苦荞麸皮黄酮提取物及有效成分的抑菌活性

吴萌萌[1]，刘 怡[1]，严 馨[1]，张 娜[1]，李 姝[1,2]，王松涛[2]，沈才洪[2]，赵 建[*1]

（1.四川大学 生命科学学院/资源微生物学及生物技术教育部重点实验室 四川 成都 610064；2. 泸州品创科技有限公司，四川 泸州 646000）

摘要：研究苦荞麸皮总黄酮粗品及精品对病原菌的抑制作用，并初步分析其黄酮类成分，评价不同黄酮单体的抑菌活性。通过平板打孔法及二倍稀释法检测苦荞麸皮总黄酮粗品及精品及其4种黄酮单体的抗菌活性，使用高效液相色谱法定性定量检测苦荞麸皮总黄酮粗品及精品的黄酮成分。结果表明，苦荞麸皮黄酮精品对金黄色葡萄球菌、藤黄微球菌、肠球菌、大肠杆菌、志贺氏杆菌、沙门氏菌的抑制效果优于粗品。苦荞麸皮黄酮主要黄酮成分为芦丁、山柰酚-3-O-芸香糖苷、槲皮素和山柰酚，精品的总黄酮含量是粗品总黄酮含量的2.84倍。4种黄酮单体的抑菌能力具有一定的构效关系，其中槲皮素对所有供试菌均表现出较好的抑菌活性。

关键词：苦荞麸皮；黄酮；抑菌；高效液相色谱法

中图分类号：TS 201　**文章编号：**1673-1689(2021)11-0077-07　**DOI：**10.3969/j.issn. 1673-1689.2021.11.010

Antibacterial Activities of Flavonoid Extracts of Tartary Buckwheat Bran and Its Effective Components

WU Mengmeng[1]，*LIU Yi*[1]，*YAN Xin*[1]，*ZHANG Na*[1]，*LI Shu*[1,2]，*WANG Songtao*[2]，*SHEN Caihong*[2]，*ZHAO Jian*[*1]

(1. College of Life Science / Key Laboratory of Biological Resource and Ecological Environment, Ministry of Education, Sichuan University, Chengdu 610064, China; 2. Luzhou Pinchuang Technology Co., Ltd., Luzhou 646000, China)

Abstract: This work aimed to study the antibacterial activities of crude and refined extracts of total flavonoids from tartary buckwheat bran on pathogenic bacteria, to analyze the flavonoid monomer components and evaluate the antibacterial activity of different flavonoid glycosides. The antibacterial activity of crude and refined total flavonoids and their four flavonoid glycosides was investigated by the diffusion plate method and double dilution method. Qualitative and quantitative determination of total flavonoids in tartary buckwheat bran were detected by high-performance liquid chromatography (HPLC). The refined extract of tartary buckwheat bran had stronger antibacterial activity on *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Enterococcus*, *Escherichia coli*, *Shigella*, and *Salmonella* than the crude extract. The main flavonoids of tartary buckwheat bran were rutin, kaempferol-3-O-rutin, quercetin and kaempferol. The total flavonoid content of refined extract was 2.84 times that of the crude extract. The antibacterial activities of four flavonoid monomers showed a

收稿日期：2020-12-29

基金项目：四川省重点实验室开放基金项目(FZBC2020001)；泸州品创科技有限公司项目(18H1314)。

*通信作者：赵 建(1976—)，男，博士，教授，博士研究生导师，主要从事资源微生物及抗病原微生物研究。E-mail：zj804@163.com

certain structure-activity relationship. Among them, quercetin showed good antibacterial activity against all tested bacteria.

Keywords: tartary buckwheat bran, flavonoid, antibacterial activity, high-performance liquid chromatography(HPLC)

苦荞麦俗称苦荞，学名鞑靼荞麦(*Fagopyrum tataricum*)，是一年生或多年生宿根植物，起源于中国西南部，生长范围遍布亚洲、欧洲和北美洲[1]。苦荞麦属于药食两用作物，富含碳水化合物、蛋白质、脂肪、维生素及各种矿质营养元素，具有极高的营养价值[2-3]；同时与其他粮食作物相比，其富含黄酮类化合物，具有抗氧化、抗炎、抑菌、降血糖、抗肿瘤等生理功能[4-9]。

