

生姜的古代文献沿革分析及现代药理研究进展

王欢欢^{1,2}, 孔巧丽², 郭琴², 王颖¹, 冯梅¹, 柏冬² (1. 陕西中医药大学基础医学院, 陕西 咸阳 712046; 2. 中国中医科学院中医基础理论研究所, 北京 100700)

摘要: 生姜是一种常见的药食两用中药, 首载于《伤寒杂病论》, 应用历史悠久。近年来, 研究发现生姜具有抗炎镇痛、提高免疫、抗凝血、抗癌和调节脂代谢等药理活性, 用于治疗妊娠呕吐、高血脂、高血糖、肿瘤等多种疾病。该文从生姜的炮制、性味功效、组方配伍规律、服用方法和现代药理作用 5 个方面进行系统梳理, 将生姜的古代传统功效与现代药理研究联系起来, 为生姜的现代研究和新药开发提供比较全面的理论依据和文献参考。

关键词: 生姜; 炮制; 功效; 配伍; 用法; 历史沿革; 现代药理

中图分类号: R285.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-9783(2021)10-1582-09

doi: 10.19378/j. issn. 1003-9783. 2021.10.025

Analysis of Ancient Documents and Research Progress in Modern Pharmacology of Ginger

WANG Huanhuan^{1,2}, KONG Qiaoli², GUO Qin², WANG Ying¹, FENG Mei¹, BAI Dong² (1. School of Basic Medicine, Shaanxi University of Traditional Chinese Medicine, Xianyang 712046 Shaanxi, China; 2. Institute of Basic Theories of Traditional Chinese Medicine, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China)

Abstract: Ginger, a common traditional Chinese medicine, has been used as food. It was first published in "Treatise on Febrile and Miscellaneous Diseases" and has a long history of application. In recent years, studies have found that ginger has a wide range of pharmacological activities, such as anti-inflammatory and analgesic, improving immunity, anticoagulant, anti-cancer and regulating lipid metabolism, and has been used in the treatment for vomiting of pregnancy, hyperlipidemia, hyperglycemia, tumors and other diseases. We systematically sorted out the studies of ginger from five aspects in this review, including processing of ginger, nature, taste and efficacy, compatibility rules, administration methods and modern pharmacology. Our aim is to provide a comprehensive theoretical basis and literature reference for modern research and new drug development of ginger by connecting the ancient effects of ginger with modern pharmacology effects.

Keywords: Ginger; processed; efficacy; compatibility; usage; historical evolution; modern pharmacology

生姜为姜科植物姜 *Zingiber officinale* Rosc. 的新鲜根茎, 秋冬季采挖, 性味辛、温, 归肺、脾、胃经, 可解表散寒、温中止呕、化痰止咳、解鱼蟹毒^[1]。李时珍^[2]在《本草纲目》中曾述:“姜, 辛而不劳, 可蔬, 可和, 可果, 可药, 其利博矣。”姜作为一种药食同源的植物, 既可调味, 又可治疗多种疾病, 且生姜营养丰富, 含有维生素 C、蛋白质、纤维、糖和脂肪等^[3]。生姜在古代广泛应用于临床, 并

以不同的炮制形式入药, 与解表、化痰、健脾等药配伍使用, 治疗内外妇儿等各种疾病。近年来, 随着国内外对生姜研究的不断深入, 发现生姜中的活性成分有抗肿瘤^[4]、抗氧化^[5]、止呕^[6]、提高免疫力^[1]、抗凝血^[8]等作用, 验证了古籍中关于生姜荡胸中之瘀满、善通鼻塞、最止腹痛、调和脏腑、消宿食、理冷痢、通血闭等作用的记载, 说明了中国传统经验医学对药物功效认识的先进性, 中医古籍有

收稿日期: 2021-04-14

作者简介: 王欢欢, 女, 医学硕士, 研究方向: 心脑血管病证治规律与证候分子生物学研究。Email: 919842336@qq.com。通信作者: 柏冬, 男, 副研究员, 医学博士, 博士研究生导师, 研究方向: 中药药效物质基础研究。Email: baidong2000@126.com。

基金项目: 中国癌症基金会建生鲜药创研基金资助项目(JSJC-20190102-044)。

重要的挖掘价值。

本文通过检索中华医典(V5.0, 湖南电子音像出版社)对生姜的炮制、功效的历史沿革、配伍及组方进行研究,同时对生姜现代药理研究进行系统阐述,详细论述生姜炮制及功效随着历史变迁发生的演变,阐明其配伍组方及古代服用方法的特点,并对目前生姜现代药理作用进行整理,为生姜的临床运用和现代研究开发提供理论依据和文献参考。

1 生姜的炮制历史沿革

《金匱要略》记载大青龙汤方生姜三两(切),生姜半夏汤生姜汁一升,这是首次记载生姜切制、绞汁入药。生姜治疗外感内伤多和皮切制入药,中毒、痢疾、卒暴等急病多绞汁入药。南北朝时生姜

的炮制品主要为姜汁、姜片、干姜。干姜的工艺复杂,需生姜浸泡三日,流水冲六日,两次去皮,然后晒干储存入药。到宋代,干姜的炮制工艺开始简化,秋季采摘的姜根晒干后便可以作为干姜入药。之后逐渐认识到干姜的炮制重点不在于炮制工艺而在于姜根的选择,后世《医学衷中参西录》记载:“是以干姜为母姜,生姜为子姜”,母根褐色,质地结实,纤维多,水分少,辛辣味强。宋代生姜的炮制方法较为丰富,治疗寒痰、咳嗽、外感多焙干,恶心,饮食不化时生姜腌制焙干入药,脾寒呕吐多煨用,水肿取姜皮,入散剂多焙干。历经数代,生姜形成了切、晒干、煨、腌制、绞汁、焙干、去皮、晒粉等多种炮制入药方法,其炮制历史沿革见表 1。

