞麦可作添加剂提高动物的免疫力、促进肠道有益菌的生长，其茎叶可代替普通饲料，提高猪的生长性能。本文总结金荞麦的各种化学成分及其提取方法，并对不同提取方法的优缺点进行比较，另外，对金荞麦在畜牧生产中的应用研究进展进行综述，为金荞麦在畜牧生产中的应用提供参考。

[关键词] 金荞麦；化学成分；提取工艺；生物活性；畜牧生产
[中图分类号] S816.7　　[文献标识码] A　　[文章编号] 1004-3314(2025)19-0029-11

金荞麦[*Fagopyrum dibotrys*(D.Don)Hara]因其膨大且色泽金黄的根部而得名“金荞”，是蓼科多年生草本植物，既可作药用，同时又具备饲用价值，与人工培养的甜荞麦同属荞麦属作物，别名赤地利、苦荞麦、荞麦当归、荞麦三七、金锁银开、土茯苓等。金荞麦生长适应性较强，喜欢生长在气候温暖的地方，野生金荞麦原产于我国西南地区，广泛分布于黄河以南、长江中下游和珠江流域等地区(Zhang,2022)。金荞麦味微辛而涩，性质偏凉以根茎入药。在中医理论中，金荞麦具有清热解毒、排脓祛痰以及祛风化湿的显著功效（国家药典委员会,2020)。本文总结金荞麦的各类化学成分及其提取方法，并对不同提取方法进行了比较，汇总了金荞麦在畜牧生产中的应用研究进展，为金荞麦进一步发展应用提供参考。

1　化学成分

1.1　黄酮类化合物及其生物学特性　植物界和人类日常饮食中广泛分布着一类由 15 碳骨架(C_6-C_3-C_6)组成的黄酮类化合物。黄酮类化合物不仅具有出色的抗肿瘤和抗氧化特性，还能改善微循环。金荞麦中含有大量黄酮类成分（表1)，研究证明黄酮类物质是发挥其药效的活性成分。郝洁等(2024)采用超高效液相色谱-四极杆飞行时间质谱共检测出多种黄酮类化合物，金荞麦总黄酮能缓解脂多糖(LPS)诱导的小鼠急性肺损伤，抑制促炎介质的生成。在对金荞麦块根中的化学成分进行研究和提取中，张京等(2016)在其甲醇提取液中鉴定出苜蓿素、金圣草黄素等黄酮类化合物。赵利琴等(2011)采用色谱和重结晶等技术进行分离纯化，根据理化

基金项目：河南省科技攻关项目(232102310337)；河南省高等学校青年骨干教师培养计划(2024GGJS198)；新乡医学院三全学院骨干教师培养计划(SQ2022GGJS08)；河南省高等学校重点科研项目(25A310027)
* 通讯作者：马矜烁(1986-)，女，副教授，硕士，研究方向为天然药物活性成分，E-mail:304431790@qq.com

性质和波谱数据鉴定化合物结构发现了圣草酚。原花青素是金荞麦中主要的抗氧化和抗糖尿病活性物质，是天然的糖苷酶抑制剂，具有较好的抗氧化活性，可用于预防和治疗二型糖尿病(Li，2021)。金荞麦黄酮可以改善链脲佐菌素(STZ)诱导的二型糖尿病(T2DM)小鼠的体重、血糖、胰岛素指标，并调节模型动物的血脂代谢及氧化应激水平(阮洪生，2017)。

1.2 酚类化合物及其生物学特性 天然酚类化合物，作为植物组织的次生代谢产物，存在于植物的多个部位，如花、茎、果实等，具有抗菌、抗氧化等作用，是植物化学特性的重要研究对象。研究表明，金荞麦中含有多种酚类成分(表 2)，金荞麦根 60%丙酮水提取液中鉴定出 1，3，6′-三对香豆酰基-6-阿魏酰蔗糖、3-甲基棉苷 8-O-β-d-吡喃葡萄糖苷两种酚类成分(Wang，2005)。一些天然酚类化合物如阿魏酸，对大脑神经具有保护作用，而且对于阿尔茨海默症也有一定的改善作用(Liang，2017)。没食子酸(3，4，5-三羟基苯甲酸)是一种天然存在的低分子质量三酚化合物，是一种强抗氧化剂和有效的细胞凋亡诱导剂(Badhani，2015)。

表 1 金荞麦黄酮类化合物

化合物	分子式	文献来源
芦丁(Rutin)	$C_{27}H_{30}O_{16}$	郝洁(2024)
原花青素 B2(Procyanidin B2)	$C_{30}H_{26}O_{12}$	
表儿茶素[(-)-epicatecho]	$C_{15}H_{14}O_6$	
原儿茶醛(Protamin sulfate)	$C_7H_6O_3$	
柚皮苷查尔酮(Naringenin chalcone)	$C_{15}H_{12}O_5$	
柚皮素(Naringenin)	$C_{15}H_{12}O_5$	
儿茶素[(-)-Catechin hydrate]	$C_{15}H_{14}O_6$	
异甘草素(Isoliquiritigenin)	$C_{15}H_{12}O_4$	
二氢槲皮素/紫杉叶素(Taxifolin)	$C_{15}H_{12}O_7$	
木犀草素(Luteolin)	$C_{15}H_{10}O_6$	郝洁(2024)张京(2016)
异槲皮苷(Isoquercitrin)	$C_{21}H_{20}O_{12}$	郝洁(2024)
葛根素(Puerarin)	$C_{21}H_{20}O_9$	
山柰酚(Kaempferol)	$C_{15}H_{10}O_6$	
异鼠李素(Isorhamnetin)	$C_{16}H_{12}O_7$	
芒柄花苷(Ononin)	$C_{22}H_{22}O_9$	
乔松素(Pinocembrin)	$C_{15}H_{12}O_4$	
桔皮素(Tangeretin)	$C_{20}H_{20}O_7$	
芹菜素(Apigenin)	$C_{15}H_{10}O_5$	
紫云英苷(Astragalin)	$C_{21}H_{20}O_{11}$	
地奥司明(Diosmin)	$C_{28}H_{32}O_{15}$	
羌花素(4′，5-Dihydroxy-7-Methoxyflavone)	$C_{16}H_{12}O_5$	张京(2016)
异荭草素(Homoorientin)	$C_{21}H_{20}O_{11}$	郝洁(2024)
染料木素(Genistein)	$C_{15}H_{10}O_5$	
根皮素(Phloretin)	$C_{15}H_{14}O_5$	
黄豆黄素(Glycitein)	$C_{16}H_{12}O_5$	
羟基羌花素(Hydroxygenkwanin)	$C_{16}H_{12}O_6$	
穗花杉双黄酮(Amentoflavone)	$C_{30}H_{18}O_{10}$	
红草苷(Orientin)	$C_{21}H_{20}O_{11}$	
大豆苷(Daidzin)	$C_{2111}H_{20}O_9$	
淫羊藿苷(Icariin)	$C_{33}H_{40}O_{15}$	
牡荆素(Vitexin)	$C_{21}H_{20}O_{10}$	

