

Advance in Chemical Constituents and Bioactivity of Plants of *Fagopyrum tataricum*

Gaohua Jiang^{1,2*}, Bing Cai¹, Xinghua Peng¹, Yegao Chen²

¹College of Resources and Environmental Engineering, Yunnan Vocational Institute of Energy Technology, Qujing Yunnan

²School of Chemistry and Chemical Engineering, Yunnan Normal University, Kunming Yunnan

Email: *gaohua1011@163.com

Received: Apr. 15th, 2018; accepted: May 4th, 2018; published: May 11th, 2018

Abstract

Buckwheat is one of the traditional herb plants. The 80 compounds of bitter buckwheat was reviewed in this paper, mainly including flavonoids, organic acids, steroids, sugars, phenols and other chemical components, some of the ingredients in fall blood sugar, blood pressure, anti-tumor, antioxidant and so on showed better activity. This paper reviews the research progress on chemical sharing and pharmacological effects of buckwheat in China and abroad, and provides a reference for its further research and development.

Keywords

Fagopyrum tataricum, Chemical Constituent, Bioactivity

苦荞麦化学成分及药理活性研究进展

蒋高华^{1,2*}, 蔡冰¹, 彭兴华¹, 陈业高²

¹云南能源职业技术学院资源与环境工程学院, 云南 曲靖

²云南师范大学化学化工学院, 云南 昆明

Email: *gaohua1011@163.com

收稿日期: 2018年4月15日; 录用日期: 2018年5月4日; 发布日期: 2018年5月11日

摘要

苦荞麦是传统的药食同源植物之一。本文综述了苦荞麦的80个化合物, 主要包括黄酮类、有机酸类、甾

*通讯作者。

体类、糖类、酚类等化学成分，其中一些成分在降血糖、降血压、抗肿瘤、抗氧化等方面显示了较好活性。本文对国内外有关苦荞麦的化学成分及药理作用的研究进展进行综述，为其进一步研究与开发利用提供参考。

关键词

苦荞麦, 化学成分, 药理作用

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

荞麦属(*Fagopyrum*)植物属于双子叶植物纲蓼科(*polygonaceae*), 为一年生或多年生草本植物, 全世界约 15 种, 中国约 8 种, 其中可供药用的有 4 种[1], 在我国主要分布于西北、东北, 华北、西南一带的高寒山区, 资源十分丰富。荞麦属植物有苦荞麦(*Fagopyrum tataricum*)、甜荞麦(*Fagopyrum Esculentum*)和金荞麦(*Fagopyrum dibotrys*)三种[1]。该属植物多具有清热解毒、健脾利湿、下气消积之功效, 可用于治疗肺疮疡、绞肠、肠胃积滞、痢疾、腹泻等, 现代药理研究表明其具有降血糖、调血脂、抗肿瘤、抗氧化、镇痛解热等多种功效。本文查阅了国内外近年来关于苦荞麦的化学成分及药理作用的研究文献, 对近年来的研究成果进行了比较全面的综述, 为苦荞麦的研究提供了参考和依据。

2. 化学成分

目前从苦荞麦的花、叶、壳、茎、根、籽粒等部位分出的化学成分研究表明, 该植物中主要包括黄酮类、有机酸类、甾体类、糖类、酚类等成分。苦荞麦中化合物名称及文献如表 1 所示。

2.1. 黄酮类

黄酮类化合物是苦荞麦的主要化学成分, 主要成分为芦丁, 还有少量的槲皮素。在苦荞麦中共发现 17 个(1~17)黄酮类化合物, 主要包括黄酮苷元、黄酮氧苷和黄酮碳苷。

2.2. 有机酸类

文献报道苦荞麦中含有一系列结构相近的酚酸类化合物, 目前从苦荞麦中分离出 15 个(18~32)有机酸类化合物, 其中化合物 ursolic acid (28)可分类为三萜类化合物。