表 1 生姜炮制的历史沿革

Table 1 Historical evolution of ginger processing

朝代	炮制方法	相关记载	来源
汉末	切制	大青龙汤生姜三两(切)	《伤寒杂病论》
	绞汁	煮半夏去二升,内生姜汁,煮取一升半	《伤寒杂病论》
晋代	切制	治卒呕哕,又厥逆方,用生姜半斤,去皮切之	《肘后备急方》
南北朝	晒干	凡作干姜法,水淹三日毕,去皮置流水中六日,更去皮,然后晒干,置瓮缸中,谓之酿也	《本草经集注》
唐代	绞汁	以地黄、姜汁浇之,绢绞取汁	《外台秘要》
宋代	晒干	凡作干姜法,水淹三日毕,去皮,置流水中六日,更去皮,然后晒干,置瓮缸中,谓之酿也	《证类本草》
	晒干	秋采根,于长流水洗过,日晒为干姜	《本草图经》
	切制	豆蔻汤治脾胃虚弱 生姜(和皮切)	《博济方》
	切制	治中风失音不语。柏子仁酒方 生姜(不去皮切一两)	《圣济总录》
	切制	生姜散方 生姜去皮半斤细切	《圣济总录》
	切制	宪宗赐马总治,泻痢腹痛方。以生姜和皮,切碎如粟米	《苏沈良方》
	去皮	崔宣州衍传赤白痢方:后用生姜去皮半两	《证类本草》
	捣碎	吐痰白矾散方 生姜(一两连皮捣碎)	《圣济总录》
	绞汁	葛洪主卒嗽,以百部根、生姜二物,各绞汁	《本草图经》
	绞汁	兵部手集治反胃,羸弱不欲动。母姜二斤烂捣,绞取汁作拨粥服	《证类本草》
	捣汁	治脚气上气闷绝者,开胃口,令人能食。姜汁饮方 生姜(四两)上一味和皮捣取自然汁	《圣济总录》
	刮皮研末	刮老生姜皮一大升,于铛中以文武火煎之,不得令过沸,其铛唯得多油腻者尤佳,更不须洗刷,便以姜皮置铛中,密固济,勿令通气。令一精细人守之,地色未分,便须煎之缓缓不得令火急。如其人稍疲,即换人看火,一复时即成,置于瓷钵中,极研之	《证类本草》
	焙干	玉液散治疗胃虚有痰 生姜(二两,去皮,切细)焙干	《博济方》
	焙	生姜(去皮 切,焙二斤)柴胡汤方、槟榔汤方、厚朴散里生姜去皮切薄片焙	《圣济总录》
	焙干	大橘皮丸 治中寒气痞,饮食不下。生姜(洗净,不去皮切,焙干,一斤)	《杨氏家藏方》
元代	腌制	生姜(四两,切作片子,用盐半两腌一宿,炒黑色)	《太平惠民和剂局方》
	腌	姜魏丸 生姜(一斤,去皮,切作片子,盐三两,拌腌一宿,焙干)	《杨氏家藏方》
	腌制	姜橘丸 生姜(一斤,去皮,切作片子,青盐一两,腌一宿,焙干)	《是斋百一选方》
	煨	治赤白痢及水痢。姜面方 生姜(细切碎湿纸裹煨半两)	《圣济总录》
	煨	生姜(方寸二块。一块湿纸裹煨香熟,一块生用。切作片或临时入药内)	《杨氏家藏方》
	研粉	生姜(和皮不洗等分研)上三味。涂摩痒处。如遍身瘾疹。涂发甚处自消	《圣济总录》
	晒干捣末	杏仁丸方 生姜(一斤去皮片切曝干)捣罗为末。炼蜜和丸。如梧桐子大	《圣济总录》
	切制	生姜(去皮,细切,一两)	《御药院方》
	切制	犀皮汤 治髭发干涩,令润泽洗发方。生姜(一两,和皮用,切)	《御药院方》
	烧	治疟。初得寒热痰嗽,烧一块,冷啖之	《本草衍义》

(续表 1)

朝代	炮制方法	相关记载	来源
明代	焙干	有人患气嗽将期，或教以橘皮、生姜焙干、神曲等分为末	《本草衍义》
	切制	姜茶治病方，以生姜切细	《本草纲目》
	净制	洗去土去皮即熟留皮则冷入药切片或捣汁用	《本草品汇精要》
	取汁	治疟疾 用生姜四两，连皮捣碎取汁，夜露至晓，空心冷服	《急救良方》
	烧	寒热咳嗽初起，烧姜一角含之	《本草易读》
	煨	裹生姜一块，面裹纸封，烧令熟，去外面	《证治准绳》
	煨	洗净以湿纸裹入灰火中炮之令热透取出锉碎用	《本草品汇精要》
	研末	冷痢不止：生姜煨研为末	《本草纲目》
清代	晒干	干姜 乃江西所造，水浸三日，去皮浸六日，更刮去皮，晒干，置瓷缸中酿三日，始成	《本草通玄》
	煨	老姜洗净。用湿粗草纸包。炭火内煨。令草纸纯焦。并姜外皮微焦。中心深黄色则透矣。切片	《本草从新》
	煨	切片，湿纸包，煨熟用	《药性切用》
	捣汁	生姜捣汁则大走经络	《本经逢原》
现代	晒粉	生姜取自然汁晒粉	《本草经解》
	净制	除去杂质，洗净，用时切厚片	《中华人民共和国药典》
	干燥	除去杂质，略泡，洗净，润透，切厚片或块，干燥	《中华人民共和国药典》

2 生姜的性味功效历史沿革

见表 2。生姜经历秦汉-唐宋-金元-明清及现代的继承和发展，其性味由《本草经集注》下的“辛、微温”经唐宋金元时期发展为“辛、温”，《中华人民共和国药典》2015 年版对其性味描述为“辛、微温”。生姜归经也由“肺、胃经” 发展为现

代的“肺、脾胃经”。生姜功效的记载首次出现于《神农本草经》干姜条目下“生者，尤良，久服，去臭气，通神明”。随着历史的发展、炮制品的丰富，生姜由治疗外感、咳嗽、呕吐到在腹痛、水肿、调脾胃等方面都得到广泛应用。

表 2 生姜功效的历史沿革

Table 2 Historical evolution of the effects of ginger

朝代	药物	性味归经	功能主治	出处
汉末	生姜	辛，微温	主治伤寒头痛鼻塞，咳逆上气，止呕吐。久服去臭气，通神明。（秦椒为之使，杀半夏、莨菪毒）	《本草经集注》
	生姜	辛、微温	归五脏。去痰，下气，止呕吐，除风邪寒热	《名医别录》
唐代	生姜	辛，微温	主伤寒头痛鼻塞，咳逆上气，止呕吐	《千金翼方》
	生姜	辛，微温	主伤寒头痛鼻塞，咳逆上气，止呕吐。久服去臭气，通神明	《新修本草》
宋代	生姜	辛，微温	主伤寒头痛鼻塞，咳逆上气，止呕吐。归五脏，去痰下气，止呕吐，除风邪寒热	《证类本草》
元代	生姜	辛、温、甘	消痰下气，益脾胃，散风寒。主伤寒头痛，鼻塞，通四肢关节，开五脏六腑	《本草发挥》
	生姜	辛而甘、微温	伤寒头痛鼻塞，咳逆上气。止呕吐，治痰嗽。与半夏等分，治心下急痛，䟽细用。能制半夏、厚朴之毒。发散风寒，益元气，大枣同用	《汤液本草》
明代	生姜	辛，微温	主伤寒头痛鼻塞，咳逆上气，止呕吐。久服去臭气，通神明	《神农本草经疏》
	生姜	辛，性热 入肺、胃二经	生能发表，熟可温中。开胃有奇功。止呕为圣剂。气胀腹疼俱妙，痰凝血滞皆良。刮下姜皮，胀家必用	《本草征要》
	生姜	辛、性温	能治咳嗽痰涎，止呕吐，开胃口，主伤寒伤风，头疼发热，鼻塞咳逆等症	《药鉴》
	生姜	辛，温 肺脾药也	益脾肺，散风寒，通神明，去秽恶，止呕吐，化痰涎，除烦闷，去水气，消胀满，定腹痛，杀长虫，消宿食，理冷痢，通血闭	《本草通玄》
	姜皮	辛、凉	消浮肿腹胀痞满，和脾胃，去翳	《本草纲目》
	生姜	辛，温 入肺心脾胃四经	主通神明，去秽恶，散风寒，止呕吐，除泄泻，散郁结，畅脾胃，疗痰嗽，制半夏。和药要热去皮，要冷留皮，恶黄芩	《雷公炮制药性解》
	生姜	辛，微温，	归五脏，除风邪寒热，伤寒头痛鼻塞，咳逆上气，止呕吐，去痰下气	《本草纲目》
	清代	生姜 辛，温 入胃、脾、肝、肺经	降逆止呕，泻满开郁，入肺胃而驱浊，走肝脾而行滞，荡胸中之痰满，排胃里之壅遏，善通鼻塞，最止腹痛，调和脏腑，宣达营卫，行经之要品，发表之良药	《长沙药解》