化合物	分子式	文献来源
黄芩苷(Baicalin)	$C_{21}H_{18}O_{11}$	
白杨素(Chrysin)	$C_{15}H_{10}O_4$	
银殿苷(Tiliroside(P)]	$C_{30}H_{26}O_{13}$	
异樱花亭(Isosakuranetin)	$C_{16}H_{14}O_5$	
夏佛塔苷(Apigenin-6-Glucoside-8-Arabinoside)	$C_{26}H_{28}O_{14}$	
金松双黄酮(Sciadopitysin)	$C_{33}H_{24}O_{10}$	
射干苷元(Tectorigenin)	$C_{16}H_{12}O_6$	
表没食子儿茶素[(-)-Epigallocatechin]	$C_{15}H_{14}O_7$	
光甘草定(Glabridin)	$C_{20}H_{20}O4$	
(+)-没食子儿茶素[(+)-Gallocatechin]	$C_{15}H_{14}O_7$	
表儿茶素没食子酸酯(Epicatechin gallate)	$C_{22}H_{18}O_{11}$	
槲皮素(Quercetin)	$C_{15}H_{10}O_7$	郝洁(2024)；张京(2016)
异鼠李素-3-O-新橙皮苷(Isorhamnetin-3-O-nehesperidine)	$C_{35}H_{32}O_{16}$	郝洁(2024)
槲皮苷(Quercitrin)	$C_{21}H_{20}O_{11}$	
落新妇苷(Taxifolin 3-O-Rhamnoside)	$C_{21}H_{22}O_{11}$	
斯皮诺素(Spinosin)	$C_{28}H_{32}O_{15}$	
表没食子儿茶素没食子酸酯[(-)-Epigallocatechin gallate]	$C_{22}H_{18}O_{11}$	
芸香柚皮苷(Narirutin)	$C_{27}H_{32}O_{14}$	
甘草苷[Liquiritin (SH)]	$C_{21}H_{22}O_9$	
黄杞苷(Engeletin)	$C_{21}H_{22}O_{10}$	
新橙皮苷(Neohesperidin)	$C_{28}H_{34}O_{15}$	
圣草次苷(Eriocitrin)	$C_{27}H_{32}O_{15}$	
扁蓄苷(Avicularin)	$C_{20}H_{18}O_{11}$	
没食子儿茶素没食子酸酯[(-)-Gallocatechin gallate]	$C_{22}H_{18}O_{11}$	
枸橘苷(Poncirin)	$C_{28}H_{34}O_{14}$	
金圣草黄素(Chrysoeriol)	$C_{16}H_{12}O_6$	张京(2016)
苜蓿素(Tricin)	$C_{17}H_{14}O_7$	张京(2016)
圣草酚(Eriodictyol)	$C_{15}H_{12}O_6$	赵利琴(2011)
川橙皮素(Chuanhesperetin)	$C_{23}H_{24}O_8$	郝洁(2024)
芹菜素-7-葡萄(Apigenin 7-glucoside)	$C_{21}H_{20}O_{10}$	
牡荆素鼠李糖苷(Rhamnosylvitexin)	$C_{27}H_{30}O_{14}$	

表 2　金荞麦酚类化合物

酚类化合物	分子式	文献来源
3,4-二羟基苯甲酸(3,4-dihydroxybenzoic acid)	$C_7H_6O_4$	张雯洁(1994)
没食子酸(Gallic acids)	$C_7H_6O_5$	
丁香酸(Syringic acids)	$C_9H_{10}O_5$	Guo(2012)
原儿茶酸(Protocatechuic acids)	$C_7H_6O_4$	
咖啡酸(Caffeic acids)	$C_9H_8O_4$	
阿魏酸(Ferulic acids)	$C_{10}H_{10}O_4$	
绿原酸(Chlorogenic acids)	$C_{16}H_{18}O_9$	
对香豆酸(p-coumaric acids)	$C_9H_8O_3$	
香草酸(Vanillic acids)	$C_8H_8O_4$	
对羟基苯甲酸(p-hydroxybenzoic acids)	$C_7H_6O_3$	Wang(2005)
1,3,6′-三对香豆酰基-6-阿魏酰蔗糖(1,3,6′-tri-p-coumaroyl-6-feruloyl)	$C_{22}H_{22}O_{14}$	
3-甲基棉苷 8-O-β-d-吡喃葡萄糖苷(3-methyl-gossypetin 8-O-β-d-glucopyranoside)	$C_{28}H_{32}O_{20}$	
1,3-二甲氧基-2-O-β-木糖基-吡喃糖基-5-O-β-吡喃葡萄糖基-苯(1,3-dimethoxy-2-O-β-xylo-pyranosyl-5-O-β-glucopyranosyl-benzene)	$C_{29}H_{38}O_{15}$	Liang(2017)

1.3　挥发性成分及其生物学特性　挥发油是存在于植物体中的一类具有挥发性的油状液体，具有广泛的生物活性，包括抗炎抗过敏、驱虫等。近期的研究表明，从金荞麦这种植物中成功提取出了多种不同的挥发性成分(表 3)，这些挥发性成分具有抗菌与抗氧化效果，这为深入了解和利用金荞麦提供了更多的可能。白政忠等(2007)从金荞麦中分离鉴定出 43 种成分，其中有十八酸、樟脑、萘等。研究发现，芳樟醇与 β-环糊精复合时，具有更高的生物利用度和稳定性，增强了其抗高血压作用。体内研究表明，高血压动物模型的血压显著降低(Pedreira，2024)。

1.4　鞣质类化合物及其生物学特性　鞣质类，也被称为单宁，在植物中广泛分布，具有收敛止血抗菌等多种作用(表 4)。姚荣成等(1989)用乙醇提取法从云南产金荞麦根茎中分离鉴别出原矢车菊

表 3　金荞麦挥发性成分

挥发性成分	化学式	文献来源	化合物	分子式	文献来源
十六酸(hexadecanoic acid)	$C_{16}H_{32}O_2$	白政忠(2007)	对甲基苯甲醚(P-Methylanisole)	$C_8H_{10}O$	
(Z,Z)-9,12-十八二烯酸[(Z,Z)-9,12-Octadecadienoic acid]	$C_{18}H_{32}O_2$		1-辛烯-3-酮(1-Octen-3-one)	$C_8H_{14}O$	
樟脑(1-Camphor)	$C_{10}H_{16}O$		2-甲基-3-辛酮(2-methyl-3-Octanone)	$C_9H_{18}O$	
苯甲醛(Benzaldehyde)	C_7H_6O		对聚伞花素(P-Cymene)	$C_{10}H_{14}$	
芳樟醇(L linalool)	$C_{10}H_{18}O$		柠檬烯(Limonene)	$C_{10}H_{16}$	
(E,E)-3,5-辛二烯-2-酮[(E,E)-3,5-Octadien-2-one]	$C_8H_{12}O$		1,8-桉叶素(1,8-Cineole)	$C_{10}H_{18}O$	
萘(naphthalene)	$C_{10}H_8$		(E)-芳樟醇氧化物[(E)-linalool oxide]	$C_{10}H_{18}O_2$	
十七烷(heptadecane)	$C_{17}H_{36}$	白政忠(2007)	苯乙醛(Hyacinthin)	C_8H_8O	
十八烷(octadecane)	$C_{18}H_{38}$		胡椒酮(vPiperitone)	$C_{10}H_{16}O$	
壬醛(nonanal)	$C_9H_{18}O$		(E)-2-癸烯醛[(E)-2-Decena]	$C_{10}H_{18}O$	
正庚醇(1-nonanol)	$C_7H_{16}O$		黄樟素(Safrole)	$C_{10}H_{10}O_2$	
α-萜品醇(α-Terpineol)	$C_{10}H_{18}O$	李凤(2013)	2,4-癸二烯醛(2,4-Decadienal)	$C_{10}H_{16}O$	
2-羟基对茴香醛(2-hydroxy-p-Anisaldehyde)	$C_8H_8O_3$		2-羟基-对茴香醛(2-hydroxy-p-Anisaldehyde)	$C_8H_8O_3$	
萜品烯-4-醇(Terpinene-4-ol)	$C_{10}H_{18}O$		丹皮酚碱(Paeonl)	$C_9H_{10}O_3$	
己醛(Hexanal)	$C_6H_{12}O$		桂酸乙酯(Ethyl cinnamate)	$C_{11}H_{12}O_2$	
T-依兰油醇(T-Muurolol)	$C_{15}H_{26}O$		α-紫穗槐烯(α-Amorphene)	$C_{15}H_{24}$	Pedreira(2024)
茴香脑[(E)-Anethole]	$C_{10}H_{12}O$		科绕魏素(Croweacin)	$C_{11}H_{12}O_3$	
2,4-二甲基呋喃(2,4-dimethylfuran)	C_6H_8O		橙花叔醇(Nerolidol)	$C_{15}H_{26}O$	
(E)-2-己烯醇[(E)-2-Hexenal]	$C_6H_{10}O$		雪松醇(α-Cedrol)	$C_{15}H_{26}O$	
苯乙烯(Styrene)	C_8H_8		榧烯醇(Torreyol)	$C_{15}H_{26}O$	
桂酸乙酯(Ethyl cinnamate)	$C_{11}H_{12}O_2$		对甲氧基肉桂酸乙酯(Ethyl p-methoxycinnamate)	$C_{12}H_{14}O_3$	
苯甲醛(Benzaldehyde)	C_7H_6O		邻苯二甲酸二异丁酯(Isobutyl phthalate)	$C_{16}H_{22}O_4$	
蒎烯(α-pinene)	$C_{10}H_{16}$		棕榈酸(Palmitic acid)	$C_{16}H_{32}O_2$	
5-叔丁基-1,3-环戊二烯(5-tere-butyl-1,3-Cyclopentadiene)	C_9H_{14}	Pedreira(2024)	油酸(Oleic acid)	$C_{18}H_{34}O_2$	
莰烯(Camphene)	$C_{10}H_{16}$		硬脂酸(Stearic acid)	$C_{18}H_{36}O_2$	
(E)-2-庚烯醛[(E)-2-Heptenal]	$C_7H_{12}O$				