大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、沙门氏菌是常见的引起食物中毒的食源性致病菌，粪肠球菌是人畜共患病原菌且耐药性严重；志贺氏菌是细菌性痢疾最为常见的病原菌，藤黄微球菌会引起脑膜炎、肺炎等[10-11]。随着抗生素在人类和动物疾病治疗及农业生产中的大量使用，耐药性问题日益严重，天然植物源抑菌剂以其天然、安全、高效等特性已成为研究热点[12]。已有研究表明，黄酮类化合物对许多病原微生物具有广谱抑菌特性[13]，鉴于其不易产生耐药性的优势，深入研究含有黄酮类的天然植物源活性成分对于天然抑菌剂及抗菌药物的研发具有至关重要的作用。有研究表明苦荞麸皮中含有大量黄酮类化合物，其黄酮含量约为苦荞粉的 5 倍，但由于其口感粗糙、食味苦涩且不易消化，所以在苦荞制品加工过程中多被丢弃，加工利用率低[14]。

目前，对苦荞麸皮黄酮类化合物的研究多涉及苦荞麸皮黄酮提取工艺的优化及苦荞麸皮黄酮含量的检测，对苦荞麸皮黄酮类的抗菌活性研究较少。为探究苦荞麸皮黄酮类化合物对常见病原菌的抗菌活性，提高苦荞麸皮资源的利用效率，作者选取了大肠杆菌、志贺氏杆菌、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌、藤黄微球菌、肠球菌等 6 株病原菌作为供试菌，采用平板打孔法及二倍稀释法检测苦荞麸皮黄酮粗品和精品的抗菌性能，通过高效液相色谱法分析粗品与精品黄酮类化合物的成分及含量区别，并在测定黄酮单体抗菌活性的基础上，讨论了其主要成分的构效关系，以期为苦荞麸皮的开发利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

苦荞麸皮原料：四川环太生物科技股份有限公司产品；芦丁标准品、山奈酚标准品（纯度均 ≥98%）：上海麦克林生化科技有限公司产品；山奈酚-3-O-芸香糖苷标准品、异槲皮苷标准品(纯度均≥98%)：成都普思生物科技股份有限公司产品；槲皮素标准品(纯度≥98%)：Sigma 公司产品；LB 肉汤培养基、LB 琼脂培养基：青岛高科技工业园海博生物科技有限公司产品；琼脂：Biofroxx 公司产品。

供试菌种：金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*,ATCC25922)；藤黄微球菌(*Micrococcus luteus*,CMCC28001)；耐久肠球菌(*Enterococcus durans*)；大肠杆菌(*Escherichia coli*,ATCC25922)；志贺氏菌(*Shigella castellani*)；肠炎沙门氏菌(*Salmonella enteritidis*,CVCC3377)。上述指示菌株均为作者所在实验室保藏菌种。

HZK-FA210 型电子天平：福州华志科学仪器有限公司产品；SL502N 型分析天平：上海民桥精密仪器科技有限公司产品；YLD-2000 型电热恒温鼓风干燥箱：上海琅玕实验设备有限公司产品；YRE-301 旋转蒸发器：巩义市予华仪器有限责任公司产品；净品级 ADS-7 型大孔吸附树脂：天津浩聚树脂科技有限公司产品；LC-16 型高效液相色谱仪：日本岛津公司产品；PS-06A 型超声波清洗机：东莞市洁康超声波设备有限公司产品；UV-2600 型紫外可见分光光度计：日本岛津公司产品；LDZX-30KB 型立式蒸汽压力灭菌锅：上海申安医疗器械厂产品；1389 型生物安全柜：美国 Thermo 公司产品；SKY-211C 型恒温摇床：美谷分子仪器有限公司产品；DZKW-D-4 恒温水浴锅：上海苏坤实业有限公司产品；HPS-250 型恒温培养箱：哈尔滨市东明医疗器械厂产品。

1.2 实验方法

1.2.1 苦荞麸皮总黄酮制备方法 取苦荞麸皮适量，参照文献[15]提取工艺条件：料液质量体积比

1 g:10 mL,乙醇体积分数 70%,提取温度 60 ℃热回流提取 3 h,重复提取 3 次,合并提取液并减压浓缩至干,即得苦荞麸皮黄酮粗品。以苦荞麸皮黄酮粗品加适量水样品制成上样液,通过 ADS-7 型大孔吸附树脂进行动态吸附,用体积分数 90%乙醇作为洗脱剂进行洗脱,收集洗脱液减压浓缩至干,即得苦荞麸皮黄酮精品。