(续表 2)

朝代	药物	性味归经	功能主治	出处
	生姜	辛、微温 入肺心脾胃四经	除风邪寒热。伤寒头痛鼻塞。咳逆上气。止呕吐。去痰下气	《要药分剂》
	生姜	辛、温 肺脾药也	散风寒，止呕吐，化痰涎，消胀满，治伤寒头痛，鼻塞咳逆，上气呕吐等病	《本经逢源》
	生姜	辛、温 入肺、胃	功专散邪和中。得大枣和营卫。得附子温经散寒。得杏仁下胸膈冷气。得露	《本草撮要》
			水治暑症	
	生姜	辛、温 入肺、胃	祛寒发表，解郁调中。开寒痰，止呕哕	《得配本草》
	生姜	辛、温 入脾胃	发表发汗，开胃止呕，破血滞痰凝，平气胀腹痛	《本草害利》
	生姜	味辛，性温，入胃、脾、肝、肺经	降逆止呕，泄满开郁，入肺胃而驱浊，走肝脾而行滞。荡胸中之痰满，排胃	《本草类要》
			里之壅遏，善通鼻塞，最止腹痛。调和脏腑，宣达营卫	
	煨姜	辛、温、微苦	温胃气而和中止呕	《药性切用》
现代	生姜	辛、微温，归肺、脾胃经	解表散寒，温中止呕，化痰止咳。用于风寒感冒，胃寒呕吐，寒痰咳嗽	《中华人民共和国药典》

3 生姜在方剂配伍中的应用

3.1 君臣佐使配伍规律 生姜在方剂中主要充当佐使药使用。在主治胃气不和、呕吐的方剂里充当君药，代表方如《伤寒论》里治疗胃气不和、心下痞硬的生姜泻心汤；《黄帝素问宣明论方·卷七》的开胃生姜丸，主治中焦不和，胃口气塞，水谷不化，呕吐痰水，生姜用量最大一斤焙干；《太平圣惠方》治疗胃虚有痰的生姜煎方；《小品方》中生姜五味子汤之生姜八两治疗咳嗽上气。生姜辅助解表药治疗伤寒、理气药治疗痞胀、化痰药治疗痰饮咳嗽、温里药治疗脾胃虚寒，例如《伤寒论》里桂枝汤用生姜三两辅助桂枝解肌散寒，辅助大枣调和营卫；《金匱要略》里当归生姜羊肉汤发挥温经散寒、止呕的功效；《肘后备急方》里的厚朴汤之生姜三两辅助厚朴理气；《小品方》的羌活汤、黄芪汤、竹叶汤等，均使用了生姜。

3.2 常见药对配伍

3.2.1 生姜-半夏 生姜辛，微温，祛痰健脾，除痰开胃，散寒温中且能解半夏毒；半夏辛而苦，能胜脾胃之湿，消胸中痞，去膈上痰。二药合用消痞化痰止呕力更盛，组方多用于治疗痰饮，呕吐，心下痞。代表方剂有《金匱要略》的小半夏汤和生姜半夏汤，《伤寒论》里的泻心汤。

3.2.2 生姜-橘皮 生姜下气，健脾消食开胃治疗咳逆上气；橘皮得金气多，味薄气厚，降多升少善下气止咳逆。两者配伍使用用于治疗干呕，哕。代表方剂有《金匱要略》的橘皮汤、橘皮竹茹汤，《小品方》的橘皮方，《类证活人书》的生姜橘皮汤。

3.2.3 生姜-吴茱萸 生姜和吴茱萸配伍用于治疗脚气攻心、猝然上气等。吴茱萸味辛、苦，性热。生姜和吴茱萸两药皆有温阳散寒降逆气之用，比如《卫生期简易方》“治脚气冲心，用茱萸一两捣，和生姜汁，饮之其良。”《普济方》“治猝上气息鸣便欲

绝方。茱萸(二升)生姜(三两)。”吴茱萸降逆作用比较峻猛而偏于温肝，生姜降逆作用比较缓和而偏于温胃，二药合用即可制约吴茱萸峻猛之性，又能增强温中散寒，降逆止呕之功，在伤寒论里有关吴茱萸的四首方子里三首配了生姜^[9]。

3.2.4 生姜-地黄 生地黄甘、寒，生姜辛、温，两者合用药性平和，且辛甘化阳调补妇女产后阳气亏损，可助阳化气，气行血亦行，用于治疗各种产后瘀血症。《本草害利》中记载生姜“辛、温，入肺胃……破血滞痰凝。”《名医别录》记载地黄生者“主妇人崩中血不止，及产后血上薄心……。皆捣饮之。”《太平圣惠方》“食治产后诸方 治产后瘀血及症结，疼痛无力。生地黄(八两)生姜(四两)上细切。”《鸡峰普济方》“治妇人诸血妄行滋益荣卫补益冲任，生地黄(一斤研烂取汁滓别置器中)生姜(一斤同上法)。”代表方剂为《妇人大全良方》中的交加散。

4 生姜的用法

古文记载中，生姜入汤剂可与他药同煎、也可嚼服、外擦、代茶饮、纳谷道等。例如姜入唐宋金元时期局方常加入生姜片同煎做药引使用，清《医学阶梯》记载“古今汤方莫尽，药引无穷…如发表用鲜姜，温中用煨姜，解胀用姜皮，消痰用姜汁”。《本草品汇精要》“治狐臭，生姜涂腋下”《本草纲目》“赤白癫风，生姜频擦之，良”。生姜性热，有积热、痈疮、阴虚内热等人慎用生姜。《本草纲目》“时珍曰：食姜久，积热患目，珍屡试有准。凡病痔人多食兼酒，立发甚速。痈疮人多食，则生恶肉。此皆昔人所未言者也。”