2.3. 甾体类

甾体类化合物是以环戊烷并多氢菲为母核衍生的一类化合物, 主要包括 C21 甾类、强心苷类、甾体皂苷类、植物甾醇类、昆虫变态激素等。从苦荞麦中共分离得到 5 个(33~37)甾体化合物。

2.4. 糖类化合物

苦荞麦中发现的糖类化合物较多, 另外形成糖苷类化合物, 糖苷类是以蔗糖为母核取代有不同数量的香豆酰基和阿魏酰基形成的化合物, 目前苦荞麦中共发现糖类化合物 16 个(38~53)。

2.5. 酚类化合物

苦荞麦中目前发现的酚类化合物是一类黄烷醇单体及其聚合物的多酚化学物, 主要包括儿茶素、表儿茶素及其苷类化合物 4 个(54~57)。

2.6. 其它类化合物

2.6.1. 脂肪酸类

苦荞麦中含有大量脂肪酸类化合物, 目前从苦荞麦中主要分离出 15 个(58~72)脂肪酸化合物。

2.6.2. 其它成分

包塔娜[2] [3]等从苦荞麦中分离出一个蒽醌类化合物 emodin (73)、嘧啶类化合物 uracil (74)。孙博航[20]等从苦荞麦中分离出一个香豆素类化合物 7-hydroxycoumarin (75)。L. Nemcova [21]等从苦荞麦中分离出一个 resveratrol (76)。N. Yang [22]等从苦荞中分离出 Fagopyritol A1 (77)。Cho Jeong Y [23]等从苦荞壳中分离出三个新化合物 6,7-dihydroxy-3,7-dimethyl-octa-2(Z),4(E)-dienoic acid, 6,7-dihydroxy-3,7-dimethyl-octa-2(E),4(E)-dienoic acid, 4,7-dihydroxy-3,7-dimethyl-octa-2(E),5(E)-dienoic acid (78~80)。

3. 药理活性

苦荞麦的药理活性主要有降血糖、降血脂、抗肿瘤、抗氧化、对心血管系统、肝脏保护等作用。

3.1. 降血糖、降血脂作用

韩淑英[24]等发现荞麦花叶总黄酮对四氧嘧啶加脂肪乳所致 II 型糖尿病大鼠胰岛素抵抗具有明显的改善作用。它不能使血糖完全恢复到正常水平, 但能明显改善糖耐量和胰岛素抵抗, 高剂量荞麦花叶黄酮与罗格列酮治疗效果无明显差异。对于小剂量链脲佐菌素和高脂饲料造成的大鼠血糖、血脂和血清胰岛素水平升高, 胰岛素受体结合力降低, 类似 II 型糖尿病的模式[25]。采用不同剂量荞麦花提取的总黄酮治疗后, 大鼠血糖、血脂水平有不同程度的降低, 明显改善糖耐量。

刘仁杰等[26]采用不同剂量四氧嘧啶制备糖尿病小鼠模型, 造模后测定小鼠血糖值, 确定小鼠最佳四氧嘧啶腹腔注射给药量为 100 mg/(kg·d)。以不同剂量的荞麦蛋白复合物灌胃糖尿病模型小鼠, 检测小鼠空腹血糖及血浆胰岛素, 确定荞麦蛋白复合物最佳灌胃剂量为 0.534 g/(kg·d), 此剂量对糖尿病小鼠的降血糖作用最为明显。

韩刚[27]等以荞麦种子的乙醇提取物、水提取物为试药, 以格列本脲、二甲双胍为对照, 采用 SD 大鼠喂以高糖、高脂饲料, 腹腔注射低剂量的链菌素导致 II 型糖尿病的模式, 发现荞麦种子乙醇提取物对糖尿病大鼠的降糖作用优于水提取物。格列本脲组、乙醇提取物组和水提取物组的降糖率分别为 13.2%、9.8%和 8.6%。