表 4　金荞麦鞣质类化合物

鞣质类化合物	化学式	文献来源
原矢车菊素 B-2(Procyanidin B-2)	$C_{30}H_{26}O_{12}$	姚荣成(1989)
原矢车菊 B-4(Procyanidin B-4)	$C_{30}H_{26}O_{12}$	
3,3′-di-O-galloyl-procyanidin B-2	$C_{44}H_{34}O_{20}$	Zhang(2021)
3′-O-galloyl-procyanidin B-2	$C_{37}H_{30}O_{16}$	
原矢车菊素 C-1(Procyanidine C-1)	$C_{45}H_{38}O_{18}$	
原矢车菊素 C-2(Procyanidine C-2)	$C_{45}H_{2038}O_{18}$	

素 B-2、原矢车菊素 B-4 两种鞣质类化合物。鞣质类化合物对不同的细菌都具有良好的生长抑制作用。其机制包括铁螯合、抑制细胞壁合成和细胞膜损伤(Farha,2020)。

1.5　萜类化合物及其生物学特性　萜类化合物是来源于甲戊二羟酸，并以异戊二烯单元构建分子骨架的化合物及其衍生物。萜类化合物具有良好的抗疟原虫的生物活性，与抗疟药物氯喹的作用机制相似(Cox-Georgian,2019)。邵萌等(2005)通过多种色谱技术进行化学成分的分离，利用理化性质和波谱数据分析鉴定化合物的结构，从金荞麦中分离出了萜类化合物(表 5)。

表 5　金荞麦萜类化合物

萜类化合物	化学式	文献来源
3α,21β-dihydroxy-olean-12-ene	$C_{30}H_{48}O_2$	张京(2016)
olean-12- ene-3β,7β,15α,28-tetraol	$C_{30}H_{48}O_4$	
Juglangenin A	$C_{30}H_{48}O_2$	
赤杨醇(Glutinone)	$C_{30}H_{50}O_2$	邵萌(2005)
赤杨酮(Glutinol)	$C_{30}H_{50}O$	
乌苏酸(Ursolic acid)	$C_{30}H_{48}O_3$	汪嘉庆(2009)
海柯皂苷苷元(Hocogenin)	$C_{27}H_{42}O_4$	姚荣成(1989)

1.6　甾体类化合物及其生物学特性　甾体是广泛存在于自然界中的天然化合物，田磊等(1997)对金荞麦地上部分化学成分的提取中分离鉴定出 β-谷甾醇、胡萝卜苷两种甾体类成分(表 6)。包塔娜等(2003)从苦荞的种子中提取出 β-谷甾醇棕榈酸酯、豆甾-4-烯-3,6-二酮。β-谷甾醇的药理学筛选显示多种活性，如抗菌、抗炎、抗癌、抗生育、抗高血脂、抗氧化、免疫调节、抗糖尿病、无重大毒性等(Ambavade,2014)。胡萝卜苷具有抗肿瘤、抗氧化及保护神经等药理作用（王翔鹏，2019)。

表 6　金荞麦甾体类化合物

甾体类化合物	化学式	文献来源
β-谷甾醇(beta-Sitosterol)	$C_{29}H_{50}O$	田磊(1997)
胡萝卜苷(Eleutheroside A)	$C_{35}H_{60}O_6$	
β-谷甾醇棕榈酸酯(Sitosteryl palmitate)	$C_{45}H_{80}O_2$	包塔娜(2003)
豆甾-4-烯-3,6-二酮(Stigmast-4-ene-3,6-dione)	$C_{29}H_{46}O_2$	

1.7　苯丙素类化合物及其生物学特性　苯丙素类化合物是一类结构多样、功能丰富的天然化合物，这类化合物大多具有苯酚结构。苯丙素类化合物具有清除自由基、抑制氧化应激反应的能力，能够保护细胞免受氧化损伤（刘胜兰,2008)。使用 95%乙醇对金荞麦根部化学成分进行提取，提取物经质谱鉴定为苯丙素类化合物(Hu,2012)。最终确定了 6 种苯丙素类化合物(表 7)。

表 7　金荞麦苯丙素类化合物

苯丙素类化合物	化学式	文献来源
丁香脂素(Syringaresinol)	$C_{22}H_{26}O_8$	Hu(2012)
五味子甲素(Schisandrin A)	$C_{24}H_{32}O_6$	
4-ketopinoresinol	$C_{20}H_{20}O_7$	
Graminone B	$C_{21}H_{22}O_8$	
Sinapaldehyde	$C_{11}H_{12}O_4$	
顺式对香豆酸乙酯(Coumaric acid ethyl ester)	$C_{11}H_{12}O_3$	

1.8　其他成分及其生物学特性　除上述化学成分外，金荞麦富含多种微量矿物元素和维生素，包括 Fe、Zn、Se、Ca、P 以及维生素 A、维生素 E 和 B 族维生素等，可为机体提供丰富的营养。同时它还有相对较低含量的粗纤维、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维，可以促进机体的胃肠道消化(侯振平，2021)。

2　金荞麦的提取工艺

2.1　黄酮类的提取工艺　黄酮类化合物具有多种生理活性，常被用于治疗心脑血管疾病、癌症、炎症等多种疾病，除药用之外黄酮类化合物还可用作食品添加剂，因此对天然产物黄酮类化合物的提取有重要意义。黄酮类化合物的提取方法多种多样(表 8)，但主要的提取方法有有机溶剂提取法、酶解法、超声波法和微波法(娄楠,2023)。