5 生姜的现代药理作用

生姜成分复杂，生姜中含有上百种化学成分，除了纤维素、淀粉、脂肪、蛋白等营养物质外，生姜

中含有的功效成分主要包括挥发油、姜辣素、二苯基庚烷、活性多糖等几大类。迄今为止,姜中总共发现了41种二苯基庚烷类化合物、6种苯基烷类化合物、6种磺酸盐化合物、6种类固醇化合物(包括 β -谷甾醇,菜豆甾醇等)、6种单萜类糖苷成分^[10]。近年来随着国内外学者对生姜的深入研究^[11-15],生姜不仅能止呕,也具有抗炎杀菌、镇痛、抗氧化、抗癌、降血脂血糖等药理活性(图1)。目前对生姜的研究多聚焦在抗癌方面,因其成分复杂,能对癌症起到多靶点、多通路的治疗作用。



图1 生姜的主要成分及其药理作用

Figure 1 Main ingredients and pharmacological effects of ginger

5.1 抗炎镇痛 生姜挥发油、姜辣素成分都有很好的抗炎镇痛的功效,可通过降低炎症因子和致痛因子的表达及阻断炎症相关通路的激活,缓解关节炎、神经痛、溃疡等症状^[16-17]。Ezzat 等^[18]发现生姜提取物通过对角叉菜胶所致大鼠足部水肿表现出较强的体内抗炎作用,其抗炎作用与生姜抑制巨噬细胞和中性细胞的活化及影响单核细胞与白细胞的迁徙有关,并发现生姜提取物中6-姜酮酚、6-姜烯酚及8-姜酚抗炎活性较强。Mehrzadi 等^[19]研究发现姜油酮可降低炎症因子PGE、NO、COX-2、丙二醛(MDA)(氧化应激指数)的表达,可减轻角叉菜胶引起的急性炎症水肿。Chen 等^[20]研究发现生姜挥发油中的雪松酚通过阻断ERK/MAPK和p65/NF- κ B信号通路的磷酸化途径改善炎细胞浸润和滑膜增生,治疗类风湿性关节炎。研究^[21]发现生姜提取物和其化合物6-姜烯酚可以降低脊髓中TRPV1和NMDAR2B的表达,缓解糖尿病神经痛,TRPV1在功能上与N-甲基-D-天冬氨酸受体(NMDAR)相互作用,并促进疼痛的发展。Hitomi 等^[22]发现日本传统药物hangeshashinto对口腔溃疡性粘膜炎具有镇痛作用,

其有效成分主要是6-姜酚和6-姜烯酚,二者增加了大鼠的机械退缩阈值,抑制了兴奋剂诱导的P物质释放和动作电位的产生。Montserrat 等研究^[23]发现食用生姜根缓解了纤维肌痛综合征的慢性疼痛症状,改善了机械和热异常性疼痛和机械痛觉过敏,抑制了促炎反应和痛觉过敏的关键因素前列腺素PGE2和炎症因子NO及IL-1 β 的表达。

5.2 止呕 生姜中的姜酚类及姜烯类化合物通过减少刺激呕吐中枢相关神经递质的释放起到止呕的作用,可以用于治疗化疗、手术、怀孕等造成的恶心呕吐。当来自大脑皮层,化学感受器触发区以及胃肠道的迷走神经传入纤维的传入冲动到达位于延髓的呕吐中心时导致呕吐^[24]。化学感受器触发区被激活时,它还会释放各种神经递质,例如多巴胺,5-羟色胺或神经激肽,进而刺激呕吐中心并引起呕吐^[25]。Hu 等^[26]利用Mate分析研究表明生姜具有良好的治疗怀孕引起的恶心及呕吐作用。临床研究^[27]表明生姜能缓解接受卡铂-紫杉醇联合疗法患者的急性期恶心症状。国外临床试验^[28]发现生姜是安全且耐受的,可降低术后恶心呕吐的严重程度并达到止吐的需求。Li^[29]研究发现生姜中的姜辣素成分能通过降低中枢和外周的5-HT、多巴胺、P物质等神经递质系统相关受体的表达减轻顺铂诱导的水貂呕吐。研究^[30]发现生姜挥发油可显著抑制盐酸性和应激性胃黏膜损伤以保护胃黏膜细胞。国内学者胡许欣等^[31]使用生姜乙醇提取物拮抗5-HT₃和M₃胆碱受体,缓解5-HT₃刺激催吐化学感受器(CTX)和M₃胆碱受体引起的胃肠道平滑肌痉挛,抑制顺铂所致的小鼠胃排空,有明确的抗呕吐作用,并发现提取物中的4种辣素成分6-gingerol、8-gingerol、6-shogaol和10-gingerol是止呕主要的活性成分。

5.3 抗癌 1996年美国学者Katiyar 等^[32]研究发现生姜的乙醇提取物有抑制小鼠皮肤肿瘤的作用。另外体内外实验^[33]发现生姜水提物及生姜醇提物都有预防肿瘤和抗肿瘤的作用。Bhargava 等^[34]进行的临床实验发现癌症晚期患者服用生姜胶囊能够减轻恶病质患者消化不良状况和运动障碍。现代药理研究^[35-36]发现,生姜抗癌的主要药效物质存在于生姜姜辣素中,尤其是6-姜酚。研究^[35]表明6-姜酚对多种癌细胞产生细胞毒性并具有抗增殖、抗肿瘤、抗侵袭作用。韦秋雨等^[36]开发了以6-姜酚为原料的纳米制剂用于治疗癌症。另外有研究^[37]发现姜酮能通过降低细胞周期蛋白D1的表达及诱导有丝分裂抑制肿瘤进展。近年来多项研究^[38-39]表明生姜可通过不同的通路对各种癌症发挥治疗作用,预防癌症的进展和恶