朱莉莎[28]等将甜荞麦种子加水煮沸提取 2 次, 提取液静置 24 小时, 离心, 得到沉淀物和上清溶液, 动物实验表明, 沉淀物对四氧嘧啶造成的糖尿病小鼠模型, 具有降糖作用, 最佳剂量为 2 g/kg·d, 而上清液降血糖作用不明显。

Julianne M. Kawa [29]等研究发现荞麦中的 D-chiro-inositol 对链脲霉素引起的糖尿病大鼠有较好的治疗作用。Mitsuru Watanabe [30]等通过对 II 型糖尿病小鼠体内实验研究发现荞麦芽对脂质和碳水化合物的代谢和氧化应激有影响。与对照组相比, 给予荞麦芽的糖尿病小鼠的脂质, 总胆固醇, 甘油三酯和 TBARS 水平均有所降低。Hiroyuki Tomotake [31]等研究发现小鼠给予高蛋白荞麦面后, 对其胆固醇, 脂肪和胆结石的形成有着较强的抑制作用。Yang Yao [32]等研究发现苦荞麦麸皮 60%乙醇提取物含有大量的 D-chiro-肌醇, 能够降低 KK-A^y 小鼠(II 型糖尿病模型)的血糖水平。

Table 1. Compound name and reference of *Fagopyrum tataricum***表 1.** 苦荞麦中化合物名称及文献

No.	Compound Name	Reference
1	rutin	[2]
2	quercetin	[2]
3	kaempferol	[2]
4	kaempferol-3-O-rutinoside	[2]
5	isokaempferol	[3]
6	3',4',5,7-tetra-O-methylquercetin-3-O- α -L-rhamnopyranosyl-(1 \rightarrow 6)-O- β -D-glucopyranoside	[4]
7	quercetin-3-rutinoglucoside	[5]
8	quercetin-3-rutinobigluconide	[5]
9	quercetin-3-rutinoside-7-galactoside	[6]
10	quercetin-3-birhamnoside	[7]
11	quercetin-3-rhamnobilglucoside	[7]
12	orientin(luteolin-8-C-glucoside)	[8]
13	isorientin(luteolin-6-C-glucoside)	[8]
14	vitexin(apigenin-8-C-glucoside)	[8]
15	isovitexin(apigenin-6-C-glucoside)	[8]
16	quercetin-3-O-rutinose-3'-O-glucoside	[9]
17	quercetin-3-O-[β -D-xylosyl-(1 \rightarrow 2)- α -L-rhamnoside]	[10]
18	gallic acid	[11]
19	<i>p</i> -hydroxybenzoic acid	[11]
20	vanillic acid	[11]
21	caffeic acid	[11]
22	syringic acid	[11]
23	<i>p</i> -coumaric acid	[11]
24	ferulic acid	[11]
25	<i>o</i> -coumaric acid	[11]
26	protocatechuic acid	[11]
27	2,4-dihydroxycis cinnamic acid	[12]
28	ursolic acid	[13]
29	3',5'-dimethoxy-4'-O- β -D-glucopyranosyl-cinnamic acid	[13]
30	chlorogenic acid	[14]
31	(+)-osbeckic acid	[15]
32	5-hydroxymethyl-2-furoic acid	[15]
33	β -sitosterol	[3]
34	peroxide ergosterol	[3]

Continued

35	daucosterol	[3]
36	β -sitosterol palmitate	[2]
37	stigmasterol-4-ene-3,6-dione	[2]
38	D-chiro-inositol	[16]
39	xylitol	[16]
40	fructose	[16]
41	glucose	[16]
42	sorbitol	[16]
43	myo-inositol	[16]
44	sucrose	[16]
45	ethyl- β -rutinoside	[16]
46	tatarisides A	[17]
47	tatarisides B	[17]
48	tatarisides C	[17]
49	tatarisides D	[17]
50	tatarisides E	[17]
51	tatarisides F	[17]
52	tatarisides G	[17]
53	1,3,6,6'-tetra-feruloyl sucrose	[10]
54	(+)-catechin	[14]
55	(-)-epicatechin	[14]
56	cyanidin-3-O-glucoside	[18]
57	cyanidin-3-O-rutinoside	[18]
58	palmitic acid	[19]
59	linoleic acid	[19]
60	oleic acid	[19]
61	linolenic acid	[19]
62	stearic acid	[19]
63	myristic acid	[19]
64	arachidic acid	[19]
65	behenic acid	[19]
66	eicosenoic acid	[19]
67	oxalic acid	[19]
68	formic acid	[19]
69	lactic acid	[19]
70	octacosanic acid	[19]