1.2.2 抑菌活性测定

1)总黄酮样品的制备 用二甲基亚砜(DMSO)作为溶剂,称取苦荞麸皮黄酮粗品及精品各 5 g,加入 5 mL DMSO,超声辅助溶解,经 0.22 μm 微孔滤膜过滤,配成质量浓度 1 g/mL 药液。

2)制备指示菌平板 将供试细菌接种于 LB 琼脂培养基上,置于 37 ℃恒温培养箱中培养 18~24 h。取对数生长期的供试细菌,接种于 LB 液体培养基中,37 ℃、150 r/min 条件下培养过夜。取活化好的供试菌种,用无菌生理盐水调整菌液澄清度,将菌液浓度调至 0.5 麦氏单位,约 1×10^8 CFU/mL。参照谭才邓等[16]的方法,使用预加菌液倾注平板法制备试验平板。向 20 mL 冷却至 50 ℃左右的 LB 固体培养基中接种 1 mL 菌悬液,混合均匀后倒入无菌培养皿中,水平静置。

3)打孔法测定抑菌活性 通过平板打孔法[16-17]测定抑菌圈直径。待指示菌平板冷却凝固后,用外径为 8 mm 的打孔器打孔(孔间距不少于 25 mm,孔中心距平皿边缘不少于 15 mm),用无菌针头小心挑去培养基小块,孔中滴加少量体积分数 0.5%琼脂封底。向各孔中分别加入苦荞麸皮黄酮粗品(质量浓度 1 g/mL)、苦荞麸皮黄酮精品(质量浓度 1 g/mL)、DMSO 各 80 μL,对应做好标记,置于 37 ℃的培养箱中培养 24 h。采用十字交叉法测定抑菌圈直径,每组实验重复 3 次。

1.2.3 最低抑菌浓度(MIC)和最小杀菌浓度(MBC)测定

1) 样品的制备 将苦荞麸皮黄酮精品及粗品用 DMSO 溶液配制成质量浓度 200 mg/mL 的溶液,0.22 μm 微孔滤膜过滤,用液体培养基依次倍比稀释成质量浓度 100、50、25、12.5、6.25、3.13、1.56 mg/mL;4 种黄酮单体分别用 DMSO 溶液配制成质量浓度 50 mg/mL 的溶液,0.22 μm 微孔滤膜过滤,用液体培养基依次倍比稀释成质量浓度 25、12.5、6.25、3.13、1.56、0.78、0.39 mg/mL。

2)菌悬液制备 将供试细菌接种于 LB 琼脂培养基上,置于 37 ℃恒温培养箱中培养 18~24 h。取对数生长期的供试细菌,接种于 LB 液体培养基中,37 ℃、150 r/min 条件下培养过夜。取活化好的供试菌种,用无菌生理盐水调整菌液澄清度,将菌液浓度调至 0.5 麦氏单位,约 1×10^8 CFU/mL。

3)MIC 及 MBC 测定 采用二倍稀释法[17]进行最低抑菌浓度(MIC)和最小杀菌浓度(MBC)的测定。分别吸取 100 μL 母液及梯度稀释样品于 96 孔板的 2~9 孔内,每个孔中分别加入 100 μL 稀释至 1×10^8 CFU/mL 的菌悬液。第 10 孔加 200 μL 液体培养基作为阴性空白对照,第 11 孔加 100 μL 菌液和 100 μL 液体培养基为阳性空白对照。将 96 孔板置于培养箱中 37 ℃培养 24 h 后,通过肉眼比对发现微孔内液体澄清透明经震荡后仍无沉淀产生,则此微孔对应的药液浓度即为此样品对供试细菌的最低抑菌浓度(MIC)。将无细菌生长的微孔中液体吹打混匀后取 100 μL 涂布于无菌培养基平板,于 37 ℃继续培养 24 h,仍无菌落生长的最低药物浓度为样品的最小杀菌浓度(MBC)。

1.2.4 高效液相色谱法测定

1)标准品溶液制备 称取芦丁、异槲皮苷、山奈酚-3-O-芸香糖苷、槲皮素、山奈酚标品粉末适量于 EP 管中,甲醇充分溶解,再各管吸取适量标准品溶液进行混合,0.22 μm 微孔滤膜过滤。