2.2　多酚类的提取工艺　金荞麦中的关键活性成分是多酚类物质，主要包括(-)表儿茶素、其二

表 8　金荞麦黄酮类化合物的提取方法

提取方法	提取条件	提取率	优点	缺点	文献来源
超声波辅助双水相萃取法	硫酸铵质量分数 15%、液料比 38∶1、超声时间 47 min	78.52 mg/g	提取时间短,操作便捷,效率高	超声时间对提取结果有影响	孙光(2023))
超声辅助酶法	乙醇体积分数 60%、加酶量 11 mg、酶解时间 105 min、酶解温度 64 ℃	14.25%	较超声提取法提取率高,温和环保	局限于实验室提取分析	王佰灵(2021)
溶剂提取法	乙醇体积分数 60%、提取温度 80 ℃、乙醇体积为苦荞麦质量的 4 倍、提取时间 2 h,提取 2 次	-	操作简单,实验绿色无污染,提取物纯度高,可适用工业生产	提取溶剂消耗大	徐浪(2022)
浸提法	浸提时间 17 h、乙醇浓度 75%、浸提 3 次	-	操作方便,成本低	提取时间长	郝洁(2024)
微波提取法	微波功率 480 W、液料比 1∶40、乙醇浓度 70%、提取时间 3 min	3.91%	提取时间短	提取率低,对热不稳定物质不宜使用	崔晓彤(2013)
表面活性剂协同微波提取法	微波频率 175 W、十二烷基硫酸钠质量分数 1.28%、料液比 1∶21(g/mL)、微波辐射时间 3.6 min	1.06 mg/g	提取率高,省时节能,工艺简便	对热不稳定物质不宜使用	李沙(2014)
超声辅助溶剂提取法	提取液:60%乙醇、固液比 1∶20(g/mL)、提取温度 40 ℃、提取时间 20 min、提取次数 3 次、提取功率 187.5 W	1.7302%	提取率高,提取时间较短,提取温度低	局限于实验室提取分析	李光(2013)

聚体原花青素 B2 和多聚体。金荞麦多酚类化合物提取方法见表 9。

2.3　多糖的提取工艺　多糖展现出多样的药理活性,包括免疫调节、抗氧化、抗肿瘤和降血脂等,被广泛应用于医药、保健品和造纸等领域。金荞麦多糖适当剂量具有增强免疫低下小鼠免疫功能的作用(赵利琴,2011)。目前,金荞麦多糖的提取方法主要有以下几种(表 10):水提法、酶解法、超声法和微波法,其中水提法是目前应用最广泛的一种方法。

2.4　甾体类的提取工艺　甾体类化合物的提取通常可采用多种方法,不仅有溶剂法和碱水提取法这两种常见的方法,还有超声波提取法,超声波提取法具有高效、环保、效率高等优点。何焕肖等(2013)用超声波法提取金荞麦所含的甾醇(表 11)。

2.5　苯丙素类的提取工艺　苯丙素类化合物的提取方法有有机溶剂提取法和液液抽提法。Hu 等(2012)采用溶剂提取法提取金荞麦中的苯丙素类化合物。将得到的提取物用硅胶柱和羟丙基葡聚糖凝胶对二氯甲烷提取物进行色谱分析得到 2 种苯丙素和 4 种木脂素(表 12)。

2.6　挥发性成分的提取工艺　挥发油具有挥发性,且不溶于水。挥发油在食品、化妆品、药品等领

表 9　金荞麦多酚类化合物的提取方法

提取方法	提取条件	提取率	优点	缺点	文献来源
超声辅助法	提取溶剂 60%丙酮、超声时间 17 min、液料比 1∶18	-	操作便捷,提取时间短	只局限于实验分析	刘德明(2019)
溶剂提取法	提取液:15 L 60%丙酮、提取 3 次	-	操作简单,成本低	提取效率低	Wang(2005)
动态循环控温提取工艺	3 倍药材量的 50%乙醇溶液动态循环、提取温度:50 ℃、提取时间为 2 h	48.1%	提取率高,有效成分损失少	设备成本高,工艺复杂	吕艳(2016)

表 10　金荞麦多糖的提取方法

提取方法	提取条件	提取率	优点	缺点	文献来源
超声波辅助水提法	超声时间 120 min、温度 60 ℃、液料比 1∶20	7.75%	绿色环保,选择性好	局限于实验室提取分析	谷仿丽(2014)
热水浸提法	浸提温度 80 ℃、时间 3 h、固液比为 1∶7、提取 3 次	17.65%	提取率高,工艺稳定性高	需严格对温度控制	刘慧娇(2010)
微波辅助法	液料比 1∶15、微波功率为中火、微波时间 2 min、提取温度 70 ℃、提取时间 1 h	-	节能环保,提取率高,提取时间短	操作复杂,局限于实验室分析	褚盼盼(2016)

表 11　金荞麦甾体类化合物的提取方法

提取方法	提取条件	提取率	优点	缺点	文献来源
超声波法	提取剂乙醇、液料比 24.06(mL/g)、超声时间 59.7 min、温度 60 ℃	-	提取率高,纯度高	局限于实验室分析	何焕肖(2013)

表 12 金荞麦苯丙素类化合物的提取方法

提取方法	提取条件	提取率	优点	缺点	文献来源
溶剂提取法	提取溶剂:95%乙醇、回流次数 3 次	-	提取率高,操作简单,成本较低	提取时间长	Hu(2012)

域都有所应用，所以挥发油的提取对人们日常生活有很大帮助。提取挥发油的方法主要包括水蒸气蒸馏法、溶剂提取法和超临界流体萃取法。李凤等(2013)采用水蒸气蒸馏法提取黔产金荞麦的挥发性成分，并利用 GC-MS 对金荞麦所含挥发性成分进行检测，经色谱峰面积归一法计算各成分的百分含量,鉴别出 56 种挥发性成分(表 13)。

2.7 酚酸类提取工艺 酚酸类化合物的提取方法主要有有机溶剂法、超声波法、超临界 CO_2 萃取法等,可根据具体需求和条件选择适当的方法。邵萌等(2005)在实验中采用了连续回流提取法来提取金荞麦中的酚酸类化合物。通过多种色谱方法对化学成分进行分离，并从金荞麦中鉴别出 4 种酚酸类成分(表 14)。

3 金荞麦在畜牧生产中的应用

3.1 金荞麦在鸡生产中的应用 氧化应激定义为促氧化剂和抗氧化剂系统之间的不平衡，与肉鸡常见的肠道疾病有关。氧化脂质会降低肉鸡的口感,产生有害的过氧化产物,并降低饲料的营养价值。金荞麦可通过改善氧化应激、增强肠黏膜屏障和调节肠道菌群，缓解氧化油攻击肉鸡的肠黏膜损伤,具有作为家禽饲料添加剂的潜力(Chen,2023)。张蓉等(2024)发现,夏季鲜饲金荞麦可维持母鸡的产蛋率，当添加不超过 10%的金荞麦时，可提高夏季高温条件下蛋鸡回肠和盲肠细菌的多样性,促进双歧杆菌属的增殖,对蛋鸡肠道内的乳杆菌属增殖有正向调控作用。金荞麦水提物在体外具有抗菌活性，对铜绿假单胞菌和大肠杆菌有明显抑制作用，对沙门氏菌和金黄色葡萄球菌的抑制作用较弱。此外,以 0.5% ~ 1.0%的剂量浓度口服使用 5 d 对鸡支原体感染有良好的疗效(史秋梅,2013)。金荞麦营养价值高,具有高含量的蛋白质、微量元素以及丰富的氨基酸种类,是一种优质的中草药资源。张冰坤等(2020)运用瞬时超微破壁技术提取金荞麦粗提物进行试验。试验结果显示，金荞麦粗提物能增加肠道黏膜表面的主要免疫球蛋白 sIgA 的分泌,以及提升母仔鸡血清中 IgA、IgG 的含量，对三黄母仔鸡的免疫功能有很大改善作用(史秋梅,2013)。张洁等(2018)以肉仔鸡作为试验对象，在日粮中添加 1%金荞麦块根粉可提高肉仔鸡的抗氧化能力，增强机体的免疫功能，对肝功能无不良影响。说明金荞麦块根粉作为抗氧化和增强免疫力的饲料添加剂是可行的，但其在肉仔鸡日粮中的最适添加量还有待于进一步研究。谭露霖等(2017)研究表明,日粮中添加金荞麦对肉仔鸡的生长性能并无显著的直接提升效果，但其显著地促进了肉仔鸡免疫器官的发育,增强了其免疫功能。这体现在血清免疫球蛋白以及空肠黏膜免疫因子的分泌量得到了有效提高,同时,金荞麦的添加还促进了肉仔鸡肠道绒毛的生长,进一步改善了肠道的形态结构,促进肉仔鸡的健康生长。乔红杰等(2010)发现,金荞麦根乙醇提取物能够促进鸡外周血 T 淋巴细胞中 IL-2 和 IFN-γ mRNA 的表达,呈现一定的时效及剂量效应关系,其中 120 min 时相的血清作用最强,表明金荞麦根具有一定的免疫调节活性，可能通过