Continued

71	acetic acid	[19]
72	lignoceric acid	[19]
73	emodin	[3]
74	uracil	[2]
75	7-hydroxycoumarin	[20]
76	resveratrol	[21]
77	fagopyritol A1	[22]
78	6,7-dihydroxy-3,7-dimethyl-octa-2(Z),4(E)-dienoic acid	[23]
79	6,7-dihydroxy-3,7-dimethyl-octa-2(E),4(E)-dienoic acid	[23]
80	4,7-dihydroxy-3,7-dimethyl-octa-2(E),5(E)-dienoic acid	[23]

勾向博等[33]研究发现复方苦荞麦制剂对大鼠糖尿病心肌损伤具有保护作用。通过腹腔一次性注射链脲佐菌素(STZ)建立大鼠糖尿病模型。糖尿病大鼠分为模型组、复方苦荞麦制剂组和贝那普利组,同时设正常对照组,观察各组大鼠体征变化。复方苦荞麦制剂对大鼠糖尿病心肌损伤具有保护作用,可能与抑制心肌脂质过氧化反应有关。

3.2. 抗肿瘤作用

Zhuan-Hua Wang [34]等采用 MTT 法和流式细胞分析法发现荞麦胰蛋白酶抑制剂可以诱导 K562 细胞分化,从而达到抑制癌细胞的生长,结果显示当荞麦胰蛋白酶抑制剂浓度达到 200 ug/mL,抑制效果最佳。

Xiaona Guo [35]等采用 DEAE-凝胶从苦荞麦水提取物中,分离得到一个新的蛋白,代号为 TBWSP31。采用 MTT 法在体外人乳腺癌 Bcap 37 模型上进行筛选试验,作用 48 小时和 72 小时后,肿瘤细胞抑制率 IC₅₀ 分别为 43.37 ug/mL 和 19.75 ug/mL。

3.3. 抗氧化作用

熊双丽[36]等通过测定对 DPPH 自由基的清除率来分析苦荞麦粉及麦壳中总黄酮的抗氧化活性,结果发现丙酮提取物,清除率最高。Tomomi Mukoda [37]等研究发现荞麦壳提取物体内实验和体外实验均具有较好的氧化应激作用。体外实验在黄嘌呤氧化酶系统中,清除超氧自由基的能力 IC₅₀ = 11.4 ug/ml,较强的抑制自氧化亚油酸的氧化 IC₅₀ = 6.2 ug/ml。同时对 Cu²⁺诱导低密度脂蛋白 A 的氧化有较好的保护作用。M. Holasova [38]等采用烘箱存储试验法对荞麦种子,去壳荞麦种子、荞麦壳、荞麦秆和荞麦叶子的抗氧化能力与燕麦和大麦进行了对比研究,实验结果表明抗氧化能力依次为荞麦叶子>去壳荞麦种子>荞麦种子>大麦>燕麦=荞麦壳>荞麦秆,保护因子范围是 1.3~8.0。荞麦种子甲醇提取物抗氧化活性优于石油醚提取物,保护因子为 2.9~1.9。