2)样品溶液制备 精密称取苦荞麸皮黄酮粗品及精品 10 mg,10 mL 甲醇充分溶解,0.22 μm 微孔滤膜过滤。

3)色谱条件 参照文献[15]方法进行改进。Intersustain C18 色谱柱(4.6 mm×250 mm,5 μm);流动相为乙腈(A)-0.2%磷酸(B),梯度洗脱(0~25 min,15%~25% A;25~35 min,25%~50% A;35~45 min,50%~90% A;45~55 min,90% A);体积流量 1.0 mL/min;柱温 35 ℃;检测波长 360 nm;进样量 20 μL。检测后与混合标准品进行对比。

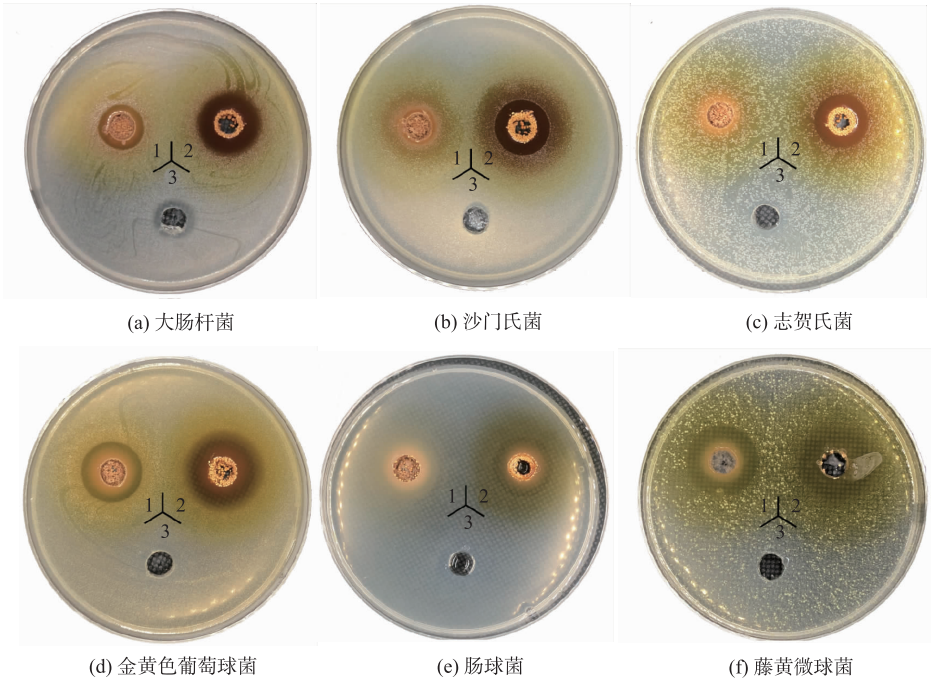
1.2.5 数据处理 实验数据均为 3 次重复实验的均值,数据用 SPSS 24.0 软件进行统计分析,计算其均值与标准差。

2 结果与分析

2.1 苦荞麸皮黄酮粗品与精品的抑菌效果比较

2.1.1 抑菌圈测定 打孔法测定苦荞麸皮黄酮粗

品与精品对试验所选 6 种常见致病菌的抑制效果，结果见图 1 和表 1。由实验结果可知，苦荞麸皮黄酮提取物对供试菌均有一定抗菌活性，且对不同供试菌抑菌作用的大小具有显著差异，其对革兰氏阳性菌的抑菌活性强于对革兰氏阴性菌的抑菌活性。苦荞麸皮黄酮粗品对藤黄微球菌具有最强抑菌作用，其次为金黄色葡萄球菌和肠球菌，对大肠杆菌及沙门氏菌的抑制较弱。而相同浓度的精品对这5 种供试菌的抑菌活性显著强于粗品，且对志贺氏菌也表现出一定的抑制作用。以上结果表明苦荞麸皮黄酮精品对供试菌的抑菌活性显著强于苦荞麸皮黄酮粗品。



(a) 大肠杆菌　(b) 沙门氏菌　(c) 志贺氏菌

(d) 金黄色葡萄球菌　(e) 肠球菌　(f) 藤黄微球菌

1. 苦荞麸皮黄酮粗品溶液；2. 苦荞麸皮黄酮精品溶液；3. DMSO 溶液

图 1　苦荞麸皮粗品与精品抑菌圈

Fig. 1　Inhibition zone of crude and refined flavonoids from tartary buckwheat bran

表 1　苦荞麸皮黄酮粗品与精品的抑菌圈直径

Table 1　Diameter of inhibition zone of crude and refined flavonoids from tartary buckwheat bran