化, 缓解患者由癌症带来的恶心呕吐、食欲不振等
症状, 提高癌症患者的生存质量。表 3 将近几年生

姜作用于肿瘤的治疗机制进行了汇总。

表 3 生姜抗癌的相关通路及起效成分

Table 3 Auticancer pathways and effective components of ginger

药理作用	对应疾病	作用通路	活性成分
抑制肿瘤 细胞增殖	结肠癌	抑制细胞生存重要信号通路 PI3K-Akt 的表达和细胞异常增殖相关的 EGFR 信号通路	6-姜酚、谷甾醇、 β -谷甾醇、1-亚油酸甘油单酯 ^[40] 、10-姜酚 ^[41]
	肾细胞癌	减轻 AKT-GSK3 β -cyclinD1 信号通路相关蛋白表达, 抑制细胞的异常增殖 ^[42]	6-姜酚
诱导癌细 胞凋亡	肺癌	降低了自噬相关蛋白 USP14 的表达, 增加了自噬体的数量 ^[43]	6-姜酚
	乳腺癌	降低了 SDHB 和 SDHC 的表达影响了氧化磷酸化途径导致氧化应激, 过氧化物诱导癌细胞死亡 ^[44]	姜精油
	结直肠腺癌	活化凋亡蛋白 caspase3/7 ^[45]	6-姜烯酚
	前列腺癌	有效合成 ROS 破坏癌细胞的线粒体膜, 诱导细胞凋亡, 并抑制 PI3K/KT/mTOR 信号通路相关蛋白的表达, 减弱了癌细胞的黏附和侵袭能力 ^[46]	姜黄酮
	慢性粒细胞白血病(CML)	增强了促凋亡 Bax 基因并降低了抗凋亡 BCL-2 基因表达水平 ^[47]	6-姜烯酚
	胃癌 ^[48]	阻滞 G2 / M 细胞周期抑制癌细胞增殖, 活化凋亡蛋白 capase-9	6-姜酚
	肝癌	阻滞 G0-G2 细胞周期, 上调促凋亡蛋白 Bax, Fas、p21、p53 的表达 ^[49]	生姜多糖
抑制癌细 胞的迁徙	肝癌	抑制转化因子 β 1 诱导的上皮-间质转化 ^[50]	姜酮及其衍生物
	宫颈癌	下调 p-PI3K, p-Akt 和 p-mTOR 的表达水平抑制细胞凋亡 ^[51]	6-姜烯酚

5.4 抗氧化 抗氧化作用是生姜的一个重要功效。段斌等^[52]体外实验发现生姜精油对自由基有明显的清除能力尤其是羟基自由基和 DPPH 自由基, 自由基清除率越大, 抗氧化能力越强, 而且羟基自由基几乎可与细胞中的一切生物大分子迅速产生反应, 从而对细胞造成伤害。孙昕等^[53]研究发现生姜提取物显示出铁离子还原抗氧化能力, 并利用 HPLC-DPPH 离线系统发现 6-姜烯酚的抗氧化活性最高。赵文竹、韩冬屏、马利华^[54-56]等均通过实验研究证明了生姜多糖具有清除自由基, 有抗氧化的活性。氧自由基的清除能力降低导致活性氧(ROS)在体内或细胞内堆积而引起氧化应激, 过多的 ROS 可以造成组织损伤和疾病发生^[57]; 另外自由基会攻击细胞膜和线粒体等细胞器, 进而导致其损伤, 从而引发细胞代谢和机能紊乱, 使工作能力下降引发疲劳^[58]。夏树林等^[59]发现生姜多糖具有抗疲劳作用, 生姜多糖的抗疲劳作用可能与其抗氧化活性有关。

5.5 调节免疫 生姜中姜酚等活性成分对体液免疫、细胞免疫、肠道免疫等都具有调控作用, 可提高机体免疫力, 预防和治疗各种免疫紊乱性疾病^[60-62]。张莉华等^[63]利用网络药理学发现生姜的 3 种活性成分(6-姜酚、8-姜酚和 10-姜酚)作用于新冠病毒的 18 个重要靶蛋白, 生物过程富集主要集中在炎症反应和免疫应答过程, 如白细胞分化、造血或淋巴器官发育、对细胞因子的反应、免疫系统的发育、T 细胞活化和白细胞激活等。陶俊等^[64]动物实验发现生姜能提高小肠黏膜膜表面 SIgA 和肠组织匀浆上清 IL-2

的表达。SIgA 是机体黏膜局部抗感染免疫的主要抗体, IL-2 主要由 Th1 细胞产生, 能够促进免疫相关 B 细胞、T 细胞分化, 并活化 NK 细胞、巨噬细胞, 提高肠道免疫功能。熊平源等^[65]研究表明生姜可促进脾细胞抗体的生成, 能增加小鼠腹腔巨噬细胞吞噬活性及细胞毒活性, 能增强 NK 细胞杀伤活性, 提高机体免疫力。娄鑫等^[66]发现生姜精油对大、小鼠痔疮模型有很好的治疗作用, 并通过提高免疫相关因子 IL-1 β , TNF- α 的表达减轻直肠组织的损伤程度。

5.6 抗凝血 2003 年研究^[67]发现生姜中的 20 多种成分都有抑制血小板活化的作用, 并且抗凝血效果和阿司匹林类似。张传文等^[68]研究发现生姜具有活血化瘀的功效, 生姜的有效成分可以抑制血小板聚集, 抗凝、抗血栓形成。2012 年黄静^[69]对急性血瘀模型大鼠的改善作用的研究中发现, 姜精油可以改变急性血瘀大鼠的血液流变性, 降低血瘀大鼠的全血黏度、血浆黏度、全血还原黏度, 抑制血瘀大鼠内源性 & 外源性凝血途径, 改善血瘀大鼠的高凝状态。Lee W 等^[70]研究发现, 生姜中的活性成分姜烯酮可通过降低活化部分凝血活酶时间, 来抑制血小板聚集, 发挥抗血栓形成、抗凝作用。Wang 等^[71]研究表明生姜多糖延长了凝血酶原时间(PT)及活化部分凝血酶时间, 抑制内源性和外源性途径的凝血。因此, 生姜多糖可以作为天然的抗凝血剂和治疗试剂。国内外研究都表明了生姜能通过抵抗血小板聚集、改变血流速度、降低血液粘稠度等发挥抗凝血作用, 应用于心血管系统疾病中。

5.7 调节糖、脂代谢 糖、脂代谢失常造成的过度肥胖已成为高血压、糖尿病、冠心病等疾病的重要危险因素, 生姜中的挥发油成分能调节能量代谢, 减轻肥胖的发生。2009 年的一项研究^[72]发现, 姜油似乎可以稳定高脂饮食诱导的肥胖大鼠的脂肪细胞激素、血浆、脂肪酶和脂质分布。Seo 等^[73]发现生姜减少了 aP2 和单核细胞趋化蛋白-1(MCP1)的表达来减轻脂肪组织的大小和脂肪炎症。PPAR γ 是调节脂肪细胞分化早期阶段分化的主要转录因子, aP2 是 PPAR γ 靶蛋白而 MCP1 是促炎性趋化因子, 因此, 生姜可通过改变高脂饮食介导的脂肪组织重塑, 缓解高脂引起的体质量增加、高血糖、高胆固醇血症和肝脂肪变性。Sayed S 等^[74]研究显示生姜水能明显降低大鼠体质量及总胆固醇和血清三酰甘油的含量, 并发现其降脂作用与刺激脂解途径和下调生脂途径来调节脂质的代谢有关。给予生姜水的肥胖肝脏中的甾醇调节蛋白结合蛋白 1(SREBP-1c)的表达下调, 而肉碱棕榈酰转移酶-I(CPT-1)、酰基辅酶 A 氧化酶、葡萄糖转运蛋白的 mRNA 表达下调, GLUT-2 mRNA 和丙酮酸激酶(PK)上调。SREBP1c 能通过控制脂肪酸合成和摄取三酰基甘油合成有关酶的基因表达来调节脂质代谢^[75]。CPT-1 是调控线粒体 β -氧化的一种酶, 其能够控制脂肪酸向线粒体基质转运^[76]。GLUT-2 mRNA 在葡萄糖从血液向肝脏的运输中起着重要作用^[74]。此外, PK 是糖酵解途径中的关键角色^[77]。由此可见生姜水可以调节有关脂代谢和糖代谢蛋白的表达来改善能量代谢。