Ting Sun [39]等采用 β -胡萝卜素漂白试验法, DPPH 法和 Rancimat 法对比三种抗氧化剂丁基羟基茴香醚(BHA),二丁基羟基甲苯(BHT)和特丁基对苯二酚(TBHQ)和荞麦甲醇提取物的抗氧化活性,结果显示荞麦甲醇提取物具有最好的抗氧化活性。Danuta Zielinska [40]等采用循环伏安法,光化学发光法和分光光度法测定在黑暗和光照条件下萌发的荞麦芽抗氧化活性,结果表明萌发的荞麦芽可以产生大量的黄酮类化合物,并且有光照的条件下产生黄酮的量是黑暗条件下的 2 倍。三种测试方法显示光照条件下的荞麦芽 80%甲醇提取物的抗氧化活性较强。

Chuan-He Tang [41]等研究发现用 Alcalase 酶水解的蛋白,通过 DPPH 测试具有较强的清除自由基的

能力,同时具有抑制亚油酸发生过氧化反应。Xiaoli Zhou [42]等对发芽的苦荞麦中非酶抗氧化成分和抗氧化能力对进行研究。维生素 C 积累含量(0.71 mg/g),总黄酮类化合物(19.53 mg rutin/g)和芦丁(11.34 mg/g)发现经过 7 天萌发后,萌发减少维生素 E 的活动。萌发改善了活动荞麦提取物可以清除 DPPH、ABTS 自由基和超氧化物分别为 107%、144%和 88%。

3.4. 对心脑血管系统作用

苦荞对由糖尿病引起的脑血管硬化、心血管病及增进视力有较好的预防和治疗作用。荞麦蛋白具有降血压作用,将其用蛋白酶水解得到一种结构与响尾蛇毒素十分相似的三肽,这种物质对血管紧张素转换酶具有很强的抑制作用,从而使血压下降[43]。

韩淑英[44]等报道荞麦花总黄酮(TFBF)对异丙肾腺上素(ISO)所致心肌肥厚大鼠有保护作用。TFBF 心肌保护机理可能与其抗氧化、减少自由基堆积所致的原癌基因的激活和心肌酶活性的激活有关和/或抑制 ACE 活性、减少 Ang II 产生等作用有关,也可能与其抑制细胞 Ca^{2+} 内流,减少细胞内游离 Ca^{2+} 浓度有关。

3.5. 对肝脏保护作用

用酶联免疫吸附检测技术(ELISA)测定抗乙肝病毒表面抗原(HBsAg)试验表明:苦荞水煎剂对 HBsAg 有明显灭活作用[45]。苦荞壳提取物可减少高脂血症大鼠肝脏脂质沉积,降低肝脏脂质过氧化水平,提高肝脏抗氧化能力,预防脂肪肝。童红莉[46]报道苦荞类黄酮可清除自由基,升高自由基清除酶 SOD、GPX 活力,降低脂质过氧化水平,改善高脂血症大鼠氧化-抗氧化失衡状态,从而减少因高脂血症产生的过量自由基对机体的损伤。

舒成仁[47]等通过对四氯化碳和 D-半乳糖胺所致小白鼠急性肝损伤模型的试验研究发现:苦荞麦籽粒提取物(FTGE)呈剂量依赖性地明显降低由四氯化碳和 D-半乳糖胺引起的小鼠血清天冬氨酸氨基转移酶(AST)和丙氨酸氨基转移酶(ALT)增高,并且对四氯化碳和 D-半乳糖胺引起的肝细胞变性、坏死和炎症有明显的减轻作用。表明 FTGE 对实验性肝损伤小鼠具有较好的保护作用。

Liang Zou [48]等研究长期服用苦荞茶在大鼠体内的药代动力学。与苦荞麦组相比,依普利酮的曲线和最大浓度降低空白组($p < 0.01$),达到依普利酮浓度峰值的时间($p < 0.01$)延长了。结果表明,长期食用苦荞麦茶有可能诱导肝药物代谢酶的活性,加速代谢依普利酮。在高血压治疗试验时调整依普利酮的用量,用苦荞麦进行膳食补充剂避免潜在的药物相互作用。