供试菌	抑菌圈直径/mm		
	粗品	精品	DMSO
大肠杆菌	5.88±0.43	12.88±0.25	3.38±0.14
沙门氏菌	2.33±0.58	8.58±0.38	–
志贺氏菌	–	9.69±0.38	–
金黄色葡萄球菌	11.75±0.29	17.50±0.41	–
肠球菌	9.69±0.38	12.06±0.13	–
藤黄微球菌	15.31±0.47	16.88±0.25	–

注：孔径(8 mm)已扣除；“–”表示在此条件下无抑菌圈形成。

2.1.2　MIC 及 MBC 测定结果　表 2 结果可知，苦荞麸皮黄酮粗品对 3 种革兰氏阳性菌的 MIC 值均为 25 mg/mL，而在实验最大质量浓度 100 mg/mL 下，对志贺氏菌仍未能起抑制作用。而精品对这 6 种供试菌均具有较好的抑制作用，抑菌效果优于粗品，且对于革兰氏阳性菌的抑制作用强于革兰氏阴性菌。从最小杀菌浓度结果可知，苦荞麸皮黄酮粗品对于大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、肠球菌、藤黄微球菌的 MBC 值均在 50 mg/mL，精品对革兰氏阳性菌的杀菌效果比粗品好，其对金黄色葡萄球菌、肠球菌、藤黄微球菌的 MBC 值为 25 mg/mL。

2.2　苦荞麸皮黄酮粗品与精品单体成分分析

2.2.1　HPLC 定性检测　为明确苦荞麸皮黄酮粗品及精品的抑菌效果差异，采用 HPLC 对苦荞黄酮粗品和精品进行了成分分析。由图 2 可知，标准品芦丁、山奈酚-3-O-芸香糖苷、槲皮素、山奈酚的保留时间分别为 17.108、21.693、35.328、38.586 min，将粗品与精品的出峰保留时间与标准品的出峰保留时间进行对比，可以看出粗品与精品中均有 4 个峰与标准品芦丁、山奈酚-3-O-芸香糖苷、槲皮素、山奈酚的出峰时间一致，初步表明苦荞黄酮粗品和精

品的主要黄酮成分均为芦丁、山奈酚-3-O-芸香糖苷、槲皮素和山奈酚。

表 2　苦荞麸皮黄酮粗品与精品对 6 种供试菌的 MIC 值及 MBC 值

Table 2　The MIC and MBC values of crude and refined tartary buckwheat bran flavone

mg/mL

供试菌	粗品		精品	
	MIC	MBC	MIC	MBC
大肠杆菌	50	50	25	50
沙门氏菌	100	–	50	–
志贺氏菌	–	–	50	–
金黄色葡萄球菌	25	50	12.5	25
肠球菌	25	50	12.5	25
藤黄微球菌	25	50	25	25

注：“–”表示在此浓度下无法观察 MIC 值或 MBC值。

2.2.2　HPLC 定量检测　前期实验结果表明，苦荞麸皮黄酮精品抑菌效果优于粗品，而两者主要黄酮成分相同，因此对粗品及精品中芦丁、山奈酚-3-O-芸香糖苷、槲皮素和山奈酚 4 种黄酮单体进行定量分析。由表 3 可知，经大孔树脂富集精制后，苦荞黄酮精品中芦丁、山奈酚-3-O-芸香糖苷和槲皮素的含量均有所增加，精品的总黄酮含量可达 79.50%，精制倍数可达 2.84 倍。

表 3　苦荞黄酮粗品与精品主要成分对比

Table 3　The components and content of crude and refined flavonoids in tartary buckwheat bran

黄酮	质量分数/%				
	芦丁	山奈酚-3-O-芸香糖苷	槲皮素	山奈酚	总含量
粗品	23.33	1.79	2.76	0.10	27.98
精品	70.15	5.36	3.93	0.05	79.50