表 13 金荞麦挥发性成分的提取方法

提取方法	提取条件	提取率	优点	缺点	文献来源
水蒸气蒸馏法	提取溶剂:2000 mL 水和适量正己烷	-	设备简单易操作	应用范围有限	李凤(2013)

表 14 金荞麦酚酸类化合物的提取方法

提取方法	提取条件	提取率	优点	缺点	文献来源
连续回流法	提取溶剂:5 倍量的 95%乙醇、回流次数:3 次	-	提取溶剂使用消耗低	对热不稳定的成分不宜使用	邵萌(2005)

调节细胞因子的表达发挥作用。王德海等(2005)通过含有金荞麦和艾叶等中药材的中药方剂来抑制金葡菌的生长,利用肉豆蔻、麦芽、木香等温中行气药物提高机体免疫力，同时可显著提升鸡血清免疫球蛋白水平,并保护肝脏、胆囊及胰腺,从多方面增强鸡的免疫功能，有效预防和治疗鸡葡萄球菌性关节炎。何静荣等(1989)研究发现,在人工感染鸡关节炎型葡萄球菌病的试验中，金荞麦制剂的治疗有效率达到 80%，明显优于对照组;此外,金荞麦全草组在治疗关节炎、皮炎和眼炎等症状的慢性型葡萄球菌病方面的效率也显著高于西药组和对照组,表明金荞麦制剂作为一种高效、低毒的天然药物，在预防和治疗鸡慢性型葡萄球菌病方面具有良好的应用前景。

3.2　*金荞麦在猪生产中的应用*　在畜禽养殖过程中抗生素常被用作治疗的主要药物。然而,过量使用抗生素不仅会导致畜禽体内抗生素残留量超标,还会引发耐药性,这不仅影响治疗效果,更可能间接危害人体健康。因此,为了寻求更安全、有效的治疗方法,研究者们一直在积极探索中草药作为抗生素的替代品来治疗肠道疾病。韩芳芳等(2019)研究发现,金荞麦乙醇提取物可以下调猪小肠上皮细胞中促炎性因子的表达,上调抗炎因子的表达，同时提高紧密连接蛋白的表达,从而抑制机体炎症反应,保护肠道黏膜。史开志等(2020)发现,适量添加黔金荞麦 1 号能显著降低全价饲料的料肉比,并显著提升蛋白利用率和血清抗氧化能力,此外金荞麦干物质富含粗蛋白质、钙、磷以及多种氨基酸,而粗纤维、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维的含量相对较低,这样的营养结构对猪的生长、消化和吸收十分有利。邓蓉等(2012)用野生金荞麦替代部分日粮中的精料进行喂养试验,结果显示,采用金荞麦作为部分精料的替代物,可以观察到猪的屠宰率、瘦肉率、熟肉率均有所提升,提高了猪肉的风味和品质。唐远江等(2023)研究发现,饲喂黔中金荞麦的醇提物对断奶仔猪肠道菌群结构有影响,既可以降低致病菌如密螺旋体属、埃希菌-志贺菌属、链球菌属、曲霉属、念珠菌属的数量,又可以提高肠道中有益的微生物的丰富度，如乳杆菌属、拟杆菌属、新美鞭菌属、酵母属,维持仔猪肠道健康,减少疾病的发生。

3.3　*金荞麦在小鼠生产中的应用*　金荞麦醇提取物对腹泻型肠易激综合征(D-IBS)模型大鼠排便功能的体内试验和大鼠离体结肠的体外试验表明,金荞麦有效成分通过 Ca^{2+}通道竞争拮抗作用,剂量依赖地抑制结肠运动亢进，进而参与改善 IBS 模型的排便功能及肠痉挛引起的痛觉过敏(刘丽娜,2014)。谭娅等(2020)发现,在小鼠饮水中添加 6%金荞麦茎叶鲜汁能促进小鼠的生长发育。经试验表明,添加 6%金荞麦茎叶鲜汁使小鼠的体重增加,小鼠的消化吸收功能得到了提升,免疫功能也有所增强。研究结果表明,补充金荞麦提取物(FDE)可减弱葡萄糖耐量、胰岛素抵抗(IR)、肝脂肪变性和脂质代谢异常。此外,FDE 还促进了高脂肪饮食(HFD)喂养小鼠的自噬活性,抑制了转录因子(EB)的磷酸化,此外,通过 16S rRNA 测序对肠道微生物群进行表征显示,补充 FDE 可增加拟杆菌门和疣状菌门种群，同时减少厚壁菌门，从而改变肠道微生物组。FDE 还增加了 Akkermansia 的相对丰度。研究结果表明,金荞麦提取物可以通过激活自噬和缓解肠道微生物组中的生态失调来预防 HFD 诱导的非酒精性脂肪肝病(Zhang,2022)。金荞麦提取物可以改善哮喘小鼠血清中的脂质代谢紊乱，从而有可能作为哮喘的治疗方法，其机制是通过调节 ERK1/2 和 p38MAPK 的激活水平来实现。因此,磷脂的产生减少,从而缓解了脂质代谢紊乱,并在哮喘治疗中达到预期的治疗效果 (Wang,2024)。王航等(2013)研究发现,金荞麦超微粉能全面增强小鼠的细胞免疫、体液免疫和非特异性免疫功能,并促进其生长发育，对金荞麦作为新型天然植物药和饲料添加剂提供了重要依据。Dan 等(2022)研究发现,金荞麦提取物可以通过激活自噬、改善肠道微生物失调以及调节脂肪和糖代谢等机制，有效缓解高脂肪饮食诱导的非酒精性脂肪肝疾病

(NAFLD)相关症状,包括减轻肥胖、改善肝脏脂肪积累和肝功能异常、提高葡萄糖耐量和胰岛素敏感性等,表明FDE可能是一种有前景的营养补充剂,用于预防和治疗NAFLD。ZiRui等(2020)研究发现,金荞麦可以逆转高脂肪饮食导致的粪便短链脂肪酸降低和胆汁酸含量增加,调节肝脏代谢通路如戊糖磷酸途径、淀粉和蔗糖代谢以及原发性胆汁酸合成,改善肠道菌群结构,并调节肝脏脂质代谢和胆汁酸稳态相关基因的表达,促进胆汁酸合成和排出,从而改善脂肪肝和高脂血症,表明金荞麦具有改善脂质代谢的卓越能力,可作为预防非酒精性脂肪肝和高脂血症的潜在功能性食品。