4. 结语

随着经济发展和社会进步,人民生活水平不断提高,糖尿病正在逐年增加,成为继肿瘤、心脑血管疾病之后危害人类健康的主要慢性病,并成为全世界发病率和病死率最高的五种疾病之一。对糖尿病病人来说,控制血糖是治疗的根本。

利用药物控制血糖会带来诸多问题,而合理的饮食,改善饮食结构是达到控制血糖的基本方法。我国具有丰富的苦荞资源,同时具有食用苦荞麦的习惯。由于其含有多种具有药用价值成分,大量研究证明苦荞麦具有降血糖,调节血脂的作用,对糖尿病有较好的治疗作用,越来越受到人们的重视。

致 谢

本研究工作得到云南省教育厅科研资助项目(项目编号:2016ZZX286)的经费支持。

资金项目

云南省教育厅基金资助项目(编号:2016ZZX286)。

参考文献

- [1] 《全国中草药汇编》编写组. 全国中草药汇编(上册). 北京: 人民卫生出版社, 1976: 788.
- [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, 15(1): 24-26.
- [3] 包塔娜, 周正质, 张帆, 等. 苦荞麦麸皮的化学成分研究[J]. 天然产物研究与开发, 2003, 15(2): 116-117.
- [4] Saxana, V.K. and Samaiya, G.C. (1987) A New Flavonoid from *Fagopyrum tataricum*. *Fitoterapia*, **58**, 283.
- [5] 徐宝才, 丁霄霖. 苦荞黄酮的测定方法[J]. 无锡轻工大学学报, 2002, 22(2): 98-101.
- [6] Sato, H., Fumkawa, E., Sakamum, S., *et al.* (1980) Isolation and Identification off Lavonoids in Tartary Buckwheat Seed (*Fagopyrum tatatriewn* Gaertn.). *Nippon Nogei Kagaku Kaishi*, **54**, 275-277.
- [7] 秦昉, 陶冠军. 苦荞黄酮类化合物的分离与鉴定[J]. Waters 液质连用应用专集(二), 1992: 43-45.
- [8] Kim, S.J., Zaidul, I.S.M., Maeda, T., *et al.* (2007) A Time-Course Study of Flavonoids in the Sprouts of Tartary (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) Buckwheats. *Scientia Horticulturae*, **115**, 13-18.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.07.018>
- [9] 吴雅清. 苦荞麦的化学成分研究[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2007.
- [10] Ren, Q., Wu, C.S., Ren, Y., *et al.* (2013) Characterization and Identification of the Chemical Constituents from Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn) by High Performance Liquid Chromatography/Photodiode Array Detector/Linear Ion Trap FTICR Hybrid Mass Spectrometry. *Food Chemistry*, **136**, 1377-1389.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.052>
- [11] 徐宝才, 肖刚, 丁霄霖. 苦荞中酚酸和原花色素的分析测定[J]. 食品与发酵工程, 2002, 28(12): 32-37.
- [12] 郎桂常. 苦荞麦的营养价值及其开发应用[J]. 中国粮油学报, 1996, 11(3): 9-14.
- [13] 王嘉庆, 王皓星, 黄健, 等. 苦荞麦种子的化学成分[J]. 沈阳药科大学学报, 2009, 26(14): 270-273.
- [14] Kim, Y.K., Li, X.H., Xu, H., *et al.* (2009) Production of Phenolic Compounds in Hairy Root Culture of Tartary Buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn). *Journal Crop Science Biotechnology*, **12**, 53-58.