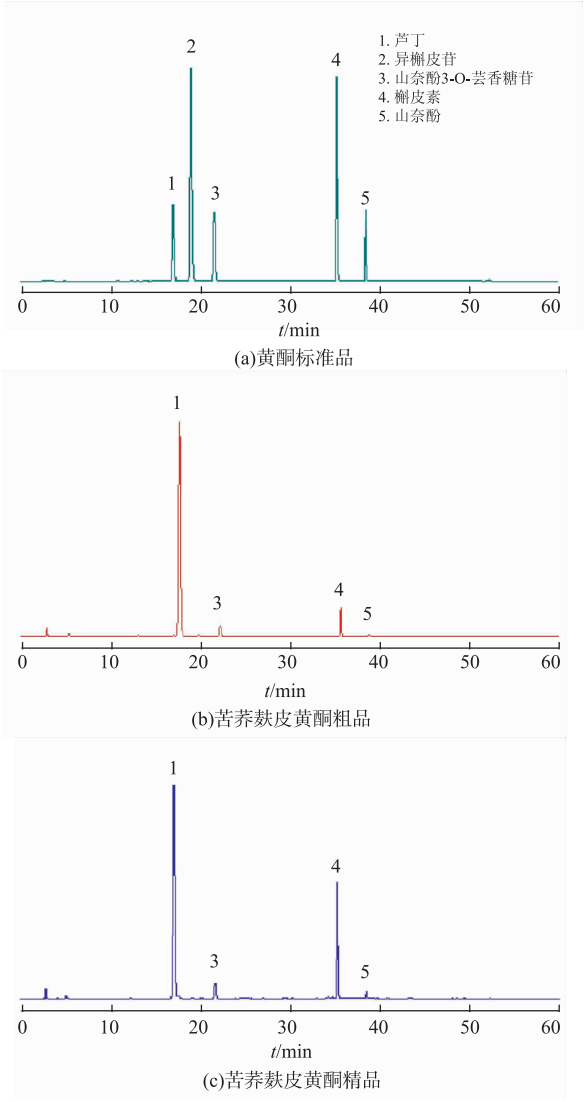


图 2　黄酮标准品、苦荞麸皮黄酮粗品、苦荞麸皮黄酮精品色谱图

Fig. 2　HPLC chromatograms of flavonoids, crude tartary buckwheat bran flavone and refined tartary buckwheat bran flavone

表 4　4 种黄酮单体对 6 种供试菌的 MIC 值及 MBC 值

Table 4　MIC and MBC values of four flavonoid glycosides

mg/mL

供试菌	芦丁		山奈酚-3-O-芸香糖苷		槲皮素		山奈酚	
	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC
大肠杆菌	50	–	25	25	12.5	25	25	25
沙门氏菌	50	–	25	25	12.5	50	25	–
志贺氏菌	50	–	25	–	25	50	25	–
金黄色葡萄球菌	50	–	25	25	12.5	25	12.5	25
肠球菌	50	–	25	–	12.5	25	12.5	25
藤黄微球菌	50	–	25	–	12.5	25	25	–

注：“–”表示在此浓度下无法测量 MIC 值或 MBC 值。

2.3 4 种黄酮成分的抑菌活性研究

为明确 4 种黄酮成分在抑菌中的作用,测定了 4 种单体的抑菌活性,4 种黄酮单体对 6 种供试菌的抑制作用具有选择性和差异性。表 4 结果可知,槲皮素的抑菌活性最强,对 5 种供试菌的 MIC 值均为 12.5 mg/mL;其次是山奈酚和山奈酚-3-O-芸香糖苷,对 6 种供试菌的 MIC 值均在 25 mg/mL 及以下;芦丁的抑菌活性较差,且无杀菌效果。

3 结 语

苦荞作为常见的药食两用作物,在食品加工中广泛应用,而其麸皮多被丢弃,作者探究了苦荞麸皮黄酮类化合物对常见病原菌的抗菌活性,以期为苦荞麸皮的开发利用提供理论依据。采用平板打孔法及二倍稀释法对苦荞麸皮粗品及精品的抑菌活性进行研究,结果表明苦荞麸皮黄酮粗品及精品对大肠杆菌、志贺氏杆菌、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌、藤黄微球菌、肠球菌 6 种常见致病菌均有一定抑制作用,尤其是对金黄色葡萄球菌的抑制作用最强。王丽娟等研究表明黑苦荞中的黄酮类化合物对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌均有较好的抑菌作用,这与本研究结果相一致[18]。