5.8 其他药理作用 除上述药理作用外, 有研究^[78]发现, 生姜提取物能够显著提高苯并芘染毒大鼠肝脏中抗氧化酶及 II 相解毒酶的活性达到解毒的目的。Wang 等^[79]发现生姜挥发油可下调黑色素生成限速酶(络氨酸酶)的表达, 抑制黑色素的产生, 并降低色素生成和沉着相关蛋白 TRP-1、TRP-2 及 MITF 蛋白的表达。杨淑^[80]对生姜的温中作用及归经进行研究, 发现姜辣素成分能够提高脾胃虚寒模型大鼠胃排空速度, 可增加肝、脾、胸腺系数, 有良好的温中效果。

生姜中的挥发油、姜酚类、多糖等活性成分具有抗炎镇痛、止呕、抗癌、提高免疫、调节脂代谢、抗凝血等药理作用, 这些作用在古代生姜解表散寒、温中止呕、化痰止咳、解毒、消食, 通血闭等功效的记载中已有体现, 见图 2。

6 讨论

生姜炮制方法丰富, 有切制、晒干、绞汁、火

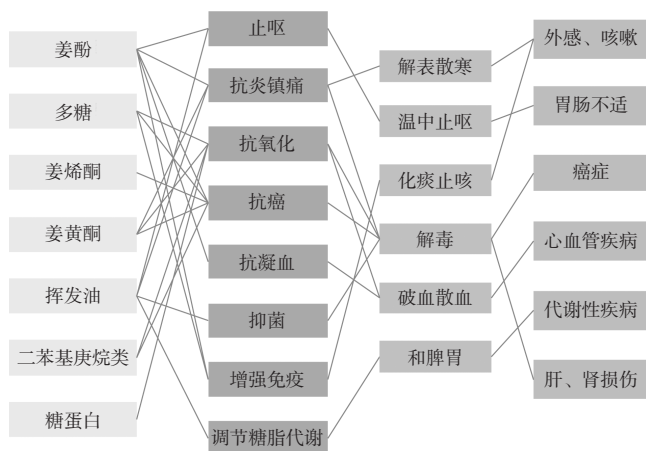


图2 生姜中化学成分、药理活性、功效与疾病的关系

Figure 2 Relationship among components of ginger, pharmacological activities, clinical efficacies and diseases

煨、焙干研粉等, 其功效主要是解表散寒、温中止呕、化痰止咳、解毒, 随着炮制方法的丰富, 在此基础上演变出了和胃、化瘀滞、止腹痛、下气消胀等功效。生姜药性平和, 入脾胃, 在方剂里常做佐使药, 并与半夏、橘皮、吴茱萸、地黄等配伍用于化痰、止咳逆、温阳散寒、活血化瘀。现代药理研究^[81-82]发现, 生姜成分复杂, 在消化系统、呼吸系统、心血管系统等多个系统疾病治疗中均能发挥作用, 其主要成分 6-姜酚能通过抑制癌细胞增长、促进癌细胞凋亡、阻止癌细胞迁徙发挥抗癌作用。生姜作为常见的药食同源的一味中药, 其抗氧化、抗疲劳、抗癌作用可以在食品保健医疗行业中广泛应用。

开发中医药饮片对促进中药新药研发及中医传承走向世界有着至关重要的作用, 因此本文从中国传统中医药学和现代药理学两个方面系统综述了对生姜这一常见的药食两用中药的功用, 两者验证了生姜可以应对常见性疾病和复杂性疾病。广大中药研发者应该传承中医药文化, 深入发掘古医籍, 为实现健康中国战略提供重要保障。

参考文献:

- [1] 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: 104-105.
- [2] 李时珍等. 本草纲目[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2002: 1447.
- [3] 吴嘉澜, 王笑园, 王坤立, 等. 生姜营养价值及药理作用研究进展[J]. 食品工业, 2019, 40(2): 237-240.
- [4] NAFEEES S, ZAFARYAB M, MEHDI S H, et al. Anti-cancer effect of gingerol in cancer prevention and treatment[J]. Anticancer Agents Med Chem, 2021, 21(4): 428-432.
- [5] BANIHANI S A. Ginger and testosterone[J]. Biomolecules, 2018, 8(4): 119.
- [6] HANIADKA R, SALDANHA E, SUNITA V, et al. A review of the gastroprotective effects of ginger (Zingiber officinale Roscoe)[J]. Food