<https://doi.org/10.1007/s12892-009-0075-y>
- [15] Matsui, T., Kudo, A., Tokuda, S., *et al.* (2010) Identification of a New Natural Vasorelaxant Compound, (+)-Osbeckicacid, Fromrutin-Free Tartary Buckwheat Extract. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, **58**, 10876-10879. <https://doi.org/10.1021/jf1028416>
- [16] 徐宝才, 肖刚, 丁霄霖, 等. 色谱法分析检测苦荞籽粒中的可溶性糖(醇) [J]. 色谱, 2003, 21(4): 410-413.
- [17] Zheng, C.J., Hua, C.L., Ma, X.Q., *et al.* (2012) Cytotoxic Phenylpropanoid Glycosides from *Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn. *Food Chemistry*, **132**, 433-438. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.017>
- [18] Kim, S.J., Maeda, T., Sarker, M.Z.I., *et al.* (2007) Identification of Anthocyanins in the Sprouts of Buckwheat. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, **55**, 6314-6318. <https://doi.org/10.1021/jf0704716>
- [19] 张振福, 罗文林. 苦荞麦的化学成分与特殊功能[J]. 粮食与饲料工业, 1998(2): 40-41.
- [20] 孙博航, 吴雅清, 高慧媛, 等. 苦荞麦的化学成分[J]. 沈阳药科大学学报, 2008, 25(7): 541-543.
- [21] Nemcova, L., Zima, J., Barek, J., *et al.* (2011) Determination of Resveratrol in Grains, Hulls and Leaves of Common and Tartary Buckwheat by HPLC WITH Electrochemical Detection at Carbon Paste Electrode. *Food Chemistry*, **126**, 374-378. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.108>
- [22] Yang, N. and Ren, G.X. (2008) Determination of D-*chiro*-Inositol in Tartary Buckwheat Using High-Performance Liquid Chromatography with an Evaporative Light-Scattering Detector. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, **56**, 757-760. <https://doi.org/10.1021/jf0717541>
- [23] Cho, J.Y., Moon, J.H. and Kim, H.K. (2006) Isolation and Structural Elucidation of Antimicrobial Compounds from Buckwheat Hull. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, **16**, 538-542.
- [24] 韩淑英, 王志路, 储金秀, 等. 荞麦花叶黄酮对 II 型糖尿病大鼠胰岛素抵抗及肝组织 PTPLB 的影响[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(23): 3114-3118.
- [25] 韩淑英, 张宝忠, 朱丽莎, 等. 荞麦花总黄酮对实验性大鼠 II 型糖尿病高脂血症的防治作用[J]. 中国药理学通报, 2003, 19(4): 477-478.
- [26] 刘仁杰, 王月娇, 郭宏伟, 等. 荞麦蛋白复合物对糖尿病小鼠降血糖作用的研究[J]. 吉林农业大学学报, 2009, 31(1): 102-104.
- [27] 韩刚, 姚国贤, 林庆辉, 等. 荞麦种子不同提取物对 II 型糖尿病大鼠的影响[J]. 现代预防医学, 2008, 35(23): 4677-4678.