大孔树脂富集后苦荞麸皮黄酮的抑菌活性明显优于富集前,抑菌活性的强弱可能与黄酮含量存在量效关系或与其黄酮成分相关。通过 HPLC 对苦荞麸皮黄酮粗品与精品黄酮类化合物的成分及含量进行分析,大孔树脂富集前后成分无变化,主要黄酮成分均为芦丁、山奈酚-3-O-芸香糖苷、槲皮素和山奈酚,但精品中芦丁、山奈酚-3-O-芸香糖苷和槲皮素的含量均有所增加,精品的总黄酮含量可达 79.50%,精制倍数可达 2.84 倍。测定了 4 种黄酮单体的抑菌活性,研究表明含量最多的芦丁的抑菌活性不佳,槲皮素的抑菌活性更强。槲皮素是黄酮醇的典型代表,它已被证实具有很强的抗菌活性,Wang 等[19]研究发现革兰氏阳性细菌对槲皮素高度敏感,且研究表明[20]槲皮素与氨苄西林、头孢拉定等抗生素联合使用对耐甲氧西林金黄色葡萄球菌能够有效降低耐药性,提高其抗菌活性。赵晓頔等[21]对从高良姜中分离得到的山奈酚的体外抗菌实验表明山奈酚对革兰氏阳性菌金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌具有较强抗菌活性。槲皮素与山奈酚对革兰氏阳性菌的抑菌效果更强。

国内外对山奈酚-3-O-芸香糖苷抑菌活性的研究较少,本研究发现,山奈酚-3-O-芸香糖苷对于常见食源性微生物显示出一定抑菌效果。天然存在的黄酮类化合物大多以甙类形式存在,并在两个芳环上常有—OH 或—OCH 取代基,其抗菌活性取决于其母体上羟基的取代程度。有研究表明黄酮分子中 C4═O 和 C5—OH、C7—OH 是抗菌活性的首要基团,其次为 C3—OH 基团,C3'—OH、C4'—OH 也具备一定的抗菌活性,且类黄酮苷元比其相应的糖苷具有更高的抗菌活性[22-23]。芦丁和山奈酚-3-O-芸香糖苷分别是槲皮素和山奈酚对应的糖苷,它们的差异在 C3 位置,上述发现支持本研究中单体抑菌活性实验的结果。此外,尽管芦丁的抑菌活性弱,但有研究表明芦丁可以增强黄酮类化合物的抗菌活性[24-25]。Muha-mmad 等发现芦丁与桑黄素单独无活性,但联合使用对供试细菌有活性[20],且槲皮素与芦丁、桑黄素三者联合使用对供试菌的抑制作用比单独作用有进一步增强。这提示芦丁可能通过增强其他 3 种黄酮化合物的抑菌活性,使苦荞麸皮黄酮精品的抑菌活性优于粗品。

通过对苦荞麸皮总黄酮及其有效成分的抑菌活性的分析,发现苦荞麸皮黄酮在抗菌方面具有广泛的应用潜力。使用大孔树脂纯化后可以有效提升其抑菌活性,苦荞麸皮黄酮的抗菌活性成分芦丁、山奈酚-3-O-芸香糖苷、槲皮素和山奈酚的抑菌能力大小具有一定的构效关系,但 4 种黄酮单体的协同抑菌机理及苦荞麸皮黄酮的体内抗菌活性有待进一步研究。本研究表明苦荞麸皮通过浸提、浓缩、精制等技术手段,能很大提高其抑菌功能活性,提升其附加值,是一种有深度开发价值的天然抑菌资源。

参考文献:

[1] 李安仁. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,1998.
[2] 吴立根,屈凌波,王岸娜,等. 荞麦营养功能特性及相关食品开发研究进展[J]. 粮油食品科技,2018,26(3):41-44.
[3] 谭平艳,郭皖北. 苦荞黄酮的生理功能及其作用机制的研究进展[J]. 医学综述,2018,24(8):1627-1632.