- Funct, 2013, 4(6): 845-855.
- [7] KULKARNI R A, DESHPANDE A R. Anti-inflammatory and antioxidant effect of ginger in tuberculosis[J]. J Complement Integr Med, 2016, 13(2): 201-206.
- [8] LI J, LIANG Q, SUN G. Interaction between Traditional Chinese Medicine and anticoagulant/antiplatelet drugs[J]. Curr Drug Metab, 2019, 20(9): 701-713.
- [9] 李媛媛, 司国民, 曲夷. 经方中吴茱萸配伍应用规律探析[J]. 吉林中医药, 2019, 39(9): 1229-1232.
- [10] ZHANG M, ZHAO R, WANG D, et al. Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) and its bioactive components are potential resources for health beneficial agents[J]. Phytother Res, 2021, 35(2): 711-742.
- [11] 张宏玲. 生姜糖蛋白提取纯化及活性研究[D]. 锦州: 渤海大学, 2019.
- [12] 张青, 李静, 刘佳, 等. 生姜挥发油研究进展[J]. 中国调味品, 2019, 44(1): 186-190.
- [13] 刘鑫, 张宏伟, 傅若秋, 等. 生姜中姜酚类活性成分的抗肿瘤作用及其机制[J]. 第三军医大学学报, 2017, 39(9): 884-890.
- [14] 陶俊, 寇硕, 唐小云. 生姜对小鼠肠道菌群及局部免疫功能的调节作用[J]. 牡丹江医学院学报, 2019, 40(5): 15-17.
- [15] 赵二芳, 刘乐, 徐未芳, 等. 生姜多糖提取及其功能活性研究现状[J]. 中国调味品, 2021, 46(1): 180-183.
- [16] 张旭, 赵芬琴. 生姜提取液抗炎镇痛作用研究[J]. 河南大学学报(医学版), 2015, 34(1): 26-28.
- [17] 史国均. 生姜对半夏所致刺激性炎症反应的影响[D]. 南京: 南京中医药大学, 2011.
- [18] EZZAT S M, EZZAT M I, OKBA M M, et al. The hidden mechanism beyond ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) potent in vivo and in vitro anti-inflammatory activity[J]. J Ethnopharmacol, 2018, 214: 113-123.
- [19] MEHRZADI S, KHALILI H, FATEMI I, et al. Zingerone mitigates carrageenan-induced inflammation through antioxidant and anti-inflammatory activities[J]. Inflammation, 2021, 44(1): 186-193.
- [20] CHEN X, SHEN J, ZHAO J M, et al. Cedrol attenuates collagen-induced arthritis in mice and modulates the inflammatory response in LPS-mediated fibroblast-like synoviocytes[J]. Food Funct, 2020, 11(5): 4752-4764.
- [21] FAJRIN F A, NUGROHO A E, NURROCHMAD A, et al. Ginger extract and its compound, 6-shogaol, attenuates painful diabetic neuropathy in mice via reducing TRPV1 and NMDAR2B expressions in the spinal cord[J]. J Ethnopharmacol, 2020, 249: 112396.
- [22] HITOMI S, ONO K, TERAWAKI K, et al. [6]-gingerol and [6]-shogaol, active ingredients of the traditional Japanese medicine hangeshashinto, relief oral ulcerative mucositis-induced pain via action on Na(+) channels[J]. Pharmacol Res, 2017, 117: 288-302.
- [23] MONTERRAT-DE L P S, GARCIA-GIMENEZ M D, QUILEZ A M, et al. Ginger rhizome enhances the anti-inflammatory and anti-nociceptive effects of paracetamol in an experimental mouse model of fibromyalgia[J]. Inflammopharmacology, 2018, 26(4): 1093-1101.
- [24] NAVARI R M. 5-HT₃ receptors as important mediators of nausea and vomiting due to chemotherapy[J]. Biochim Biophys Acta, 2015, 1848(10): 2738-2746.
- [25] RANGANATH P, EINHORN L, ALBANY C. Management of chemotherapy induced nausea and vomiting in patients on multiday cisplatin based combination chemotherapy[J]. Biomed Res Int, 2015, 2015: 943618.
- [26] HU Y, AMOAH A N, ZHANG H, et al. Effect of ginger in the treatment of nausea and vomiting compared with vitamin B6 and placebo during pregnancy: a meta-analysis[J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2020, 14: 1-10.
- [27] 翟田田. 吸入性芳香疗法缓解顺铂化疗相关性恶心呕吐的临床疗效研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2020.
- [28] WAZQAR D Y, THABET H A, SAFWAT A M. A quasi-experimental study of the effect of ginger tea on preventing nausea and vomiting in patients with gynecological cancers receiving cisplatin-based regimens[J]. Cancer Nurs, 2021. doi: 10.1097/NCC.0000000000000939.
- [29] LI T, QIAN W B, QIAN Q H, et al. Gingerol inhibits cisplatin-induced acute and delayed emesis in rats and minks by regulating the central and peripheral 5-HT, SP, and DA systems[J]. J Nat Med, 2020, 74(2): 353-370.
- [30] 项佳媚, 许利嘉, 肖伟, 等. 姜的研究进展[J]. 中国药学杂志, 2017, 52(5): 353-357.
- [31] 胡许欣, 刘晓, 楚玉, 等. 生姜中有效部位及相关活性成分的止呕作用研究[J]. 中国中药杂志, 2016, 41(5): 904-909.
- [32] KATIYAR S K, AGARWAL R, MUKHTAR H. Inhibition of tumor promotion in SENCAR mouse skin by ethanol extract of *Zingiber officinale* rhizome[J]. Cancer Res, 1996, 56(5): 1023-1030.
- [33] CHOUDHURY D, DAS A, BHATTACHARYA A, et al. Aqueous extract of ginger shows antiproliferative activity through disruption of microtubule network of cancer cells[J]. Food and Chemical Toxicology, 2010, 48(10): 2872-2880.
- [34] BHARGAVA R, CHASEN M, ELTEN M, et al. The effect of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) in patients with advanced cancer [J]. Support Care Cancer, 2020, 28(7): 3279-3286.
- [35] DE LIMA R, DOS R A, DE MENEZES A, et al. Protective and therapeutic potential of ginger (*Zingiber officinale*) extract and [6]-gingerol in cancer: a comprehensive review[J]. Phytother Res, 2018, 32(10): 1885-1907.
- [36] 韦秋雨. 生姜中活性成分6-姜酚的纳米制剂研究[D]. 镇江: 江苏大学, 2019.
- [37] CHOI J S, RYU J, BAE W Y, et al. Zingerone suppresses tumor development through decreasing Cyclin D1 expression and inducing mitotic arrest[J]. International journal of molecular sciences, 2018. doi: 10.3390/ijms19092832.
- [38] ARYAEIAN N, SHAHRAM F, MAHMOUDI M, et al. The effect of ginger supplementation on some immunity and inflammation intermediate genes expression in patients with active Rheumatoid Arthritis[J]. Gene, 2019, 698: 179-185.
- [39] DE LIMA R, DOS R A, DE MENEZES A, et al. Protective and therapeutic potential of ginger (*Zingiber officinale*) extract and [6]-gingerol in cancer: a comprehensive review[J]. Phytother Res, 2018, 32(10): 1885-1907.
- [40] ZHANG M M, WANG D, LU F, et al. Identification of the active substances and mechanisms of ginger for the treatment of colon cancer based on network pharmacology and molecular docking[J]. BioData Min, 2021, 14(1): 1.
- [41] RYU M J, CHUNG H S. [10]-Gingerol induces mitochondrial apoptosis through activation of MAPK pathway in HCT116 human colon cancer cells[J]. In Vitro Cell Dev Biol Anim, 2015, 51(1): 92-101.
- [42] XU S, ZHANG H, LIU T, et al. 6-Gingerol induces cell-cycle G1-phase arrest through AKT-GSK 3 β -cyclin D1 pathway in renal-