- [28] 朱莉莎, 韩淑英, 吕华, 等. 荞麦种子提取物对糖尿病小鼠的降血糖作用[J]. 中成药, 2002, 24(4): 307-308.
- [29] Kawa, J.M., Taylor, C.G. and Przybylski, R. (2003) Buckwheat Concentrate Reduces Serum Glucose in Streptozotocin-Diabetic Rats. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, **51**, 7287-7291. <https://doi.org/10.1021/jf0302153>
- [30] Watanabe, M. and Ayugase, J. (2010) Effects of Buckwheat Sprouts on Plasma and Hepatic Parameters in Type 2 Diabetic db/db Mice. *Journal of Food Science*, **75**, 294-299. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01853.x>
- [31] Tomotake, H., Yamamoto, N., Yanaka, N., et al. (2006) High Protein Buckwheat Flour Suppresses Hypercholesterolemia in Rats and Gallstone Formation in Mice by Hypercholesterolemic Diet and Body Fat in Rats Because of Its Low Protein Digestibility. *Nutrition*, **22**, 166-173. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2005.01.012>
- [32] Yao, Y., Shan, F., Bian, J.S., et al. (2008) D-chiro-Inositol-Enriched Tartary Buckwheat Bran Extract Lowers the Blood Glucose Level in KK-A^y Mice. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, **56**, 10027-10031. <https://doi.org/10.1021/jf801879m>
- [33] 勾向博, 白静, 郭静, 等. 复方苦荞麦制剂对大鼠糖尿病心肌损伤的保护作用[J]. 吉林大学学报(医学版), 2015, 41(1): 83-87.
- [34] Wang, Z.H., Gao, L., Li, Y.Y., et al. (2007) Induction of Apoptosis by Buckwheat Trypsin Inhibitor in Chronic Myeloid Leukemia K562 Cells. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, **30**, 783-786.
- [35] Guo, X.N., Zhu, K.X., Zhang, H., et al. (2007) Purification and Characterization of the Antitumor Protein from Chinese Tartary Buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) Water-Soluble Extracts. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, **55**, 6958-6961. <https://doi.org/10.1021/jf071032+>
- [36] 熊双丽, 李安林, 任飞, 等. 苦荞和甜荞麦粉及麦壳中总黄酮的提取和自由基清除活性[J]. 食品科学, 2009, 30(3): 118-122.
- [37] Mukoda, T., Sun, B.X. and Ishiguro, A. (2001) Antioxidant Activities of Buckwheat Hull Extract toward Various Oxidative Stress *In Vitro* and *In Vivo*. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, **24**, 209-213.
- [38] Holasova, M., Fiedlerova, V., Smrcinova, H., et al. (2002) Buckwheat the Source of Antioxidant Activity in Functional Foods. *Food Research International*, **35**, 207-211. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00185-5](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00185-5)
- [39] Sun, T. and Ho, C.T. (2005) Antioxidant Activities of Buckwheat Extracts. *Food Chemistry*, **90**, 743-749. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.04.035>
- [40] Zielinska, D., Szawara-Nowak, D., Omatowska, A., et al. (2007) Use of Cyclic Voltammetry, Photochemiluminescence, and Spectrophotometric Methods for the Measurement of the Antioxidant Capacity of Buckwheat Sprouts. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, **55**, 9891-9898. <https://doi.org/10.1021/jf072175z>
- [41] Tang, C.H., Peng, J., Zhen, D.W., et al. (2009) Physicochemical and Antioxidant Properties of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) Protein Hydrolysates. *Food Chemistry*, **115**, 672-678. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.12.068>
- [42] Zhou, X.L., Hao, T.F., Zhou, Y.M., et al. (2015) Relationships between Antioxidant Compounds and Antioxidant Activities of Tartary Buckwheat during Germination. *Journal of Food Science and Technology*, **52**, 2458-2463. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1290-1>
- [43] 张美莉, 胡小松. 荞麦生物活性物质及其功能研究进展[J]. 杂粮作物, 2004, 24(1): 26-29.
- [44] 韩淑英, 张军, 王至路, 等. 荞麦花总黄酮对大鼠心肌肥厚的保护作用[J]. 第四军医大学学报, 2004, 25(14): 1338-1340.
- [45] 郑民实, 邹正宇. ELISA 技术检测中草药抗 HBsAg 的实验研究[J]. 中国医院药学杂志, 1991, 11(2): 53-55.
- [46] 童红莉, 田亚平, 汪德清, 等. 苦荞壳提取物对高脂饲料诱导的大鼠脂肪肝的预防作用[J]. 第四军医大学学报, 2006, 27(10): 883-885.
- [47] 舒成仁, 裘军, 王高升. 苦荞麦籽粒提取物对小鼠化学性肝损伤的影响[J]. 医药导报, 2005, 24(10): 880-882.
- [48] Zou, L., Jia, K., Li, R., et al. (2016) Pharmacokinetic Study of Eplerenone in Rats after Long-Term Coadministration with Buckwheat Tea. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, **32**, 177-184. <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2016.03.004>

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2331-8287，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：hjmce@hanspub.org