[4] LV L，XIA Y，ZOU D，et al. *Fagopyrum tataricum*（L.）Gaertn.：a review on its traditional uses，phytochemical and pharmacology [J]. **Food Science and Technology Research**，2017，23(1)：1-7.
[5] 王敏，魏益民，高锦明. 苦荞黄酮的抗脂质过氧化和红细胞保护作用研究[J]. 中国食品学报，2006，6(1)：278-283.
[6] 胡一冰，赵钢，彭镰心，等. 苦荞籽提取物的抗炎镇痛作用和急性毒性试验研究[J]. 食品科学，2009，30(23)：406-409.
[7] 药雅俊，柳雪姣，裴妙荣，等. 苦荞降血糖降血脂药效机制研究进展[J]. 山西中医，2020，36(2)：59-62.
[8] ZHOU X L，CHEN Z D，ZHOU Y M，et al. The Effect of Tartary Buckwheat Flavonoids in Inhibiting the Proliferation of MGC80-3 Cells during Seed Germination[J]. **Molecules**，2019，24(17)：3092.
[9] PENG W，HU C，SHU Z，et al. Antitumor activity of tatariside F isolated from roots of *Fagopyrum tataricum*（L.）Gaertn against H22 hepatocellular carcinoma via up-regulation of p53[J]. **Phytomedicine**，2015，22：730-736.
[10] 徐重新，张存政，刘媛，等. 食源性致病微生物危害风险及其防控用抗菌生物活性肽研究进展[J]. 生物技术通报，2019，35(7)：202-212.
[11] MINAKSHI P，SHARMA M，CHETIA P. Emergence of antibiotic resistant *Shigella species*：a matter of concern [J]. **Journal of Infection and Public Health**，2018，11(4):451-454.
[12] 贾睿，蔡丹，刘景圣，等. 天然植物源抑菌活性成分研究进展[J]. 食品工业，2020，41(10)：283-287.
[13] IRENEUSZ G，BARTOSZEWSKI R，JAROSAW K. Comprehensive review of antimicrobial activities of plant flavonoids [J]. **Phytochemistry Reviews**，2019，18(1)：241-272.
[14] 郑慧. 苦荞麸皮超微粉碎及其粉体特性研究[D]. 杨凌：西北农林科技大学，2007.
[15] 李姝，王松涛，吴萌萌，等. 不同大孔树脂苦荞黄酮富集品中 4 种主要黄酮的定量检测[J]. 食品工业，2021，42(2)：328-331.
[16] 谭才邓，朱美娟，杜淑霞，等. 抑菌试验中抑菌圈法的比较研究[J]. 食品工业，2016，37(11)：122-125.
[17] 陈晓天，李俊卿，宋元达. 栗壳抑菌物质的提取及其抑菌作用的研究[J]. 食品与生物技术学报，2016，35(1)：54-58.
[18] 王丽娟，刘苏萌，李可，等. 黑苦荞中黄酮类化合物的稳定性和抑菌活性研究[J]. 粮食与油脂，2015(8)：62-65.
[19] WANG S G，YAO J Y，ZHOU B，et al. Bacteriostatic effect of quercetin as an antibiotic alternative in vivo and its antibacterial mechanism *in vitro*[J]. **Journal of Food Protection**，2018，81(1):68-78.
[20] MUHAMMAD U A，MUHAMMAD K，BAHARULLAH K，et al. Antibiotic additive and synergistic action of rutin，morin and quercetin against methicillin resistant *Staphylococcus aureus*[J]. **BMC Complementary and Alternative Medicine**，2015，15(1):59-63.
[21] 赵晓頔. 高良姜质量控制方法和抗菌活性研究[D]. 沈阳：沈阳药科大学，2009.
[22] 何锦姝. 植物中抗氧化活性成分的纯化及构效解析[D]. 天津：南开大学，2001.
[23] 谢鹏，张敏红. 黄酮类化合物抑菌作用的研究进展[J]. 中国动物保健，2004(12)：35-37.
[24] ARIMA H，ASHIDA H，DANNO G，et al. Rutin-enhanced antibacterial activities of flavonoids against *Bacillus cereus* and Salmonella enteritidis[J]. **Bioscience，Biotechnology and Biochemistry**，2002，66(5)：1009-1014.
[25] LUPASCU D，TUCHIKUS C，LUPUORUL C E，et al. Synthesis and biological evaluation of some new rutin semisynthetic derivatives as antibacterial agents[J]. **Farmacia**，2012，60(4)：556-564.

科　技　信　息

欧盟修订现行新鲜草本植物和食用花卉中苯并烯氟菌唑残留限量要求

近日，先正达农业有限公司向德国国家主管部门(EMS)提交了一份申请，以修改活性物质苯并烯氟菌唑在新鲜的香草和食用花卉中的现有最大残留水平 (MRL)。EMS 根据 (EC) No 396/2005 第 8 条起草了一份评估报告，该报告已提交给欧盟委员会，并于 2021 年 6 月 29 日转发给欧洲食品安全局 (EFSA)。EMS 提议将新鲜药草和食用花卉中现有的 MRL 从 0.02~1.0 mg/kg 的定量限 (LOQ) 提高到 1.0 mg/kg。EFSA 得出结论，在新鲜药草和食用花卉上提议修订的苯并烯氟菌唑残留限量要求不会导致消费者接触超过毒理学参考值，不太可能对消费者的健康构成风险。

[信息来源]EFSA Journal. Modification of the existing maximum residue levels for benzovindiflupyr in fresh herbs and edible flowers [EB/OL]. (2021-9-17).https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2903/j.efsa.2021.6839