- cell carcinoma[J]. Cancer chemotherapy and pharmacology, 2020, 85(2): 379-390.
- [43] SAI Y, XIA C, SUN Z. The inhibitory effect of 6-Gingerol on ubiquitin-specific peptidase 14 enhances autophagy-dependent ferroptosis and anti-tumor in vivo and in vitro[J]. Frontiers in pharmacology, 2020, 11: 598555.
- [44] LEI D, HONG T, LI L, et al. Isobaric tags for relative and absolute quantitation-based proteomics analysis of the effect of ginger oil on bisphenol A-induced breast cancer cell proliferation[J]. Oncol Lett, 2021, 21(2): 101.
- [45] LI T Y, CHIANG B H. 6-shogaol induces autophagic cell death then triggered apoptosis in colorectal adenocarcinoma HT-29 cells [J]. Biomed Pharmacother, 2017, 93: 208-217.
- [46] QIAN S, FANG H, ZHENG L, et al. Zingerone suppresses cell proliferation via inducing cellular apoptosis and inhibition of the PI3K/AKT/mTOR signaling pathway in human prostate cancer PC-3 cells[J]. J Biochem Mol Toxicol, 2021, 35(1): e22611.
- [47] OZKAN T, HEKMATSHOAR Y, PAMUK H, ET al. Cytotoxic effect of 6-Shogaol in imatinib sensitive and resistant K562 cells[J]. Mol Biol Rep, 2021, 48(2): 1625-1631.
- [48] LUO Y, CHEN X, LUO L, et al. [6]-Gingerol enhances the radiosensitivity of gastric cancer via G2/M phase arrest and apoptosis induction[J]. Oncology Reports, 2018, 39(5): 2252-2260.
- [49] WANG Y, WANG S, SONG R, et al. Ginger polysaccharides induced cell cycle arrest and apoptosis in human hepatocellular carcinoma HepG2 cells[J]. Int J Biol Macromol, 2019, 123: 81-90.
- [50] KIM Y J, JEON Y, KIM T, et al. Combined treatment with zingerone and its novel derivative synergistically inhibits TGF- β 1 induced epithelial-mesenchymal transition, migration and invasion of human hepatocellular carcinoma cells[J]. Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, 2017, 27(4): 1081-1088.
- [51] PEI X D, HE Z L, YAO H L, et al. 6-Shogaol from ginger shows anti-tumor effect in cervical carcinoma via PI3K/Akt/mTOR pathway [J]. Eur J Nutr, 2021. doi: 10.1007/s00394-020-02440-9.
- [52] 段斌, 葛永红, 李灿婴, 等. 生姜精油的提取及体外抗氧化性研究[J]. 包装与食品机械, 2018, 36(6): 25-30.
- [53] 孙昕. 生姜提取物抗氧化及清除亚硝酸盐的活性研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2018.
- [54] 赵文竹, 李思慧, 宋宝雯, 等. 生姜多糖类物质的提取及抗氧化活性研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(4): 1357-1362.
- [55] 韩冬屏, 吴振, 詹永, 等. 不同提取方式对生姜多糖化学组成及其抗氧化活性的影响[J]. 中国调味品, 2014, 39(8): 12-15.
- [56] 马利华, 秦卫东. 生姜多糖抗氧化性及其组分的研究[J]. 食品工业科技, 2010, 31(7): 120-124.
- [57] CALABRESE V, LODI R, TONON C, et al. Oxidative stress, mitochondrial dysfunction and cellular stress response in Friedreich's ataxia[J]. J Neurol Sci, 2005, 233(1-2): 145-162.
- [58] KANE D A. Lactate oxidation at the mitochondria: a lactate-malate-aspartate shuttle at work[J]. Front Neurosci, 2014, 8: 366.
- [59] 夏树林, 吴庆松. 生姜多糖的提取及其抗疲劳作用[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(4): 240-242.
- [60] 杨神书. 6-姜酚对T细胞增殖分化与小鼠实验性自身免疫性脑脊髓炎影响研究[D]. 衡阳: 南华大学, 2020.
- [61] 卢静, 沈雪, 关爽, 等. 8-姜酚对小鼠脾淋巴细胞增殖和脾巨噬细胞吞噬作用的影响[J]. 毒理学杂志, 2010, 24(5): 398-400.
- [62] 张南杨, 潘钰, 吴毓东, 等. 6-姜酚治疗实验性自身免疫性脑脊髓炎的免疫学机制[J]. 昆明医科大学学报, 2018, 39(12): 23-27.
- [63] 张莉华, 陈少军. 生姜对新型冠状病毒肺炎的防治作用探讨[J]. 中国食品学报, 2020, 20(12): 302-310.
- [64] 陶俊, 寇硕, 唐小云. 生姜对小鼠肠道菌群及局部免疫功能的调节作用[J]. 牡丹江医学院学报, 2019, 40(5): 15-17.
- [65] 熊平源, 马丙娜, 郭明雄. 生姜对小鼠免疫功能影响的实验研究[J]. 数理医药学杂志, 2006, 19(3): 243-244.
- [66] 姜鑫, 白明, 田硕, 等. 生姜外用对大、小鼠痔疮模型的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2019, 25(4): 23-28.
- [67] NURTJAHJA-TJENDRAPUTRA E, AMMIT A J, ROUFOGALIS B D, et al. Effective anti-platelet and COX-1 enzyme inhibitors from pungent constituents of ginger[J]. Thromb Res, 2003, 111(4/5): 259-265.
- [68] 张传文, 李运伦. 生姜活血化痰作用探析[J]. 长春中医药大学学报, 2020, 36(1): 58-61.
- [69] 黄静. 姜精油的制备及活血化痰作用研究[D]. 南宁: 广西医科大学, 2012.
- [70] LEE W, KU S K, KIM M A, et al. Anti-factor Xa activities of zingerone with anti-platelet aggregation activity[J]. Food Chem Toxicol, 2017, 105: 186-193.
- [71] WANG C, HE Y, TANG X, et al. Sulfation, structural analysis, and anticoagulant bioactivity of ginger polysaccharides[J]. J Food Sci, 2020, 85(8): 2427-2434.
- [72] BOISSONNEAULT G A. Obesity: the current treatment protocols[J]. JAAPA, 2009, 22(1): 16, 18-19.
- [73] SEO S H, FANG F, KANG I. Ginger (Zingiber officinale) attenuates obesity and adipose tissue remodeling in high-fat diet-fed C57BL/6 mice[J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(2): 631.
- [74] SAYED S, AHMED M, EL-SHEHAWI A, et al. Ginger water reduces body weight gain and improves energy expenditure in rats [J]. Foods, 2020. doi: 10.3390/foods9010038.
- [75] PARK J, RHO H K, KIM K H, et al. Overexpression of glucose-6-phosphate dehydrogenase is associated with lipid dysregulation and insulin resistance in obesity[J]. Mol Cell Biol, 2005, 25(12): 5146-5157.
- [76] GAO H, GUAN T, LI C, et al. Treatment with ginger ameliorates fructose-induced fatty liver and hypertriglyceridemia in rats: modulation of the hepatic carbohydrate response element-binding protein-mediated pathway[J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2012, 2012: 570948.
- [77] 王红磊, 肖奕, 武力, 等. 川楝素调节丙酮酸激酶M₂抑制乳腺癌糖酵解[J]. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(7): 177-183.
- [78] 李锋, 刘振伟, 李庆芝, 等. 生姜提取物对苯并芘染毒大鼠抗氧化酶及Ⅱ相解毒酶活性的影响[J]. 食品工业科技, 2016, 37(12): 350-353.
- [79] WANG L X, QIAN J, ZHAO L N, et al. Effects of volatile oil from ginger on the murine B16 melanoma cells and its mechanism [J]. Food Funct, 2018, 9(2): 1058-1069.
- [80] 杨淑. 生姜、干姜、炮姜辣素部位温中作用及组织分布与归经的相关性研究[D]. 郑州: 河南中医药大学, 2018.
- [81] 张淑娟, 张育贵, 辛二旦, 等. 生姜药理作用研究进展[J]. 甘肃中医药大学学报, 2020, 37(6): 79-81.
- [82] KIYAMA R. Nutritional implications of ginger: chemistry, biological activities and signaling pathways[J]. J Nutr Biochem, 2020, 86: 108486.