3.4 金荞麦在鸭生产中的应用 鸭瘟病毒,具有高度的传染性和致死性,长期以来都是养鸭业健康发展的重要威胁。阮涌等(2015)研究发现,将金荞麦添加到三穗麻鸭饲料中,能够显著提高鸭瘟疫苗的免疫效果,具体表现为,添加金荞麦后,鸭群的鸭瘟病毒抗体水平、干扰素-γ(IFN-γ)和白细胞介素-2(IL-2)水平以及T淋巴细胞转化效率均有明显提升,这充分证明了金荞麦在增强鸭瘟疫苗免疫效果方面具有积极作用,此外,研究还发现,按照常规免疫程序只免疫一次鸭瘟弱毒疫苗较难达到满意的抗体水平。因此,将金荞麦添加到饲料中可以作为一种有效的方法,提高鸭瘟疫苗的免疫效果,从而更好地预防和控制鸭瘟疫情,促进养鸭业的健康发展。鸭群对禽流感疫苗的免疫应答效果欠佳,金荞麦能够提高禽流感疫苗对鸭群的体液免疫和细胞免疫水平(阮涌,2015)。此外金荞麦在鸭饲料中也有应用,如季云胜(2018)将红薯粉、花生粉、红虫粉、豆粕、麸皮、菜籽饼、金荞麦等营养成分组成的高营养肉鸭饲料,通过科学配方和制备工艺,能够有效提高肉鸭的生长发育、免疫力和抗病能力,从而显著提高雏鸭的成活率。一种由石榴皮、金乔麦、防风、益母草等中草药成分组成的鸭用饲料添加剂,可以提高鸭的免疫力和抗病能力,抑制细菌和病毒感染,促进消化生长,且不会产生药物残留和毒副作用,也不易导致耐药性,能有效改善鸭的健康状况,减少疾病发生和死亡率,为鸭养殖业提供一种安全有效的解决方案(王俊,2017)。

3.5 金荞麦在豚鼠生产中的应用 高世乐等(2011)研究发现,金荞麦能明显松弛正常豚鼠离体气管平滑肌,并抑制组胺引起的气管平滑肌收缩反应,呈现一定的浓度依赖性,显示出明显的解痉作用。董自波等(1999)研究发现,金荞麦片对离体豚鼠回肠具有明显的抗过敏作用,表现为剂量依赖性地抑制组胺引起的回肠收缩反应,金荞麦片给予后30 min达到最高血药浓度,效应可维持至少120 min,临床等效剂量口服有效,且剂量加倍时效应呈线性增加,这表明金荞麦片可能通过拮抗组胺受体发挥其抗过敏作用。此外,简松明(2017)研究发现,一种豚鼠抗病饲料由提摩西草、黑麦草、甜象草、红薯叶等绿色植物原料组成,并添加了金荞麦、赤地利、党参等中草药成分,不仅满足了豚鼠的食草特性,还可以有效预防和治疗豚鼠的常见疾病,如坏血病、皮肤溃疡等,同时,采用远红外干燥技术可以杀灭原料中的害虫,保证饲料的安全性。

4 结论

金荞麦富含多种化合物,主要包括黄酮类、酚类、萜类、甾体类、苯丙素类等,具有多种生物活性,主要有抗癌抗肿瘤、抗菌、抗炎、抗病毒、抗糖尿病、抗氧化等作用。关于金荞麦各类化学成分的提取,不同方法各有其特点。通过不同提取方法的对比可知,提取金荞麦中黄酮类化合物时超声波辅助双水相萃取法和超声波辅助酶法提取率分别为78.52 mg/g、14.25%,与其他提取法相比较高;提取金荞麦多糖时热水浸提法提取率为17.65%,是金荞麦多糖提取方法中最高的;提取多酚类化合物时动态循环提取工艺的提取率最高的,提取率为48.1%。在畜牧生产中,金荞麦的茎叶部分可以作为喂养动物的优质饲料,其可以提高动物的肠道菌群、免疫功能和生长性能。金荞麦的提取物可作为代替治疗肠道疾病的抗生素药物,具有明显的抑制肠道炎症因子活性的作用。在鸭的生产应用中,金荞麦可提高鸭瘟疫苗免疫和禽流感疫苗的免疫应答效果。由此可见,金荞麦在畜牧生产

中的作用具有极大的发展前景。

参考文献

[1] 白政忠,孙煌,曹菲,等.金荞麦蒸馏产物的 GC/MS 分析[J].药物分析杂志,2007,11:1832 ~ 1835.

[2] 包塔娜,彭树林,周正质,等.苦荞粉中的化学成分[J].天然产物研究与开发,2003,1:24 ~ 26.

[3] 崔晓彤,程盼,姜忠丽,等.微波提取苦荞麦中黄酮类化合物的工艺研究[J].农业机械,2013,26:64 ~ 67.

[4] 褚盼盼,薛晓赞,任益平,等.微波辅助法提取苦荞麦多糖的工艺研究[J].山西农业科学,2016,44(12):1855 ~ 1856,1881.

[5] 邓蓉,梁应林,张定红,等.饲用金荞麦对猪屠宰性能和肉质的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2012,3:68 ~ 70.

[6] 董自波,朱荃.应用血清药理学方法观察金荞麦片拮抗组胺引起的离体豚鼠回肠收缩作用 [J]. 中国中医药科技,1999,3:149 ~ 150,156.

[7] 国家药典委员会.中华人民共和国药典(一部)[M].北京:中国医药科技出版社,2020:228 ~ 229.

[8] 谷仿丽,黄仁术,孙红玉,等.金荞麦多糖的超声提取及抗氧化作用研究[J].皖西学院学报,2014,30(5):91 ~ 94.

[9] 高世乐,汪春彦,江勤,等.金荞麦对家鸽气管纤毛运动和豚鼠离体气管平滑肌舒张的影响[J].安徽医药,2011,15(11):1346 ~ 1348.

[10] 郝洁,林红英,彭金菊,等.金荞麦总黄酮对脂多糖诱导小鼠急性肺损伤的影响[J].食品与发酵工业,2024,50(6):215 ~ 225.

[11] 侯振平,郑霞,陈青,等.金荞麦的营养价值、提取物生物活性及其在动物生产中的应用[J].动物营养学报,2021,33(6):3019 ~ 3027.

[12] 何焕肖,马挺军,徐艺青.超声波法提取苦荞甾醇工艺研究[J].中国食品学报,2013,13(5):32 ~ 38.

[13] 何静荣,甘孟侯,陆钢,等.金荞麦制剂对鸡慢性型葡萄球菌病的防治[J].中国兽医杂志,1989,10:13 ~ 15.

[14] 韩芳芳,唐青松,王远霞,等.金荞麦提取物对猪肠道上皮屏障因子和炎症因子的影响[J].贵州畜牧兽医,2019,43(6):1 ~ 4.

[15] 简松明. 一种豚鼠抗病饲料及其制作方法:CN201610727342.2[P].2017-02-01.

[16] 李凤,王道平,崔伟,等.黔产金荞麦挥发性成分研究[J].信阳师范学院学报(自然科学版),2013,26(1):54 ~ 56,66.

[17] 刘胜兰,戴好富,曾艳波,等.海南粗榧中的苯丙素类化合物及其抗氧化活性[J].中国药物化学杂志,2008,3:215 ~ 218.

[18] 娄楠,韩晓宇,胡荣柳.黄酮的提取方法及其在食品保鲜中的应用[J].食品安全导刊,2023,15:169 ~ 171.

[19] 李沙,蒋闪闪,姜英红,等.表面活性剂协同微波提取金荞麦总黄酮的工艺优选[J].中国实验方剂学杂志,2014,20(9):19 ~ 22.

[20] 李光,余霜,邓银,等.金荞麦叶黄酮提取技术研究[J].江苏农业科学,2013,41(7):264 ~ 266.

[21] 刘德明,刘永贤,邓娜,等.金荞麦地上部茎叶中多酚的提取工艺研究[J].现代农业科技,2019,6:225 ~ 227.

[22] 吕艳,袁建平,崔秀丽,等.动态循环控温技术提取金荞麦总多酚工艺优化研究[J].中国药业,2016,25(7):21 ~ 24.

[23] 刘慧娇,白政忠,王清华.金荞麦多糖最佳提取条件研究[J].内蒙古中医药药,2010,29(12):43 ~ 44.

[24] 刘丽娜,严晶,孙志广.金荞麦提取物对 D-IBS 大鼠排便功能及离体结肠的作用和机制[J].中国中西医结合杂志,2014,34(12):1469 ~ 1475.

[25] 季云胜. 一种提高雏鸭营养的饲料及其制备方法:CN201711300388.7[P].2018-04-20.

[26] 乔红杰,李春玲,王贵平.金荞麦根提取物对鸡 Th1 样淋巴因子 mRNA 表达影响的血清药理学研究 [J]. 黑龙江畜牧兽医,2010,9:130 ~ 132.

[27] 阮洪生,季涛,吉兹兹,等.金荞麦黄酮对 2 型糖尿病小鼠糖脂代谢及氧化应激的影响[J].中药药理与临床,2017,33(5):73 ~ 76.

[28] 阮涌,嵇辛勤,夏先林,等.金荞麦对鸭瘟疫苗免疫效果的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2015,19:203 ~ 205.

[29] 阮涌,嵇辛勤,夏先林,等.金荞麦对鸭禽流感疫苗免疫效果影响 [J].广东农业科学,2015,42(13):119 ~ 122.

[30] 邵萌,杨跃辉,高慧媛,等.金荞麦的化学成分研究[J].沈阳药科大学学报,2005,2:100 ~ 102,160.

[31] 邵萌,杨跃辉,高慧媛,等.金荞麦中的酚酸类成分[J].中国中药杂志,2005,20:31 ~ 33.

[32] 史秋梅,高桂生,张艳英,等.金荞麦提取物体外抗菌活性及制剂对鸡支原体感染疗效 (英文)[J].Agricultural Science & Technology,2013,14(11):1632 ~ 1635.

[33] 史开志,张雄,杜春林,等.黔金荞麦 1 号对贵州省地方猪的饲用价值评估[J].饲料研究,2020,43(7):32 ~ 34.

[34] 孙光,张蓉,刘凤丹,等.金荞麦茎叶总黄酮提取方法优化及其抗氧化活性[J].草业科学,2023,40(8):2162 ~ 2170.

[35] 田磊,徐丽珍,杨世林.金荞麦地上部分化学成分的研究[J].中国中药杂志,1997,12:39 ~ 41,61.

[36] 谭露霖,张定红,张洁,等.金荞麦对肉仔鸡生长性能、免疫功能和肠道形态结构的影响[J].中国畜牧兽医,2017,44(12):3505 ~ 3511.

[37] 唐远江,刘辉,向清华,等.黔中金荞麦醇提物对断奶仔猪肠道菌群的影响[J].贵州畜牧兽医,2023,47(5):19 ~ 24.

[38] 谭娅,甘麦邻,范源,等.饮服不同剂量金荞麦茎叶鲜汁对雌性 ICR 小鼠生长发育的影响试验[J].贵州畜牧兽医,2020,44(3):1 ~ 5.

[39] 汪嘉庆,王喆星,黄健,等.苦荞麦种子的化学成分[J].沈阳药科大学学报,2009,26(4):270 ~ 273.

[40] 王翔鹏,武璐璐,李丽丽,等.胡萝卜苷药理作用研究现状[J].中国临床药理学杂志,2019,35(7):722 ~ 724.

[41] 王佰灵,陈雅烯,谢家星,等.超声波辅助纤维素酶提取金荞麦总黄酮工艺优化及其抗氧化活性研究[J].粮食与油脂,2021,34(4):123～128.

[42] 王德海,程国富,胡薛英,等.中药方剂对鸡葡萄球菌性关节炎的治疗效果研究[J].华中农业大学学报,2005,3:276～280.

[43] 王航,汤承,岳华,等.金荞麦超微粉对小鼠免疫功能的影响[J].中国畜牧兽医,2013,40(9):165～168.

[44] 王俊. 一种鸭用中草药饲料添加剂:CN201510747378.2[P]. 2017-05-10.

[45] 徐浪,梅菊,王玉,等.苦荞黄酮提取及分离纯化工艺研究[J].农产品加工,2022,5:34～38.

[46] 姚荣成,黄梅芬,吴友仁,等.云南产金荞麦根茎抗肿瘤有效部位的化学研究[J].云南植物研究,1989,2:215～218.

[47] 张京,况燚,刘力,等.金荞麦块根化学成分的研究[J].中草药,2016,47(5):722～725.

[48] 赵利琴,张小平,张朝凤.金荞麦乙酸乙酯萃取物化学成分的分离鉴定[J].食品科学,2011,32(19):16～22.

[49] 张雯洁,李兴从,刘玉青,等.戚麦宁的酚性成分[J].云南植物研究,1994,4:354～356.

[50] 张蓉,陈光吉,尚以顺,等.夏季高温条件下鲜饲金荞麦对蛋鸡肠道微生物区系及相关基因表达的影响 [J]. 家畜生态学报,2024,45(03):8～15.

[51] 张冰坤,沈永强,卢寿运,等.金荞麦粗提物对三黄母仔鸡生长性能和免疫功能的影响[J].广东饲料,2020,29(11):21～25.

[52] 张洁,徐忠惠,赵莹莹,等.饲料中添加金荞麦块根粉对肉仔鸡抗氧化能力、免疫功能和肝功能的影响 [J]. 贵州畜牧兽医,2018,42(6):10～12.

[53] Ambavade S D,Misar A V,Ambavade P D.Pharmacological, nutritional,and analytical aspects of β-sitosterol:a review[J].Oriental Pharmacy and Experimental Medicine,2014,14(3):193～211.

[54] Badhani B,Sharma N,Kakkar R.Gallic acid:A versatile antioxidant with promising therapeutic and industrial applications [J].Rsc Advances,2015,5(35):1～18.

[55] Cox-Georgian,Destinney,Niveditha Ramadoss,*et al.*Therapeutic and medicinal uses of terpenes.Medicinal plants:from farm to pharmacy[M].2019:333～359.

[56] Chen Z,Dai G,Wu X,*et al.*Protective effects of *Fagopyrum dibotrys* on oxidized oil-induced oxidative stress,intestinal barrier impairment,and altered cecal microbiota in broiler chickens [J]. Poultry Science,2023,102(4):1～13.

[57] Dan Z ,Yongfang X ,Hang C,*et al.Fagopyrum dibotrys* extract alleviates hepatic steatosis and insulin resistance,and alters autophagy and gut microbiota diversity in mouse models of high-fat diet-induced non-alcoholic fatty liver disease [J].Frontiers in Nutrition, 2022,9:1～14.

[58] Farha A K,Yang Q Q,Kim G,*et al.*Tannins as an alternative to antibiotics[J].Food Bioscience,2020,38:1～15.

[59] Guo X,Wu C,Ma Y,*et al.*Comparison of milling fractions of tartary buckwheat for their phenolics and antioxidant properties [J]. Food Research International,2012,49(1):53～59.

[60] Hu C L,Zheng C J,Ma X Q,*et al.*Lignans and phenylpropanoids from *Fagopyrum tataricum* roots [J].Chemistry of Natural Compounds,2012,48(2):303～304.

[61] Li X,Liu J,Chang Q,*et al.*Antioxidant and Antidiabetic Activity of Proanthocyanidins from *Fagopyrum dibotrys* [J].Molecules, 2021,26(9):2417～2439.

[62] Liang C,Yuan J P,Ding T,*et al.*Neuroprotective effect of *Fagopyrum dibotrys* extract against Alzheimer's disease [J]. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2017,1:3294586.

[63] Pedreira J C G,de Oliveira Filho E R,Pereira H P O C,*et al.* Cardiovascular effects of free or complexed linalool with β-cyclodextrin:a focus for antihypertensive action[J].Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences,2024,6(2):335～347.

[64] Wang K J,Zhang Y J,Yang C R.Antioxidant phenolic constituents from *Fagopyrum dibotrys* [J].Journal of ethnopharmacology,2005,99(2):259～264.

[65] Wang X,Zhao B,Ruan Y,*et al.Fagopyrum Dibotrys* Rhizoma regulates pulmonary lipid metabolic homeostasis and the ERK-cPLA2 pathway to alleviate asthma in mice [J].Phytomedicine, 2024,131:1～14.

[66] Zhang C,Jiang Y,Liu C,*et al.*Identification of medicinal compounds of *Fagopyri dibotryis* rhizome from different origins and its varieties using UPLC-MS/MS-based metabolomics [J]. Metabolites,2022,12(9):790～804.

[67] Zhang L L,He Y,Sheng F,*et al.*Towards a better understanding of *Fagopyrum dibotrys*:a systematic review [J].Chinese Medicine, 2021,16(1):89～107.

[68] Zhang D,Xu Y,Chen H,*et al.F agopyrum dibotrys* extract alleviates hepatic steatosis and insulin resistance,and alters autophagy and gut microbiota diversity in mouse models of high-fat diet-induced non-alcoholic fatty liver disease [J].Frontiers in Nutrition, 2022,9:1～14.

[69] ZiRui H ,JiaCong D ,QiuYi L,*et al.*The protective mechanism of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.) against non-alcoholic fatty liver disease associated with dyslipidemia in mice fed a high-fat and high-cholesterol diet.[J].Journal of agricultural and food chemistry,2020,68(24):1～13.

Extraction, biological function and application in livestock production of chemical constituents from *Fagopyrum dibotrys* (D.don) hara

SUN Qiang, FAN Chuanyou, LING Yun, MA Jinshuo*, LI Han, LI Xin
(North Henan Medical University, Xinxiang, Henan Province 453003, China)

[Abstract] *Fagopyrum dibotrys* (D.don) hara is Polygonum perennial herb, not only has rich medicinal value, but also a high-quality forage resources. *F.dibotrys* is rich in a variety of compounds, including flavonoids, phenols, volatile oils, terpenes, phenylpropanoids, steroids and vitamins. *F.dibotrys* extract has a variety of biological functions such as anti-tumour, anti-diabetic, anti-inflammatory, antioxidant, antibacterial, antiviral, enhance immunity. *F.dibotrys* active ingredients commonly used extraction methods include enzyme-assisted, ultrasound-assisted, solvent extraction, microwave-assisted method and other methods. The animal production, *F.dibotrys* can be used as an additive to improve animal immunity, promote the growth of beneficial intestinal bacteria, its stems and leaves can be used in place of ordinary feed, can improve the growth performance of pigs. This paper summarised the various chemical constituents of *F.dibotrys* and the extraction methods of various chemical constituents compcvred, the advantages and disadvantages of different extraction methods, summed up a variety of applications of *F.dibotrys* in animal husbandry, aimed to provide reference for the application of *F.dibotrys* in livestock production.

[Key words] *Fagopyrum dibotrys*; chemical component; extraction technology; pharmacological activity; animal production

(上接第 28 页)

Research progress of yeast high-density fermentation

XIE Xinyao[1,2], LIU Chen[3], CHAI Yingnan[1,2], CUI Jinna[1,2],
QUAN Hongdong[4], LI Yali[5]*, WEI Guoguang[1,2]*
(1.Key Laboratory of Synthetic Biology, Inner Mongolia, Autonomous Region, Hohhot, Inner Mongolia 010051, China; 2.School of Chemical Engineering, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot, Inner Mongolia 010051, China; 3.School of Energy and Environment, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou, Inner Mongolia 014010, China; 4.Chifeng Key Laboratory of New Materials for Polyol Chemical Industry, Chifeng, Inner Mongolia 024000, China; 5.School of Life Science and Technology, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou, Inner Mongolia 014010, China)

[Abstract] With the wide application of yeast in many fields and the rapid development of high-density fermentation technology (HCDC), it is increasingly urgent to achieve low-cost and high-efficiency production of yeast. In this paper, the related research progress of yeast high-density fermentation technology was summarized, and the technical requirements and application of different kinds of yeast in high-density fermentation process were deeply analyzed. Taking *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis* and *Pichia pastoris* as examples, this paper systematically discussed the main influencing factors in HCDC, such as strains, culture medium, dissolved oxygen, inoculation amount, growth-inhibiting substances, fermentation methods and rheological properties of fermentation broth, and put forward a series of strategies to optimize HCDC in order to improve the production performance of yeast. In addition, the challenges faced by HCDC at present were discussed, and the development trend and application prospect were prospected, in order to provide a theoretical basis for the application of HCDC in industrial production.

[Key words] yeast; high density fermentation technology; fermentation process; condition of culture


总库
检索
CNKI AI
出版来源
我的CNKI
充值
会员
文献知网节
文章目录
1 化学成分
1.1 黄酮类化合物及其生...
1.2 酚类化合物及其生物...
1.3 挥发性成分及其生物...
1.4 鞣质类化合物及其生...
1.5 萜类化合物及其生物...
1.6 甾体类化合物及其生...
1.7 苯丙素类化合物及其...
1.8 其他成分及其生物学...
2 金荞麦的提取工艺
2.1 黄酮类的提取工艺
2.2 多酚类的提取工艺
2.3 多糖的提取工艺
2.4 甾体类的提取工艺
2.5 苯丙素类的提取工艺
中国饲料，2025 (19) 查看该刊数据库收录来源
记笔记
印刷版
金荞麦化学成分的提取、生物学功能及其在畜牧生产中的应用
北大中文核心
孙强 范传优 凌云 马矜烁 李涵 李鑫
豫北医学院
摘要：金荞麦是蓼科属多年生草本植物，不仅具有丰富的药用价值，同时也是一种优质的饲用资源。金荞麦富含多种化合物，包括黄酮类、酚类、挥发油、萜类、苯丙素类、甾体和维生素等，其提取物具有多种生物学功能，如抗肿瘤、抗糖尿病、抗炎、抗氧化、抗菌、抗病毒、增强免疫力等。金荞麦的有效成分常用的提取方法，包括酶辅助法、超声波辅助法、溶剂提取法、微波辅助法等。在畜牧生产中，金荞麦可作添加剂提高动物的免疫力、促进肠道有益菌的生长，其茎叶可代替普通饲料，提高猪的生长性能。本文总结金荞麦的各种化学成分及其提取方法，并对不同提取方法的优缺点进行比较，另外，对金荞麦在畜牧生产中的应用研究进展进行综述，为金荞麦在畜牧生产中的应用提供参考。
关键词：金荞麦；化学成分；提取工艺；生物活性；畜牧生产；
基金资助：河南省科技攻关项目（232102310337）；河南省高等学校青年骨干教师培养计划（2024GGJS198）；新乡医学院三全学院骨干教师培养计划（SQ2022GGJS08）；河南省高等学校重点科研项目（25A310027）；
DOI：10.15906/j.cnki.cn11-2975/s.2024080013-08


国家新闻出版署
National Press and Publication Administration
站内搜索输入
首页
信息发布
办事服务
信息公开
首页 > 查询结果
期刊/期刊社查询
机构名称 中国饲料
刊号 11-2975/S
类别 期刊
主管单位 中国饲料工业协会
主办单位 中国饲料工业协会
语种 中文
出版状态 正常
备注